

عنوان مقالات

- ۱..... بررسی اثر جایگزینی ژل آلونهورا با چربی بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، تکنولوژیکی و حسی سوسیس حاوی ۴۰ درصد گوشت قرمز
شکیبا کیانیانی - محمدجواد وریدی - مهدی وریدی
- ۱۳..... بهبود پایداری اکسیداسیون روغن کانولا با استفاده از عصاره میوه گیاه زنیان به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی
فهمیه توریان - مریم عزیزخانی
- ۲۵..... بررسی اثر پروتئاز قارچی آسپرژیلوس نایجر بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی گوشت گوساله
نیلوفر اسمعیلی خانی - شادی مهدی خانی - علی محمدی
- ۳۷..... ارزیابی اثر اسید لاکتیک بر ویژگی های بافتی و الگوی پروتئولیز عضله دو سر ران شتر یک کوهانه
مهسان ایرجی فر - محمد جواد وریدی - مهدی وریدی - یونس زاهدی
- ۵۵..... تاثیر صمغ های دانه لوکاست و زانتان به عنوان جایگزین چربی بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی
مریم زائری - سیمین اسداللهی - مهناز هاشمی روان
- ۶۷..... اثرات کاربرد عصاره فلفل شیرین و سیب بر خواص رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی دونات روغنی
سپیده آریایی مجد - مانیا صالحی فر
- ۷۷..... بررسی اثر پوشش خوراکی و شرایط خشک کردن بر ویژگی های کیفی انجیر خشک
پیوند قلی پور شهرکی - محمد فاضل
- ۹۱..... بهینه سازی استخراج پکتین از تفاله گوجه فرنگی به کمک امواج فراصوت با استفاده از روش سطح پاسخ
مهدی زاهدی - زهره حمیدی - حسن احمدی گاولیقی
- ۱۰۷..... امکان سنجی تولید شکلات شیری حاوی پودر بزرک و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن
نفیسه رواتاب - سیمین اسداللهی - محمدرضا اسحاقی
- ۱۲۱..... بررسی اثر جایگزینی سفیده تخم مرغ با شیرین بیان بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی موس
هانیه عارفی - حجت کاراژیان
- ۱۳۳..... اثر فرایند برشته کردن به روش آون و مادون قرمز بر برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و کیفی دانه سویا
فرشته غلامی - سارا انصاری
- ۱۴۵..... تاثیر بسته بندی در پوشش های مختلف پلیمری روی برخی شاخص های کیفی و کمی پسته خشک رقم احمد آقایی طی دوره انبارمانی
مریم هاشمی - عبدالمجید میرزا علیان دستجردی - احمد شاکر اردکانی - سید حسین میردهقان

ادامه فهرست داخل جلد

نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران

با شماره پروانه 124/847 و درجه علمی - پژوهشی شماره 3/11/810 از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
88/5/10

فروردین - اردیبهشت 1398

شماره 1

جلد 15

درجه علمی - پژوهشی این نشریه طی نامه 3/11/47673 از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تا سال 1393 تمدید شده است.
90/4/14

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد
مدیر مسئول: دکتر ناصر شاهنوشی
سردبیر: دکتر فریده طباطبائی یزدی
کارشناس امور اجرایی: دکتر مسعود تقی زاده
اعضای هیئت تحریریه:

دکتر محمد رضا احسانی
دکتر هاشم پورآذرنگ
دکتر محمد باقر حبیبی نجفی
دکتر اصغر خسروشاهی
دکتر مرتضی خمیری
دکتر سید محمد علی رضوی
دکتر محمد علی سحری
دکتر فخری شهیدی
دکتر ناصر صداقت
دکتر عسگر فرحناکی
دکتر رضا فرهوش
دکتر بی بی صدیقه فضلی بزاز
دکتر مهدی کاشانی نژاد
دکتر مهدی کدیور
دکتر سید علی مرتضوی
دکتر محمد جواد وریدی

استاد، تکنولوژی لبنیات، دانشگاه تهران
استاد، شیمی مواد غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
استاد، میکروبیولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد
استاد، تکنولوژی لبنیات، دانشگاه ارومیه
دانشیار، میکروبیولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
استاد، مهندسی و خواص بیوفیزیک مواد غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
استاد، شیمی مواد غذایی، دانشگاه تربیت مدرس
استاد، میکروبیولوژی مواد غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
دانشیار، بسته بندی مواد غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
دانشیار، مهندسی و خواص بیوفیزیک مواد غذایی، دانشگاه شیراز
استاد، شیمی مواد غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
استاد، میکروبیولوژی، دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
دانشیار، مهندسی و خواص بیوفیزیک مواد غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دانشیار، شیمی مواد غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان
استاد، میکروبیولوژی و بیوتکنولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد
دانشیار، تکنولوژی مواد غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

چاپ: چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد

قیمت: 5000 ریال (دانشجویان 2500 ریال)

ناشر: دانشگاه فردوسی مشهد

شمارگان: 250 نسخه

نشانی: مشهد - کد پستی 91775 صندوق پستی 1163

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی - گروه علوم و صنایع غذایی - دفتر نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران.

تلفن: 20-8795618 داخلی 321 نمابر: 8787430

این نشریه در پایگاههای زیر نمایه شده است:

پایگاه استنادی علوم ایران (ISC)، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)، بانک اطلاعات نشریات کشور (MAGIRAN)

پست الکترونیکی: ifstrj@um.ac.ir

این نشریه در سایت http://jm.um.ac.ir/index.php/food_tech/index به صورت مقاله کامل نمایه شده است.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

- 1 بررسی اثر جایگزینی ژل آلونه‌ورا با چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، تکنولوژیکی و حسی سوسیس حاوی 40 درصد گوشت قرمز
شکیبا کیانیانی - محمدجواد وریدی - مهدی وریدی
- 13 بهبود پایداری اکسیداسیون روغن کانولا با استفاده از عصاره میوه گیاه زنیان به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی
فهیمة توریان - مریم عزیزخانی
- 25 بررسی اثر پروتئاز قارچی آسپرژیلوس نایجر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی گوشت گوساله
نیلوفر اسمعیلی خانی - شادی مهدی‌خانی - علی محمدی
- 37 ارزیابی اثر اسید لاکتیک بر ویژگی‌های بافتی و الگوی پروتئولیز عضله دو سر ران شتر یک کوهانه
مهسان ایرجی‌فر - محمد جواد وریدی - مهدی وریدی - یونس زاهدی
- 55 تأثیر صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان به‌عنوان جایگزین چربی بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی کبک روغنی
مریم زائری - سیمین اسداللهی - مهناز هاشمی روان
- 67 اثرات کاربرد عصاره فلفل شیرین و سیب بر خواص رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی دونات روغنی
سپیده آریایی مجد - مانیا صالحی فر
- 77 بررسی اثر پوشش خوراکی و شرایط خشک کردن بر ویژگی‌های کیفی انجیر خشک
پیوند قلی‌پور شهرکی - محمد فاضل
- 91 بهینه‌سازی استخراج بکتین از تقاله گوجه‌فرنگی به کمک امواج فراصوت با استفاده از روش سطح پاسخ
مهدی زاهدی - زهره حمیدی - حسن احمدی گاولیقی
- 107 امکان‌سنجی تولید شکلات شیری حاوی پودر بزرک و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن
نفیسه رواتاب - سیمین اسداللهی - محمدرضا اسحاقی
- 121 بررسی اثر جایگزینی سفیده تخم‌مرغ با شیرین بیان بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی موس
هانیه عارفی - حجت کاراژیان
- 133 اثر فرایند برشته کردن به روش آون و مادون قرمز بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفی دانه سویا
فرشته غلامی - سارا انصاری
- 145 تأثیر بسته‌بندی در پوشش‌های مختلف پلیمری روی برخی شاخص‌های کیفی و کمی پسته خشک رقم احمدآقایی طی دوره انبارمانی
مریم هاشمی - عبدالمجید میرزا علیان دستجردی - احمد شاکر اردکانی - سید حسین میردهقان
- 159 اثر پوترسین و ژل آلونه‌ورا بر شاخص‌های بیوشیمیایی میوه هلو رقم رد-تاپ در طول انبارداری
ندا درخشان - علی‌اکبر شکوهیان - بهرام فتحی آچاچلوئی
- 171 امکان‌سنجی تولید نوشابه گازدار زعفرانی با خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی مطلوب
فاطمه سادات میرزاخلیلی - پیمان رجایی - مهناز هاشمی روان

- 181 بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی پنیر کوزه کم چرب حاوی پودر بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی
بهارک حساس - لیلا ناطقی - علیرضا شهاب لواسانی
- 199 برخی خواص فیزیکی و مکانیکی گلابی رقم درگری
مهسا سادات رضوی - عبدالله گل محمدی
- 211 تأثیر مدت زمان انبارمانی بر ویژگی فیزیکوشیمیایی اسنک اکستروود شده حاوی پودر هسته انار
کوثر کاکایی - محمد نوشاد - بهزاد ناصحی - محمد حجتی - شهرام بیرقی طوسی
- کوتاه پژوهشی
- 223 مقایسه فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره پوست کیوی (*Actinidia deliciosa* L) استخراج شده به دو روش حمام و پروب فراصوت
مهسا علیخانی فرادنبه - رضا اسماعیلزاده کناری - مریم قادری قهفرخی



بررسی اثر جایگزینی ژل آلوه‌ورا با چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، تکنولوژیکی و حسی سوسیس حاوی 40 درصد گوشت قرمز

شکیبا کیانیانی¹ - محمد جواد وریدی^{2*} - مهدی وریدی²

تاریخ دریافت: 1395/09/01

تاریخ پذیرش: 1396/10/19

چکیده

چربی منبعی از انرژی مورد نیاز بدن و ویتامین‌های محلول در آن بوده و بر کیفیت و ویژگی‌های تکنولوژیک محصول نهایی مانند بافت و عطر و طعم موثر است. اما به دلیل اثرات زیانبار چربی بر سلامتی، امروزه محصولات کم‌چرب مورد استقبال تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان قرار گرفته‌است. کاهش چربی سبب افت کیفیت فرآورده‌های گوشتی می‌گردد. برای جبران این افت کیفیت می‌توان از افزودنی‌هایی نظیر ژل آلوه‌ورا استفاده کرد. در این پژوهش ژل آلوه‌ورا جایگزین صفر، 50 و 100 درصد چربی حیوانی و روغن گیاهی در فرمولاسیون سوسیس آلمانی شد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میزان انرژی، رنگ، بافت و خصوصیات حسی نمونه‌های سوسیس اندازه‌گیری گردید. بر اساس نتایج حاصله با جایگزینی ژل تفاوت معناداری در میزان خاکستر، پروتئین و pH نمونه‌ها ایجاد نشد ($p > 0/05$). کاهش چربی و افزودن ژل آلوه‌ورا افزایش بسیار معناداری را در میزان رطوبت و کربوهیدرات نمونه‌ها ایجاد کرد. همچنین مقدار چربی و انرژی فرآورده را کاهش داد ($p \leq 0/01$). شاخص زردی نمونه‌ها با کاهش میزان چربی کاهش یافت ($p \leq 0/01$). اثر جایگزینی چربی بر مقدار روشنایی نمونه‌ها معنادار بود ($p \leq 0/01$) و با کاهش چربی حیوانی فرمولاسیون، مقدار روشنایی افزایش یافت، اما با کاهش مقدار روغن گیاهی میزان روشنایی کم شد. جایگزینی چربی با ژل آلوه‌ورا بر مقدار قرمزی نمونه‌ها اثر معناداری نداشت ($p > 0/05$). کاهش چربی، سفتی، قابلیت جویدن، حالت-صمغی و چسبندگی را کاهش داد ($p < 0/05$)، اما بر میزان کشسانی و پیوستگی نمونه‌ها اثر معنی‌داری نداشت ($p > 0/05$). از نظر ارزیاب‌های حسی نمونه فاقد چربی حیوانی بیشترین پذیرش کلی را دارا بود.

واژه‌های کلیدی: جایگزین چربی، ژل آلوه‌ورا، سوسیس، فرآورده‌های کم‌چرب.

مقدمه

غذایی داشته باشد (Rafter et al., 2007). مطالعه و بررسی در زمینه محصولات گوشتی کم‌چرب از سال 1970 آغاز شد، در سال 1990 گسترش یافت و امروزه یکی از زمینه‌های تحقیقاتی مهم به‌شمار می‌رود. به‌عنوان مثال می‌توان به کاربرد کیتوزان در تولید سوسیس کم‌چرب (Amaral et al., 2015)، تولید سوسیس کم‌چرب و کم‌کالری با استفاده از نشاسته ذرت اصلاح شده (Mohammadi et al., 2012)، کاهش چربی در سوسیس با استفاده از فیبر رژیمی آناناس (Henning et al., 2016)، تولید سوسیس کم‌چرب با استفاده از پروتئین‌های شیر و کاراگینان (Marchetti et al., 2014) و کاهش چربی در سوسیس با استفاده از ژل سلولز آمورف (Almeida et al., 2014) اشاره کرد. تحقیقات مختلف نشان داده است که جایگزین‌های چربی بر پایه پلی‌ساکاریدهایی مانند فیبرها، نشاسته‌ها، صمغ‌ها و ژل‌ها باعث بهبود و اصلاح بافت و بازده پخت، افزایش رطوبت باقی مانده، کاهش قیمت محصول و بهبود پایداری انجماد می‌شوند

گوشت و محصولات گوشتی 20 درصد چربی مورد نیاز انسان را تامین می‌کنند (Hadorn et al., 2008). چربی تامین‌کننده انرژی مورد نیاز بدن و ویتامین‌های محلول در آن است (Vural et al., 2004)، ضمن اینکه بر پایداری امولسیون، کاهش افت پخت، بهبود قابلیت نگه داری آب، حفظ عطر و طعم، آبدار بودن، پذیرش مشتری و خصوصیات رئولوژیکی و ساختاری فرآورده‌های گوشتی موثر است (Pietrasik, 2000 & Muguerza, 2002). چربی حیوانی حاوی مقدار نسبتاً بالایی اسیدهای چرب اشباع و کلسترول می‌باشد که می‌توانند خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، انواع سرطان و چاقی را افزایش دهند (Sburn et al., 2000). امروزه در صنعت غذا توجه به تولید فرآورده‌های کم‌چرب معطوف شده است به‌گونه‌ای که ضمن کاهش چربی، حداقل تاثیر را بر بافت و عطر و طعم فرآورده

(*) - نویسنده مسئول: (Email: mjvaridi@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.60437

1 و 2- به‌ترتیب کارشناس ارشد و دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Wylie et al., 2002).

ژل آلوتهورا نیز از جمله موادی است که در پژوهش‌های مختلف به‌عنوان جایگزین چربی در محصولات مانده چپس کیوی (Mokhtarian et al., 2014)، شیر طعم‌دار (Pugazhenthai et al., 2013)، دسر (David et al., 2016)، ناگت (Rajkumar et al., 2016)، برگر (Soltanizadeh et al., 2015) و امولسیون گوشتی (Kumar et al., 2016) مورد استفاده قرار گرفته است. Kumar و همکاران (2016) خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ساختاری و حسی امولسیون فرآورده گوشتی کم چرب حاوی ژل آلوتهورا را بررسی کردند و دریافتند جایگزینی ژل آلوتهورا با 50 درصد چربی فرمولاسیون تأثیری بر خصوصیات حسی نمونه‌ها نداشت. همچنین نمونه‌های کم چرب ساختار مولکولی منظم‌تر و یکنواخت‌تری نسبت به نمونه کنترل (نمونه پرچرب) داشتند. نتایج حاصل از پژوهش Soltanizadeh و همکاران (2015) که ژل آلوتهورا را به‌عنوان بهبوددهنده در برگر کم چرب استفاده کردند نیز نشان داد حضور ژل آلوتهورا در فرمولاسیون برگر کم چرب باعث بهبود بافت، قابلیت نگهداری آب و پایداری امولسیون فرآورده گوشتی شد و افت پخت را کاهش داد. این محققین نشان دادند ژل آلوتهورا در فرمولاسیون برگر مانند یک هیدروکلوئید عمل کرده و کیفیت برگر کم چرب را بهبود داد.

آلوتهورا (آلوتی باربادنسیس میلر) یک کاکتوس تیغ‌دار است که در مناطق گرم و خشک می‌روید (Reynolds et al., 1999). برگ‌های این گیاه متورم و سبز بوده و دارای یک پوسته یا اپیدرم نازک می‌باشد که با کوتیکول احاطه شده است. این اپیدرم به دو بخش تقسیم می‌شود، دیواره کلرانسیم و دیواره سلولی نازک‌تر که پارانشیم را تشکیل می‌دهد. سلول‌های پارانشیمی حاوی یک موسیلاژ شفاف و بی‌مزه به نام ژل آلوتهورا می‌باشند (Vogler et al., 1999). ژل آلوتهورا پایدار بوده، ظرفیت تحمل فرایندهایی چون حرارت‌دهی، خشک کردن و خرد کردن را دارا می‌باشد و تغییر رنگ اندکی دارد. بیشترین پایداری پلی‌ساکاریدهای آلوتهورا در دمای 70 درجه سانتی‌گراد است و با افزایش یا کاهش دما، پایداری آن کاهش می‌یابد (Ramachandra et al., 2008). آلوتهورا برای درمان بیماری‌های کلیوی، قند خون، زخم و التهاب معده و روده مناسب است (Choe et al., 2013). همچنین با کاهش میزان LDL (لیپوپروتئین با دانسیته کم) و افزایش HDL (لیپوپروتئین با دانسیته زیاد) خون به درمان بیماری‌های قلبی عروقی کمک می‌کند (Valverde et al., 2005). ژل آلوتهورا حاوی 99-99/5 درصد آب و 1-0/5 درصد ماده جامد کل می‌باشد (Eshun, 2004). در ماده خشک آلوتهورا حدود 55 درصد پلی‌ساکارید، 17 درصد قند، 16 درصد املاح، 7 درصد پروتئین، 4 درصد چربی و 1 درصد ترکیبات فنولی وجود دارد (Lawless et al., 2014). مهمترین ترکیب پلی‌ساکاریدی ژل، گلوکومانان بلند زنجیره (مانان استیل‌ه شده با اتصالات بتا یک به چهار) می‌باشد که ترکیب گلوکز و

مانوز است (Ovadova et al., 1995). تمامی اجزای موجود در ماده خشک ژل آلوتهورا درون موسیلاژی بر پایه پلی‌ساکارید قرار دارند (Choe et al., 2013). پالپ آلوتهورا به علت وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نیز با ارزش است (Hu et al., 2003).

بررسی منابع نشان داد تاکنون بررسی‌های اندکی درباره کاربرد ژل آلوتهورا در فرآورده‌های گوشتی امولسیونه انجام شده است. با توجه به اهمیت تولید فرآورده‌های گوشتی کم چرب از یک سو و نیز ویژگی‌های بارز تغذیه‌ای و سلامتی بخش ژل آلوتهورا از سوی دیگر، این پژوهش با هدف جایگزینی چربی با ژل آلوتهورا در تولید سوسیس آلمانی کم چرب طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

برای استخراج ژل، برگ تازه آلوتهورا تهیه و بخش میانی آن بریده شد. سپس با ایجاد یک برش در قسمت وسط برگ، ژل آن خارج گردید. قبل از استخراج ژل برگ‌های گیاه به دقت شسته شد (عماد و همکاران، 1391). این ژل حاوی $0/20 \pm 99/60$ درصد رطوبت، $0/03 \pm 0/18$ درصد خاکستر، $0/01 \pm 0/22$ درصد کربوهیدرات بود. pH ژل آلوتهورا 4/6 تعیین شد. گوشت گوساله نیز از بازار تهیه و چرخ شد. گوشت کم چرب چرخ شده حاوی $0/11 \pm 76/85$ درصد رطوبت، $0/00 \pm 0/98$ درصد چربی، $0/01 \pm 0/95$ درصد خاکستر، $0/10 \pm 18/94$ درصد پروتئین بود. برای تامین چربی حیوانی فرمول از دنبه گوسفندی استفاده شد. سایر اجزا فرمول نیز از یکی از کارخانجات استان خراسان رضوی تهیه گردید. تمامی مواد شیمیایی با درجه خلوص بالا از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

روش تهیه نمونه‌ها

نمونه‌های سوسیس حاوی 40 درصد گوشت قرمز (سوسیس آلمانی) براساس فرمول متداول کارخانه‌ها تولید گردید. نمونه شاهد از 20 درصد آب، 10 درصد چربی حیوانی، 12/08 درصد روغن گیاهی، 39 درصد گوشت، 0/3 درصد سدیم تری پلی‌فسفات، 8/5 درصد ایزوله سویا، 1 درصد نمک، 7/1 درصد آرد گندم، 0/02 درصد سدیم نیتريت، 0/01 درصد سدیم اسکوربات و 2 درصد ادویه‌جات تشکیل شد. در سایر نمونه‌ها برابر تیمارهای جدول 1 ژل آلوتهورا جایگزین چربی حیوانی و روغن گیاهی مورد استفاده در فرمول گردید. سپس کلیه نمونه‌ها در دمای 90 درجه سانتی‌گراد به مدت لازم تا رسیدن دمای مرکز محصول به 70 درجه سانتی‌گراد پخت و پس از سرد کردن تا زمان انجام آزمایش‌های بعدی در یخچال (4 درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

جدول 1- فرمولاسیون سوسیس آلمانی براساس جایگزینی ژل آلونه‌ورا

تیمار	توضیحات
1	نمونه شاهد حاوی 10 درصد چربی حیوانی و 13 درصد روغن گیاهی
2	جایگزینی ژل آلونه‌ورا با 50 درصد از چربی حیوانی
3	جایگزینی ژل آلونه‌ورا با 100 درصد از چربی حیوانی
4	جایگزینی ژل آلونه‌ورا با 50 درصد از چربی حیوانی و روغن گیاهی
5	جایگزینی ژل آلونه‌ورا با کل چربی حیوانی و روغن گیاهی

آزمون‌ها

ترکیبات شیمیایی

برای اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌ها، مقدار چربی، خاکستر و پروتئین از روش AOAC به‌ترتیب با شماره‌های 920/153، 991/30، 950/46 و 983/18 استفاده شد (AOAC, 2000). میزان کربوهیدرات بر اساس محاسبه تفاضل وزن کل نمونه از مجموع میزان خاکستر، پروتئین، چربی و رطوبت و مطابق با روش (FAO/WHO) به‌دست آمد (Joint, 2010).

انرژی

مقدار انرژی بر اساس مجموع میزان انرژی حاصل از چربی، پروتئین و کربوهیدرات محاسبه شد (Cofrades et al., 2008). میزان انرژی حاصل از هر گرم چربی 9 کالری، پروتئین 4/02 کالری و کربوهیدرات 3/87 کالری در نظر گرفته شد.

pH

براساس روش Choe و همکاران (2013) برای اندازه‌گیری این فاکتور 5 گرم نمونه با 20 میلی‌لیتر آب مقطر به مدت 15 ثانیه در هم‌زنایزر (تی 25، آلمان) با دور 10000 در دقیقه یکنواخت و سپس pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر (تستو، 230، آلمان) تعیین شد.

رنگ

آزمون رنگ بر روی سطح برش‌های سوسیس و با استفاده از کروماتر (کونیکا- مینولتا، سی آر- 410، ژاپن) مجهز به یک منبع روشنایی از نوع C با مشاهده گر 2° اندازه‌گیری شد. دستگاه با استفاده از کاشی سفید (L* = 98/14، a* = 23/0، b* = 1/89) استاندارد و پارامترهای رنگ شامل a* (قرمزی) و b* (زردی) که میزان آن‌ها از -120 تا +120 و L* (روشنایی) که مقدار آن از 0 تا 100 متغیر است، تعیین گردید (Hunt et al., 1991).

آنالیز پروفاایل بافت

پارامترهای بافت شامل سفتی (نیوتون) (بیشترین نیروی مورد نیاز برای نخستین فشردگی)، پیوستگی (بدون واحد) (مقدار مقاومت نمونه‌ها نسبت به تغییرات و شکستگی A2/A1 به‌طوریکه A1 کل انرژی مورد نیاز برای سیکل اول فشرده سازی و A2 کل انرژی مورد نیاز سیکل دوم فشار می‌باشد)، کشسانی (سانتی‌متر) (مسافتی که نمونه پس از نخستین فشردگی باز می‌گردد)، حالت صمغی (نیوتون) (ترکیبی از سفتی و چسبندگی)، قابلیت جویدن (نیوتون × سانتی‌متر) (ترکیبی از سفتی و کشسانی)، چسبندگی (بدون واحد) (سطح مثبت زیر نمودار نیرو حین دومین فشردگی) با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (میکروسسیستم، تی ای، ایکس تی پلاس، انگلیس) اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های با قطر 2/5 سانتی‌متر و ضخامت 2 سانتی‌متر پس از رسیدن به دمای محیط تحت آزمون 2 سیکل فشار قرار گرفته و تا 50 درصد ارتفاع اولیه فشرده شدند. پروب مورد استفاده 5 سانتی‌متری و سرعت پروب 2 میلی‌متر بر ثانیه بود (Bourne, 1978).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها یک روز پس از تولید و توسط 10 ارزیاب آموزش دیده از بین دانشجویان و کارمندان دانشگاه که 50 درصد آن‌ها خانم و 50 درصد آقا بودند و با حدود سنی 20 تا 40 سال، مطابق با روش هدونیک انجام شد (Kerth et al., 2013). برای این منظور هریک از 4 فرمول تولید شده به‌همراه نمونه شاهد به‌صورت برش خورده و مجزا در ظروف پلاستیکی دارای کدهای 3 رقمی تصادفی قرار گرفت و از لحاظ رنگ، مزه، بافت (سفتی یا نرمی)، بو، آبدار بودن، قابلیت جویدن و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفت. امتیازدهی به روش هدونیک 5 نقطه‌ای انجام شد. در این روش 1= بسیار بد، 2= بد، 3= متوسط، 4= خوب، 5= بسیار خوب امتیازدهی شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمون‌ها با سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام و نتایج با نرم‌افزار SPSS (ویرایش 16) آنالیز گردید. سطح معنی‌داری برای مقایسه میانگین‌های تیمارها در تمام آزمون‌ها 0/05 در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکوشیمیایی

جدول 2 خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های سوسیس حاوی 40 درصد گوشت (سوسیس آلمانی) را نشان می‌دهد. مطابق انتظار، با

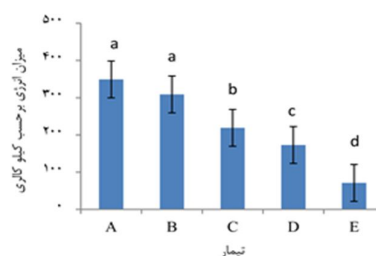
پنجم $9/10 \pm 0/00$ درصد) و کمترین میزان آن مربوط به نمونه شاهد $4/99 \pm 1/12$ درصد) بود. pH ژل آلئوئورا مورد استفاده در این پژوهش حدود $4/6$ بود، اما مطابق نتایج به‌دست آمده افزایش میزان ژل در فرمولاسیون، اثر معنی‌داری بر مقدار pH نمونه‌ها نداشت ($p > 0/05$). به‌نظر می‌رسد خاصیت بافری پروتئین‌های گوشت و نیز وجود بافر فسفات در فرمولاسیون سوسیس، مانع از تغییر معنی‌دار pH سوسیس شده است (Sisik et al., 2012). Kumar و همکاران (2016) خصوصیات فیزیکی‌وشیمیایی، ساختاری و حسی امولسیون فرآورده گوشتی کم چرب حاوی ژل آلئوئورا را بررسی کردند. این محققین دریافتند نمونه‌های حاوی بیشترین میزان ژل آلئوئورا بالاترین مقدار رطوبت ($69/87 \pm 0/56$ درصد) را داشت و کمترین میزان رطوبت مربوط به نمونه‌های پرچرب بود ($62/46 \pm 1/38$ درصد). مقدار چربی نمونه‌ها بسته به فرمولاسیون فرآورده تفاوت بسیار معناداری داشت. نمونه شاهد بیشترین مقدار چربی و نمونه حاوی بالاترین میزان ژل آلئوئورا ($7/5$ درصد) کمترین میزان چربی را داشت. مقدار پروتئین نمونه‌های مختلف در حضور ژل آلئوئورا تغییری نکرد ($p > 0/05$).

افزایش میزان ژل آلئوئورا مقدار رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت ($p \leq 0/01$). ژل آلئوئورا مورد استفاده در این پژوهش حاوی $99/60 \pm 0/20$ درصد رطوبت بود که با نتایج Eshun و همکاران (2004) در مورد ترکیب ژل آلئوئورا همخوانی داشت. همچنین میزان چربی نمونه‌ها از $22/65 \pm 0/29$ درصد در نمونه شاهد به $1/22 \pm 0/65$ درصد در نمونه پنجم کاهش یافت ($p \leq 0/01$). اما جایگزینی چربی با ژل آلئوئورا تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین و خاکستر نمونه‌ها ایجاد نکرد ($p > 0/05$). در پژوهشی مشخص گردید که میزان پروتئین ژل آلئوئورا بسیار ناچیز (7 درصد برحسب ماده خشک) می‌باشد (Ahlawat et al., 2011). همچنین مقدار خاکستر ژل آلئوئوری مورد استفاده در این پژوهش اندک و در حدود $0/18 \pm 0/03$ درصد بود. میزان کربوهیدرات نمونه‌های سوسیس به‌طور بسیار معناداری تحت تاثیر افزودن ژل آلئوئورا قرار گرفت ($p \leq 0/01$). بخش اعظم ماده خشک ژل آلئوئورا (55 درصد) ترکیبات پلی‌ساکاریدی و کربوهیدرات‌ها است (Lawless et al., 2014). بنابراین با افزایش میزان ژل آلئوئورا در فرمولاسیون، مقدار کربوهیدرات نمونه‌ها نیز افزایش یافت. به‌طوریکه بیشترین مقدار کربوهیدرات مربوط به نمونه

جدول 2- اثر جایگزینی چربی با ژل آلئوئورا بر خصوصیات فیزیکی‌وشیمیایی سوسیس آلمانی

تیمار	pH خمیر	pH سوسیس	کربوهیدرات (%)	خاکستر (%)	پروتئین (%)	چربی (%)	رطوبت (%)
1	$6/29 \pm 0/00$ a	$6/38 \pm 0/00$ a	$4/99 \pm 1/12$ a	$2/29 \pm 0/17$ a	$14/39 \pm 0/02$ a	$22/65 \pm 0/29$ a	$55/34 \pm 0/63$ a
2	$6/27 \pm 0/05$ a	$6/35 \pm 0/02$ a	$5/86 \pm 1/18$ a	$2/33 \pm 0/10$ a	$14/52 \pm 0/53$ a	$19/78 \pm 1/42$ b	$59/12 \pm 0/18$ b
3	$6/32 \pm 0/02$ a	$6/37 \pm 0/02$ a	$8/72 \pm 0/34$ b	$2/25 \pm 0/09$ a	$13/53 \pm 0/76$ a	$12/79 \pm 0/79$ c	$62/77 \pm 0/40$ c
4	$6/31 \pm 0/01$ a	$6/36 \pm 0/00$ a	$8/83 \pm 0/71$ b	$2/23 \pm 0/02$ a	$14/27 \pm 0/18$ a	$8/12 \pm 0/22$ d	$64/63 \pm 1/14$ d
5	$6/31 \pm 0/04$ a	$6/33 \pm 0/01$ a	$9/10 \pm 0/00$ b	$2/43 \pm 0/12$ a	$13/77 \pm 0/28$ a	$1/22 \pm 0/65$ e	$75/11 \pm 0/32$ e

یافته‌های این پژوهشگران نشان داد بیشترین میزان انرژی مربوط به نمونه شاهد حاوی 20 درصد چربی ($309/76$ کیلوکالری) و کمترین مقدار آن در نمونه کم چرب حاوی 10 درصد چربی بود ($200/68$ کیلوکالری).



شکل 1- اثر جایگزینی چربی با ژل آلئوئورا بر مقدار انرژی سوسیس آلمانی

انرژی

شکل 1 نشان می‌دهد، کاهش چربی سوسیس و جایگزینی آن با ژل آلئوئورا تفاوت بسیار معناداری را در مقدار انرژی نمونه‌ها ایجاد کرد ($p \leq 0/01$). با توجه به سهم قابل توجه چربی در تولید انرژی، همانطور که انتظار می‌رفت با کاهش چربی فرمولاسیون، میزان انرژی کاهش یافت. به‌طوریکه بیشترین میزان انرژی مربوط به نمونه شاهد (اول) ($349/40$ کیلوکالری) و کمترین مقدار آن مربوط به نمونه پنجم ($71/13$ کیلوکالری) بود. بر این اساس جایگزینی چربی فرمولاسیون سوسیس آلمانی با ژل آلئوئورا منجر به کاهش حدود 80 درصدی انرژی دریافتی گردید. Choi و همکاران (2012) که پودر نوعی جلبک دریایی را پس از فرموله کردن با آب و تبدیل به ژل، در پاته خوک جایگزین چربی حیوانی کردند، دریافتند چون بخش اعظم انرژی مواد غذایی مربوط به چربی‌هاست و به ازای هر گرم چربی 9 کالری انرژی تولید می‌شود، در نتیجه با کاهش چربی میزان انرژی کاهش یافت.

رنگ

رنگ گوشت و فرآورده های گوشتی یکی از فاکتورهای معرف کیفیت فرآورده بوده و تاثیر به سزایی بر پذیرش آن توسط مصرف کننده دارد. از نظر مصرف کننده رنگ صورتی روشن برای گوشت های عمل آوری شده قابل قبول می باشد (Cornforth., 1994). غلظت، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی رنگدانه ها همچنین میزان دسترسی رنگدانه ها به اکسیژن بر رنگ گوشت و فرآورده گوشتی موثر است (Renner et al., 1987). در این پژوهش مطابق جدول 3 اثر جایگزینی چربی بر میزان L^* نمونه های سوسیس بسیار معنی دار ($p \leq 0/01$) بود. هنگامی که در نمونه ها میزان روغن گیاهی ثابت و تنها چربی حیوانی در حال کاهش بود، مقدار L^* افزایش یافت، اما با کاهش روغن گیاهی، میزان L^* کاهش پیدا کرد. به طوریکه کمترین مقدار L^* مربوط به نمونه اول (51/85) و بیشترین میزان آن مربوط به نمونه سوم (58/20) بود. در ابتدا که چربی حیوانی کاهش و میزان ژل آلئوئورا افزایش یافت، روشنایی به علت شفافیت ژل آلئوئورا زیاد گردید، اما پس از آن با حذف روغن، L^* کاهش یافت. Sisik و

همکاران (2012) نشان دادند، روغن شفاف بوده و عامل مهمی در ایجاد روشنایی می باشد. همچنین جدول 3 نشان می دهد، کاهش چربی بر میزان a^* اثری نداشت ($p > 0/05$). طبق یافته های Menegas و همکاران (2013) که در سوسیس مرغ تخمیری خشک اینولین را جایگزینی روغن ذرت کردند و Delgado و همکاران (2011) که ژل کنجاک و ترکیبی از چند روغن گیاهی را به پاته کم چرب جگر خوک افزودند، کاهش میزان چربی یا روغن فرمولاسیون، مقدار قرمزی نمونه ها را افزایش داد، اما افزودن ژل باعث کاهش مقدار قرمزی شد و به میزان قرمزی نمونه شاهد نزدیک گشت. در این پژوهش نیز افزودن ژل آلئوئورا تغییر میزان قرمزی حاصل از کاهش چربی و روغن را جبران کرد و مقدار قرمزی نمونه های کم چرب مشابه نمونه شاهد شد.

با افزایش میزان جایگزینی چربی با ژل آلئوئورا، مقدار b^* کاهش یافت ($p \leq 0/01$)، به طوریکه کمترین مقدار زردی مربوط به نمونه پنجم (14/72) بود. براساس یافته های Feng و همکاران (2013) رنگ زرد چربی و روغن عامل موثر بر میزان b^* است (جدول 3).

جدول 3- اثر جایگزینی چربی با ژل آلئوئورا بر پارامترهای رنگ سوسیس آلمانی

نیمار	شاخص رنگی		
	L^*	a^*	b^*
۱	51/85 ± 0/57 ^a	10/82 ± 0/60 ^a	16/88 ± 0/55 ^b
۲	55/81 ± 1/51 ^{ab}	11/33 ± 0/12 ^a	17/42 ± 0/39 ^b
۳	58/20 ± 3/74 ^b	10/89 ± 0/85 ^a	16/90 ± 0/68 ^b
۴	55/71 ± 0/67 ^{ab}	11/28 ± 0/18 ^a	16/68 ± 0/05 ^b
۵	56/23 ± 0/38 ^{ab}	11/39 ± 0/01 ^a	14/72 ± 0/40 ^a

*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی داری ($p < 0/05$) می باشند.

*اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده اند.

بافت

تحقیقات نشان می دهد خصوصیات مکانیکی فرآورده گوشتی بر جنبه های حسی آن موثر است. اجزای فرمولاسیون و شرایط تولید از جمله عوامل موثر بر بافت نمونه ها می باشد. چربی تاثیر به سزایی بر بافت فرآورده گوشتی دارد (Sephton et al., 1993). در این پژوهش مطابق جدول 4 با جایگزینی چربی با ژل آلئوئورا میزان سفتی کاهش یافت ($p < 0/05$). به طوریکه بیشترین میزان سفتی مربوط به نمونه شاهد (اول) (2378/10 ± 149/54 نیوتون) و کمترین مقدار آن مربوط به نمونه پنجم (1381/96 ± 130/24 نیوتون) بود. در پژوهشی مشخص شد که کاهش چربی در فرمولاسیون سوسیس عموماً با افزایش سفتی

همراه است (Menegas et al., 2013). اما در این پژوهش با افزودن ژل آلئوئورا (حاوی 99-99/5 درصد رطوبت) به فرمولاسیون سوسیس آلمانی میزان رطوبت نمونه افزایش یافت، نمونه نرم تر گردید و مقدار سفتی به میزان 48/07 درصد کاهش یافت. Carballo و همکاران (1996) نشان دادند با کاهش چربی و افزایش میزان رطوبت، غلظت پروتئین های تشکیل دهنده ماتریکس ژل کاهش یافته و ماتریکس ژلی با دانسیته اندک ایجاد می شود، همین پدیده سفتی نمونه ها را کاهش می دهد.

با جایگزینی چربی با ژل آلئوئورا چسبندگی نمونه ها تا 89/43 درصد کاهش یافت ($p < 0/05$). با توجه به یافته های Mendoza و

چربی، کاهش مقدار پیوستگی و افزایش کشسانی حاصل از کاهش چربی جبران شده و میزان این دو شاخص در نمونه‌های مختلف مشابه نمونه شاهد بود. Martinez و همکاران (2004) نیز بیان داشتند اگرچه کاهش چربی باعث کاهش پیوستگی نمونه‌ها گردید، اما افزودن صمغ زانتان و دانه آفاقا باعث شد میزان پیوستگی در همه نمونه‌ها مشابه باشد.

حالت صمغی و قابلیت جویدن تحت تاثیر جایگزینی چربی قرار گرفتند و این تاثیر معنادار ($p < 0/05$) بود. از آنجایی که حالت صمغی و قابلیت جویدن تابعی از سفتی است، بنابراین رفتاری مشابه سفتی از خود نشان می‌دهد. با کاهش چربی و افزایش مقدار جایگزینی آن با ژل آلوهورا میزان حالت صمغی و قابلیت جویدن نمونه‌ها کاهش یافت. این شاخص با میزان قابلیت جویدن نمونه‌ها از نظر ارزیاب‌ها همبستگی داشت ($p < 0/01$) Liu و همکاران (2008) نشان دادند کاهش چربی و افزودن 2 درصد و 4 درصد نشاسته سیب‌زمینی اصلاح شده به سوسیس کم چرب باعث افزایش حالت صمغی و قابلیت جویدن شد و روندی مشابه سفتی داشت.

همکاران (2001) که از اینولین به عنوان جایگزین چربی در سوسیس کم‌چرب استفاده کردند، کاهش چربی باعث کاهش میزان چسبندگی نمونه‌های سوسیس شد و با افزودن اینولین چسبندگی افزایش یافت. مطابق یافته‌های این محققین کاهش چربی عامل موثر بر کاهش میزان چسبندگی نمونه‌ها بود. همچنین نوع و میزان ژل و مقدار رطوبت نمونه‌ها نیز بر مقدار چسبندگی فرآورده بسیار موثر بود. اما در پژوهش حاضر ژل آلوهورای افزوده شده به عنوان جایگزین چربی عامل کاهش چسبندگی نمونه‌ها بود و علاوه بر کاهش چربی، حضور ژل آلوهورا نیز چسبندگی نمونه‌ها را کاهش داد ($p < 0/05$).

در این پژوهش پیوستگی و کشسانی نمونه‌ها تحت تاثیر جایگزینی چربی قرار نگرفت ($p > 0/05$). در حالیکه Martinez و همکاران (2004) صمغ زانتان و دانه آفاقا را به فرانکفورتر کم چرب حاوی روغن زیتون افزودند و دریافتند با کاهش چربی میزان پیوستگی کاهش یافت. همچنین Liu و همکاران (2008) بیان داشتند کاهش چربی منجر به افزایش کشسانی نمونه‌های سوسیس شد. به نظر می‌رسد در این پژوهش با افزودن ژل آلوهورا به عنوان جایگزین

جدول 4- اثر جایگزینی چربی با ژل آلوهورا بر ویژگی‌های حسی سوسیس آلمانی

تیمار	پذیرش کلی	آبدار بودن	قابلیت جویدن	مزه	بو	بافت	رنگ
1	3/87±0/00 ^b	4/00±0/00 ^c	4/50±0/03 ^a	3/62±0/07 ^c	3/75±0/01 ^a	3/87±0/00 ^a	3/62±0/00 ^a
2	3/87±0/02 ^b	4/25±0/00 ^b	4/25±0/01 ^b	4±0/00 ^c	3/62±0/00 ^a	4/12±0/00 ^b	3/37±0/07 ^b
3	4/12±0/00 ^a	4/25±0/01 ^b	4/12±0/00 ^c	4/37±0/00 ^a	4/00±0/00 ^b	4/25±0/03 ^c	3/12±0/00 ^c
4	3/87±0/05 ^b	4/25±0/02 ^b	4/12±0/01 ^c	4/12±0/06 ^b	4/00±0/02 ^b	4/25±0/00 ^d	3/12±0/00 ^d
5	3/75±0/01 ^c	4/50±0/00 ^a	4/12±0/00 ^c	3/75±0/01 ^d	3/75±0/00 ^c	3/75±0/01 ^c	3/62±0/05 ^c

ارزیابی حسی

با توجه به جدول 5 جایگزینی چربی با ژل آلوهورا تاثیر بسیار معناداری ($p \leq 0/01$) بر ویژگی‌های حسی سوسیس آلمانی داشت. با کاهش چربی و روغن و افزودن ژل آلوهورا به فرمولاسیون سوسیس آلمانی، میزان پذیرش رنگ کاهش یافت. به طوریکه از نظر ارزیاب‌ها نمونه شاهد بهترین رنگ را داشت و رنگ نمونه پنجم کمترین امتیاز را کسب کرد. مقایسه نتایج حاصل از آزمون همبستگی نتایج ارزیابی حسی و آزمون رنگ سنجی نشان داد، مقادیر $L^*(r = 0/55)$ و $a^*(r = 0/34)$ با شاخص رنگ از نظر ارزیاب‌های حسی همبستگی ضعیفی داشت ($p > 0/05$) اما میزان $b^*(r = 0/79)$ با شاخص رنگ از نظر ارزیاب‌های حسی همبستگی قابل قبولی داشت ($p \leq 0/01$) در نتیجه می‌توان گفت، تغییرات زردی بیشترین تاثیر را بر قضاوت رنگ توسط ارزیاب‌های حسی داشت و با کاهش زردی نمونه‌ها در نتیجه کاهش مقدار چربی و روغن فرمولاسیون، میزان پذیرش رنگ توسط ارزیاب‌ها نیز کاهش یافت. آبدار بودن نمونه‌ها با افزایش مقدار ژل زیاد شد. ژل حاوی مقدار بسیار زیادی رطوبت می‌باشد که افزوده شدن آن

به فرمولاسیون باعث آبدارتر شدن نمونه‌ها شد. به طوریکه که بیشترین امتیاز آبدار بودن را نمونه پنجم دریافت کرد. بوی نمونه‌ها با افزایش میزان ژل و کاهش مقدار چربی کاهش یافت. چربی مواد عطر و طعم‌زا را جذب و احاطه کرده و نقش مهمی در حفظ مواد عطر و طعم‌زا دارد. با حذف چربی، به دلیل اتلاف مواد معطره در حین فرایند حرارتی، امتیاز بو برای نمونه‌های کم‌چرب کاهش یافت. به طوریکه بیشترین امتیاز بو مربوط به نمونه شاهد و کمترین آن مربوط به نمونه پنجم بود. Choi و همکاران (2012) از ژل حاصل از پودر نوعی جلبک دریایی برای تهیه پاته خوک کم چرب استفاده کردند و نشان دادند نمونه کم چرب کمترین میزان عطر و طعم را داشت. نمونه‌های سوم و چهارم بیشترین امتیاز بافت را کسب کردند. نتایج ارزیابی بافت با دستگاه بافت‌سنج در مقایسه با نتایج ارزیابی حسی نشان داد که شاخص‌های بافتی در آزمون بافت با میزان امتیاز بافت نمونه‌ها توسط ارزیاب‌ها همبستگی قوی نداشت ($p > 0/05$). همچنین نمونه سوم بیشترین امتیاز مربوط به مزه و پذیرش کلی را دارا بود. بررسی عامل قابلیت جویدن نشان داد با افزایش میزان جایگزینی

حیوانی و روغن گیاهی نقش موثری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، تکنولوژیکی و حسی سوسیس آلمانی داشت. افزودن ژل آلونه‌ورا باعث کاهش درصد چربی و میزان انرژی، افزایش درصد رطوبت و کربوهیدرات شد، اما مقدار pH، پروتئین و خاکستر تغییری نکرد. نتایج نشان داد، با کاهش چربی حیوانی مقدار L^* نمونه‌ها افزایش و با کاهش مقدار روغن گیاهی L^* کاهش یافت. b^* نیز با کاهش مقدار چربی و روغن فرمولاسیون کاهش یافت، اما مقدار a^* همواره ثابت بود. بررسی‌ها نشان داد، حضور ژل آلونه‌ورا باعث کاهش پارامترهای سفتی، چسبندگی، حالت صمغی و قابلیت جویدن شد درحالی که بر میزان کشسانی و پیوستگی نمونه‌ها تاثیری نداشت. از نظر ارزیاب‌ها نمونه سوم بیشتر از سایر تیمارها مورد پذیرش قرار گرفت

چربی امتیاز این عامل کاهش یافت. به‌طوریکه بیشترین میزان قابلیت جویدن مربوط به نمونه شاهد بود. در مقایسه نتایج آزمون حسی و نتایج حاصل از دستگاه بافت‌سنج مشاهده شد مقدار دستگاهی قابلیت جویدن همبستگی قوی با میزان امتیاز ارزیاب‌ها به این پارامتر داشت $(p \leq 0/01)$ $(r = 0/74)$ در نتیجه می‌توان دریافت، با کاهش مقدار چربی و روغن فرمولاسیون و افزایش میزان رطوبت نمونه‌ها در نتیجه افزودن ژل، مقدار قابلیت جویدن از نظر کیفی و کمی کاهش می‌یابد. محققین نیز مشخص کردند، افزایش رطوبت نمونه باعث نرم‌تر شدن آن و کاهش قابلیت جویدن می‌گردد (Osburn et al., 2004).

نتیجه‌گیری

در این مطالعه مشخص شد، جایگزینی ژل آلونه‌ورا با چربی

منابع

- عماد، م. غیبی، ف. رسولی، م. محمدی جوزانی، س. ، 1391 ، گیاه دارویی - صنعتی آلونه‌ورا، انتشارات پونه، تهران
- Ahlawat, K. S., & Khatkar, B. S. (2011). Processing, food applications and safety of aloe vera products: a review. *Journal of Food science and Technology*, 48(5), 525-533.
- Ahmed, P., Miller, M., Lyon, C., Vaughters, H., & Reagan, J. (1990). Physical and Sensory Characteristics of Low-Fat Fresh Pork Sausage Processed with Various Levels of Added Water. *Journal of Food Science*, 55(3), 625-628.
- Almeida, C. M., Wagner, R., Mascarin, L. G., Zepka, L. Q., & Campagnol, P. C. B. (2014). Production of Low-Fat Emulsified Cooked Sausages Using Amorphous Cellulose Gel. *Journal of Food Quality*, 37(6), 437-443.
- AOAC. (2000). official methods of analysis of AOAC international (15 th ed.). Washington USA (Association of official Analytical Chemistry).
- Berry, B., & Leddy, K. (1984). Effects of fat level and cooking method on sensory and textural properties of ground beef patties. *Journal of Food Science*, 49(3), 870-875.
- Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis [Food acceptability]. *Food Technology*.
- Carballo, J., Fernandez, P., Barreto, G., Solas, M. T., & Colmenero, F. J. (1996). Morphology and texture of bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. *Journal of Food Science*, 61(3), 652-665.
- Choe, J.-H., Kim, H.-Y., Lee, J.-M., Kim, Y.-J., & Kim, C.-J. (2013). Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Science*, 93(4), 849-854.
- Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Kim, H.-W., Lee, M.-A., Kim, C.-J. (2012). Effects of Laminaria japonica on the physico-chemical and sensory characteristics of reduced-fat pork patties. *Meat Science*, 91(1), 1-7.
- Cofrades, S., López-López, I., Solas, M. T., Bravo, L., & Jiménez-Colmenero, F. (2008). Influence of different types and proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. *Meat Science*, 79(4), 767-776.
- Cornforth, D. (1994). Color—its basis and importance Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products (pp. 34-78): Springer.
- David, J. (2016). Study on the production cost of sucralose induced low calorie dietetic Aloe vera Kheer. *Food Science Research Journal*, 7(1), 137-140.
- Delgado-Pando, G., Cofrades, S., Rodríguez-Salas, L., & Jiménez-Colmenero, F. (2011). A healthier oil combination and konjac gel as functional ingredients in low-fat pork liver pâté. *Meat Science*, 88(2), 241-248.
- do Amaral, D. S., Cardelle-Cobas, A., do Nascimento, B. M., Monteiro, M. J., Madruga, M. S., & Pintado, M. M. E. (2015). Development of a low fat fresh pork sausage based on chitosan with health claims: impact on the quality, functionality and shelf-life. *Food & Function*, 6(8), 2768-2778.
- Eshun, K., & He, Q. (2004). Aloe vera: a valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries—a Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(2), 91-96.
- Feng, T., Ye, R., Zhuang, H., Rong, Z., Fang, Z., Wang, Y., Jin, Z. (2013). Physicochemical properties and sensory evaluation of Mesona Blumes gum/rice starch mixed gels as fat-substitutes in Chinese Cantonese-style sausage. *Food research international*, 50(1), 85-93.
- Hadorn, R., Piccinalli, P., Guggisberg, D., & Suter, M. (2008). Inulin-induced fat reduction in lyoner sausages. Paper presented the 54th International Congress of Meat Science and Technology.

- Henning, S. S. C., Tshalibe, P., & Hoffman, L. C. (2016). Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water. *LWT-Food Science and Technology*, 74, 92-98.
- Hu, Y., Xu, J., & Hu, Q. (2003). Evaluation of antioxidant potential of Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26), 7788-7791.
- Hunt, M., Acton, J., Benedict, R., Calkins, C., Cornforth, D., Jeremiah, L., Shivas, S. (1991). Guidelines for meat color evaluation. Paper presented at the 44th *Annual Reciprocal Meat Conference*.
- Joint, F. A. O., J. Ng, and WHO Expert Committee on Food Additives. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives Seventy-second meeting: Summary and conclusions. No. JECFA/72/SC. FAO/WHO, 2010.
- Kerth, C. R. (2013). The science of meat quality: *John Wiley & Sons*.
- Kumar, Y., Kairam, N., Ahmad, T., & Yadav, D. N. (2016). Physico chemical, microstructural and sensory characteristics of low-fat meat emulsion containing aloe gel as potential fat replacer. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(2), 309-316.
- Lawless, J., & Allan, J. (2014). *Aloe Vera: Natural Wonder Cure*: HarperCollins UK.
- Liu, H., Xiong, Y. L., Jiang, L., & Kong, B. (2008). Fat reduction in emulsion sausage using an enzyme-modified potato starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(9), 1632-1637.
- Luruena-Martinez, M., Vivar-Quintana, A., & Revilla, I. (2004). Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. *Meat Science*, 68(3), 383-389.
- Marchetti, L., Andrés, S., & Califano, A. (2014). Low-fat meat sausages with fish oil: Optimization of milk proteins and carrageenan contents using response surface methodology. *Meat Science*, 96(3), 1297-1303.
- Mendoza, E., Garcia, M., Casas, C., & Selgas, M. (2001). Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57(4), 387-393.
- Menegas, L. Z., Pimentel, T. C., Garcia, S., & Prudencio, S. H. (2013). Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. *Meat Science*, 93(3), 501-506.
- Mohammadi, M., & Oghabi, F. (2012). Development of low-fat and low-calorie beef sausage using modified starch as fat replacement agent. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(6), 1291-1296.
- Mokhtarian, M., & Tavakolipour, H. (2014). Production of low-fat kiwi chips with aloe vera gel and determination of the mass transfer profile in deep fat frying. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 9(2), 95-104.
- Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasaran, I., & Bloukas, J. (2002). Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 61(4), 397-404.
- Nowak, B., Von Mueffling, T., Grotheer, J., Klein, G., & Watkinson, B. M. (2007). Energy Content, Sensory Properties, and Microbiological Shelf Life of German Bologna-Type Sausages Produced with Citrate or Phosphate and with Inulin as Fat Replacer. *Journal of Food Science*, 72(9), S629-S638.
- Osburn, W., & Keeton, J. (2004). Evaluation of low-fat sausage containing desinewed lamb and konjac gel. *Meat Science*, 68(2), 221-233.
- Ovadova, R., Lapchich, V., & Ovodov, Y. (1975). Polysaccharides in Aloe arboresens. *Khimija Prirodykh Soedinenii*, 11, 3-5.
- Paneras, E., & Bloukas, J. (1994). Vegetable Oils Replace Pork Backfat for Low-Fat Frankfurters. *Journal of Food Science*, 59(4), 725-728.
- Pietrasik, Z., & Duda, Z. (2000). Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat Science*, 56(2), 181-188.
- Pugazhenth, T. (2013). Evaluation of Aloe vera Enriched Low Calorie Flavoured Milk for Acceptability.
- Rafter, J., Bennett, M., Caderni, G., Clune, Y., Hughes, R., Karlsson, P. C., Pool-Zobel, B. (2007). Dietary synbiotics reduce cancer risk factors in polypectomized and colon cancer patients. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(2), 488-496.
- Rajkumar, V., Verma, A. K., Patra, G., Pradhan, S., Biswas, S., Chauhan, P., & Das, A. K. (2016). Quality and Acceptability of Meat Nuggets with Fresh Aloe vera Gel. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 29(5), 702.
- Ramachandra, C., & Rao, P. S. (2008). Processing of Aloe vera leaf gel: a review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3(2), 502-510.
- Renner, M., & Labas, R. (1987). Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. *Meat Science*, 19(2), 151-165.
- Reynolds, T., & Dweck, A. (1999). Aloe vera leaf gel: a review update. *Journal of ethnopharmacology*, 68(1), 3-37.
- Sephton, S. W., Honikel, K., & Clegg, A. (1993). Finely Comminuted Meat-products-the effect of various fat sources on the stability. *Fleischwirtschaft*, 73(11), 1222-&.
- Sisik, S., Kaban, G., Karaoglu, M. M., & Kaya, M. (2012). Effects of corn oil and broccoli on instrumental texture and color properties of bologna-type sausage. *International Journal of Food Properties*, 15(5), 1161-1169.
- Soltanizadeh, N., & Ghiasi-Esfahani, H. (2015). Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera. *Meat*

- Science*, 99, 75-80.
- Valverde, J. M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., & Serrano, M. (2005). Novel edible coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7807-7813.
- Vogler, B., & Ernst, E. (1999). Aloe vera: a systematic review of its clinical effectiveness. *British Journal of General Practice*, 49(447), 823-828.
- Vural, H., Javidipour, I., & Ozbas, O. O. (2004). Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. *Meat Science*, 67(1), 65-72.
- Wylie-Rosett, J. (2002). Fat Substitutes and Health An Advisory From the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation*, 105(23), 2800-2804.

The effect of fat replacement by aloe Vera gel on physicochemical, technological and sensory properties of sausage containing 40 % red meat

SH. Kianiani¹, M. J. M. Varidi^{*2}, M. Varidi²

Received: 2016.11.21

Accepted: 2018.01.09

Introduction: Meat and meat products contribute about 20% to human fat consumption. Fat is the main source of energy and the base of fat soluble vitamins. Besides, it improves cooking yield and water holding capacity, conserves taste and flavor of products and affects the emulsion stability, juiciness, costumer acceptability and structural and rheological properties of meat products. But Animal fat contains a relatively high amount of saturated fatty acids and cholesterol, which can increase the risk of cardiovascular disease, diabetes, cancer types and obesity. Thus, the meat industry is interested in merchandising fat-reduced meat products without neglecting the positive effects of fat on flavor and texture .

Various researches have shown that the substitution of fat on a polysaccharides base such as fibers, starch, gums, and gels have improved and modified the texture, residual moisture and freeze stability, and decreased the price of the products .

Aloe vera leaf gel contains about 99 – 99.5 % water and 1 - 0.5 % of the total solid content. On dry matter basis aloe vera gel consists of 55% polysaccharides, 17 % sugar, 16 % mineral, 7% protein, 4% lipids and 1% phenolic compounds (Lawless *et al.*, 2014). The most important carbohydrates of aloe vera gel are the long chain polysaccharides, comprising glucose and mannose, known as the glucomannans [β (1, 4) – linked acetylated mannan]. All the solid content of aloe vera gel are surrounded by polysaccharide mucilage layer .

Literature review pointed out there have been little investigations into the functionality of aloe vera gel in the emulsion meat products. According to the importance of producing low - fat meat products from one hand as well as the nutritional values and health characteristics of aloe vera gel on the other hand, this study was designed to replace the fat with aloe vera gel in the production of low - fat German sausage.

Material and Methods: Sausage samples containing 40% of red meat (German sausage) were produced based on the conventional plants formula. animal fat and vegetable oil replaced by 0, 50 and 100% aloe vera gel in the German sausage formulation. All samples were cooked at 90°C temperature to achieve the core temperature of 70° C, followed by cooling, they were kept in the refrigerator (4°C) until the subsequent experiments. The AOAC (2000) methods were used for measuring the moisture content, the amount of fat, ash and protein. The amount of carbohydrate was calculated based on the calculation of the total weight difference from the sum of ash, protein, fat and moisture (according to the method FAO / WHO). The amount of energy was computed based on the total amount of energy from fats, proteins and carbohydrates . To measure the pH of samples by pH meter, method of choe *et al* (2013) was followed. The color analysis was done on the surface of sausage cuts by chromometer. The parameters of color include L* (lightness), a* (redness) and b* (yellowness) were measured. Texture parameters include hardness(N), cohesiveness, springiness (cm), gumminess (N), chewiness (N.cm), adhesiveness were determined by texture analyzer as described by Bourne (1978). The sensory attributes were evaluated by 10 trained panelists. A five-point hedonic scale rating (1= very bad, 2=bad, 3= neither bad nor good, 4= good, 5= very good) was carried out.

Results and Discussion: Physicochemical properties analysis indicated significant differences among meat products ($p \leq 0.01$). The addition of aloe vera gel resulted a decrease in fat percentage and amount of energy, an increase in moisture and carbohydrate, but the amount of pH, protein and ash content did not change. This study showed that reducing the fat content and replacing by aloe vera gel caused a significant difference in the amount of energy ($p \leq 0.01$). With respect to the significant contribution of fat in the production of energy, the amount of

1 And 2. M.SC student and Associate Professor, Department of food science and technology, Faculty of agriculture, Ferdowsi university of Mashhad

(* - Corresponding Author Email: mjvaridi@um.ac.ir)

energy was reduced as expected by reducing the fat of the formulation . The results indicated that the value of L * showed the negative and positive trends with animal fat and vegetable oil changes, respectively ($p \leq 0.01$). b* decreased by reducing the amount of fat and oil ($p \leq 0.01$), but the value of a* always remained constant ($p > 0.05$). The presence of aloe vera gel in sausage caused a reduction in hardness, adhesiveness and gumminess ($p < 0.05$), while it did not affect the amount of adhesiveness and cohesiveness of samples ($p > 0.05$).

The substitution of fat with aloe vera gel had a significant effect on the sensory characteristics of German sausage ($p \leq 0.01$). By reducing fat and oil and adding aloe gel to the German sausage formulation, color acceptance score was decreased. In terms of panelists, the blank sample had the best color and the fifth sample color had the lowest score. Juiciness of the samples was increased by increasing the amount of gel. The results also showed that the fifth sample received the maximum score of juiciness. Sausages smell acceptance negatively changed by reducing the fat content and adding aloe vera gel. Third and fourth treatments got the highest texture score. Also, the third sample had the highest scores for taste and general acceptance. Chewiness analyzing showed that by increasing the amount of fat replacement the rate of this factor decreased. as well as the maximum rate of chewiness was related to the blank sample.

Keywords: Fat replacement, Aloe Vera gel, Sausage, Low fat products

بهبود پایداری اکسیداسیون روغن کانولا با استفاده از عصاره میوه گیاه زنیان به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی

فهیمة توریان^{1*} - مریم عزیزخانی¹

تاریخ دریافت: 1395/08/15

تاریخ پذیرش: 1396/02/18

چکیده

پذیرش مصرف آنتی اکسیدانهای سنتزی به علت اثرات زیان آور آنها بر سلامتی انسان، رو به کاهش است. در نتیجه، علاقه زیادی جهت یافتن آنتی اکسیدانهای طبیعی موثر وجود دارد. زنیان گیاه دارویی ارزشمند است که در طب سنتی ایران به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرد. در تحقیق حاضر به ارزیابی خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره آبی و الکلی (اتانولی و متانولی) میوه گیاه زنیان در روغن کانولا پرداخته شده است. به جهت بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره ها، از دو آزمون بررسی میزان مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH و سامانه بتاکاروتن / لینولتیک اسید استفاده شد. همچنین، رفتار آنتی اکسیدانی عصاره گیاه زنیان در روغن کانولا، با اندازه گیری اعداد پراکسید و تیوباریتوریک اسید مورد ارزیابی قرار گرفت. در آزمون بی رنگ شدن بتاکاروتن، بیشترین بازدارندگی در غلظت 2 میلی گرم بر میلی لیتر را BHT ($96 \pm 0/09\%$) نشان داد و سپس عصاره اتانولی ($76 \pm 0/0\%$) قرار داشت. سپس در سامانه DPPH^o و بی رنگ شدن بتاکاروتن، ابتدا قدرت فعالیت آنتی اکسیدانی BHT و بعد عصاره اتانولی در سطح غلظتی 400 و 600 ppm قرار گرفت. در آزمون گرمخانه گذاری، عصاره ها توانایی جلوگیری از تولید محصولات اولیه و ثانویه اکسیداسیون، در روغن کانولا را داشتند. همچنین نتایج آماری نشان داد که عصاره اتانولی در غلظت 600 ppm تفاوت معناداری در عدد پراکسید و TBARS در مقایسه با غلظت 200 ppm BHT نداشته ($p > 0/05$) ولی عصاره آبی و متانولی فعالیت آنتی اکسیدانی پایین تری داشتند ($p < 0/05$). با توجه به نتایج به دست آمده، می توان از گیاه زنیان به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در مواد غذایی به ویژه روغن های خوراکی استفاده کرد.

واژه های کلیدی: زنیان، عصاره، فعالیت آنتی اکسیدانی، روغن کانولا.

مقدمه

رادیکال های آزاد روغن، مرحله شروع یا گسترش اکسیداسیون را قبل از آسیب به اسیدهای چرب مهار کنند. برخی از آنها می توانند فلزات شلاته گر یا انواع اکسیژن های واکنش پذیر را غیرفعال کنند. هنگامی که رادیکال های تولید شده از آنتی اکسیدان ها با هم واکنش می دهند، محصولات غیررادیکال تولید می شوند و واکنش متوقف می شود. توکوفرول ها و ترکیبات فنلی به عنوان آنتی اکسیدان ذاتی روغن و یا اضافه شده معروفاند (Peyrat-Maillard *et al.*, 2003; Warner, 2005; Yanishlieva *et al.*, 2002) که راندمان قابل مقایسه ای با آنتی اکسیدان های سنتزی استاندارد دارند (Bera *et al.*, 2006). آنتی اکسیدان های سنتزی مانند بوتیلات هیدروکسی تولوئن (BHT) و بوتیلات هیدروکسی انیزول (BHA) اغلب به روغن های فرآوری شده برای کاهش سرعت اکسیداسیون در طول ذخیره سازی و سرخ کردن افزوده می شود.

با این حال، مانند بسیاری از آنتی اکسیدان های ذاتی روغن، حفاظت آنها در طول سرخ کردن مواد غذایی کم بوده و یا از بین می رود، زیرا آنها تبخیر و یا تجزیه می شوند، و در نتیجه به اندازه

اکسیداسیون چربی یکی از واکنش های نامطلوب است که کیفیت روغن ها را تحت تاثیر قرار می دهد (Grosch, 1987) و در طی مراحل اکسیداسیون، ترکیبات اکسیژنه و مخرب تولید می شوند و که سبب تغییرات تغذیه ای، کاهش ارزیابی حسی روغن می گردد. شدت تغییرات چربی به ویژگی های فیزیکی روغن، به خصوص درجه اشباع اسیدهای چرب و حضور عوامل تشدیدکننده اکسیداسیون مانند، قرار گرفتن در معرض نور و اکسیژن، حضور یون های فلزی و دمای بالا بستگی دارد (Achir *et al.*, 2006; Grand, 1992). همه این عوامل بر میزان اکسیداسیون چربی تاثیر می گذارند که به آسانی قابل تفکیک از یکدیگر نمی باشند. آنتی اکسیدان ها نیز در اکسیداسیون چربی دخالت دارند. این ترکیبات می توانند از طریق واکنش با

¹ - استادیار، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تخصصی

فناوری - های نوین آمل، آمل، ایران

(*) - نویسنده مسئول: (Email: f.tooryan@ausmt.ac.ir)

DOI: 10.22067/iftstr.v1396i0.60120

کافی در طول سرخ کردن باقی نمی‌ماند و محافظت نمی‌کنند (Augustin and Berry, 1983; Parkash Kochhar and Gertz, 2004). به همین دلیل در کنار عملکرد ضعیف آن‌ها تحت شرایط سرخ کردن و با توجه به اثر مضر آن‌ها بر سلامتی انسان، پذیرش آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی برای مصرف‌کنندگان مشکل می‌باشد، در نتیجه مصرف‌کنندگان به دنبال استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌باشند. اخیراً، مطالعات متعددی بر روی کاربرد عصاره‌های بخش‌های مختلف گیاهان به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی انجام شده است (Achat et al., 2012; Al-Bandak and Oreopoulou, 2011; Houhoula et al., 2004; Kalantzakis and Blekas, 2006; Man and Jaswir, 2000; Pereira Moura Aranha and Jorge, 2012). در میان گیاهان دارویی، زنیان متعلق به خانواده چتریان به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. گیاه زنیان به‌طور گسترده در مناطق با خاک شور، خشک و نیمه خشک رشد می‌کند و به بخش‌های مختلف این گیاه، خواص دارویی و درمانی نسبت داده شده است. (Ashraf, 2002; Ashraf and Orooj, 2006; Munns, 2002; Krishnamoorthy, 1999; Bera, 2006). همکاران (2006) اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره زنیان (Ajowan) ادویه مورد استفاده در هند) را در روغن برزک بررسی و با آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی BHT، BHA و TBHQ مقایسه کردند و نشان دادند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره نسبت به BHT و BHA بیشتر ولی نسبت به TBHQ کمتر بود. این محققان عصاره زنیان را به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی پیشنهاد کردند، زیرا علاوه بر بهبود پایداری روغن، ارزش غذایی آن را نیز افزایش داد. با وجود تحقیقات متعدد بر روی خواص آنتی‌اکسیدانی گیاه زنیان، منابع اندکی را می‌توان در مورد خصوصیات آنتی‌اکسیدانی عصاره آن در مواد غذایی پیدا نمود. لذا هدف از انجام این تحقیق ارزیابی خواص آنتی‌اکسیدان (میزان مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، سامانه بتاکاروتن/لینولئیک اسید و TBARS) عصاره‌های آبی، اتانولی و متانولی میوه گیاه زنیان و همچنین تاثیر فعالیت آنتی‌اکسیدانی غلظت‌های مختلف این عصاره‌ها بر روی پایداری اکسایشی روغن کانولا و مقایسه کارایی آن‌ها با BHT به‌عنوان آنتی‌اکسیدان سنتزی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شیمیایی

در این مطالعه، میوه گیاه زنیان در شهریور ماه از استان کرمان تهیه و استفاده شد، روغن کانولا (تصفیه شده، بی‌رنگ شده، بی‌بو شده و بدون آنتی‌اکسیدان) از کارخانه روغن نباتی به‌شهر تهران تهیه شد. تمام مواد شیمیایی و حلال‌های مورد استفاده با درصد خلوص

بالا از شرکت مرک آلمان و رادیکال آزاد 2 و 2- دی فنیل 1-پیکریل هیدرازیل (DPPH)، بتا کاروتن، لینولئیک اسید و BHT از شرکت سیگما آمریکا تهیه شدند، تمام مواد شیمیایی با خلوص بالا بدون هیچ‌گونه خالص‌سازی مجدد مورد استفاده قرار گرفتند.

استخراج عصاره‌های گیاهی:

الف- عصاره‌های الکلی (CE) = عصاره اتانولی و CM = عصاره متانولی: 10 گرم پودر آسیاب شده میوه زنیان در 50 میلی‌لیتر اتانول 96 درصد و متانول 80 درصد ریخته شد و به‌مدت 72 ساعت در دمای آزمایشگاه نگهداری و هرچند ساعت یکبار همزده شد. سپس مایع رویی جدا و به‌روش ماسراسیون در دستگاه روتاری تحت خلا تا 98 درصد تغلیظ و خشک گردید و در نهایت عصاره در دستگاه خشک کن انجمادی به پودر تبدیل شدند و تا زمان آزمایش در ظرف در بسته و محافظ در برابر نور در دمای 4 درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شد.

ب- عصاره آبی (CA): 25 گرم از پودر آسیاب شده میوه، داخل بالن یک لیتری ریخته شد و به آن 300 میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و با استفاده از صفحات گرم‌کننده برای مدت 1 ساعت مخلوط در دمای 50 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس مخلوط حاصل به مدت 24 ساعت و در شرایط تاریکی روی شیکر قرار و سپس مخلوط آب و پودر، به‌وسیله کاغذ صافی، واتمن شماره 1 از بخش جامد جدا شد. عصاره ابتدا توسط تبخیرکننده دوار تحت خلا، در دمای 40 درجه سانتی‌گراد تا 96 درصد تغلیظ و در نهایت عصاره در دستگاه خشک کن انجمادی به پودر تبدیل شدند.

اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی

مقدار کل ترکیبات فنولی به روش فولین سیوکالته با روش اسلینکارد و سینگلتن (1997) اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد با استفاده از غلظت‌های مختلف گالیک اسید رسم گردید و مقدار کل ترکیبات فنولی بر اساس گرم در هر 100 گرم عصاره پودر شده بیان شد. به‌منظور اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فلاونوئیدی نیز از روش اسپکتروفتومتری (Chang et al., 2002) استفاده و مقدار ترکیبات فلاونوئیدی بر اساس گرم معادل کوئرستین در هر گرم 100 عصاره پودر شده تعیین گردید.

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر اساس حذف

رادیکال‌های DPPH

بررسی فعالیت آنتی‌رادیکالی عصاره‌ها، با استفاده از DPPH انجام گرفت (Shahsavari et al., 2008). در این آزمون، رادیکال

در این آزمایش BHT به عنوان کنترل مثبت و کنترل منفی فاقد آنتی اکسیدان یا عصاره (فقط حاوی 350 میکرولیتر اتانول)، به کار برده شد و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی، از مقایسه جذب نوری نمونه‌ها با زمان صفر و از روی میزان پایداری رنگ زرد بتا کاروتن به صورت درصد مورد سنجش قرار گرفت (Society and Firestone, 1989).

فعالیت آنتی رادیکالی نمونه‌ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\%I = (A_{\text{sample}}(48) - A_{\text{control}}(48)) / (A_{\text{control}}(0) - A_{\text{control}}(48)) \times 100 \quad (2)$$

$\%I$ = درصد بازدارندگی، $A_{\text{sample}}(48)$ = جذب نمونه بعد از 48 ساعت، $A_{\text{control}}(0)$ = جذب کنترل در زمان صفر و $A_{\text{control}}(48)$ = جذب کنترل بعد از 48 ساعت

بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره میوه گیاه زینان در روغن کانولا

شیشه‌های حاوی روغن در گروه‌های جداگانه تهیه و عصاره‌ها در غلظت‌های مختلف به روغن اضافه گردید. آنتی اکسیدان سنتزی BHT (کنترل مثبت) در دو تیمار (100 و 200 ppm) و عصاره‌ها هر کدام در سه تیمار (200، 400، 600 ppm) به روغن کانولا بدون آنتی اکسیدان، در شیشه‌های تیره رنگ افزوده و درب شیشه‌ها بسته شد. عصاره‌های لیوفیلیزه که به پودر تبدیل شدند با استفاده از روش حرارتی، با نسبت‌های بیان شده به روغن اضافه و جهت تماس بیشتر روغن با پودر و یکنواختی توزیع پودر در روغن، مخلوط حاصله در دستگاه شیکر با 140 دور در دقیقه برای مدت 1 ساعت قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به همراه کنترل منفی (روغن کانولا بدون افزودن عصاره و آنتی اکسیدان سنتزی و طبیعی، به عنوان شاهد) برای مدت 49 روز در انکوباتور در دمای 60 ± 3 درجه سانتی‌گراد، در غیاب نور قرار داده شد. هر هفته ضمن همزدن روغن‌ها با استفاده از شیکر، مقادیر عدد پراکسید و تیوباریتوریک اسید نمونه‌های روغن اندازه‌گیری شد. آزمایشات به مدت 49 روز در روزهای صفر، 7، 14، 21، 28، 35، 42 و 49 تکرار گردید.

عدد پراکسید روغن (Peroxide value):

برای تعیین عدد پراکسید، 2 گرم روغن در 30 میلی‌لیتر استیک اسید و کلروفرم (به نسبت 3 به 2) حل گردید. سپس 1 میلی‌لیتر محلول اشباع یدید پتاسیم به آن افزوده گردید. بعد از 1 دقیقه نگهداری در تاریکی، 30 میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه و محلول ساخته شده به وسیله تیوسولفات سدیم 0/02 نرمال در حضور محلول نشاسته 1% به عنوان معرف تا از بین رفتن رنگ آبی تیترا گردید.

چربی دوست DPPH^o با آنتی اکسیدان‌های دهنده هیدروژن، واکنش می‌دهد. در این آزمایش عصاره در غلظت‌های 10، 20، 40 و 80 و BHT به عنوان کنترل مثبت در غلظت‌های 5، 10، 20 و 40 تهیه گردید. سپس غلظت 0/004 درصد از DPPH در متانول تهیه و بعد 50 میکرولیتر از غلظت‌های مختلف عصاره به آن افزوده و به مدت 30 دقیقه در دمای محیط و در تاریکی، نگهداری شد. سپس جذب نوری محلول در طول موج 517 نانومتر با استفاده از اسپکتروفوتومتر خوانده شد. درصد مهار رادیکال‌های با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$RSA = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100 \% \quad (1)$$

A sample میزان جذب نمونه؛ A control میزان جذب کنترل منفی، RSA فعالیت گیرندگی رادیکال است، کنترل منفی فاقد عصاره و تنها حاوی 0/004% DPPH^o در متانول و RSA فعالیت حذف کنندگی رادیکال را نشان داده و بیان گر فعالیت آنتی اکسیدانی و درصد بازدارندگی است.

جهت بررسی بهتر فعالیت آنتی رادیکالی عصاره‌ها، از شاخص IC50 استفاده شد. این شاخص بیان گر غلظتی از عصاره می‌باشد که قادر به کاهش غلظت رادیکال آزاد DPPH^o اولیه به 50% مقدار اولیه است. در این آزمایش BHT به عنوان کنترل مثبت در نظر گرفته و کلیه آزمایش‌ها سه بار تکرار شدند (Molyneux, 2004).

بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی به روش بی‌رنگ شدن بتاکاروتن

برای انجام آزمایش ابتدا یک محلول پایه از بتاکاروتن لینولئیک اسید بدین صورت تهیه گردید: 0/5 گرم بتاکاروتن در 1 میلی‌لیتر کلروفرم حل شد و سپس به فلاسک ته گردی که حاوی 25 میکرولیتر لینولئیک اسید و 200 میلی گرم توئین 40 بود اضافه و کاملاً مخلوط گردید. سپس در دمای محیط با استفاده از دستگاه تبخیرکننده چرخان تحت خلاء، کلروفرم به طور کامل تبخیر و خارج گردید، سپس 100 میلی‌لیتر آب مقطر اشباع شده از اکسیژن (30 دقیقه تحت فشار 100 میلی‌لیتر در دقیقه) به فلاسک افزوده گردید و فلاسک برای تشکیل امولسیون به شدت همزده شد. 2500 میکرولیتر از محلول تهیه شده فوق به لوله‌های آزمایشی که حاوی 350 میکرولیتر از عصاره و استاندارد BHT (غلظت 2 گرم بر لیتر در اتانول HPLC grade) بود، اضافه گردید، بلافاصله در زمان صفر جذب نمونه‌ها در طول موج 490 نانومتر خوانده و لوله‌های آزمایش به مدت 48 ساعت در دمای اتاق گرمخانه‌گذاری شدند. سپس جذب نوری نمونه‌ها در 490 نانومتر بعد از گرمخانه‌گذاری اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

مقدار کل ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و بازده استخراج

با توجه به جدول 1، نتایج به دست آمده نشان داد که نوع حلال مورد استفاده تاثیر معناداری ($p < 0/05$) بر مقدار کل ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و بازده استخراج هر یک از عصاره‌ها داشته است. مقدار کل ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی عصاره‌های استخراج شده از گیاه زنیان توسط حلال‌های اتانول 96% و متانول 80% به ترتیب بین 13/45، 18/34 و برای عصاره آبی 15/86 (گرم معادل گالیک اسید/ 100 گرم عصاره خشک) و 1/5 - 3/72 و برای عصاره آبی 2/68 (گرم معادل کوئرستین/ 100 گرم عصاره خشک) متغیر بود. پژوهش‌های فراوانی در زمینه استخراج ترکیبات فنولی از گیاهان مختلف با استفاده از حلال‌های مختلف انجام شده است (Chirinos *et al.*, 2007; Lapornik *et al.*, 2005; Negi and Jayaprakasha, 2003). این پژوهش‌ها، تفاوت در قطبیت حلال‌ها و میزان حلالیت ترکیبات فنولی در این حلال‌ها، دلیل اصلی تفاوت در مقدار ترکیبات فنولی عصاره‌های استخراج شده می‌باشد. اوما و همکاران (2010) گزارش کردند که استخراج ترکیبات فنولی از برگ حنا با استفاده از حلال استون 60% در مقایسه با اتانول 60% و متانول 60%، کارایی بیشتری داشت. در مطالعه حاضر اتانول 96%، بیشترین کارایی را در استخراج ترکیبات فنولی به خود اختصاص داد. بازده استخراج و مقدار کل ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در عصاره‌های اتانولی، آبی و متانولی به ترتیب کاهش یافت. به طور کلی ویژگی‌های آبدوستی و آبگریزی ترکیبات شیمیایی گیاه تاثیر مهمی بر حلالیت آن‌ها در حلال مورد استفاده جهت استخراج دارد. از این رو قطبیت حلال می‌تواند نقش مهمی در کارایی استخراج این ترکیبات داشته باشد (Tsao and Deng, 2004).

تمامی مراحل فوق برای کنترل بدون افزودن روغن به صورت موازی انجام شد. عدد پراکسید با استفاده از فرمول زیر بر حسب میلی‌اکی‌والان پراکسید در هر کیلوگرم (meq/kg) روغن محاسبه شد:

$$PV(\text{meq/kg}) = (100(s_1 - s_2) \times N) / W \quad (3)$$

در رابطه فوق S_1 میزان میلی لیتر مصرفی تیوسولفات سدیم برای تیتراسیون نمونه، S_2 میزان میلی لیتر مصرفی تیوسولفات سدیم برای تیتراسیون کنترل، N نرمالیه تیوسولفات سدیم مصرفی و W وزن روغن مورد آزمایش می‌باشد (Society and Firestone, 1989).

اندازه‌گیری اندیس تیوباربیتوریک اسید (TBARS)

عدد TBARS به روش AOCS سال 1998 انجام شد. در این روش مقدار 50 میلی گرم از نمونه روغن در 10 میلی لیتر از 1- بوتانول حل و سپس 10 میلی لیتر از محلول 0/2% تیوباربیتوریک اسید به آن اضافه و برای مدت 2 ساعت در بن ماری 95 درجه سانتی گراد قرار داده شد و پس از آن به مدت 10 دقیقه سرد گردید (زیر شیر آب)، سپس جذب محلول در طول موج 532 نانومتر در مقابل بلانک قرائت شد. عدد TBARS بر اساس میلی مول مالون دی‌آلدئید در گرم روغن گزارش گردید. آزمایشات سه بار تکرار و میانگین آن‌ها گزارش شد (Selmi *et al.*, 2011).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون (One- Way ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS16 و رسم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت و IC 50 با استفاده از نرم‌افزار PHARM تعیین و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت‌های معنادار (LSD) انجام شد. تمامی نتایج به صورت میانگین سه تکرار $\pm$ انحراف معیار بیان شد.

جدول 1- مقایسه میانگین مقادیر بازده استخراج، مقدار کل ترکیبات فنولی و ترکیبات فلاونوئیدی عصاره‌های حاصل از میوه گیاه زنیان

نوع عصاره	مقدار کل ترکیبات فنولی (میلی گرم گالیک اسید/ 100 گرم نمونه خشک)	مقدار کل ترکیبات فلاونوئیدی (میلی گرم کوئرستین/ 100 گرم نمونه خشک)	بازده استخراج
اتانولی 96/	18/34 $\pm$ 0/14 ^a	3/72 $\pm$ 0/3 ^a	20 $\pm$ 0/18 ^a
آبی	15/86 $\pm$ 0/17 ^b	2/68 $\pm$ 0/1 ^b	16 $\pm$ 0/2 ^b
متانولی 80/	13/45 $\pm$ 0/21 ^c	1/5 $\pm$ 0/4 ^c	13 $\pm$ 0/81 ^c

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5% می‌باشد.

ارزیابی قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH و

آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های آبی و الکلی میوه گیاه زنیان

شکل 1 میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها و BHT را نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌ها می‌توان دریافت ارتباط مستقیمی بین

غلظت‌های مختلف عصاره‌های آبی و الکلی زنیان با قدرت مهار رادیکال آزاد (I%) آن‌ها وجود دارد و با افزایش غلظت عصاره‌ها، قدرت مهار رادیکال آزاد نیز افزایش پیدا می‌کند. همچنین با استفاده از آزمایش DPPH، IC50، عصاره‌های آبی و الکلی زنیان و BHT در

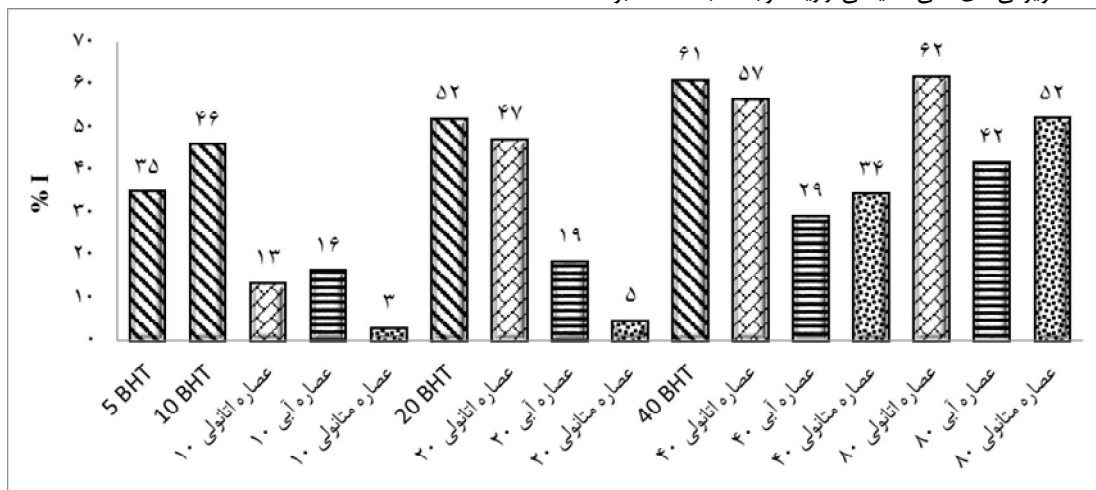
و با افزایش غلظت افزایش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، با افزایش غلظت، فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش معناداری می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از تأثیر افزایش درصد مواد اثرگذار و نیز افزایش محتوای کل فنولیک آن‌ها باشد. چرا که ثابت شده ترکیبات فنولیک دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل ملاحظه‌ای هستند. همان‌گونه که در این تحقیق نیز مشخص شد با افزایش غلظت در محدوده غلظتی به کار رفته شده، فعالیت گیرندگی رادیکال DPPH افزایش و سرعت بی‌رنگ شدن DPPH در حضور آن کاهش یافت. همچنین جهت بررسی بهتر فعالیت آنتی رادیکالی عصاره‌ها، از شاخص IC50 استفاده شد. در مطالعه‌ای عباس و همکاران (2006) IC50 عصاره متانولی ریحان و آسکوربیک اسید را به ترتیب 0/190 و 0/006 میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. در ارزیابی دیگری میزان IC50 عصاره متانولی پونه کوهی 74/4 ماکروگرم بر میلی‌لیتر اعلام گردید (Gulluce et al., 2007)، که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر، فعالیت آنتی‌رادیکالی ضعیف‌تری از خود نشان داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمون DPPH، مشخص گردید که IC50 عصاره مورد مطالعه، وضعیت مطلوبی دارد و به دلیل کمتر بودن مقدار آن، فعالیت آنتی‌رادیکالی نسبتاً خوبی رانست به سایر عصاره گیاهان نشان داد و در مهار رادیکال‌ها تقریباً در سطح بالایی عمل کرد.

جدول 2 نشان داده شده است. IC50 نسبت عکس با فعالیت آنتی‌رادیکالی عصاره‌ها دارد، هرچه IC50 کوچک‌تر باشد قدرت آنتی‌اکسیدانی بیشتر است. با توجه به نتایج به‌دست آمده بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به عصاره اتانولی بود.

جدول 2- IC50 نمونه‌ها با آزمون DPPH

نمونه	IC ₅₀ (µg/ml)
عصاره آبی	39±1/45 ^c
عصاره اتانولی	31/5±0/7 ^b
عصاره متانولی	37±0/2 ^c
BHT	4/5 ±1/9 ^a

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، عصاره‌ها در مقایسه با BHT به‌عنوان کنترل مثبت (1/9 ± 4/5)، در مهار رادیکال‌های آزاد ضعیف‌تر عمل کرده است (p>0/05). ژانگ و همکاران (2010) اسیدکارنوسیک را به روغن آفتابگردان اضافه نمودند و پایداری اکسایشی آن را در شرایط اکسیداسیون تسریع شده بررسی کرده و با انجام آزمون DPPH دریافتند فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسیدکارنوسیک از آنتی اکسیدان‌های سنتزی BHA و BHT بالاتر بوده ولی در مقایسه با TBHQ فعالیت کمتری نشان داد. در مطالعه‌ای دیگر اوکتایا و همکاران (2003) به بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های اتانولی و آبی دانه رازیانه پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی رازیانه وابسته به غلظت بود



شکل 1- رابطه میان فعالیت گیرندگی رادیکال DPPH با غلظت‌های مختلف عصاره آبی زنیان و BHT
%I = درصد مهار رادیکال آزاد، CA = عصاره آبی، CE = عصاره اتانولی و CM = عصاره متانولی

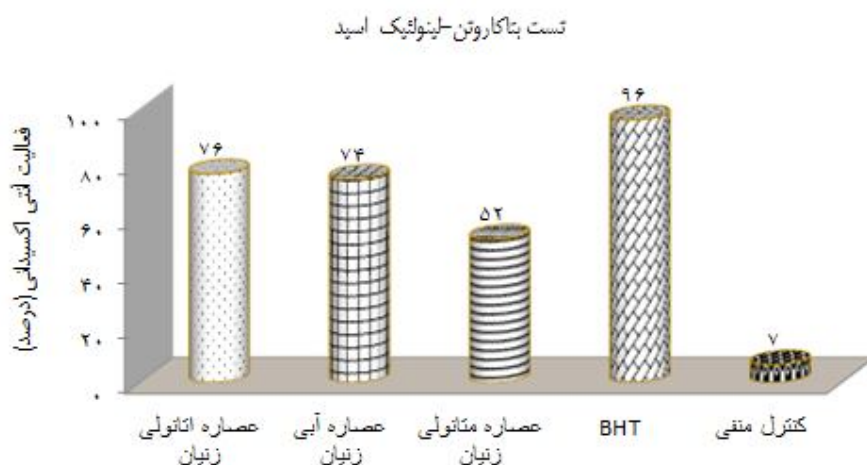
به همین منظور فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها بر اساس توانایی آن‌ها در جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدها و کاهش اکسیداسیون در سیستم امولسیون بتاکارتن/ لینولئیک اسید ارزیابی شد. شکل 2

آزمایش بتاکارتن-لینولئیک اسید

وجود ترکیباتی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی در عصاره‌ها، اکسیداسیون بتاکارتن را توسط هیدروپراکسیدها به حداقل می‌رساند.

مربوط به حضور ترکیبات فنولیک باشد. یک همبستگی بین سرعت تخریب و بی‌رنگ شدن بتا کاروتن وجود دارد، به این صورت که عصاره‌های با سرعت تخریب کمتر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری را نشان می‌دهد و بالعکس. در این تحقیق، بیشترین اثر آنتی‌اکسیدانی در سامانه بی‌رنگ شدن بتا کاروتن مربوط به BHT در غلظت 2 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود. و پس از آن، عصاره اتانولی در مرتبه بعدی قرار گرفت و هیچ اثری در گروه کنترل دیده نشد. با مطالعه و بررسی نتایج دیگران و مقایسه آن‌ها با نتایج این پژوهش می‌توان دریافت که بین نتایج به‌دست آمده از دو روش مورد استفاده، ارتباط مستقیم و مثبتی وجود دارد. بر اساس هر دو روش اثر مهار عصاره‌ها از BHT کمتر بوده است.

درصد بازدارندگی عصاره‌های مختلف زنیان را در مقایسه با BHT نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، از نظر آماری تفاوت معناداری بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی با سایر عصاره‌ها وجود دارد ($p < 0/05$). در این آزمایش در بین عصاره‌های گیاه، عصاره اتانولی بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را از خود نشان داد ($p < 0/05$). بامداد و همکاران (2006) فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره زیره سیاه را با دو روش DPPH و بی‌رنگ شدن بتا کاروتن بررسی کردند و نشان دادند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی این عصاره مربوط به ترکیبات فنولی آن می‌باشد. همچنین واناسوندرا و همکاران (1994) گزارش کردند که، می‌توان روغن کانولا را با عصاره آرد کانولا و روغن شلغم روغنی در برابر اکسیداسیون پایدار نمود و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره می‌تواند



شکل 2- مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی و الکلی میوه گیاه زنیان با BHT به روش بی‌رنگ شدن بتاکاروتن بر حسب غلظت 2 گرم بر لیتر اتانول

توجهی داشتند، و CE اثرات آنتی‌اکسیدانی قوی‌تری را نسبت به CA از خود نشان داد و با BHT-100 اختلاف معناداری مشاهده نگردید ولی BHT-200 به طور معنادار ($p < 0/05$) از تمام تیمارها، اثر آنتی‌اکسیدانی بالاتری در ارتباط با پایداری روغن از خود نشان داد. BHT در هر دو سطح غلظتی 100 و 200 ppm، به‌صورت معنادار در طی دوره آزمایش تا پایان دوره از تمامی تیمارها قدرت آنتی‌اکسیدانی بیشتری را نشان داد ($p < 0/05$) و بعد از آن عصاره اتانولی در سطح غلظتی 600 ppm قرار گرفت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با عدد پراکسید نسبت عکس دارد، هرچه فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر باشد، عدد پراکسید روغن پایین‌تر است. همان‌گونه که ملاحظه می‌کنید، عدد پراکسید روغن وابسته به غلظت تیمارها است و با افزایش غلظت تیمارها (تا اندازه‌ای که اثرات پرواکسیدانی نداشته باشد)، عدد پراکسید کاهش و در نتیجه اثرات آنتی‌اکسیدانی افزایش یافته است ($p < 0/05$)

بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های الکلی و آبی زنیان و مقایسه اثرات آن‌ها در روغن کانولا:

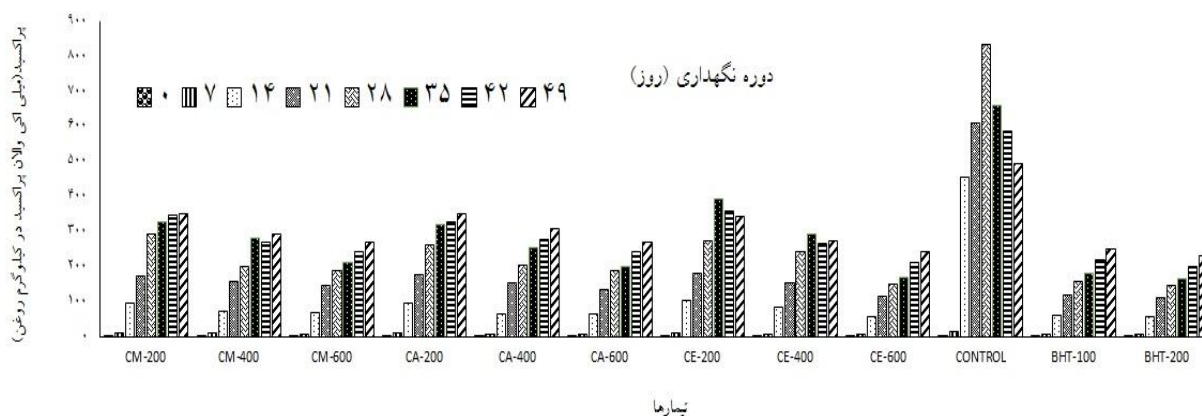
برای این منظور نمونه‌های روغن با استفاده از تیمارهای مختلف تهیه و سپس پایداری اکسیداتیو و ماندگاری آن‌ها در گرمخانه 60°C در مقایسه با نمونه‌های حاوی BHT بررسی شد. و عدد پراکسید و تیوباریتوریک اسید در روزهای صفر، 7، 14، 21، 28، 35، 42 و 49 اندازه‌گیری شد.

اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های آبی، اتانولی و متانولی بر عدد پراکسید (PV)

با توجه به شکل 3 در طول مدت نگهداری، کنترل به‌طور معنادار ($p < 0/05$) از تمام تیمارها عدد پراکسید بالاتری داشت. CE و CA در سطح غلظتی 600 ppm نسبت به کنترل اثرات آنتی‌اکسیدانی قابل

ریحان قرار گرفتند. همچنین در مطالعه حاضر عصاره اتانولی زنیان در سطح غلظتی 600 ppm بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی را داشت. در تحقیق دیگر فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس مرزه *Satureja cilicica* را در کره بررسی و تغییرات عدد پراکسید در روزهای بیستم، چهارم و شصتم گزارش گردید. ارزیابی اعداد پراکسید نشان دهنده فعالیت آنتی اکسیدانی بالای این اسانس در کره بود، و با افزایش غلظت، اثر آنتی اکسیدانی آن افزایش یافت. این محققین گزارش کردند که فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس مرزه *Satureja cilicica* می تواند به ترکیبات فنولیک آن نسبت داده شود (Ozkan et al., 2007). با توجه به گزارشات ارائه شده توسط محققین فوق، مشاهده گردید با افزایش غلظت اثرات آنتی اکسیدانی نیز بیشتر شد که این گزارشات با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت داشت.

و یک رابطه خطی بین غلظت عصاره ها و عدد پراکسید دیده شد. با توجه به آزمون انجام گرفته می توان دریافت که، توانایی کاهش روند اکسیداسیون عصاره اتانولی زنیان در سطح غلظتی 600 ppm عمدتاً به علت بالاتر بودن ترکیبات فنولی استخراج شده آن می باشد. بوتا و همکاران (2013) اثر عصاره برگ گیاه بادرنبویه را با BHT در به تاخیر انداختن اکسیداسیون روغن آفتابگردان، مقایسه نمودند و دریافتند که عصاره اتانولی بادرنبویه در مقدار 200 ppm در جلوگیری از اکسیداسیون، تقریباً مشابه BHT بود. ابوطالبیان (2006) گزارش کرد که، اثر آنتی اکسیدانی عصاره نعنای، پونه و ریحان در روغن آفتابگردان به عنوان آنتی اکسیدان در غلظت 600 ppm با اثر آنتی اکسیدانی BHT در غلظت 200 ppm قابل قیاس است و در میان گیاهان استفاده شده، عصاره استخراجی از گیاه پونه بالاترین اثر آنتی اکسیدانی را از خود نشان داد و به دنبال آن گیاهان نعنای و

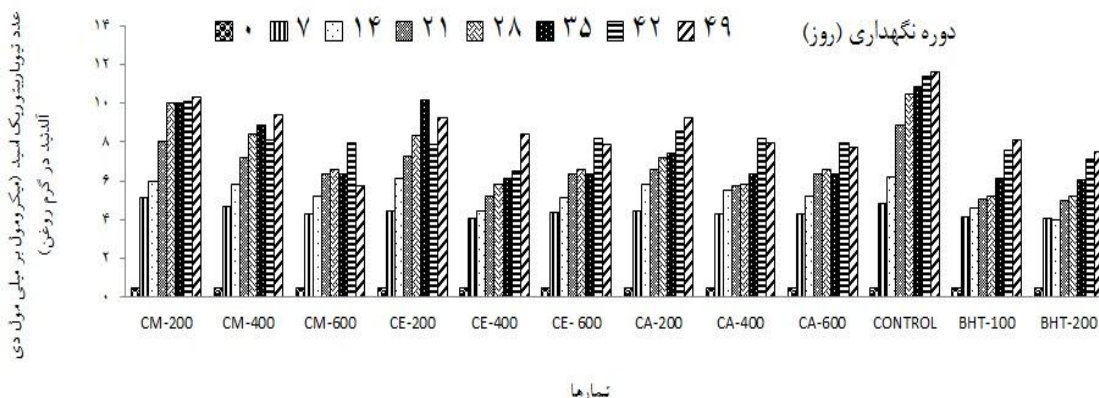


شکل 3- اثر عصاره های آبی، اتانولی و متانولی زنیان روی عدد پراکسید در مقایسه با BHT و کنترل در دمای 60°C

جلوگیری از تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون را نشان داد، و کنترل به طور معنادار ($p < 0/05$) از تمام تیمارها عدد TBARS بالاتری داشت. از روز 7 تا پایان دوره بین تیمارهای CA و CE با BHT در سطح غلظتی 100 ppm اختلاف معناداری مشاهده نگردید ($p < 0/05$) پارامتر TBARS در CM کمترین میزان اثر آنتی اکسیدانی را داشت و نتایج TBARS بسیار مشابه عدد پراکسید بود. تمام تیمارها به طور معنادار نسبت به کنترل، عدد TBARS کمتری را نشان دادند. همان گونه که ملاحظه می شود، عدد TBARS روغن به مانند عدد پراکسید، وابسته به غلظت تیمارها است و با افزایش غلظت، عدد TBARS کاهش و در نتیجه اثرات آنتی اکسیدانی افزایش می یابد.

اثر آنتی اکسیدانی عصاره های آبی، اتانولی و متانولی بر TBARS:

با توجه به این که عدد پراکسید به تنهایی مشخص کننده اکسیداسیون روغن نمی باشد، عدد TBARS نیز اندازه گیری می گردد شکل 4 پارامتر TBARS را در روغن کانولا حاوی غلظت های مختلف عصاره ها در مقایسه با BHT و کنترل نشان می دهد. در ارتباط با TBARS شکل گیری محصولات ثانویه مثل مالون دی آلدئید از روز 7 به طور واضح شروع شد ولی از نظر آماری بین تیمارها تا روز 7، تفاوت معنادار مشاهده نشد ($p > 0/05$). از اولین روزهای آزمایش دیده شد که BHT در سطح غلظتی 200 ppm به طور معنادار نسبت به سایر تیمارها عدد TBARS کمتری داشت و بیشترین میزان



شکل 4- اثر عصاره آبی، متانولی و اتانولی زنیان روی عدد TBARS در مقایسه با BHT و کنترل در دمای 60 °C

نگهداری می‌باشد. نتایج این تحقیق نیز از نظر روند تغییر عدد TBARS در طی دوره نگهداری در شرایط اکسیداسیون و تاثیر غلظت‌های افزوده به روغن در مقایسه با آنتی اکسیدان‌های سنتزی مشابه نتایج محققان فوق بوده است.

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی بر روی توان بالقوه منابع طبیعی به‌عنوان آنتی اکسیدان‌ها متمرکز شده است که در طراحی پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این تحقیق نشان داده شد که انواع عصاره‌های زنیان با توجه به ترکیبات فنولی دارای اثر آنتی اکسیدانی خوبی می‌باشد و آزمون‌های مختلف، اثرات آنتی اکسیدانی آن را تصدیق می‌نمایند. بنابراین عصاره میوه گیاه زنیان به‌عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی توانایی واکنش با رادیکال‌های آزاد ناشی از اکسایش را داشته و می‌توان با انجام آزمایش‌های تکمیلی، به‌عنوان جایگزین آنتی اکسیدان‌های سنتزی در صنعت به‌کار رود.

تشکر و قدردانی

این طرح تحقیقاتی با استفاده از اعتبارات ویژه پژوهشی (گرنه شماره 3631/8) دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل انجام شده است، بدینوسیله از حمایت‌های مالی مدیر محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه تخصصی فناوری نوین آمل صمیمانه قدردانی می‌شود.

کامکار و همکاران (2010) نشان دادند که، عصاره پونه ایرانی، فعالیت آنتی اکسیدانی بالا و قابل رقابت با آنتی اکسیدان سنتزی BHT در روغن آفتابگردان دارد. در تحقیق دیگر، ویژگی‌های ضدقارچی و آنتی اکسیدانی مربوط به روغن فرار رازیانه و عصاره استونی آن را، در روغن کتان مورد بررسی قرار گرفت و با اندازه‌گیری مقادیر اندیس پراکسید و TBARS بر روغن کتان، نشان دادند که هم روغن فرار و هم عصاره استونی رازیانه فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری در مقایسه با BHA و BHT دارد (Singh et al., 2006). پاپویچ (2008) به بررسی ویژگی‌های آنتی اکسیدانی جعفری، آویشن و رازیانه بر روی روغن آفتابگردان غنی شده پرداخت. او نشان داد که آنتی اکسیدان‌های طبیعی گیاهان تحت بررسی در پایداری روغن آفتابگردان موثر می‌باشند. یاسویی و همکاران (2007) فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره پوست انار (*Punica granatum*) را در روغن سویا، در دمای 60 درجه سانتی‌گراد بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که عصاره استونی پوست انار در سطح غلظتی 0/05 درصد به علت دارا بودن ترکیبات فنولی اثرات آنتی اکسیدانی بالاتری در مقایسه با آنتی اکسیدان‌های BHT و BHA در سطح غلظتی 0/02 درصد داشت. از آنجایی که عصاره زنیان دارای مقادیر قابل توجهی ترکیبات فنولیک است و با توجه به این که عصاره اتانولی زنیان بالاترین میزان از ترکیبات فنولی را به‌خود اختصاص داده قادر به مهار اکسیداسیون اولیه و ثانویه در روغن کانولا در سطح غلظتی 600 ppm در طول

- Abas, F., Lajis, N.H., Israf, D., Khozirah, S. & Kalsom, Y.U., 2006, Antioxidant and nitric oxide inhibition activities of selected Malay traditional vegetables. *Food Chemistry*, 95(4), 566-573.
- Abas, F., Lajis, N.H., Israf, D., Khozirah, S. & Kalsom, Y.U., 2006, Antioxidant and nitric oxide inhibition activities of selected Malay traditional vegetables. *Food Chemistry*, 95(4), 566-573.
- Abutalebian, M., 2006, The extraction of phenolic compounds from peppermint, pennyroyal and sweet basil and comparison of their antioxidative effect in sunflower oil. *Journal of Food Sciences and Technology*, 8, 25-34
- Achat, S. et al., 2012, Direct enrichment of olive oil in oleuropein by ultrasound-assisted maceration at laboratory and pilot plant scale. *Ultrasonics Sonochemistry*, 19(4), 777-786.
- Achir, N., Kara, W., Chipeaux, C., Trezzani, I. & Cuvelier, M.E., 2006, Effect of energy transfer conditions on the chemical degradation of frying oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(12), 999-1006.
- Al-Bandak, G. & Oreopoulou, V., 2011, Inhibition of lipid oxidation in fried chips and cookies by Majorana syriaca. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(2), 290-296.
- Ashraf, M., 2002, Salt tolerance of cotton: some new advances. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 21(1), 1-30.
- Ashraf, M. & Orooj, A., 2006, Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* [L.] Sprague). *Journal of Arid Environments*, 64(2), 209-220.
- Augustin, M. & Berry, S., 1983, Efficacy of the antioxidants BHA and BHT in palm olein during heating and frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60(8), 1520-1523.
- Bamdad, F., Kadivar, M. & Keramat, J., 2006, Evaluation of phenolic content and antioxidant activity of Iranian caraway in comparison with clove and BHT using model systems and vegetable oil. *International Journal of Food Science & Technology*, 41(1), 20-27.
- Bera, D., Lahiri, D. & Nag, A., 2006, Studies on a natural antioxidant for stabilization of edible oil and comparison with synthetic antioxidants. *Journal of food Engineering*, 74(4), 542-545.
- Buta, N. et al., 2013, The antioxidant effect of Melissa officinalis extract regarding the sunflower oil used in food thermal applications. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 19, 276-279.
- Chang, C.-C., Yang, M.-H., Wen, H.-M. & Chern, J.-C., 2002, Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 111-117.
- Chirinos, R., Rogez, H., Campos, D., Pedreschi, R. & Larondelle, Y., 2007, Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) tubers. *Separation and Purification Technology*, 55(2), 217-225.
- Espin, J.C., Soler- Rivas, C., & Wichers, H.J., 2000, Characterisation of the total free radical scavenger capacity of vegetable oils and oil fractions using 2,2 - diphenyl- 1-picryl hydrazyl radical. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 648 - 656.
- Grandgirard, A., 1992, Transformations des lipides au cours des traitements thermiques. Effets nutritionnels toxicologiques. *Les Cahiers de l'ENSBANA*, 8, 49-67.
- Grosch, W., 1987, Reactions of hydroperoxides-products of low molecular weight. *Autoxidation of Unsaturated lipids*. 95-139.
- Gulluce, M. et al., 2007, Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia*. *Food Chemistry*, 103(4), 1449-1456.
- Houhoula, D.P., Oreopoulou, V. & Tzia, C., 2004, Antioxidant efficiency of oregano in frying and storage of fried products. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106(11), 746-751.
- Kalantzikis, G. & Blekas, G., 2006, Effect of Greek sage and summer savory extracts on vegetable oil thermal stability . *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(10), 842-847.
- Kamkar, A ,Javan, A.J., Asadi, F. & Kamalinejad, M., 2010, The antioxidative effect of Iranian *Mentha pulegium* extracts and essential oil in sunflower oil. *Food and Chemical Toxicology*, 48(7), 1796-1800.
- Krishnamoorthy, V., 1999, Madalageri MB. Bishop weeds (*Trachyspermum ammi*): An essential crop for north Karnataka. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 21(4), 996-998.
- Lapornik, B., Prošek, M. & Wondra, A.G., 2005, Comparison of extracts prepared from plant by-products using

- different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*, 71(2), 214-222.
- Man, Y.B.C. & Jaswir, I., 2000, Effect of rosemary and sage extracts on frying performance of refined, bleached and deodorized (RBD) palm olein during deep-fat frying. *Food Chemistry*, 69(3), 301- 307.
- Molyneux, P., 2004, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal Science Technology*, 26(2), 211-219.
- Munns, R., 2002, Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, 25(2), 239-250.
- Negi, P. & Jayaprakasha, G., 2003, Antioxidant and antibacterial activities of Punica granatum peel extracts. *Journal of Food Science*, 68(4), 1473-1477.
- Oktay, M., Gülçin, İ. & Küfrevioğlu, Ö.İ., 2003, Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 36(2), 263-271.
- Ozkan, G., Simsek, B. & Kuleasan, H., 2007, Antioxidant activities of Satureja cilicica essential oil in butter and in vitro. *Journal of Food Engineering*, 79(4), 1391-1396.
- Parkash Kochhar, S. & Gertz, C., 2004, New theoretical and practical aspects of the frying process. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106(11), 722-727.
- Pereira Moura Aranha, C. & Jorge, N., 2012, Antioxidant potential of oregano extract (*Origanum vulgare* L.). *British Food Journal*, 114(7), 954-965.
- Peyrat-Maillard, M., Cuvelier, M.-E. & Berset, C., 2003, Antioxidant activity of phenolic compounds in 2, 2'-azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH)-induced oxidation: Synergistic and antagonistic effects. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(10), 1007-1012.
- Popovich, K., 2008, The influence of natural antioxidants on the oxidative stability of iodine-fortified sunflower oil in the process of storage. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 44(5), 415-421.
- Selmi, S., Limam, Z., Batista, I., Bandarra, N.M. & Nunes, M.L., 2011, Effects of storage temperature and α -tocopherol on oil recovered from sardine mince. *International Journal of Refrigeration*, 34(5), 1315-1322.
- Shahsavari, N., Barzegar, M., Sahari, MA., Naghdibadi, H., 2008, of Antioxidant activity essential oil of Zataria multiflora Boiss.) in soy oil. *Journal of Medicinal Plants*, 28, 56 –68 .
- Singh, G., Maurya, S., De Lampasona, M. & Catalan, C., 2006, Chemical constituents, antifungal and antioxidative potential of *Foeniculum vulgare* volatile oil and its acetone extract. *Food control*, 17 (9), 745- 752
- Slinkard, K. & Singleton, V.L., 1977, Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.
- Society, A.O.C. & Firestone, D., 1989, Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, 5. AOCS Champaign, IL.
- Tsao, R. & Deng, Z., 2004, Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. *Journal of Chromatography B*, 812(1), 85-99.
- Uma, D., Ho, C. & Wan Aida, W. ,2010, Optimization of extraction parameters of total phenolic compounds from Henna (*Lawsonia inermis*) leaves. *Sains Malaysiana*, 39(1), 119-128.
- Wanasundara, U.N. & Shahidi, F., 1994, Stabilization of canola oil with flavonoids. *Food Chemistry*, 50(4), 393- 396.
- Warner, K., 2005, Effects on the flavor and oxidative stability of stripped soybean and sunflower oils with added pure tocopherols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(26), 9906-9910.
- Yanishlieva, N.V., Kamal-Eldin, A., Marinova, E.M. & Toneva, A.G., 2002, Kinetics of antioxidant action of α - and γ -toco-pherols in sunflower and soybean triacylglycerols. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(5), 262-270.
- Yasoubi, P., Barzegar, M., Sahari, M. & Azizi, M., 2010, Total phenolic contents and antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extracts. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 9, 35-42.
- Zhang, Y. et al., 2010, Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage. *Food Chemistry*, 118(3), 656-66

Improvement of the Oxidative Stability of Canola Oil Using *Carum copticum* fruit extracts as a Natural Antioxidant

F. Tooryan^{1*}, M. Azizkhani²

Received: 2016.11.05

Accepted: 2017.05.08

Introduction: Lipids are valuable foods that operate as the medium of heat transfer to the food and susceptible to oxidation on storage and frying processes. Lipid oxidation is one of the major cause of food quality deterioration during storage for vegetable oils, fats and other food systems. The free radical are defined as any chemical species having one or more unpaired electrons is generally responsible for the deterioration and limiting the shelf life of fatty foods. Characteristic changes associated with oxidative deterioration include development of unpleasant tastes and odors as well as changes in color, specific gravity, viscosity and solubility. Moreover, the products of lipid oxidation may be potentially toxic and may lead to adverse effects such as the production of carcinogens, mutagenesis and aging. Autoxidation occurs when molecular oxygen reacts with unsaturated lipids like canola oil. Antioxidants are a group of chemicals affect the process of lipid oxidation at different stages and capable of extending the shelf life of food that contain lipids. In general, food industry have been added and applied the synthetic antioxidants such as BHA (Butylated hydroxyl anisole), BHT (Butylated hydroxyl anisole) and TBHQ (Tert-butyl hydroquinone) during the manufacturing process to retard lipid oxidation and prevent fat oxidative and rancidity. They are used to retard the development of unpleasant flavour caused by the oxidation of unsaturated fatty acids. They retard oxidation of lipids by reacting with free radicals, chelating free catalytic metals and also by acting as oxygen scavengers. However, there is concern about the safety and toxicity of synthetic antioxidants in relation to their metabolism and accumulation in body organs and tissues. Synthetic antioxidants are known among other things to cause impairment of blood clotting, lung damage and to act as tumor promoters. Consumers acceptance of synthetic antioxidants remains negative due to their perceived detrimental effect on human health like carcinogenic effects. Consequently, This has led to an increasing trend and interest in the search for effective natural antioxidant and there has been a tendency towards natural antioxidants and replace of these synthetic antioxidants with natural ones such as phenolic compounds. Finding new resources of vegetal antioxidants in order to use them in food (as an additive or alternative with artificial antioxidants) is an important research subject in the field of food science and technology. Researches on alternative natural products such as aromatic plants extract and essential oil have been extended. Phenolic compounds are defined as substances possessing a benzene ring bearing one or more hydroxyl substituents, including their functional derivatives. There are different sources of phenols such as grapes, olive oil, sorghum, beans, spices and herbs. Aromatic plants are used traditionally in various regions of Iran for their preservation and medicinal properties, in addition to enhancing the aroma and flavor of foods. Aromatic plants components that have antiradical activities were used as natural antioxidant in food and biological products. *Carum copticum* (*C. copticum*) is well known and valuable medicinal plant that is used widely in Iranian traditional medicine. In this study *C. copticum*, as natural antioxidant, was added to Canola oil for improving its oxidative stability. The aim of this research was to evaluate the antioxidant properties of *C. copticum* extracts (aqueous and alcoholic), and its antioxidant activity in canola oil

Materials and methods: In this study, aqueous and alcoholic extract of *C. copticum* fruit was extracted as a natural antioxidant. In the first stage, the amount of phenolic compounds content in extracts were measured. Then to determine antioxidant power and activity of extracts the two methods was investigated, DPPH° free radical scavenging and β -carotene/linoleic acid system. Each extract at three concentrations of 200 ppm, 400ppm and 600ppm added to canola oil and storage in a period of 49 days. BHT were added to Canola oil at 100 and 200ppm. Also their oxidative stability in canola oil was investigated by measuring peroxide and thiobarbituric acid values.

1 and 2. Asistant professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran.

(* - Corresponding Author Email: tooryanf@ut.ac.ir)

Results & discussion: The results showed that, *C. copticum* has good total phenolic content and in β -caroten bleaching assay, by concentration of 2 mg/ml BHT showed the highest inhibition effect (96 ± 0.09) and followed CE (76 ± 0.0). In DPPH $^\circ$ free radical scavenging and β -carotene/linoleic acid systems, the sequence of the power of antioxidant activity was BHT then CE in concentration of 400 and 600 ppm. In oven test, all extracts inhibited primary and secondary oxidation products of canola oil. Statistical results revealed that CE in concentration of 600 ppm, did not showed significant difference for PV and TBARS comparing with 200 ppm BHT ($p > 0.05$). But CA and CM had lower antioxidant activity in comparison with 200 ppm BHT ($p < 0.05$). According to results, *C. copticum* is a potent antioxidant for stabilization of canola oil and can be used as a natural antioxidant. It seems that after complementary test because of appropriate antioxidant activity, *C. copticum* can be used as natural antioxidant in foodstuff, especially in edible oils to improve the oxidative stability of canola oil.

Key words: Carum copticum, extracts, antioxidant activity, canola oil

بررسی اثر پروتئاز قارچی آسپرژیلوس نایجر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی گوشت گوساله

نیلوفر اسمعیلی خانی¹ - شادی مهدی خانی² - علی محمدی^{3*}

تاریخ دریافت: 1395/09/14

تاریخ پذیرش: 1396/03/16

چکیده

کیفیت گوشت همیشه برای مصرف‌کنندگان آن بسیار مهم می‌باشد. تردکردن گوشت یکی از راه‌های بهبود کیفیت در گوشت و فرآورده‌های آن می‌باشد. در این مطالعه اثر سه سطح (0/0025، 0/005 و 0/01 درصد) از پروتئاز تولیدی به‌وسیله‌ی *آسپرژیلوس نایجر* بر میزان تردی گوشت طی 28 روز نگهداری، در دمای 4 درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. سپس تیمارها از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی با نمونه شاهد ارزیابی شدند. در این مطالعه از آزمون‌های پروتئین محلول کل، محتوای رطوبتی، میزان pH، رنگ‌سنجی، سفتی بافت، ظرفیت نگهداری آب و آزمون حسی جهت بررسی پارامترهای کیفی گوشت استفاده شد. نتایج آزمون‌های انجام شده نشان داد که پروتئین‌های محلول، pH و محتوای رطوبتی تیمارهای تولید شده، با افزایش غلظت آنزیم از 0/0025 به 0/01 درصد به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است ($P < 0/05$)، اما سفتی بافت نمونه‌ها کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که ظرفیت نگهداری آب تمامی تیمارها در طی زمان مدت نگهداری کاهش یافته است ولی تیمار 0/01 آنزیم بیشترین ظرفیت نگهداری را در پایان مطالعه نشان داد. شاخص روشنایی (L^*) و شاخص زردی (b^*) تیمارها در مدت زمان نگهداری کاهش ولی شاخص قرمزی (a^*) افزایش یافت، پروتئاز قارچی در طی زمان نگهداری سبب ایجاد رنگ قرمز تیره در نمونه‌های گوشت شد. در خصوص ویژگی‌های حسی تیمار حاوی 0/0025 درصد آنزیم قارچی و شاهد پذیرش قابل قبول‌تری را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: *آسپرژیلوس نایجر*، پروتئاز، تردی گوشت، pH

مقدمه

گوشت یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی (با ارزش غذایی بالا) و تامین‌کننده انرژی روزانه مورد نیاز بشر بوده و کیفیت خوراکی آن تاثیر به‌سزایی در میزان مصرف آن خواهد داشت. از طرفی گوشت غنی از پروتئین‌های ارزشمند حاوی اسیدهای آمینه ضروری برای بدن، مواد معدنی مانند آهن و روی و انواع ویتامین‌ها می‌باشد (Aktas et al., 2003).

بهبود کیفیت گوشت همواره یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت گوشت و فرآورده‌های آن بوده است. عواملی چون نوع دام، سن دام، عوامل ژنتیکی و نژاد دام، موقعیت تشریحی عضلات، میزان کلاژن و الاستین و همچنین نوع پختن و میزان حرارت دادن

گوشت نیز بر روی کیفیت آن موثرند (Willy, 2011, Burdette et al., 2012). با افزایش سن دام تعداد اتصالات عرضی در کلاژن افزایش یافته و همچنین اتصالات ضعیف‌تر به اتصالات پایدارتری تبدیل می‌شوند که این خود باعث می‌گردد تا گوشت دام‌های مسن و پیر سفت‌تر از گوشت دام‌های جوان باشد، همچنین گسترش کلاژن در عضلات نیز به‌طور یکنواخت نمی‌باشد بلکه هرچه فعالیت فیزیکی عضله بیشتر باشد میزان کلاژن آن نیز بیشتر خواهد بود، به‌عنوان مثال ماهیچه قسمت ران محتوای بافت پیوندی بالاتری نسبت به کمر که اصولاً تکیه‌گاه ساختمانی است دارد (Willy, 2011). روش‌های مختلفی برای بهبود کیفیت گوشت و استفاده بهتر آن در تولید محصولات گوشتی وجود دارد (Burdette et al., 2012). یکی از این روش‌ها افزایش حلالیت پروتئین‌های گوشت و در نتیجه ترد شدن آن و بالا رفتن خواص امولسیون‌کنندگی و سایر خواص عملکردی آن مثل افزایش نگهداری آب می‌باشد (Hinkle, 2010, Willy, 2011).

1 و 2 - به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد شهر قدس.

3 - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه ساری.

(*) - نویسنده مسئول: (Email: mohammadi.ali60@gmail.com)

DOI: 10.22067/iftstr.v1396i0.60768

در مطالعات مختلف، استفاده از تردکننده‌هایی نظیر انواع آنزیم‌ها (گیاهی و میکروبی)، املاح قلیایی (پلی‌فسفات سدیم)، نمک‌ها (کلرید سدیم و کلرید کلسیم)، اسیدهای آلی (سیتریک، لاکتیک، استیک، ...) و ... در ترد کردن گوشت نتایج رضایت بخشی نشان داده‌اند (Aktas and Kaya, 2001, Desmond and Troy, 2001, Ergezer and Gokce, 2011).

کاربرد تجاری پروتئازهای میکروبی به علت تولید نسبتاً آسان در مقیاس صنعتی در مقایسه با سایر پروتئازها بسیار موثرترند (Qihea et al., 2006). میکروارگانیزم‌ها یک منبع جذاب برای تولید پروتئازها هستند زیرا می‌توان آن‌ها را در مقادیر زیاد و با استفاده از روش‌های تخمیر کشت داد و در مدت زمان نسبتاً کوتاهی به مقادیر بالایی از محصول مورد نظر دست یافت. همچنین آن‌ها می‌توانند به‌منظور دستیابی به آنزیم‌های جدید با خواص تغییر یافته که برای کاربردهای مورد نظر مناسب‌اند مورد دست‌ورزی ژنتیکی قرار گیرند. به‌طور کلی پروتئازهای میکروبی در طبیعت خارج سلولی هستند و به‌طور مستقیم به محیط کشت تخمیر ترشح می‌شوند که این باعث ساده شدن فرآیندهای پایین دستی آنزیم در مقایسه با پروتئازهای گیاهی و جانوری می‌گردد (Ashie, Al-Shehri et al., 2004b) و همکاران (2002) اثر پاپائین و آنزیم‌های پروتئاز میکروبی را بر روی تردی گوشت گاو مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که آنزیم پروتئاز میکروبی سبب هیدرولیز 20-30 درصد میوفیبریل‌های گوشت، و در نهایت سبب افزایش تردی گوشت بدون آنکه تأثیری بر روی pH، نمک، فسفات و اسید اسکوریک را نشان داده باشد شده است. Walsh و همکاران (2010) اثر سدیم لاکتات، پتاسیم لاکتات، کاراگینان، پروتئین آب پنیر، عصاره مخمر و پروتئازهای قارچی را بر پخت و تردی ماهیچه گاو مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تمامی تیمارهای مورد مطالعه سبب افزایش معنی‌داری در بهبود کیفیت پخت شده‌اند اما در این بازه عصاره مخمر تأثیر معنی‌داری را نشان نداد. همچنین نتایج نشان داد استفاده از آنزیم‌های قارچی در یک محیط آبی سبب افزایش میزان تردی و کیفیت پخت شده‌اند ولی افزایش غلظت آنزیم به گونه‌ای کیفیت پخت را کاهش داده است. Ha و همکاران (2013) توانایی پروتئازهای تجاری میکروبی و قارچی را بر ترد کردن گوشت مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که پروتئاز میکروبی در مقایسه با پاپائین در هیدرولیز کلاژن کارآمدتر بوده است. از سوی دیگر پروتئازهای قارچی مورد استفاده خصوصیات انتخابی در هیدرولیز بافت همبند نشان دادند، به‌طوری که آن‌ها میل ترکیبی بالایی را برای هیدرولیز زنجیره‌های پروتئینی y، B و I کلاژن داشتند. همچنین Rydera و همکاران (2015) خصوصیات و توانایی پروتئازهای قارچی و میکروبی را جهت هیدرولیز پروتئین‌های میوفیبریلی و بافت همبند مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد در میان پروتئازهای مورد استفاده پروتئاز قارچی در مقایسه با پروتئاز

میکروبی سرعت بالاتری را برای هیدولیز پروتئین‌های میوفیبریلی گوشت نشان داده است، همچنین هر چهار پروتئاز مورد استفاده توانایی بالقوه‌ای را در هیدرولیز بافت همبند نشان دادند. ارشا و همکاران (2016) تأثیر پروتئازهای میکروبی و گیاهی را بر بهبود تردی گوشت مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که پروتئازهای میکروبی تأثیر معنی‌داری بر هیدرولیز پروتئین‌های بافت همبند نظیر کلاژن و الاستین دارند ولی این آنزیم‌ها بر روی هیدرولیز پروتئین‌های میوفیبریلی تأثیر ناچیزی را داشته‌اند. لذا هدف از این مطالعه بررسی اثر پروتئاز قارچی *آسپرژیلوس نایچر* بر بهبود ویژگی‌های کیفی، تردی و حسی گوشت گاو در طی مدت زمان نگهداری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در ابتدا محلول عصاره آنزیم پروتئولیتیکی *آسپرژیلوس نایچر* به‌صورت خالص از پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران تهیه شد. در ادامه، 0/25، 0/5 و 1 گرم از عصاره آنزیمی وزن شد و با آب مقطر به حجم 100 میلی‌لیتر رسانده شد و محلول‌های 0/0025، 0/005 و 0/01 درصد آنزیمی تهیه شد. در ادامه 4 نمونه 500 گرمی از عضله لوزی شکل¹ گوساله‌های نر هشت‌تین 1/5 ساله از کشتارگاه شرکت راک بلافاصله بعد از کشتار تهیه شد. نمونه‌ها به مدت 48 تا 72 ساعت در یخچال 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (شکر فروش و همکاران، 1388). یک نمونه به‌عنوان کنترل غیرتزریقی (نمونه شاهد) نگهداری شد. سپس به 3 نمونه (500 گرمی با ابعاد 20×10 سانتی‌متر) دیگر محلول آنزیم‌ها تزریق شد. سپس تزریق عصاره‌های آنزیم به راسته‌ها به‌وسیله دستگاه انژکتور (Nowicki، آلمان) با مقادیر 0/01 درصد (AN 0/01)، 0/005 درصد (AN 0/005) و 0/0025 درصد (AN 0/0025) (میلی‌گرم/100 گرم گوشت) از پروتئاز قارچی به‌طور جداگانه به قطعات گوشت انجام گرفت. قطعات گوشت با استفاده از دستگاه تزریق‌کننده، با 4 ردیف سوزن که در هر ردیف 10 سوزن با فاصله 2/8 سانتی‌متر و فشار تزریق 35 Psi قرار داشتند تیمار شدند. بعد از تزریق، نمونه‌های عضلات تحت خلاء، درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی با ابعاد 30×15 سانتی‌متر بسته‌بندی شدند و بلافاصله در دمای 4 درجه سانتی‌گراد به مدت 28 روز نگهداری شدند. در روزهای 1، 7، 14، 21 و 28 آزمون‌های مربوطه بر روی تیمارهای مورد نظر صورت گرفتند.

اندازه‌گیری pH

جهت اندازه‌گیری pH، 10 گرم از نمونه گوشت چرخ شده از ماهیچه راسته در 90 گرم آب دیونیزه مخلوط گردید. سپس مخلوط

قرار داده شده بود صورت پذیرفت. با رسیدن دمای نقطه مرکزی به دمای 77 درجه سانتی‌گراد، نمونه‌ها از آون خارج و در دمای اتاق به مدت 2 ساعت در دمای 4 درجه سانتی‌گراد یخچال نگهداری شدند. ارزیابی ویژگی‌های حسی از لحاظ پنج فاکتور شامل تردی، آبداری، بافت، رنگ و پذیرش کلی با استفاده از 10 نفر ارزیاب آموزش دیده با روش هدونیک با تکمیل پرسشنامه ارزیابی، صورت گرفت. به هر یک از فاکتورهای اشاره شده امتیازی از 1 تا 5 اختصاص داده شد. نحوه امتیازدهی بر این اساس بود که که عدد 5 نشان‌دهنده بالاترین امتیاز و عدد 1 نشان‌دهنده پایین‌ترین امتیاز بود (Zeola et al., 2003).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. میانگین‌ها با نرم‌افزار spss 21 و بر اساس آزمون‌های دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شدند. نمودارهای حاصل در نرم‌افزار excel 2013 رسم گردید و مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

ارزیابی pH

نتایج حاصل از میزان تغییرات pH نمونه‌ها در هر مرحله از پژوهش در شکل 1 نشان داده شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد در تمامی مراحل تفاوت معنی‌داری بین تمامی تیمارها از لحاظ تغییرات pH وجود دارد ($P < 0.05$). تمامی تیمارهای مورد مطالعه pH بالاتری از نمونه‌ی شاهد را نشان دادند. در این مطالعه با افزایش میزان غلظت آنزیم مقدار pH افزایش یافته است، که این نتایج با نتایج Rydera و همکاران (2015) در خصوص افزودن آنزیم پروتئاز قارچی به گوشت جهت ترد کردن آن همخوانی دارد. این افزایش pH را می‌توان تا حد زیادی به بالا بودن pH پروتئاز قارچی تریق شده در این مطالعه مرتبط دانست. پروتئازهای قلیایی برای کاربردهایی نظیر ترد کردن گوشت مفید می‌باشند و غالباً در pH= 8-12 و در درجه حرارت 50-70 درجه سانتی‌گراد فعالیت بالایی دارا هستند (Al-Shehri et al., 2004a). محدوده pH مطلوب برای پروتئازهای قلیایی به‌طور کلی بین 9 تا 11 می‌باشد (Rydera et al., 2015).

مقدار pH به‌عنوان یکی از عوامل موثر بر تردی گوشت گوساله و گوسفند گزارش شده است (Ryder et al., 2016). نتایج بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد که گوشت‌های دارای pH بیشتر، تردتر هستند (Ha et al., 2014). رابطه pH و نیروی برشی به‌صورت یک نمودار زنگوله‌ای است که پیک این منحنی در حدود pH 9/5 می‌باشد.

آماده شده از کاغذ صافی زیر (واتمن متوسط، قطر 150 میلی‌متر) عبور داده شد. در نهایت با استفاده از pH متر دیجیتال (KL 04II، سوئد)، میزان pH اندازه‌گیری شد (Naafi et al., 2012).

اندازه‌گیری محتوای رطوبت

رطوبت همگن شده نمونه‌های گوشت، با استفاده از روش آون و طبق استاندارد AOAC به شماره 950/46 انجام گرفت.

اندازه‌گیری پروتئین

اساس آزمایش بر مبنای اندازه‌گیری کل ازت موجود در غذاها با فرض بر اینکه تمام ازت موجود از نوع پروتئینی بوده و با استفاده از ضرایب تبدیل ازت به پروتئین استوار است. جهت تعیین مقادیر پروتئین، از روش مندرج در AOAC (1996). استفاده شد. جهت سنجش پروتئین از روش کج‌لدال به‌وسیله دستگاه کج‌لدال (ژاپن، Switzerland, 322-Buchi B) استفاده شد.

رنگ‌سنجی

رنگ گوشت توسط یک رنگ‌سنج (CR-300, Minolta, Co. Ltd., Japan) و هر هفت روز یک بار سنجیده شد. کاشی سفید با مشخصات $L^*: 97.46$; $a^*: -0.02$; $b^*: 1.72$ به‌عنوان مرجع در نظر گرفته شده است (Kaya and Belibagli, 2002).

آزمون بافت سنجی

این تست به‌منظور بررسی قدرت آنالیز بافتی نمونه‌ها و بر اساس روش Fiszman و همکاران (1999) توسط بافت‌سنج (Brookfield Engineering Laboratories, USA) انجام گرفت. در این آزمون از قطعات گوشتی با ابعاد 2×2 سانتی‌متر پروب استوانه‌ای با سطح مقطع صاف به قطر $12/7$ میلی‌متر و سرعت حرکت 1 میلی‌متر بر ثانیه تا کمپرس شدن 25 درصد قطر نمونه استفاده گردید.

ظرفیت نگهداری آب

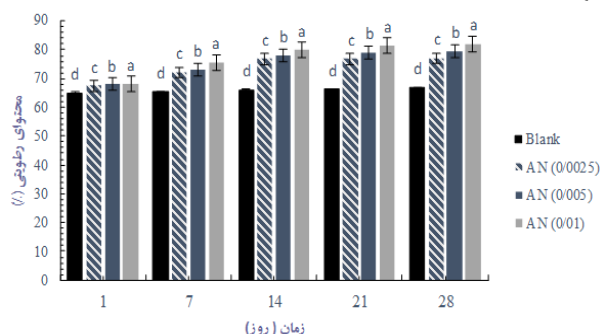
برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، مقدار آبی که از سطح مقطع برش (2×2 سانتی‌متر) نمونه‌های گوشت تحت فشار 500 psi و زمان 1 دقیقه به کاغذ صافی جذب شده بود، با دقت 0/001 گرم توزین و به‌صورت درصد رطوبت قابل استخراج بیان گردید (Meischke et al., 1997).

ارزیابی ویژگی‌های حسی

در آزمون حسی، نمونه‌ها در داخل آون 163 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و نقطه پایانی عمل پخت از طریق کنترل دمای مرکزی نمونه با استفاده از یک ترمومتر مخصوص گوشت که در مرکز هر گوشت

محتوای رطوبتی بعد از 28 روز نگهداری بود. بالا رفتن میزان محتوای رطوبتی را می‌توان با بالا رفتن میزان pH مرتبط دانست. نتایج حاصل از آزمون محتوای رطوبتی گوشت در شکل 2 نشان داده شده است. به‌طور کلی با افزایش میزان غلظت آنزیم‌ها میزان محتوای رطوبتی گوشت‌های ترد شده افزایش یافته است. Istrati و همکاران (2012) اثر آنزیم‌های پروتئولیتیک گیاهی را بر روی ترد کردن گوشت مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد در اثر تزریق آنزیم‌های پروتئولیتیکی به گوشت گاو میزان آبداری گوشت افزایش پیدا کرده است، که این میزان آبداری نمونه‌های گوشت تیمار شده با آنزیم‌های پروتئاز، می‌تواند وابسته به pH نمونه‌ها باشد.

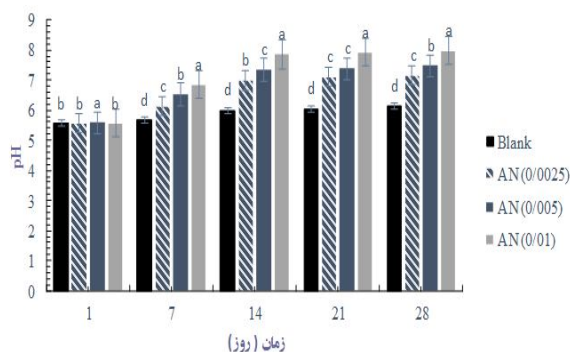
یکی از اهداف این پژوهش افزایش آبداری گوشت بود که در این مطالعه تحقق یافت. در مقادیر بالاتر از نقطه ایزوالکتریک پروتئین‌های عضله، ظرفیت نگهداری آب بالا می‌رود که علت آن وجود نیروی دافعه در اثر بارهای الکتریکی یکسان بین واحدهای اسیدآمینه و افزایش فضای بین میوفیبریل‌ها می‌باشد (Li et al., 2014). با توجه به تاثیر عصاره‌ها بر pH نمونه‌ها و دور ساختن آن از نقطه ایزوالکتریک، ظرفیت نگهداری آب گوشت افزایش یافته در نتیجه گوشت پس از پخت، طعم بهتر و آبدارتر و خوشمزه‌تری خواهد داشت، همچنین از لحاظ کیفیت خوراکی مطلوب‌تر می‌باشد (Naveena et al., 2004b). تغییرات حاصل از افزایش pH گوشت می‌تواند سبب تورم فیبرهای عضلانی و بافت پیوندی، تضعیف ساختار پروتئینی، افزایش حلالیت کلاژن در حین پخت و افزایش میزان تجزیه پروتئولیتیک در گوشت توسط آنزیم شود (Warriss, 2000). این نتایج با نتایج Flores و Toldrá (2011) در خصوص تاثیر آنزیم‌های میکروبی بر بهبود ویژگی‌های گوشت مطابقت دارد.



شکل 2- میزان تغییرات محتوای رطوبتی نمونه‌های گوشت ترد شده

ارزیابی کل پروتئین محلول

مقایسه آماری میانگین‌ها تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ تزریق شده را بر تغییرات کل پروتئین‌های محلول گوشت در طی



شکل 3- میزان تغییرات pH نمونه‌های گوشت ترد شده

افزایش pH عضله از حد معمول 5/5 به مقادیر حد واسطه 6 با افزایش سفتی گوشت همراه است. سپس با افزایش بیشتر pH از مقادیر حد واسطه 6/3- 5/8 تا حدود 7 نیروی برشی کاهش می‌یابد (Rydera et al., 2015). در همین زمینه کمترین فعالیت پروتئولیتیک در pH نهایی متوسط (6/3- 5/8) دیده می‌شود. زیرا که خارج از pH بهینه سیستم آنزیمی می‌باشد. افزایش تردی در pH نهایی 6 تا 7 به کالپین که حداکثر فعالیت خود را در این محدوده دارد، مربوط می‌شود (Ha et al., 2014). در مقابل، افزایش تردی با کاهش pH نهایی به زیر 6 به دلیل افزایش فعالیت MFI پروتئاز اسیدی است. افزایش شاخص تجزیه میوفیبریلی گوشت¹ یا اندیس MFI همگام با افزایش pH، بیانگر آن است که تاثیر pH بر نیروی برشی احتمالا از طریق تاثیر آن بر پروتئین‌های میوفیبریلی است (Ryder et al., 2016).

پس از رسیدن گوشت نیز، نیروی برشی کاملاً به pH وابسته است، هرچند که اثر آن تحت تاثیر تغییرات پس از کشتار کاهش می‌یابد. همچنین رابطه مستقیمی بین تردی گوشت پخته و pH نهایی آن وجود دارد. گذشته از اثر pH بر آنزیم، موارد دیگری هم گزارش شده اند. زمانی که pH نهایی به زیر 6/2 می‌رسد، طول سارکومر افزایش می‌یابد (Al-Shehri et al., 2004a). این نتایج با نتایج Flores و Toldrá (2011) در خصوص تاثیر آنزیم‌های میکروبی بر بهبود ویژگی‌های گوشت و همچنین Sullivan و Calkins (2010) در خصوص استفاده آنزیم‌های باکتریایی بر هیدرولیز بافت همبند و میوفیبریلی گوشت مطابقت داشت.

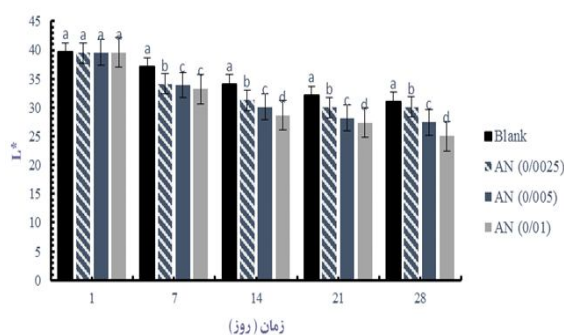
اندازه‌گیری محتوای رطوبت

مقایسه آماری میانگین‌ها میزان محتوای رطوبتی گوشت‌های ترد شده را معنی‌دار نشان داد ($p < 0.05$) در میان تیمارهای مورد مطالعه تیمار حاوی 0/01 عصاره آسپیریلوس نایجر دارای بالاترین میزان

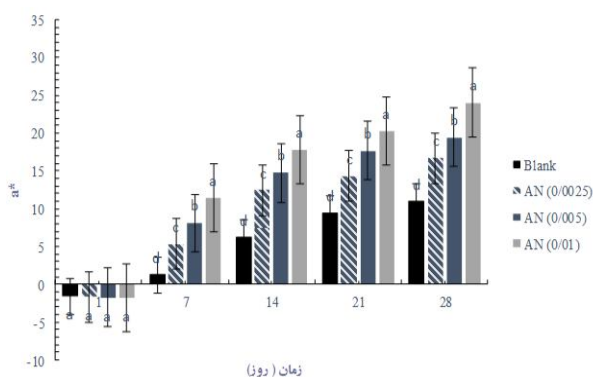
1 Myofibril fragmentation index

آمده در تحقیق در ارتباط با رنگ‌سنجی گوشت ترد شده متفاوت با Booth و همکاران (2004) و Lorenz و همکاران (1988) که از سطوح مختلف پودر فلفل قرمز در ماهی طلایی استفاده کرده بودند، مطابقت نداشت به‌طوری که تأثیر معنی‌داری در تغییر رنگ گوشت مشاهده نگردید. اما این نتایج با نتایج Lee و همکاران (2009) مطابقت داشت. در این آزمایش سطوح بالای آنزیم باکتریایی سبب تغییر بالاتری در رنگ گوشت ترد شده داشته است.

نتایج حاصل از شاخص قرمزی روندی افزایشی را نشان داد و بین تیمار شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). که این می‌تواند به دلیل حساسیت پروتئین‌های سارکوپلاسمیک نسبت به تغییر pH و رسوب آن‌ها روی پروتئین‌های میوفیبریلی و در نتیجه تغییر در رنگدانه میوگلوبین گوشت باشد که باعث افزایش تیرگی و قرمزی گوشت می‌شود (Lee et al., 2009). در این آزمایش سطوح بالای آنزیم باکتریایی سبب تغییر بالاتری در قرمزی رنگ گوشت ترد شده داشته است.

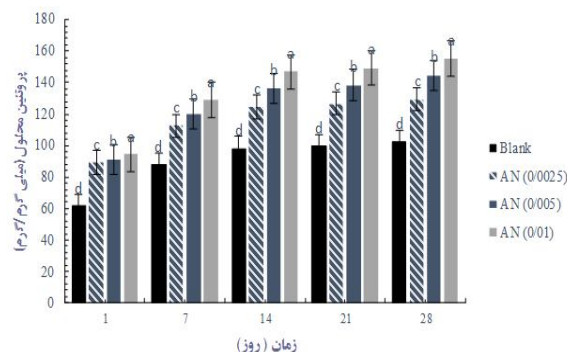


شکل 4- تأثیر غلظت‌های مختلف آنزیم قارچی اسپرژیلوس نایجر بر روی میزان شاخص L^* گوشت



شکل 5- تأثیر غلظت‌های مختلف آنزیم قارچی اسپرژیلوس نایجر بر روی میزان شاخص a^* گوشت

نگهداری معنی‌دار نشان داد ($p < 0.05$). نتایج حاصل از تغییرات پروتئین‌های محلول در شکل 3 نشان داده شده است.



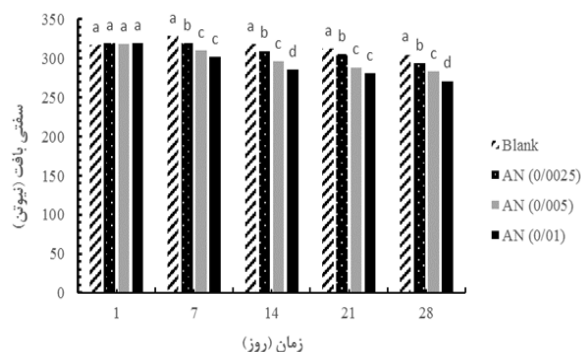
شکل 3- میزان تغییرات پروتئین کل نمونه‌های گوشت ترد شده

همانطور که مشاهده می‌کنید در ابتدای انجام مطالعه همگی تیمارها در محدوده‌ای یکسان از لحاظ میزان پروتئین محلول قرار داشته‌اند ولی در طی فرآیند و با گذشت زمان این میزان افزایش پیدا کرده است. Rawdkuen و Benjakul (2012) اثر پروتئازهای گیاهی مختلف را بر تغییرات ساختاری و بیوشیمیایی گوشت جوجه، خوک و گاو مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد نمونه‌های تیمار شده با آنزیم، در مقایسه با نمونه شاهد افزایش معنی‌داری را در میزان پپتیدهای محلول و تجزیه پروتئین‌های میوفیبریلی از خود نشان داده‌اند. در اثر استفاده از آنزیم‌های گیاهی و افزایش غلظت آن‌ها در سطح میکروسکوپی، فیبرهای بافت شکسته شدند و ارتباط بین سارکولما و میوفیبریل‌ها از بین رفت. در بین آنزیم‌های مورد استفاده در این تحقیق، بالاترین میزان فعالیت هیدرولیز مربوط به پروتئازهای شیرابه پایا بود. نتایج این پژوهش با نتایج Bhaskar و همکاران (2008)، که تأثیر پروتئازهای میکروبی را بر میزان هیدرولیز پروتئین‌های گوشت گاو و همچنین Ovissipour و همکاران (2009) که تأثیر هیدرولیز آنزیمی را بر میزان هیدرولیز پروتئین‌های گوشت ماهی خاویاری مورد بررسی قرار دادند مطابقت دارد.

رنگ‌سنجی

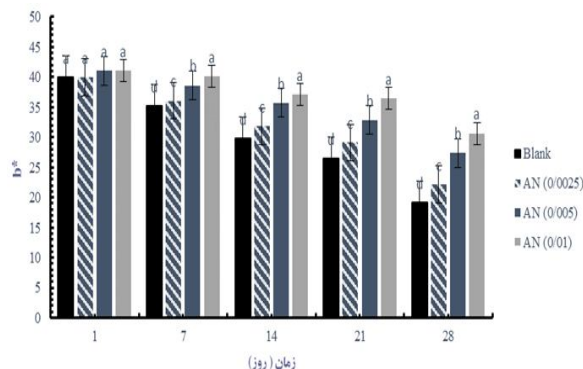
یکی از مهم‌ترین جذابیت‌های بصری گوشت میزان رنگ و زیبایی آن می‌باشد. موجودات می‌بایستی از غذاهایی تغذیه شوند که رنگ مورد نظر مطلوب در آن‌ها ایجاد شود. چهار گروه رنگدانه اصلی مسئول ایجاد رنگ در بافت و پوست حیوانات و گیاهان می‌باشند که عبارتند از: ملانین، پورین، پریدیم و کارتوئیدها که به راحتی در چربی‌ها حل می‌شوند و دامنه رنگی زرد تا قرمز را در پوست و بافت ایجاد می‌نمایند. همچنین مسئول رنگ نارنجی و سبز در تخم، پوست و گوشت ماهیان و حیوانات می‌باشند (Fuji, 1969). نتایج به‌دست

قطعات گوشت قبل از پخت و از طریق سوراخ‌های ایجاد شده در گوشت است (Flores and Toldrá, 2011). بنابراین می‌توان آنزیم‌ها را به داخل عضلات تزریق نمود. پروتئازها، یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های صنعتی هستند که حدود 60 درصد از آنزیم‌های تجاری کلی را شامل می‌شوند. پروتئاز، آنزیمی است که موجب پروتئولیز (تجزیه پروتئین‌ها) می‌گردد، که این کار را توسط کاتابولیسم پروتئین، از طریق هیدرولیز باندهای پپتیدی که موجب اتصال اسیدهای آمینه به یکدیگر در زنجیره پلی‌پپتیدی می‌گردد، انجام می‌دهند (Devi et al., 2008, Gupta and Khare, 2007). در این مطالعه از غلظت‌های مختلفی از آنزیم پروتئاز قارچی استفاده شد که نتایج نشان داد با افزایش غلظت میزان سفتی کاهش معنی‌دار را نشان داده است ($P < 0.05$)، به‌طوری‌که غلظت 0/01 درصد آنزیم پروتئاز کمترین میزان سفتی بافت را داشته است. که این می‌تواند به این دلیل باشد که با افزایش غلظت آنزیم قارچی میزان هیدرولیز پروتئین‌های (همبند و میوفیبریلی) نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است و در نتیجه آن میزان سفتی بافت نیز نسبت به نمونه شاهد کاهش معنی‌داری را نشان داده است ($P < 0.05$).



شکل 7- میزان تغییرات سفتی بافت نمونه‌های گوشت ترد شده

در پژوهشی مشابه Rydera و همکاران (2015) خصوصیات و توانایی پروتئازهای قارچی و میکروبی را جهت هیدرولیز پروتئین‌های میوفیبریلی و بافت همبند مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد پروتئاز قارچی مورد استفاده توانایی بالقوه‌ای در هیدرولیز بافت همبند دارد، همچنین Arsha و همکاران (2016) تاثیر پروتئاز میکروبی را بر بهبود ویژگی تردی گوشت مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که پروتئازهای میکروبی تاثیر معنی‌داری بر هیدرولیز پروتئین‌های بافت همبند نظیر کلاژن و الاستین دارند ولی این آنزیم‌ها بر روی هیدرولیز پروتئین‌های میوفیبریلی تاثیر ناچیزی داشته‌اند.



شکل 6- تاثیر غلظت‌های مختلف آنزیم قارچی اسپرژیلوس نایجر بر روی میزان b* گوشت

همچنین بیشترین سبزی مربوط به تیمار شاهد و کمترین مربوط به نمونه 0/01/ باکتریایی بوده است. در رابطه با شاخص زردی، به ترتیب تیمارهای شاهد بیشترین و تیمار 0/01/ آنزیم کمترین مقادیر را نشان دادند. اما در شاخص روشنایی تیمار شاهد دارای بالاترین میزان و تیمار باکتریایی دارای کمترین میزان بوده است. Sawyer و همکاران (2008) در تحقیقی ارزیابی اثر افزایش مقادیر متفاوت اسید لاکتیک (0/5، 1/5، 2 درصد) همراه با نمک به میزان 0/5 درصد و همچنین بدون حضور نمک بر روی pH، ظرفیت نگهداری آب و رنگ حاصله در نتیجه پخت انجام گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزودن اسیدلاکتیک به گوشت گاو که باعث کاهش pH گوشت می‌گردد بر روی رنگ استیک‌ها مشابه رنگ استیک‌های حاصل از گوشت با pH نرمال اثر بهبودکنندگی دارد. محتوای نمک اضافه شده به نمونه‌ها دارای اثر بسیار ناچیزی می‌باشد که حتی می‌توان گفت اصلاً اثر مثبتی بر روی ظرفیت نگهداری آب یا بهبود و توسعه رنگ حاصله نداشت. همچنین مشاهده شد که افزایش اسیدلاکتیک در مقادیر بیش از یک درصد برای ویژگی‌های گوشت تازه و پخته بسیار مفید باشد.

سفتی بافت

میزان تردی را می‌توان ناشی از بروز تغییر در سه نوع پروتئین موجود در عضله دانست که بافت پیوندی (کلاژن، الاستین، رتیکولین، موکوپلی‌ساکاریدهای ماتریکس)، تارهای عضلانی (اکتین، میوزین، تروپومیزین و تروپونین) و سارکوپلاسم (پروتئین‌های سارکوپلاسمیک) می‌باشند (Rydera et al., 2015). نفوذ یکنواخت آنزیم‌ها در گوشت در میزان تردی آن بسیار موثر است. در صورت وارد کردن قطعات گوشت در محلول‌های آنزیمی فقط سطح گوشت ترد شده و قسمت‌های عمقی دارای تردی کمتر هستند. یکی از روش‌هایی که بر این مشکل فائق می‌آید ورود محلول آنزیم به

گزارش کردند. Ke و همکاران (2009) اثر اسید سیتریک را بر روی تردی، ساختار و پایداری اکسیداتیو ماهیچه گوشت گاو مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند استفاده که افزایش pH باعث بهبود ظرفیت نگهداری آب و تردی گوشت می‌شود (Ke et al. 2009).

ارزیابی ویژگی‌های حسی

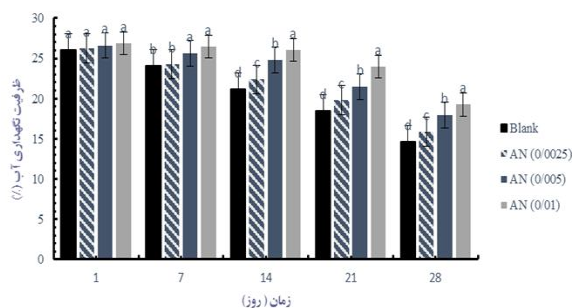
نتایج اثر غلظت‌های مختلف آنزیم قارچی تزریق شده به گوشت را بعد از 28 روز مطالعه معنی‌دار نشان داد ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که نمونه‌های گوشت تیمار شده با غلظت‌های بالاتر آنزیم قارچی، امتیاز بالاتری را از نظر تردی و آبداری نسبت به نمونه شاهد کسب نموده است. نتایج مشابهی توسط Naveena و همکاران (2004) که تاثیر آنزیم‌های پروتئولیتیک را بر روی بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و حسی گوشت مورد بررسی قرار داده اند گزارش شده است. آن‌ها گزارش کردند که همه آنزیم‌های مورد استفاده نسبت به نمونه شاهد سبب بهبود طعم، آبدار بودن، تردی و پذیرش کلی نمونه‌های گوشت شده‌اند. در این پژوهش نمونه‌های گوشت تیمار شده از لحاظ رنگ، بافت و پذیرش کلی با افزایش غلظت آنزیم میزان امتیاز کمتری را توسط داروان کسب نمودند. که به نظر می‌رسد عدم آشنایی ذائقه مردم با این روش‌های ترد کردن و رواج بسیار کم این نوع محصولات می‌تواند دلیل عمده این مساله باشد. در هر حال تبلیغات گسترده، بسته‌بندی شیک و ارائه این نوع محصولات در قالب فرآورده‌های فانتزی می‌تواند بر افزایش سطح پذیرش عمومی آن‌ها تاثیر قابل توجهی داشته باشد. Papadopoulos و همکاران (1991) تاثیر سدیم لاکتات را بر روی ویژگی‌های حسی، رنگ و شیمیایی گوشت مورد بررسی کردند. همچنین Casaburria و همکاران (2008) تاثیر آنزیم‌های پروتئولیتیک را بر بهبود ویژگی‌های حسی سوسیس مورد بررسی قرار دادند. که نتایج آن‌ها با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

روش‌های مختلفی برای بهبود کیفیت گوشت و استفاده بهتر آن در تولید محصولات گوشتی وجود دارد. یکی از این روش‌ها افزایش حلالیت پروتئین‌های گوشت و در نتیجه ترد شدن آن و بالا رفتن خواص امولسیون‌کنندگی و سایر خواص عملکردی آن مثل افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌باشد. امروزه اثرات تردکنندگی آنزیم‌های موجود در گیاهان، باکتری‌ها و قارچ‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه از آنزیم قارچی آسپرژیلوس نایجر جهت ترد کردن گوشت قرمز مورد استفاده قرار گرفت. یکی از نتایج به‌دست آمده در این مطالعه آن است که آنزیم قارچی توانسته است تا حد زیادی ظرفیت نگداری آب، pH و پروتئین‌های محلول موجود در گوشت را

ظرفیت نگهداری آب

یکی از عوامل مهم و موثر بر تردی، ظرفیت نگهداری آب در گوشت است. نتایج تاثیر غلظت‌های مختلف آنزیم قارچی را بر ظرفیت نگهداری گوشت در طی 28 روز نگهداری معنی‌دار نشان داد ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که با افزایش غلظت آنزیم قارچی ظرفیت نگهداری آب افزایش یافته است. این می‌تواند به این دلیل باشد که با افزایش مدت زمان تاثیر آنزیم و غلظت آنزیم بر پروتئین‌های نامحلول گوشت مانند کلاژن و الاستین باشد که کاملاً هضم شده و ماهیت آن‌ها تغییر کرده است. به‌طور کلی ظرفیت نگهداری آب تیمارهای مورد بررسی در طی زمان نگهداری روندی نزولی را طی نمودند. در پایان مطالعه گوشت‌های تیمار شده با غلظت 0/01 آنزیم بیشترین و نمونه شاهد کمترین ظرفیت نگهداری آب را نشان دادند. دلیل بالا بودن ظرفیت نگهداری آب می‌تواند pH بالا و محتوای رطوبتی گوشت‌های تیمار شده با غلظت 0/01 آنزیم قارچی باشد.



شکل 8- میزان تغییرات ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های گوشت ترد شده

گوشت‌های با ظرفیت نگهداری آب زیاد که از pH بالا نشأت می‌گیرند، معمولاً از گوشت‌های با pH کم و pH متوسط تردتر هستند (سلطانی‌زاده و کدیور، 1390). در پژوهش‌های انجام شده بهبود ظرفیت نگهداری آب در گوشت‌های نگهداری شده پس از کشتار به اثبات رسیده است (Bertram et al. 2004; Kristensen and Purslow, 2001). این مشاهده به تجزیه پروتئولیتیکی پروتئین‌های سیتواسکلتی، تورم ماتریکس میوفیبریلی و در نهایت افزایش نگهداری آب ماهیچه توسط ساختار گوشت ارتباط داده شده است. همچنین بخیت و همکاران (2014) تاثیر آنزیم‌های میکروبی و گیاهی را بر بهبود تردی گوشت مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که هر دو آنزیم مورد استفاده تاثیر معنی‌داری را بر ظرفیت نگهداری گوشت نشان داده‌اند، در میان آنزیم‌های مورد استفاده آنزیم‌های باکتریایی تاثیر بیشتری را بر بهبود تردی و ظرفیت نگهداری گوشت نشان دادند. راودکوف و همکاران (2013) تاثیر آنزیم‌های پروتئولیتیک را بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و تردی گوشت گاو مورد بررسی قرار دادند که نتایجی مشابه با نتایج مطالعه حاضر را

افزایش دهد. همچنین نتایج نشان داد که آنزیم قارچی در غلظت‌های مختلف برخی از پروتئین‌های گوشت را تجزیه کرده و آن‌ها را به واحدهایی با وزن مولکولی کوچک‌تر تبدیل کرده است. با افزایش

جدول 4- میانگین امتیاز حسی و انحراف استاندارد نمونه‌های حاوی پروتئین‌های قارچی

تیمار	تردی	آبداری	رنگ	بافت	پذیرش کلی
Blank	3/2±19 ^c	3/5±09 ^c	4/4±11 ^a	3/4±00 ^b	4/2±06 ^a
AN (0.0025)	3/9±37 ^b	3/8±38 ^c	4/4±05 ^a	3/5±1 ^a	4/2±11 ^a
AN (0.005)	4/35±61 ^a	4/2±51 ^b	4/2±12 ^b	3/4±12 ^b	4/1±02 ^b
AN (0.01)	4/41±34 ^a	4/8±18 ^a	4/0±11 ^c	3/2±24 ^c	4/0±41 ^c

منابع

- سلطانی زاده ن، کدیور م، کرامت ج، فضیلتی م، 1386. مقایسه میزان تردی عضله سمی تندینوسوس گوساله و شتر با بررسی میزان تجزیه میوفیبریل‌ها. هفدهمین کنگره ملی صنایع غذایی، 23-24 آبان، ارومیه، ایران.
- شکرفروش، س ش، امین لاری م، صباغ ن، 1388. بررسی مقایسه ای تاثیر آنزیم فیسین بر حالیت و الگوی الکتروفوریتیک پروتئین‌های گوشت گاو و گوساله. مجله تحقیقات دامپزشکی. 69(1):1-6.
- AACC, 1983. Approved Methode of the AACC. Complid and published by the Approved method commite. usa .
- Aktas N, Aksu MI, Kaya M, 2003. The effect of organic acid marination on tenderness, cooking loss and bound water content of beef .
- Aktas N, Kaya MI, 2001. Influence of weak organic acids and salts on the denaturation characteristics of intramuscular connective tissue-A differential scanning calorimetry study. *Meat Science*, 58, 413-419 .
- Al-Shehri M, Abdul-Rahman, Yassar S, 2004. Production and some properties of protease produced by *Bacillus licheniformis* isolated from Tihametaseer, Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7, 1631- 1635 .
- Arshad MS, Kwon JH, Imran M, Sohaib M, Aslam A, Nawaz I, Javed M, 2016. Plant and bacterial proteases: A key towards improving meat tenderization, a mini review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1261780.
- Ashie INA, Sorensen TL, & Nielsen PM, 2002. Effects of Papain and a Microbial Enzyme on Meat Proteins and Beef Tenderness. *Food Science*, 67(6), 2138-2142.
- Bhaskar N, Benilaa T, Radha C, Lalitha RG, 2008. Optimization of enzymatic hydrolysis of visceral waste proteins of Catla (Catla catla) for preparing protein hydrolysate using a commercial protease. *Bioresource Technology*, 99(2), 335-343.
- Booth MA, Warner-Smith RJ, Allan GL, Glencross BD, 2004. Effects of dietary astaxanthin source and light manipulation on the skin colour of Australian snapper *Pagrus auratus* (Bloch and Schneider, 1801). *Aqua Res*, 35(1), 458-464.
- Burdette C, Breidenstein D, Kinsman and Kotula AW, 2012. Muscle Foods: Meat Poultry and Seafood Technology (Vol. 574): *Springer Science & Business Media - Technology & Engineering*.
- Casaburia A, Monaco RD, Cavella S, Toldrá F, Ercolini D, Villani F, 2008. Proteolytic and lipolytic starter cultures and their effect on traditional fermented sausages ripening and sensory traits. *Food Microbiology*, 25(2), 335-347.
- Desmond EM and Troy DJ, 2001. Effect of lactic and citric acid on Low-value Beef used for emulsion-type Meat Products. *Lebensm.-Wiss.u. - Technol*, 34, 374-379 .
- Devi MK, Banu AR, Gnanaprabhal GR and Pradeep BV, 2008. Palaniswamy M. Purification, characterization of alkaline protease enzyme from native isolate *Aspergillus niger* and its compatibility with commercial detergents. *Indian journal of Science and Technology*, 1, 1-6 .
- Devlin TM, 2002. Text Book of Biochemistry with Clinical Correlations (5 ed.): Wiley & Sons.
- Englund PT, King TP, Craig LC, Walti, A, 1968. Studies on ficin. I. Its isolation and characterization. *Biochemistry*, 7, 163-175 .
- Ergezer H and Gokce R, 2011 . Comparison of marinating with two different types of marinade on some quality and sensory characteristics of turkey breast meat. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10, 60-67 .
- Fizman SM, Lluç MA and Salvador A, 1999. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and

- yoghurt and on their rheological properties. *International Journal*, 9, 895-90.
- Flores M, Toldrá F, 2011. Microbial enzymatic activities for improved fermented meats. *Trends in Food Science & Technology*, 22(2-3), 81-90.
- Fuji R, 1969. Chromatophores and pigments. In: Hoar WS, Randall DJ (eds) *Fish physiology. Reproduction and growth. Bio luminescence pigments and poisons*. Academic Press, New York. Vol. 111, pp.: 301-353.
- Gupta A and Khare SK, 2007. Enhanced production and characterization of a solvent stable protease from solvent tolerant *Pseudomonas aeruginosa*. *Enzyme and Microbial Technology*, 42(1), 11-16 .
- Ha M, Bekhit AED, Carne A, Hopkins DL, 2013. Comparison of the Proteolytic Activities of New Commercially Available Bacterial and Fungal Proteases toward Meat Proteins. *Journal of Food Science*, 78(1), 170-C177. doi: 10.1111/1750-3841.12027
- Ha M, Bekhitb AED, Carne A, 2014. Effects of l- and iso-ascorbic acid on meat protein hydrolyzing activity of four commercial plant and three microbial protease preparations. *Food Chemistry*, 149(1), 1-9.
- Hinkle HB, 2010. Acid marination fortenderness enhancement of beef bottom round. University of Nebraska Lincoln .
- Hertog-Meischke MJA, Smulders FJM, Logtestijn F Van JN and Knapen F, 1997. Effects of electrical stimulation on the water-holding capacity and protein denaturation of tow bovine muscle. *J of Animal Sci*. 75 : 118 - 24.
- Istrati D, Vizireanu C, Dima F, Dinică R, 2012. Effect of margination with proteolytic enzymes on quality of beef muscle. *Scientific Study and Research*, 13(1), 81-89 .
- Kaya A, Belibagli KB, 2002. Rheology of solid Gaziantep Pekmez. *Journal of Food Eng*, 54, 221-226.
- Lee YS, Owens CM, Meullenet JF, 2009. Changes in Tenderness, Color, and Water Holding Capacity of Broiler Breast Meat during Postdeboning Aging. *Journal of Food Science*, 74(1), 449-454.
- Li P, Wang T, Mao Y, Zhan Y, Niu L, Liang R and Luo X, 2014. Effect of Ultimate pH on Postmortem Myofibrillar Protein Degradation and Meat Quality Characteristics of Chinese Yellow Crossbreed Cattle. *Scientific World Journal*, 8 .
- Lorenz TR, 1998. A review of astaxanthin as a carotenoid and vitamin source for sea bream. *Nature rose Technical Bulletin*. Cyanotechnology. Hawaii, USA., 52.
- Naafi MH, Zeinoaldini S, Mohammadi H, Hopkinsb EN, Ponnampalam DL, 2012. Performance, carcass traits, muscle fatty acid composition and meat sensory properties of male Mahabadi goat kids fed palm oil, soybean oil or fish oil. *Meat Science*, 92, 848-854 .
- Naveena BM, Mendiratta SK, Anjaneyulu ASR, 2004. Tenderization of Buffalomeat using proteases from *Cucumis trigonus* Roxb (Kachri) and *Zingiber Officinale* Roscoe (*Ginger rhizome*). *Meat Science*, 68, 363-369
- Ovissipour M, Abedian A, Motamedzadegan A, Rascoc B, Safari R, Shahirie H, 2009. The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysates from Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) viscera. *Food Chemistry*, 115(1), 238-242.
- Papadopoulos LS, Miller RK, Rinder LJ, Cross HR, 1991. Sodium Lactate Effect on Sensory Characteristics, Cooked Meat Color and Chemical Composition. *Journal of Food Science*, 56, 621-626.
- Qihea C, Guoqinga H, Yingchunb J and Huia N, 2006. Effects of elastase from a *Bacillus* strain on the tenderization of beef meat. *Food Chemistry*, 98(4), 624-629.
- Rawdkuen S, Benjakul S, 2012. Biochemical and microstructural characteristics of meat samples treated with different plant proteases. *African Journal of Biotechnology*, 11(76), 14088-14095.
- Ryder K, Bekhitb AED, McConnell M, Carne A, 2016. Towards generation of bioactive peptides from meat industry waste proteins: Generation of peptides using commercial microbial proteases. *Food Chemistry*, 208(1), 42-50.
- Rydera K, Haa M, Bekhitb AED, Carne A, 2015. Characterisation of novel fungal and bacterial protease preparations and evaluation of their ability to hydrolyse meat myofibrillar and connective tissue proteins. *Food Chemistry*, 172(1), 197-206.
- Sawyer JT, Apple JK, Johnson ZB, 2008. The impact of lactic acid concentration and sodium chloride on pH, water-holding capacity, and cooked color of injection-enhanced dark-cutting beef. *Meat Science*, 79, 317-325.
- Sullivan GA, Calkins SR, 2010. Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. *Meat Science*, 85(4), 730-734.
- Walsha H, Martinsa S, O'Neill EE, Kerrya JP, Kennyb T and Ward P, 2010. The effect of sodium lactate, potassium lactate, carrageenan, whey protein concentrate, yeast extract and fungal proteinases on the cook yield and tenderness of bovine chuck muscles. *Meat Science*, 85(2), 230-234 .
- Warriss PD, 2000. *Meat science - an introductory text*. CABI Publishing, UK, 310 p .
- Willy N, 2011. *Meat Tenderizer*: Culp Press - Juvenile Nonfiction.
- Zeola NM, Souza BL, Sobrinho PA, Souza AG, Pelicano ERL, Leonel FR, Boiago MM, 2003. Methods of cooking and its influence on meat quality of lamb. 49th International Congress of Meat Science and Technology-ICoMST

Effect of *Aspergillus niger* protease on beef tenderness

SH. Mahdikhani, N. Esmailkhani, A. Mohammadi

Received: 2016.12.04

Accepted: 2017.06.04

Introduction: Meat quality is always very important for consumers. Tenderize meat one way to improve the quality of Meat and its products. In the study effect of three levels (0.0025, 0.005 and 0.01 percent) of protease produced by *Aspergillus niger* on meat tenderness during the 28 days of storage at 4 ° C were studied. Then treatments to control the physicochemical and sensory characteristics were evaluated. In this study tests the total soluble protein, moisture content, pH, colorimetric, texture analysis, water holding capacity and sensory evaluation of meat quality parameters were used. The results of the tests carried out showed that soluble proteins, pH and moisture content levels generated by increasing the enzyme from 0.0025 to 0.01 percent was significantly increased ($P < 0.05$). But on the rigidity by increasing the enzyme decreased firmness. Results also showed that water holding capacity has decreased, but all treatments during storage period 0/01 enzyme treatment showed the highest capacity at the end. Brightness index (L^*) and yellowness index (b^*) during maintenance treatments reduce the redness index (a^*) increased. The sensory characteristics of diet supplemented with 0.0025% of fungal enzymes and control the admission showed more acceptable. So this study using *Aspergillus niger* enzyme for use in to tenderize meat it considers appropriate.

Materials and methods: For this purpose, 4 samples of 500 grams of Rhomboideus muscle from the 1.5-year-old Holstein male calf from the Rock Company slaughterhouse were immediately prepared for killing. Samples were stored in a refrigerator at 4 ° C for 48 to 72 hours. Each muscle was maintained as a non-injectable control unit (control sample). Then injected into three other parts of the enzyme solution. Protein solution of *Aspergillus Niger* was obtained from the Iranian Institute of Science and Technology. Then injection of the extracts of the enzyme into the sequences by the injector with 0.01% (AN 0/01), 0.005% (AN 0/005) and 0.0025% (AN 0/0025) (Mg / 100 grams of meat) of fungal protease separately into meat pieces. The pieces of meat were treated using an injector with 4 needles in each row with 10 needles with a spacing of 2.8 cm and a pressure of 35 injections. After injection, the muscle samples were packed under vacuum and immediately stored at 4 ° C for 28 days. On the days 1, 7, 14, 21 and 28, the relevant tests were performed on the treatments. To measure the pH, 10 g of the milled meat was mixed in 90 g of deionised water. The prepared mixture was then plated with a rough filter paper (average watten-diameter of 150 mm). Finally, pH was measured using a digital pH meter. The homogeneous moisture content of the meat samples was measured using the oven method and according to AOAC standard No. 46/950. The basis of the test is based on the measurement of total nitrogen in foods, assuming that all N is a protein type and is based on the coefficients of N-to-protein conversion. To determine the protein values, use the method outlined in AOAC (1996). Used. To measure the protein, the Kjeldahl method was used by the Kjeldahl machine constructed in Japan. The color of the meat was measured by a color spectrometer (CR-300, Minolta, Co. Ltd., Japan) every seven days. White tile with b^* : 1.72; a^* : -0.02; L^* : 97.46 is considered as reference. This test was performed to examine the tissue texture strength of the specimens by using Feismann et al. (1999) by Brookfield Engineering Laboratories, USA at 4 ± 2 ° C. In this test, a cylindrical probe with a smooth cross-section with a diameter of 12.7 mm and a speed of 1 ml / sec was used. In order to measure the water holding capacity, the amount of water extracted from the cutting surface of meat samples under 500 psi pressure and 1 minute time to the filter cassette was accurately weighed to 0.001 g and was expressed as extractable moisture content. The evaluation of sensory features in terms of five factors including hardship, substrate, texture, color and general acceptance was performed using 10 evaluated trainees by Hedonic method by completing an evaluation questionnaire. To each of the mentioned factors, the privilege was allocated from 1 to 5. The way to score was based on the fact that the number 5 represents the highest score and the number 1 represents the lowest score all experiments were performed in a completely randomized design with three replications. Means were compared using SPSS 21 and based on Duncan's tests at 5% level. The resulting charts in the 2013 excel software were drafted and compared.

Results & Discussion: There are several ways to improve the quality of meat and its better use in the production of meat products. One of these methods is to increase the solubility of the meat proteins and, consequently, to crumble and increase the properties of the emulsion and other functional properties such as increasing water holding capacity. Today the effects of the enzymes in plants, bacteria and fungi have been investigated. In this study, the *Aspergillus Niger* fungal enzyme was used to crust meat. One of the results of this study is that the fungal enzymes have been able to greatly increase the water content of the water, pH and soluble proteins in the flesh, due to increasing the duration of the enzyme's effect and the concentration of the enzyme on Insoluble proteins such as collagen and elastin are completely digestible and their nature has changed (Englund et al., 1968). Also, the results show that the enzyme breaks down some of the protein proteins and forms them in smaller molecular weight units. As you can see, increasing the amount of enzyme concentration on meat proteins has increased the amount of crust and solubility of meat proteins.

Keywords: *Aspergillus niger*, Soluble protein, Meat tenderness, pH

ارزیابی اثر اسید لاکتیک بر ویژگی‌های بافتی و الگوی پروتئولیز عضله دو سر ران شتر

یک کوهانه

مهسان ایرجی^{فر1} - محمد جواد وریدی^{2*} - مهدی وریدی² - یونس زاهدی³

تاریخ دریافت: 1396/03/03

تاریخ پذیرش: 1396/10/26

چکیده

در این تحقیق اثر ماریناد اسید لاکتیک (در چهار غلظت صفر، 0/5، 1 و 1/5 درصد) و کلرید سدیم (2 درصد) طی زمان‌های غوطه‌وری صفر، 24، 48 و 72 بر ویژگی‌های بافتی، حسی و الگوی پروتئولیز عضله دو سر ران (*Biceps femoris*) شتر یک کوهانه بررسی شد. طول سارکومر، شاخص تجزیه میوفیبریل، نیروی برشی وارنر - براترلر، میزان کلاژن، آنالیز حسی و الگوی پروتئولیز پروتئین‌های میوفیبریلی با استفاده از SDS-PAGE مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش غلظت اسید و زمان نگهداری نمونه‌ها، میزان نیروی برشی و کلاژن کاهش پیدا کرد درحالی‌که شاخص تجزیه میوفیبریل و طول سارکومر افزایش یافت. همچنین نتایج حاصل از SDS-PAGE نشان داد که اثر زمان بر مساحت باند (به‌عنوان شاخصی از پروتئولیز) زنجیره سنگین میوزین معنی‌دار نبود ($p>0/05$). درحالی‌که غلظت اسید اثر افزایشی معنی‌داری بر مساحت زنجیره سنگین داشت ($p<0/05$). در رابطه با پروتئین‌های α -اکتینین و اکتین هم غلظت و هم زمان اثر معنی‌دار و افزایشی در مساحت داشتند ($p<0/05$)، اما بر سایر باندها اثر معنی‌داری گزارش نشد ($p>0/05$). ارزیابی حسی نیز حاکی از تاثیر معنی‌دار ماریناد بر تردی و پذیرش کلی گوشت بود، به‌طوری‌که غلظت 1/5 درصد اسید بیشترین پذیرش و تردی را نشان داد ($p<0/05$). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که ماریناد اسید لاکتیک می‌تواند به‌عنوان یک روش مؤثر بر ویژگی‌های بافتی و پروتئولیز عضله دوسر ران شتر به‌کار رود.

واژه‌های کلیدی: اسید لاکتیک، ویژگی‌های بافتی، شتر، عضله دوسر ران

مقدمه

بعد از دهه 90 میلادی به علت خشک‌سالی‌های زیاد، توجه کشورها به لزوم افزایش تحقیقات علمی در زمینه پرورش شتر معطوف گردید زیرا به‌عنوان یک دام مولد می‌تواند در شرایط بحرانی نیاز جامعه را با تولیدات خود تأمین کند (Faye and Bonnet, 2012). از طرفی با افزایش تقاضا برای مصرف گوشت شتر، توجه به کیفیت و ترکیبات شیمیایی آن اهمیت بیشتری پیدا کرده است. گوشت شتر در مقایسه با گوشت گاو یک فراورده سالم محسوب می‌شود، زیرا دارای چربی و کلسترول کمتر و اسیدهای چرب چند غیراشباعی بیشتر است (Kadim et al., 2009 a & 2006). اما مقدار کلسیم گوشت شتر بیشتر از گوشت گاو بوده و سفت بودن آن تا حدودی مربوط به این مسئله است (Kadim et al., 2008). نظریه اینکه در بین ویژگی‌های کیفی گوشت، بافت بیشترین اهمیت را از

نظر مصرف‌کننده دارد، بنابراین ماریناد اسیدی می‌تواند از طریق نفوذ محلول و انتشار آن در طی زمان به‌عنوان یک روش مؤثر جهت بهبود تردی استفاده شود (Yusop et al., 2010). Hosseini و Esfahani Mehr (2015) اثر اسیدهای لاکتیک و سیتریک را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و الگوی الکتروفورزی برگر گوشت گاو بررسی کردند. Monahan و Burke (2003) تأثیر اسیدهای آلی (استیک، سیتریک و لاکتیک) و مخلوط آب مرکبات را به‌عنوان عامل تردکننده بر پارامتر تردی گوشت گاو گزارش کردند. Desmond و Troy (2001) تأثیر اسیدهای لاکتیک و سیتریک را بر گوشت گاو با ارزش پایین (که به دلیل بالاتر بودن مقدار بافت هم‌بند در آن‌ها سفت‌تر هستند) مورد استفاده برای فراورده‌های گوشتی بررسی کردند. همچنین محققان دیگر اثرات اسید سیتریک و استیک بر پارامترهای کیفی به‌ویژه تردی را مورد بررسی قرار دادند (Oreskovich et al., 1993) : Oreskovich et al., 1993؛ ke et al., 2009؛ Klinhom et al., 2011). اسید لاکتیک عموماً به‌عنوان یک اسید طبیعی که محصول تخمیر طی تولید مواد غذایی است شناخته شده است. در صنعت گوشت از اسید لاکتیک طی مراحل کشتار و فراوری، به‌عنوان یک ترکیب دارای خاصیت ضد میکروبی و به‌منظور جلوگیری از گسترش باکتری اشرشیاکلی O157:H7 و باکتری‌های بیماری‌زای دیگر استفاده می‌شود. این اسید

1 و 2- به‌ترتیب دانشجوی دکترا و دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
3- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

(*) - نویسنده مسئول: (Email: mjvaridi@um.ac.ir
DOI: 10.22067/iftstr.v0i0.64625

همزمان با خاصیت ضد میکربی باعث بهبود تردی گوشت نیز می‌گردد (Hinkle et al., 2010). از طرفی با توجه به مصرف گسترده اسید لاکتیک در صنایع غذایی و اینکه تاکنون در زمینه اثر همزمان اسید لاکتیک و کلرید سدیم بر روی گوشت شتر مطالعه‌ای صورت نگرفته است. این تحقیق با هدف ارزیابی اثر اسید لاکتیک و کلرید سدیم بر ویژگی‌های بافتی، حسی و الگوی پروتئولیز گوشت شتر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

تعداد 6 نفر شتر با سن تقریبی 6-7 سال انتخاب و با روش متداول در کشتارگاه صنعتی مشهد کشتار شده و پس از 24 ساعت نگهداری در یخچال (5 ± 2 درجه سانتی‌گراد)، عضله بایسپس فمورس جدا و جهت انجام آزمایشات به آزمایشگاه منتقل گردید. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از درجه آزمایشگاهی برخوردار بودند و از شرکت‌های مرک (آلمان) و سیگما (آمریکا) تهیه شدند.

آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌های تهیه شده در شرایط سرد سریعاً به آزمایشگاه گوشت منتقل و لایه‌های مشهود چربی آن تا حد الامکان حذف گردید. در این مرحله گوشت به قطعاتی با ابعاد $2 \times 5 \times 2$ سانتی‌متر معکب تقسیم شد. وزن تمامی نمونه‌ها در این مرحله یادداشت گردید. سپس در محلول‌های ماریناد شامل اسید لاکتیک با غلظت‌های صفر، 0/5، 1، 1/5 درصد به همراه نمک کلرید سدیم 2 درصد غوطه ور گردید. لازم به ذکر است pH محلول‌های ماریناد شده با اسید در محدوده 2/11-2/38 قرار داشت. بعد از غوطه‌وری، به منظور افزایش بازدهی و یکنواخت شدن توزیع محلول‌های اسیدی در قسمت‌های مختلف گوشت، نمونه‌ها در داخل محلول‌های اسیدی طی مدت زمان‌های صفر، 24، 48 و 72 ساعت در دمای یخچال نگهداری گردیدند (نسبت محلول به گوشت 4 به 1 در نظر گرفته شد، به‌طوری که نمونه‌های گوشت کاملاً در محلول‌های ماریناد غوطه‌ور شده بودند). بعد از گذشت زمان‌های مربوطه، نمونه‌های گوشت از داخل محلول‌ها خارج شده و پس از خشک کردن محلول اضافی توسط حوله‌های بدون پرز، روی آنها آزمایش‌های ذیل روی نمونه‌های گوشت انجام گرفت.

ترکیب شیمیایی (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر)

برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی گوشت شتر (رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر) از استاندارد AOAC (2002) استفاده گردید.

طول سارکومر

برای اندازه‌گیری طول سارکومر از روش Botha و همکاران (2007) استفاده شد. مقدار 4 گرم نمونه با ابعاد $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$ داخل

ظرفی حاوی 10-15 میلی‌لیتر محلول 2/5 درصد وزنی - حجمی گلو تاریک دی‌آلدهید A (شامل گلو تاریک دی‌آلدهید 2/5 درصد، کلرید پتاسیم 0/1 مولار، اسید بوریک 0/039 مولار و تری تریپلکس III 5 میلی‌مولار) به یخچال منتقل گردید. پس از گذشت 24 ساعت، قطعه گوشت از محلول خارج شده و وارد 15 میلی‌لیتر محلول 2/5 درصد وزنی - حجمی گلو تاریک دی‌آلدهید B (شامل گلو تاریک دی‌آلدهید 2/5 درصد، کلرید پتاسیم 0/25 مولار، اسید بوریک 0/29 مولار و تری تریپلکس III 5 میلی‌مولار) گردید و تا زمان هموژنیزاسیون در یخچال نگهداری گردید. پس از طی این زمان، ابتدا قطعه گوشت از ظرف خارج و به فالكون 50 میلی‌لیتری انتقال داده شد و 15 میلی‌لیتر محلول 2/5 درصد وزنی - حجمی گلو تاریک دی‌آلدهید B به آن اضافه گردید. سپس توسط هموژنایزر با دور 17000 rpm به مدت 30 ثانیه هموژنیزه شد. سپس یک قطره از محلول روی لام منتقل شده و تصویربرداری به‌وسیله میکروسکوپ نوری (Olympus, BH2، ژاپن) متصل به دوربین (Olympus، ژاپن) با بزرگنمایی $100 \times$ انجام شد. در انتها تصاویر به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار Image J آنالیز شدند.

شاخص تجزیه میوفیبریل (MFI)¹

شاخص تجزیه میوفیبریل با روش زاهدی و همکاران (1393) اندازه‌گیری شد. برای این منظور، 4 گرم گوشت چرخ شده با 40 میلی‌لیتر بافر MFI (متشکل از کلرید پتاسیم 100 میلی‌مولار، فسفات پتاسیم (pH معادل 7) 20 میلی‌مولار K_2HPO_4 10 میلی‌مولار + KH_2PO_4 10 میلی‌مولار، EDTA 1 میلی‌مولار، کلرید منیزیم 1 میلی‌مولار و آزید سدیم 1 میلی‌مولار) به لوله فالكون منتقل گردید و به مدت 30 ثانیه توسط اولتراتوراکس (T25 Digital, Ultra-Turrax, IKA, آلمان) با دور 8000rpm هموژن گردید. سپس مخلوط حاصل از هموژنیزاسیون به مدت 15 دقیقه با نیروی $1000 \text{ g} \times$ سانتریفوژ شد. پس از دور ریختن محلول رویی، مجدداً به رسوب موجود در فالكون، 40 میلی‌لیتر بافر MFI اضافه گردید و به مدت 15-10 ثانیه ورتکس شد. پس از سانتریفوژ کردن با نیروی $1000 \text{ g} \times$ به مدت 15 دقیقه و دور ریختن محلول رویی، 10 میلی‌لیتر بافر MFI به رسوب موجود در فالكون اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت 15-10 ثانیه ورتکس گردید و از توری با مش 18 عبور داده شد و 10 میلی‌لیتر دیگر بافر MFI برای شست‌وشوی باقیمانده رسوب پشت صافی اضافه شد. غلظت پروتئین محلول زیر صافی از طریق روش بیورت تعیین شد. منحنی استاندارد این نمونه توسط آلبومین سرم گاوی تهیه شد. پس از تعیین غلظت پروتئین موجود در سوسپانسیون، غلظت محلول پروتئینی تا $0/5 \text{ mg/ml}$ با استفاده از

1 Myofibrillar Fragmentation Index (MFI)

رنگی داخل آن که در اثر اکسید شدن هیدروکسی پرولین به وسیله کلرامین-T و تبدیل آن به پیرو² ایجاد شده بود در طول موج 558±2 نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر قرائت گردید. به منظور تعیین میزان هیدروکسی پرولین نمونه‌های مجهول ابتدا منحنی کالیبراسیون با استفاده از محلول استاندارد هیدروکسی پرولین تهیه گردید. سپس به ترتیب میزان هیدروکسی پرولین و کلاژن از فرمول‌های زیر محاسبه گردید.

$$H, g/100 gr = (2.5h)/(m \times v) \quad (2)$$

$$B, g/100 gr = H \times 8 \quad (3)$$

h: میزان هیدروکسی پرولین بر حسب میکروگرم در 2 میلی‌لیتر محلول صاف شده T، m: وزن نمونه برداشتی برای آنالیز، V: حجم محلول صاف شده برداشتی برای تهیه رقت تا 100 میلی‌لیتر در مرحله هیدرولیز، B: بافت پیوندی کلاژنی موجود در نمونه مورد آنالیز.

الکتروفورز SDS-PAGE

به منظور استخراج پروتئین‌های میوفیبریلی و شناسایی الگوی پروتئولیز از روش الکتروفورز یک بعدی استفاده گردید. 2/5 گرم گوشت چرخ شده از هر نمونه با 25 میلی‌لیتر محلول بافر حاوی ساکارز 0/25 مولار، تریس 0/05 مولار و EDTA 1 میلی مولار، با دور 16000rpm به مدت 30 ثانیه هموژن شد. سپس به مدت 10 دقیقه با نیروی 1000xg سانتریفیوژ گردید و محلول رویی دور ریخته شد. رسوب باقیمانده با 25 میلی‌لیتر محلول بافر حاوی تریس 0/05 مولار و EDTA 1 میلی مولار مخلوط شده و پس از ورتکس، مجدداً به مدت 10 دقیقه با نیروی 1000xg سانتریفیوژ گردید و مایع رویی دور ریخته شد. در مرحله بعدی استخراج توسط 25 میلی‌لیتر محلول KCl 0/15 مولار انجام شد. به قسمت جامد باقیمانده که در واقع پروتئین‌های میوفیبریلی جدا شده بود، 10 میلی‌لیتر بافر MFI اضافه شد و تا زمان الکتروفورز در دمای یخچال نگهداری گردید. مقدار پروتئین هر نمونه پروتئین‌های میوفیبریلی بر اساس روش بیورت با پروتئین استاندارد سرم آلبومین گاوی اندازه‌گیری گردید. برای تفکیک اجزای مختلف پروتئینی نمونه‌ها از الکتروفورز ژل پلی‌آکریل‌امید در حضور سدیم دودسیل سولفات استفاده گردید. ابعاد ژل مورد استفاده 8×10 سانتی‌متر مربع بوده و همچنین دستگاه مورد استفاده در این آزمون، الکتروفورز عمودی (Bio-Rad، Mini-PROTEAN Tetra Cell)، بافر ژل Rad، امریکا) استفاده شد. لازم به ذکر است که برای بافر ژل متراکم‌کننده³ و بافر ژل جداکننده⁴ به ترتیب از محلول تریس-اسید

بافر MFI رقیق شد و دوباره جذب با روش بیورت قرائت گردید. سپس عدد جذب حاصل در 200 ضرب شد تا MFI واقعی به دست آید.

$$MFI = A_{540} \times 200 \quad (1)$$

آنالیز بافت

مقدار نیروی لازم برای برش دادن نمونه‌های تیمار شده گوشت به روش Byrne و همکاران (2000) و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (TA، XT plus، Stable Micro Systems، انگلیس) اندازه‌گیری شد. 50 گرم نمونه گوشت با ضخامت حدود 1/5 سانتی‌متر از هر یک از تیمارهای گوشت جدا شده و داخل کیسه پلاستیکی پلی‌اتیلنی قرار گرفت. سپس کیسه پلاستیکی حاوی گوشت داخل بن ماری با دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار داده شد. پس از طی زمان تعیین شده، کیسه پلاستیکی حاوی نمونه در زیر شیر آب سرد گردید. سپس گوشت از داخل کیسه بیرون آورده شد و سطح آن توسط دستمال حوله‌ای خشک شده و توزین گردید. نمونه‌ها 24 ساعت داخل یخچال نگهداری شد. سپس قطعات گوشت تهیه شده به گونه‌ای در دستگاه قرار گرفتند که تیغه وارنر- براترلر بتواند به‌طور عمودی و با سرعت 200 میلی‌متر بر دقیقه فیبرهای عضله را قطع نماید و سپس نتایج بر اساس نیوتن گزارش گردید.

آزمون کلاژن

اندازه‌گیری میزان کلاژن با استفاده از AOAC (1993) انجام شد. جهت هیدرولیز، 4 گرم نمونه چرخ شده به همراه 35 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 7 نرمال در ارلن مایر اضافه گردید. سپس آن را داخل آون با دمای 105±1 درجه سانتی‌گراد و به مدت 16 ساعت قرار داده شد. پس از این مرحله محتویات داخل ارلن مایر به‌صورت گرم به داخل بالن منتقل شده و تا حجم 500 میلی‌لیتر با آب به حجم رسانده شد. در مرحله بعدی به کمک یک عدد کاغذ صافی به داخل ارلن مایر صد میلی‌لیتر صاف گردید. سپس از نمونه‌های صاف شده به میزان 5 میلی‌لیتر برداشته و در داخل بالن ژوژه صد میلی‌لیتر منتقل نموده و آنگاه با کمک آب مقطر به حجم رسانیده و در مرحله بعدی مقدار 2 میلی‌لیتر از رقت به‌دست آمده را به‌صورت دوتایی در لوله آزمایش ریخته و یک میلی‌لیتر محلول کلرامین (T 1/4 درصد) اضافه نموده و به مدت 18-22 دقیقه در دمای اتاق نگهداری و بالاخره یک میلی‌لیتر معرف رنگی (4- دی‌متیل آمینو بنزالدهید)¹ روی آن ریخته و پس از مخلوط نمودن در لوله را بسته و در بن ماری با حرارت 60±5 به مدت 15 دقیقه قرار داده شده و پس از آن زیر شیر آب سرد به مدت سه دقیقه خنک گردید. سپس میزان جذب نوری محلول

2 Pyrole
3 Stacking Buffer
4 Resolving Buffer

1 4-dimethylaminobenzaldehyde

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل و با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی در این پژوهش درصد محلول‌های ماریناد (صفر، 0/5، 1 و 1/5 درصد) و مدت زمان غوطه‌وری در محلول‌های ماریناد (صفر، 24، 48/72 ساعت) بود. آنالیز واریانس نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه 19، 2010)، صورت گرفت و مقایسه میانگین‌های اثرهای اصلی به‌وسیله آزمون دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS در سطح اطمینان 95 درصد ($p < 0/05$) انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین مقادیر رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در عضله دو سر ران شترهای مورد بررسی به‌ترتیب برابر $75/67 \pm 1/48$ ، $20/87 \pm 1/43$ ، $2/38 \pm 0/98$ ، $1/05 \pm 0/07$ درصد حاصل گردید.

طول سارکومر

شدت انقباض عضلات پس از کشتار توسط طول سارکومر بیان می‌شود. بر اساس نتایج آنالیز واریانس افزایش غلظت اسید لاکتیک سبب افزایش طول سارکومر به‌طور معنی‌دار گردید ($p < 0/05$)، به‌طوری‌که نمونه‌ها در غلظت صفر اسید دارای کمترین طول سارکومر بوده و اختلاف آماری معنی‌داری با سایر نمونه‌ها داشتند (شکل 1). این احتمال می‌رود که افزودن اسید منجر به افزایش بارهای مثبت خالص روی پروتئین‌های میوفیبریلی و سیئواسکتلی شده و سپس در نتیجه این امر نیروهای دافعه بیشتر بین مولکول‌های پروتئین در میوفیبریل‌ها ایجاد می‌شود. در نهایت تورم ایجاد شده در میوفیبریل‌ها باعث فاصله گرفتن خطوط Z از یکدیگر و افزایش طول سارکومر می‌گردد (سبزی و همکاران، 1394؛ *ke et al.*, 2008). به‌طور مشابهی سبزی و همکاران (1394) بیان کردند که افزایش غلظت آبغوره سبب افزایش طول سارکومر عضله دو سر ران گاو به‌صورت معنی‌دار گردید. Ke و همکاران نیز (2009) گزارش کردند که با کاهش pH عضله به کمتر از 3/52، طول سارکومر عضله نیم و تری گاو افزایش یافت که میزان این افزایش در نمونه‌های قرار داده شده در اسید سیتریک بیشتر از نمونه‌های تیمار شده با اسید سیتریک و تری پلی فسفات سدیم گزارش شد.

بر اساس نتایج آنالیز واریانس، مشابه اثر غلظت، زمان نگهداری در اسید مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر طول سارکومر داشت ($p < 0/05$)، به طوری که نمونه‌ها در زمان صفر و زمان 72 به‌ترتیب کمترین و بیشترین طول سارکومر را به‌خود اختصاص دادند (شکل 2). افزایش طول سارکومر با گذشت زمان در سایر تحقیقات نیز مشاهده شده است. سبزی و همکاران (1394) افزایش طول سارکومر

کلریدریک 0/5 مولار (pH معادل 6/8) و تریس - اسید کلریدریک 1/5 مولار (pH معادل 8/8) استفاده شد و غلظت آکرل آمید نیز برای آن‌ها به‌ترتیب 4 درصد و 12/5 درصد بود. برای این منظور، 50 میکرولیتر محلول ایزوله پروتئینی با غلظت مشخص و 150 میکرولیتر محلول بافر نمونه¹ حاوی مرکاپتواتانول به ایندورف منتقل شده و به خوبی ورتکس گردید. سپس ایندورف‌ها به مدت 20 دقیقه در دمای محیط و 5 دقیقه در بن ماری 90 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از گذشت این زمان و رسیدن دمای نمونه‌ها به دمای محیط 40 میکرولیتر از هر نمونه آماده شده به داخل هر چاهک ژل تزریق شد و دستگاه الکتروفورز به جریان برق با ولتاژ 120 ولت به مدت حدود 1/5 تا 2 ساعت متصل گردید. پس از پایان الکتروفورز، ژل‌های تشکیل شده به مدت 24 ساعت درون محلول کلونیدی آبی درخشان کوماسی G₂₅₀ قرار گرفتند تا رنگ‌آمیزی باندهای پروتئینی انجام شود. سپس رنگ‌بری ژل‌ها توسط اسید استیک 1 درصد به مدت 48 ساعت روی شیکر انجام شد (تعویض محلول رنگبری بعد از 24 ساعت اول). سپس تهیه تصویر ژل‌ها با استفاده از اسکنر (CanoScan 8400F، ژاپن) با رزولوشن‌های 600dpi انجام شد. سپس با کمک نرم‌افزار TotalLab TL120 (ویرایش 2009، Nonlinear Dynamics Ltd، انگلیس) مساحت باند حاصل از ژل‌ها تعیین گردید. تحلیل اختلاف‌های موجود در داده‌های حاصل از نرم‌افزار TotalLab با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 19 صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون دانکن و در سطح احتمال 5% انجام شد (زاهدی و همکاران، 1393).

آزمون حسی

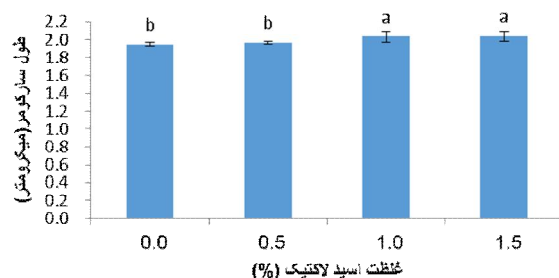
برای انجام آزمون حسی، ویژگی‌هایی همچون رنگ، عطر، طعم، تردی، آبدار بودن و پذیرش کلی توسط 10 داور آموزش دیده (زن و مرد) در مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای² مورد ارزیابی قرار گرفتند. تعریف هر یک از پارامترهای حسی برای داوران بر اساس توضیح هافمن و همکاران (2006 و 2008) صورت گرفت. بدین منظور، 500 گرم گوشت با ضخامت 2/5 سانتی‌متر از نمونه‌ها در زمان 48 جدا شد. سپس نمونه‌ها درون فویل آلومینیومی قرار داده شده و به آون با دمای 120 درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند. پس از رسیدن دمای درونی نمونه‌ها به 72 درجه سانتی‌گراد، گوشت‌های پخته شده به موازات فیبرهای عضله و به ابعاد 1/5 سانتی‌متر برش داده شدند و پس از بسته بندی درون فویل، کدگذاری گردیدند (AMSA، 1995) و در اختیار ارزیاب‌های حسی قرار گرفتند.

¹ Sample Buffer

² Five-points hedonic scale

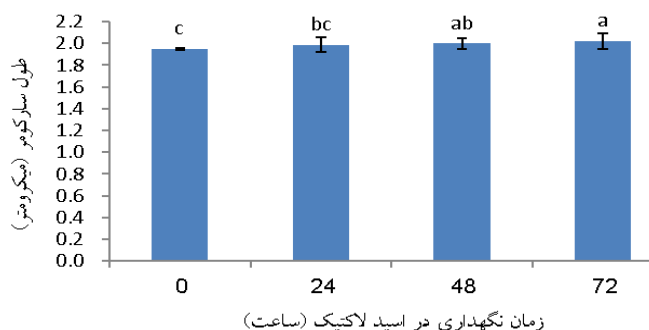
مولار اسید استیک باعث افزایش طول سارکومر در عضلات سینه‌ای عمقی، پستی بزرگ، دنداندار پایینی گوشت گاو گردید

در طی زمان نگهداری در آبغوره را بر روی عضله دوسر ران گاو گزارش کردند. Rao و همکاران (1989) نشان دادند که تیمار 0/01



شکل 1- میانگین طول سارکومر در عضله دو سر ران با غلظت‌های مختلف اسید لاکتیک.

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($p < 0.05$).



شکل 2- میانگین طول سارکومر در عضله دو سر ران در طی مدت نگهداری در اسید لاکتیک.

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($p < 0.05$).

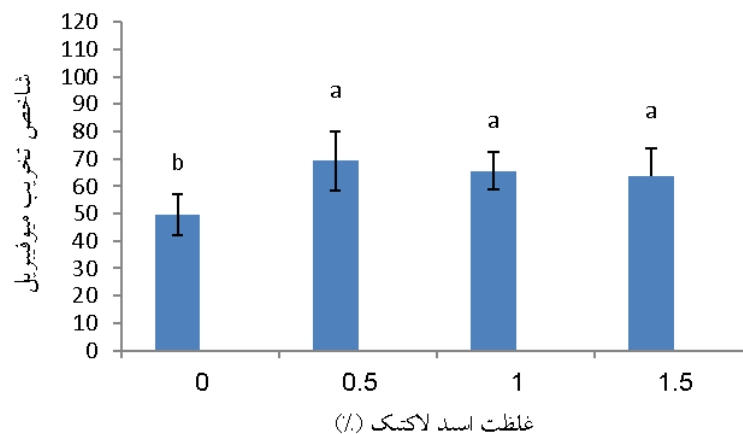
اصلی بالاتر بودن MFI در نمونه‌های ماریناد شده در اسیدها، تجزیه پروتئین‌های میوفیبریلی در اثر فعالیت کاتپسین‌های D (زنجیره سنگین میوزین، اکتین، تروپومیوزین و تروپونین T و I) بوده که در pH اسیدی (محدوده 3-6) فعالیت می‌کنند. همچنین طبق پژوهش Kim و همکاران (2012) با افزایش غلظت سس سوپا میانگین MFI عضله دو سر ران گاو به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد به‌طوری‌که در غلظت 100 درصد بالاترین مقدار MFI عضله مشاهده شد.

با افزایش مدت زمان نگهداری در اسید لاکتیک MFI افزایش یافت (شکل 4) که این افزایش بی‌معنی بود ($p > 0/05$). زیرا قطعات گوشت به مدت طولانی‌تری در pH پایین قرار گرفتند و قاعدتاً بیشتر تجزیه می‌شود. در نتیجه MFI در مقایسه با نمونه با زمان صفر افزایش یافت. MFI پایین‌تر نشان‌دهنده فعالیت پروتئولیتیکی کمتر می‌باشد (زاهدی و همکاران، 1393؛ سبزی و همکاران، 1394).

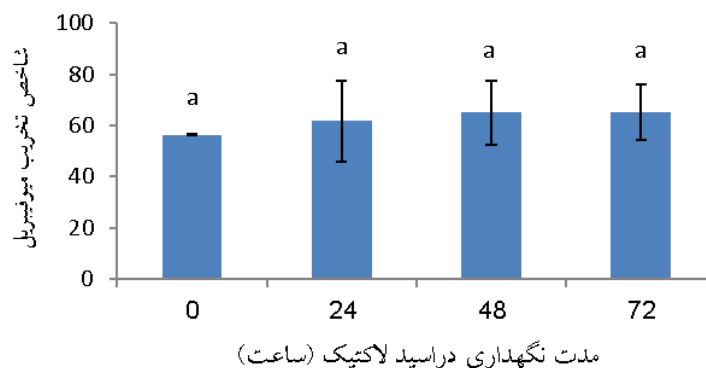
شاخص تخریب میوفیبریل (MFI)

یکی از پارامترهای مهم در کنترل و پیگیری میزان تردی گوشت، اندازه‌گیری شاخص تخریب میوفیبریل¹ می‌باشد. MFI مقیاسی از میانگین طول میوفیبریل‌ها بوده و با تردی ارتباط معنی‌داری دارد؛ هر چه طول میوفیبریل‌ها کوتاه‌تر باشد، تعداد تکه‌های میوفیبریلی موجود در سارکوپلاسم سلول‌های عضلانی بیشتر بوده و در نتیجه گوشت تردتر خواهد بود (Taylor et al., 1995; Olson et al., 1976). همچنین این شاخص می‌تواند تا حدود 50 درصد اختلاف تردی بین گوشت را توجیه نماید (زاهدی و همکاران، 1393؛ Culler et al., 1978). نتایج آنالیز واریانس نشان داد غلظت اسید لاکتیک تاثیر معنی‌داری بر MFI داشت ($p < 0/05$)، به‌طوری‌که میزان این پارامتر در غلظت صفر کمتر از سایر نمونه‌ها بود (شکل 3). احتمالاً علت

1 Myofibrillar Fragmentation Index (MFI)



شکل 3- میانگین شاخص تخریب میوفیبریل در عضله دو سر ران با غلظت‌های مختلف اسید لاکتیک، نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($p < 0.05$).



شکل 4- میانگین شاخص تخریب میوفیبریل در عضله دو سر ران در طی مدت نگهداری در اسید لاکتیک، نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($p < 0.05$).

وارنر-براتزلر (WBSF¹) بر اساس تحقیقات بولمن و همکاران (1997) به این ترتیب تقسیم‌بندی شدند: گوشت ترد 35/084-22/464 نیوتن؛ گوشت با تردی متوسط 52/92-39/984 نیوتن؛ و گوشت سفت 70/658-57/82 نیوتن.

نتایج آنالیز واریانس اسید لاکتیک نشان داد که WBSF گوشت‌های قرار داده شده در بالاترین غلظت اسید (1/5 درصد) دارای

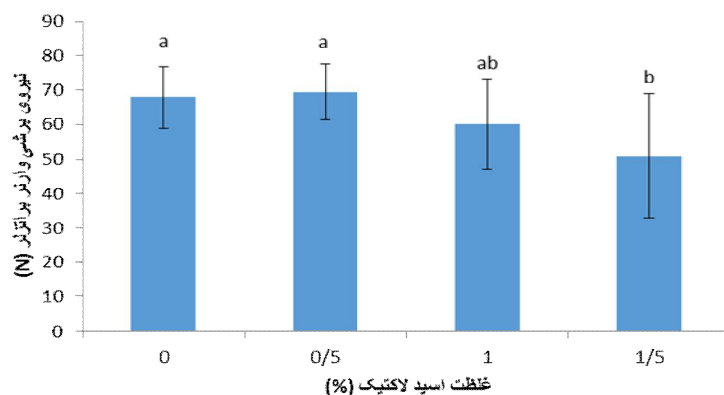
بافت

بافت گوشت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای ارگانولپتیکی، بیشترین اهمیت را از نظر مصرف‌کنندگان به‌خود اختصاص داده است (Yusop *et al.*, 2010). چربی داخل عضلانی، ساختار بافت پیوندی، اندازه فیبرهای عضله، pH و ظرفیت نگهداری آب از جمله عوامل اثرگذار روی مقدار نیروی برشی مورد نیاز عضله هستند (اصغر و پیرسون، 1980). گوشت‌ها از نقطه نظر تردی بر پایه نیروی برشی

1 Warner bratzler shear force

سفتی در غلظت 0/5 درصد در مقایسه با نمونه شاهد معنی‌دار نبود. در توجیه این پدیده می‌توان بیان کرد که غلظت اسید با تأثیر بر ظرفیت نگهداری آب می‌تواند یکی از دلایل تردی گوشت باشد زیرا افزایش مقدار بارهای مثبت خالص منجر به ایجاد دفعه بین گروه‌های پروتئینی با بارهای مشابه، تورم فیبرهای عضله و ایجاد فضا برای آب افزوده شده می‌شود (Hamm et al., 1975) همسو با نتایج این تحقیق، Gault (1985) گزارش کرد که ظرفیت نگهداری آب با سفتی گوشت پخته گاو نسبت عکس دارد. به‌طور مشابه Ertbjerg و همکاران (1995) بیان کردند که اسید لاکتیک 0/3 مولار منجر به کاهش pH به 5/2 گردید که نزدیک نقطه ایزوالکتریک پروتئین‌های میوفیبریلی بوده و بنابراین سبب بهبود بافت نگردید، در حالی که تزریق 1 مولار اسید منجر به تنزل pH تا 4/6 گردید و سفتی گوشت کاهش یافت.

کمترین مقدار بود (شکل 5) و اختلاف آماری معنی‌داری با نمونه‌ها در غلظت صفر و 0/5 درصد داشت ($p < 0/05$). مکانیسم عمل ترد شدن گوشت توسط مارینادهای اسیدی را می‌توان به عوامل مختلفی از قبیل تضعیف ساختمان به دلیل تورم گوشت، تشدید پروتئولیز توسط کاتپسین‌ها و افزایش تبدیل کلاژن به ژلاتین در pH پایین در حین پخت نسبت داد (Berge et al., 2001؛ Offer & Knight, 1988). مشابه یافته‌های این پژوهش، سبزی و همکاران (1394) نیز گزارش کردند که افزایش غلظت آبغوره سبب کاهش WBSF گوشت گاو گردید در حالی که بین نمونه‌های شاهد و نمونه‌های قرار داده شده در کمترین درصد محلول آبغوره (30 درصد) اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. اثر اسید نه تنها به سفتی اولیه گوشت بلکه به غلظت اسید استفاده شده نیز بستگی دارد (Berge et al., 2001). در این مطالعه با افزایش غلظت اسیدها از 0/5 به 1/5 درصد ظرفیت نگهداری آب بالا رفته و میزان سفتی کاهش یافت، هرچند که کاهش



شکل 5- میانگین نیروی برشی در عضله دو سر ران با غلظت‌های مختلف اسید لاکتیک
نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($p < 0/05$).

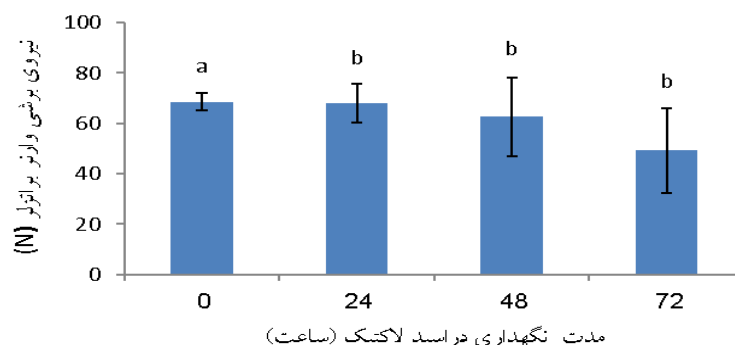
دیگر اختلاف بسیار کمی در نیروی برشی بین نمونه‌های تیمار شده با اسید لاکتیک 0/5 مولار در روز دوم و چهاردهم توسط Berge و همکاران (2001) مشاهده گردید. گزارش شده است که طول سارکومر در گوشت گاو با نیروی برشی وارز - براتزلر رابطه عکس دارد (زاهدی و همکاران، 1393) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. همچنین میزان نیروی برشی وارز - براتزلر با MFI رابطه معکوس داشت به‌طوری که نمونه در زمان و غلظت صفر بیشترین نیروی برشی و کمترین MFI را در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده به‌خود اختصاص دادند.

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که WBSF گوشت‌های قرار داده شده تحت تأثیر زمان نگهداری در اسید لاکتیک کاهش معنی‌دار یافت ($p < 0/05$). به‌طوری که بین نمونه در زمان صفر و نمونه تیمار شده در زمان‌های دیگر اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (شکل 6). این احتمال وجود دارد که افزایش ترکیبات نیتروژنی غیرپروتئینی در طی نگهداری سبب تردی نمونه‌های ماریناد شده باشد. علاوه بر اینها، از آنجا که pH بهینه برای فعالیت کاتپسین‌ها در دامنه 3/5-5 قرار دارد، بنابراین کاهش pH در طی ماریناد کردن سبب افزایش فعالیت پروتئولیتیکی این آنزیم‌ها و تردتر شدن نمونه‌های ماریناد شده در زمان‌های 24، 48 و 72 ساعت در مقایسه با نمونه در زمان صفر گردید (Istrati et al, 2012). در گزارشی

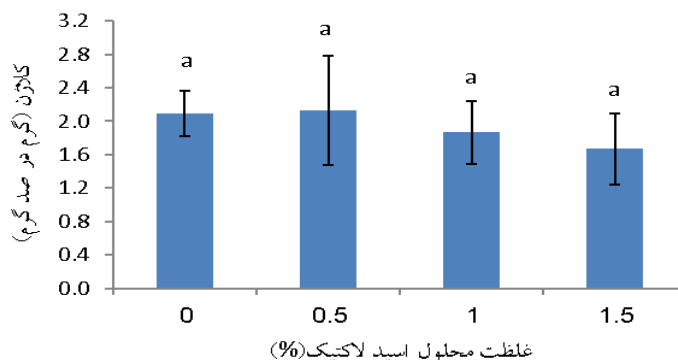
کلاژن

پروتئین‌های بافت پیوندی کم‌محلول‌ترین گروه پروتئین‌ها در سلول‌های عضلانی است. دو پروتئین کلاژن و الاستین بخش عمده پروتئین استروما را تشکیل می‌دهند و به‌طور کلی این پروتئین‌ها می‌توانند تردی گوشت را کاهش دهند. (سلطانی‌زاده و کدیور، 1390). Berge و همکاران (2001) بیان کردند که مکانیسم ترسدازی گوشت به‌وسیله اسید لاکتیک ترکیبی از اثر تضعیف پروتئین‌های میوفیبریلی و تا حد کمتری بافت پیوندی بود، لذا ماریناد کردن به‌خصوص در ارتباط با عضلات غنی از کلاژن که اغلب قطعات گوشت کم ارزش را

ایجاد می‌کند، اهمیت بسیاری جهت بهبود کیفیت گوشت دارد (Gault, 1991). با افزایش سن، میزان اتصالات بین مولکولی پایدار به حرارت در کلاژن بالا رفته (Cross et al., 1973) و می‌تواند دلیلی برای محدود کردن اثر ماریناد بر میزان کلاژن باشد. بر اساس نتایج آنالیز واریانس مطابق با شکل 7 غلظت اسید اثر معنی‌داری بر کلاژن نداشت ($p>0/05$). این احتمال می‌رود غلظت پایین اسید با اینکه روی برخی از پارامترها تأثیر گذاشته است ولی برای تجزیه بافت پیوندی مناسب نیست (Hinkle et al., 2010).



شکل 6- میانگین نیروی برشی در عضله دو سر ران در طی مدت نگهداری در اسید لاکتیک. نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($p<0/05$).



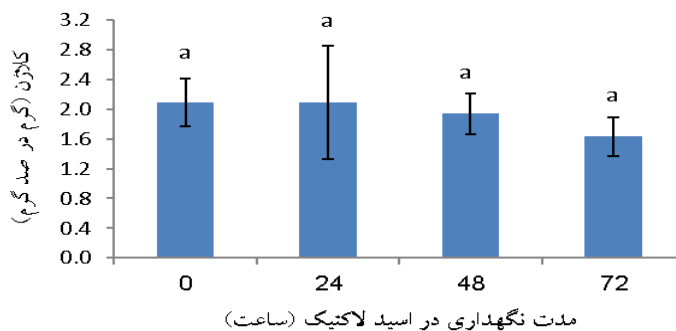
شکل 7- میانگین کلاژن در عضله دو سر ران با غلظت‌های مختلف اسید لاکتیک. نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($p<0/05$).

یافت. از طرفی Klinhom و همکاران (2011) در تحقیقی دیگر کاهش مقدار کلاژن در نمونه‌های ماریناد شده گوشت گاو با محلول 0/05 مولار اسید سیتریک، 15 درصد آب‌لیمو، 15 درصد آب پورکوپین

همچنین مدت نگهداری در اسید (شکل 8) روی مقدار کلاژن نمونه‌های تیمار شده با اسید لاکتیک اثر معنی‌داری نداشت ($p>0/05$)، اما با افزایش مدت زمان نگهداری میزان کلاژن کاهش

در مقایسه با نمونه شاهد به ترتیب 80 درصد و 40 درصد کاهش یافتند (Oreskovich et al., 1992).

در طی 24 ساعت بیان کردند. همچنین گزارش شده است مقدار کلاژن گوشت‌های گاو غوطه‌ور شده در اسید استیک و اسید فسفریک



شکل 8- میانگین کلاژن در عضله دو سر ران در طی نگهداری در اسید لاکتیک.

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($p < 0.05$).

در طی دوره رسیدن گوشت باشد. همچنین Sawdy و همکاران (2004) بیان کردند که مقدار پروتئولیز MHC در مدت 36 ساعت پس از کشتار در گوشت‌های تردتر بیشتر از انواع دارای تردی کم بود و پروتئولیز فیلامنت‌های ضخیم به‌طور معنی‌داری با تردی گوشت گاو مرتبط بود. لذا نتایج حاصل مبنی بر کاهش نیروی برشی با افزایش غلظت لاکتیک با نتایج کاهش مساحت MHC مطابقت داشت.

افزایش غلظت اسید لاکتیک باعث پروتئولیز MHC و کاهش معنی‌دار مساحت باند نمونه‌های ماریناد شده با غلظت‌های 1، 0/5 و 1/5 در مقایسه با غلظت صفر گردید ($p < 0/05$)، زیرا تجزیه میوزین عمدتاً وابسته به دما و pH است (Taylor et al., 1995؛ Goll et al., 1983؛ Bandman, & Zdanis, 1988). به‌طوری که میوزین در دماهای بالا و pH پایین تجزیه می‌شود؛ ولی در تجزیه میوزین pH بیشتر از دما تاثیرگذار است (Yates et al., 1983). به این ترتیب با افزایش غلظت اسید مورد بررسی و کاهش pH، میوزین توسط آنزیم‌های کاتپسین در شرایط اسیدی تجزیه می‌شود. از آنجا که کاتپسین‌ها درون لیزوزوم قرار داشته و عمدتاً در pH اسیدی (pH بهینه فعالیت 3-6/8)، نظیر محیط داخلی لیزوزوم، فعال هستند، به این ترتیب کاتپسین‌ها وارد سیتوپلاسم شده و در مجاورت میوفیبریل‌ها قرار می‌گیرند. سبزی و همکاران (1394) نیز به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت محلول آبغوره سبب پروتئولیز MHC و کاهش معنی‌دار مساحت باند مربوط به آن گردید.

:

الکتروفورز یک بعدی

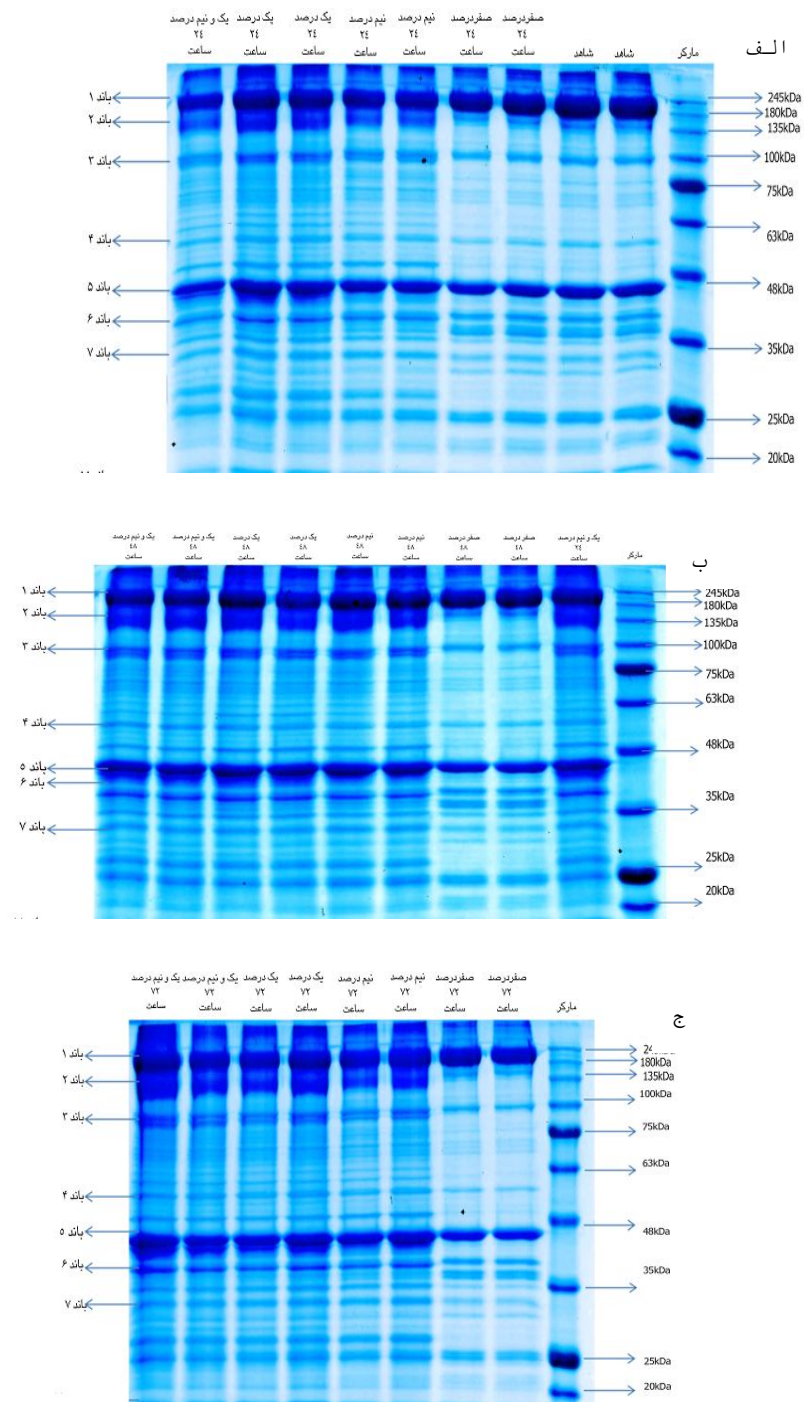
تصاویر ژل‌های SDS-PAGE عضله دو سر ران شتر نگهداری شده به مدت 72 ساعت در محلول اسید لاکتیک با درصدهای مختلف در شکل‌های الف، ب، ج، آمده است. طی این زمان، به طور متوسط 7 باند روی ژل‌ها مربوط به پروتئین‌های مشخصی بوده و سایر باندهای تشکیل شده در نتیجه پروتئولیز پروتئین‌ها به‌ویژه پروتئین‌های با وزن مولکولی زیاد تولید شده‌اند و به‌عنوان پپتید در نظر گرفته شدند. مساحت باندهای شناسایی شده (بعنوان شاخصی از پروتئولیز پروتئین‌ها) در جدول 1 ارائه شده است. تغییرات پروتئولیزی باندهای تشکیل شده در ژل‌های SDS-PAGE را می‌توان به صورت زیر بیان کرد

1) باند کیلوداتون (زنجیره سنگین میوزین، MHC)

میوزین فراوان‌ترین پروتئین عضله بوده و 38 درصد کل پروتئین‌های عضله و 43 درصد پروتئین‌های میوفیبریلی را به خود اختصاص می‌دهد (استراسبرگ و همکاران، 2008). نتایج آنالیز واریانس اسید لاکتیک نشان داد که مدت زمان نگهداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد اثر معنی‌داری بر مساحت باند پروتئینی MHC نداشت ($p > 0/05$)، زیرا پروتئین مذکور به‌صورت خیلی جزئی پروتئولیز شده بود. همچنین محققان دیگر بیان کرده‌اند پروتئولیز میوزین نقشی در افزایش تردی گوشت گاو طی مرحله جمود نعشی و رسیدن نداشت زیرا مساحت باند مربوط به MHC تغییری نکرد (Bandman, & Zdanis, 1988). به طور مشابهی Taylor و همکاران (1995) بیان کردند که طی نگهداری گوشت در 72 ساعت پس از کشتار تجزیه‌ی پروتئین‌های اکتین و میوزین به‌صورت خیلی جزئی صورت گرفت. این امر می‌تواند به دلیل عدم شرکت کاتپسین‌ها

جدول ۱- مساحت باندهای تشکیل شده روی زل SDS-PAGE حاصل از پروتئولیز پروتئین های میو فیبریلی عضلات دوسر ران شتر در غلظت ها و زمان های مختلف در اسید لاکتیک

زمان نگهداری					غلظت درصد		پروتئین	
۷۲	۴۸	۲۴	*	۱/۵	۱	۰/۵	*	
۷۰۶۶/۳۸±۱۸۴/۸ ^a	۷۰۶۶/۵۰±۱۷۲/۴۳ ^a	۷۱۷۱/۵۰±۱۴۴/۳۶ ^a	۷۱۰۰±۱۰۶/۹۰ ^a	۷۰۳۷/۵۰±۱۵۰/۷۹ ^a	۷۰۲۲/۱۳۴۹۰/۰ ^a	۷۰۹۷/۵۰±۱۳۷/۵۰ ^a	۷۲۴۲/۰۵±۱۳۳/۱۷ ^a	زنجیره سنگین میوزین
۴۰۶۶/۶۳±۱۹۱/۳۷ ^a	۴۱۳۹/۶۳±۱۹۶/۳۷ ^a	۳۹۸۱/۸۸±۲۵۲/۰۸ ^a	۳۴۷۵±۲۴۰/۳۵ ^b	۴۰۳۴/۳۸±۳۷۱/۸۶ ^a	۵۰۳۹±۳۳۴/۸۷ ^a	۳۹۹۹/۶۳±۲۵۲/۱۹ ^a	۳۷۸۸/۷۵±۲۶۸/۱۱ ^b	پروتئین C
۴۵۵۵/۶۳±۰۲۲/۱۰ ^c	۱۳۴۴۳±۱۶۷/۰۷ ^c	۳۳۲۳/۱۲±۳۰۲/۵۳ ^{ab}	۴۱۷۲/۵۰±۱۳۶/۳۰ ^a	۴۵۱۸/۱۲±۳۰۵/۶۱ ^b	۴۴۰۶/۲۵±۵۲۰/۲۰ ^b	۳۳۶۷/۷۵±۲۴۶/۷۸ ^{ab}	۴۱۹۲/۰۵±۱۳۶/۰۱۱ ^b	α - اکتینین
۵۲۵۴/۵۳±۱۸۵/۶۳ ^a	۵۲۵۶/۶۳±۱۵۲/۸۳ ^a	۵۲۲۰/۶۳±۱۹۸/۴۸ ^a	۵۲۳۵/۸۲±۲۴۰/۵۳ ^a	۵۲۵۶/۳۸±۱۹۱/۱۳ ^a	۵۲۳۱/۸۸±۲۰۹/۶۴ ^a	۵۲۴۶/۷۵±۱۹۱/۴۸ ^a	۵۲۷۲/۳۶±۱۸۰/۸۳ ^a	دسمین
۸۲۸۴/۵۰±۲۶۶/۰۶ ^a	۶۰/۸۵±۱۳۶/۵۴ ^a	۸۴۵۳±۲۰۱/۹۳ ^a	۸۰۰۰±۱۳۳/۸۰ ^b	۸۴۹۵±۳۵۰/۵۱ ^a	۸۴۶۶/۲۵±۳۳۶/۸۳ ^a	۸۳۷۰/۲۵±۲۳۳/۲۶ ^a	۸۳۶۶/۸۲±۲۴۳/۳۷ ^b	اکتین
۳۷۳۶/۵۰±۱۶۶/۳۰ ^a	۳۷۳۰/۶۳±۱۵۹/۳۸ ^a	۴۶۸۴/۸۸±۹۴/۹۸ ^a	۴۵۸۷/۰۵±۱۸۰/۷۷ ^a	۴۶۳۶/۷۵±۱۳۵/۰۷ ^a	۴۶۳۸/۲۵±۱۹۴/۷۳ ^a	۳۷۰۸/۲۵±۱۴۴/۱۳ ^a	۴۷۳۹/۵۲±۱۶/۸۳ ^a	تروپوموزین
۵۳۸۳/۱۳±۱۵۵/۳۰ ^a	۵۳۳۲/۸۸±۱۴۰/۷۹ ^a	۵۲۹۱/۸۸±۳۴۷/۸۳ ^a	۵۳۰۰/۸۸±۲۱۳/۸۰ ^a	۵۳۳۶/۸۸±۳۱۰/۰۳ ^a	۵۳۱۶/۲۵±۱۸۷/۰۸ ^a	۵۳۳۲/۸۸±۲۰۹/۲۵ ^a	۵۳۴۹/۸۸±۱۸۵/۹۵ ^a	پیتید ۳۰ کیلو دالتونی



شکل 8- تغییرات الگوی الکتروفورزی (12/5% SDS-PAGE) پروتئین‌های میوفیبریلی گوشت شتر در مدت زمان‌های صفر، 24، 48، 72 ساعت نگهداری در اسید لاکتیک (شکل‌های الف، ب، ج)

2) باند 140-145 کیلودالتون (پروتئین C یا پپتیدهای حاصل از تجزیه MHC)

دومین باند می‌تواند مربوط به پروتئین C و به احتمال دیگر پپتیدهای حاصل از تجزیه MHC باشد. پروتئین C جزئی از فیلامنت ضخیم بوده و به قسمت دم میوزین متصل شده و روی پیکربندی میوزین تأثیر می‌گذارد (زاهدی و همکاران، 1393). این باند حتی در نمونه شاهد نیز وجود داشت که با نتایج سبزی و همکاران (1394) نیز مبنی بر ظاهر شدن این باند در نمونه شاهد مطابقت داشت. همچنین Claeys و همکاران (1995) دومین باند ظاهر شده روی ژل SDS-PAGE را متعلق به پروتئین C دانستند که در نمونه‌های تهیه شده از لحظه کشتار تا روز 12 روی ژل ظاهر شده و در روزهای 6 و 12 از شدت آن کاسته شد. بر اساس نتایج آنالیز واریانس اسید لاکتیک اثر زمان نگهداری بر مساحت باند 140-145 کیلودالتون معنی‌دار شد به‌طوری‌که نمونه در زمان صفر دارای اختلاف آماری معنی‌داری با سایر نمونه‌ها در زمان‌های مختلف بود و شاهد افزایش مساحت بودیم. این مسئله می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت کاتپسین‌ها و افزایش تجزیه MHC باشد. سبزی و همکاران (1394) نیز افزایش مساحت این باند را با در نظر گرفتن مدت زمان نگهداری گوشت گاو در آبغوره گزارش کردند.

اثر غلظت اسید لاکتیک نیز بر مساحت این باند معنی‌دار بوده و با افزایش غلظت مساحت باند مربوطه افزایش یافت ($p < 0/05$). این امر می‌تواند همانند زمان نگهداری در محلول اسیدی به دلیل افزایش فعالیت کاتپسین‌ها در نتیجه مناسب شدن pH و تشکیل پپتیدهای حاصل از تجزیه جزئی MHC طی نگهداری گوشت باشد که باعث افزایش مساحت باندهای این ناحیه گردید. سبزی و همکاران (1394) نیز افزایش مساحت این باند را در ارتباط با گوشت گاو و در نتیجه افزایش غلظت آبغوره بیان کردند.

3) باند سوم باند 98 کیلو دالتون (α -اکتینین)

این پروتئین یکی از مهمترین اجزای سازنده دیسک Z و جزء خانواده دایستروفین¹ است. 2-2/5 درصد پروتئین‌های میوفیبریلی مربوط به این پروتئین است. فیلامنت‌های اکتین و تیتین دو سارکومر مجاور از طریق این پروتئین به دیسک Z متصل می‌شوند (et al., 2002). نتایج حاصل از آنالیز واریانس اسید لاکتیک نشان داد که میانگین مساحت باند α -اکتینین در سایر زمان‌ها در مقایسه با زمان صفر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0/05$). شروع تجزیه α -اکتینین از 7 تا 10 روز پس از کشتار و توسط کاتپسین‌های B، D و L می‌باشد ولی شدت تجزیه ضعیف بوده به‌طوری‌که α -اکتینین بعد از 13 روز نگهداری گوشت دچار تغییر محسوس نشد (Hwan & ...)

(Taylor et al., 1995; Bandman, 1989; Berge و همکاران (2001) مشاهده کردند که تراکم باند 95 کیلو دالتون در نمونه‌های تیمار شده با اسید لاکتیک پس از دو روز از کشتار افزایش یافت در حالی که این اثر در روز چهارم مشخص نبود.

با افزایش غلظت اسید لاکتیک مساحت باند مذکور به طور معنی‌دار افزایش یافت ($p < 0/05$), با توجه به pH پایین اسید و مناسب شدن شرایط برای فعالیت آنزیم‌های کاتپسین انتظار می‌رفت مقدار پروتئین α -اکتینین کاهش یابد (Pryce, 1979) اما نتیجه مذکور حاصل نشد. سبزی و همکاران (1394) نیز بیان کردند میانگین مساحت باند α -اکتینین گوشت گاو تحت اثر آبغوره به مقدار جزئی افزایش یافت که با نتایج حاصل مطابقت داشت. در گزارشی دیگر Yates و همکاران (1983) گزارش کردند که در فراکسیون میوفیبریلی تیمار شده در pH معادل 5/4 و یا دمای 37 درجه سانتی‌گراد در مقایسه با pH معادل 7 یا دمای 4 درجه سانتی‌گراد شدت باند متعلق به α -اکتینین به‌طور معنی‌داری بیشتر بود و دلیلی برای این تغییرات ذکر نکردند.

محققان دیگری نیز بیان کردند که طی پروتئولیز گوشت، پپتیدهایی با وزن مولکولی 95 کیلودالتون به وجود می‌آیند که احتمالاً ناشی از تجزیه میوزین هستند (Sentandreu; Koohmaraie, 1994). بنابرین شاید با تأثیر اسید بر MHC، علاوه بر تولید پپتیدهایی با وزن مولکولی 140-145 کیلو دالتون می‌تواند پپتیدهایی با وزن مولکولی حدود 95 کیلودالتون نیز ایجاد شده که در محدوده وزن مولکولی پروتئین‌های α -اکتینین قرار دارند و بر مساحت این باند اضافه می‌گردد.

4) باند 56 کیلو دالتون (دسمین)

باند پنجم باند 56 کیلو دالتون (دسمین) جزء پروتئین‌های کوستامر² می‌باشد و با وزن مولکولی 55 کیلو دالتون کمتر از یک درصد پروتئین‌های میوفیبریلی را به‌خود اختصاص می‌دهد. تجزیه دسمین منجر به از دست‌رفتن یکپارچگی دیسک Z شده یا اتصالات بین دیسک Z و باند I را از بین می‌برد (Goll et al., 1983). در نتیجه، تخریب دسمین به‌طور قابل ملاحظه‌ای با تردی ارتباط دارد (Koohmaraie, 1994; Huff-Lonergan et al., 2010).

آنالیز واریانس اسید لاکتیک نشان داد که مدت زمان نگهداری و غلظت اسید اثر معنی‌داری بر مساحت باند نداشتند ($p > 0/05$). در حالی‌که سبزی و همکاران (1394) نیز بیان کردند که مساحت باند دسمین نمونه‌های بدون آبغوره پس از 72 ساعت کاهش یافت. از طرفی بنابر گزارش Wheeler و همکاران (2000) مقدار تجزیه آن به ترتیب بیشترین به کمترین به صورت: عضلات طویل، نیم غشایی،

نشان داد پروتئوزوم و کاتپسین L می‌توانند تروپومیوزین را پروتئولیز کنند (Kemp et al., 2010). البته تجزیه این پروتئین توسط کالپاین نیز انجام می‌شود (Goll et al., 1983). در پژوهش زاهدی و همکاران (1393) بیان شد که در ابتدا تروپومیوزین توسط کالپاین‌ها و در ادامه احتمالاً توسط کاتپسین‌ها بصورت جزئی تجزیه شده است

7) باند پپتید 30 کیلودالتونی

در پروتئین‌های میوفیبریلی عمده‌ترین تغییر تجزیه‌ای قابل مشاهده روی SDS-PAGE ناپدید شدن تروپونین T (Goll et al., 1983؛ 1994؛ Koohmaraie) و پدیدار شدن پپتید 30 کیلودالتونی است. غالباً در نتیجه پروتئولیز تروپونین T بیش از یک پپتید در محدوده 28-32 کیلو دالتونی تولید می‌شود. چون تروپونین T به‌عنوان پروتئین تنظیم‌کننده روی فیلامنت نازک قرار گرفته و در تشکیل اکتومیوزین مداخله می‌کند از همین رو تجزیه آن می‌تواند منجر به ایجاد تغییراتی در تعامل بین فیلامنت‌های نازک و ضخیم گردد (Huff-Lonergan et al., 2010).

در بسیاری از منابع تجزیه تروپونین T و ظهور پپتید 30 کیلودالتونی با نیروی برشی در ارتباط بوده و به‌عنوان شاخص خوبی از فعالیت پروتئازی و در نتیجه تردی در نظر گرفته می‌شود (Koohmaraie, 1994, 1996؛ Huff-Kemp et al., 2010, Lonergan et al., 2010).

نتایج آنالیز واریانس این مطالعه نشان داد که با افزایش غلظت اسید لاکتیک شاهد افزایش مساحت باند 30 کیلودالتونی در نمونه‌های مارینادشده با اسید لاکتیک در مقایسه با نمونه‌های بدون اسید بودیم ($p < 0/05$). با گذشت زمان و افزایش غلظت اسید لاکتیک، pH عضله کاهش یافته و در نتیجه‌ی فعال شدن کالپاین μ ، تروپونین T به شدت پروتئولیز شده و باند 30 کیلودالتون تولید شد. مساحت باند 30 کیلودالتون با افزایش مدت نگهداری در غلظت صفر در مقایسه با سایر غلظت‌ها در طی زمان افزایش یافت که بخشی از آن می‌تواند مربوط به تجزیه تروپونین T و بخشی دیگر احتمالاً در نتیجه شکستن پروتئین‌ها و پپتیدهای با وزن مولکولی بالاتر باشد. تولید پپتید 30 کیلو دالتون نیز بطور قابل توجهی تحت تأثیر غلظت اسید در طی مدت زمان قرار گرفت. Berge و همکاران (2001) بیان کردند که باند 31 کیلودالتونی حاصل از تجزیه تروپونین T با تیمار زمان افزایش می‌یابد اما تقریباً تحت تأثیر تیمار اسید لاکتیک قرار نگرفتند.

آنالیز حسی

تأثیر غلظت‌های مختلف اسید لاکتیک بر نتایج آزمون حسی گوشت شتر (با مدت زمان نگهداری 48 ساعت) در جدول 2 نشان داده است. همان‌طور که از جدول 2 مشخص است اختلاف آماری

دوسر ران، سه سر بازو و نیم وتری گزارش شده است. احتمالاً علت تغییر جزئی در تجزیه پروتئین دسمین عضله دوسر ران در مقایسه با پژوهش‌های دیگر مقدار فعالیت پایین‌تر کالپاین‌های μ و m عضله دوسر ران در مقایسه با سایر عضلات است. Taylor و همکاران (1995) بیان نمودند تخریب دسمین با فاصله کوتاهی بعد از کشتار شروع شده و به مدت 4 تا 6 روز ادامه می‌یابد و به‌طور پیوسته باعث افزایش تردی می‌شود.

5) باند 44 کیلودالتونی (اکتین)

باند بنجم باند 44 کیلو دالتونی می‌باشد که از لحاظ فراوانی دومین پروتئین است و 22 درصد پروتئین‌های میوفیبریلی را تشکیل می‌دهد. مشابه اکثر پروتئین‌ها، پروتئولیز این پروتئین نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان نگهداری قرار گرفت و نتایج آنالیز واریانس اسید لاکتیک نشان داد که زمان صفر اختلاف آماری معنی‌داری با سایر زمان‌ها داشت و کمترین میزان را به خود اختصاص داد ($p < 0/05$). غلظت اسید لاکتیک نیز مشابه زمان نگهداری اثر معنی‌داری داشت به طوری که غلظت صفر و نیم درصد اسید لاکتیک نیز اختلاف معنی‌داری با سایر غلظت‌ها داشت و با افزایش غلظت مساحت باند افزایش یافت ($p < 0/05$). در این پژوهش روند افزایشی برای پروتئین‌های این محدوده احتمالاً به دلیل پروتئولیز پپتیدهای با وزن مولکولی بالاتر (MHC) به پپتیدهای با وزن مولکولی مشابه اکتین و قرار گرفتن آنها بر روی اکتین‌های موجود در این منطقه بود که با نتایج سبزی و همکاران (1394) مطابقت داشت. Kim و همکاران (2013) بیان کردند که اثرات سس سویا به دلیل مقدار قابل توجه پروتئین‌های میوفیبریلی (اکتین و میوزین) کاهش می‌یابد، اما به هر حال شرایط ایجاد شده به‌وسیله pH پایین تحت اثر سس‌سویا می‌تواند دلیل عمده تجزیه پروتئولیتیک پروتئین‌های میوفیبریلی باشد. Berge و همکاران (2001) نیز بیان کردند که تجزیه اکتین در نمونه‌های ماریناد شده با اسید لاکتیک کم بوده و در نتیجه در مقایسه با نمونه شاهد تغییر به طور جزئی وجود داشت.

6) تروپومیوزین (باند 35 کیلودالتونی)

باند ششم باند تروپومیوزین می‌باشد که 8-10 درصد پروتئین‌های میوفیبریلی را به‌خود اختصاص می‌دهد. وظیفه این پروتئین تنظیم برهمکنش بین اکتین و میوزین بوده و در انقباض منظم عضلات نقش دارد. در این مطالعه، تروپومیوزین تحت تأثیر زمان نگهداری و غلظت اسید لاکتیک قرار نگرفت و اثر معنی‌داری نداشت ($p > 0/05$). چون این پروتئین نیز جزء پروتئین‌های تنظیم‌کننده است، احتمالاً پروتئولیز آن نقشی در تردی گوشت نداشته بخصوص که پروتئولیز بصورت محدود انجام گردیده است. همچنین شاید تجزیه آن تحت تأثیر pH قرار نگرفت (Yates et al., 1983). یافته‌های محققان

نتایج حاصل از اثر غلظت اسید بر بافت در این پژوهش مطابقت داشت. مشابه این پژوهش Hosseini و Esfahani Mehr (2015) گزارش کردند که نمونه‌های برگر گاو ماریناد شده با اسید لاکتیک و سیتریک دارای تردی بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد هستند. تأثیر غلظت بر پذیرش کلی نمونه‌های تیمار شده با اسید لاکتیک معنی دار گزارش گردید ($p < 0/05$). لذا این احتمال می‌رود که بتوان از سطوح غلظتی بالاتر اسید برای ماریناد کردن استفاده نمود بدون اینکه روی پذیرش مصرف‌کننده تأثیر منفی بگذارد. برخلاف نتیجه این پژوهش Klinhom و همکاران (2011) مشاهده کردند که نمونه‌های ماریناد شده گوشت گاو با محلول 0/05 مولار اسید سیتریک، 15 درصد آب لیمو، 15 درصد آب پورکوپین دارای پذیرش کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند.

معنی‌داری در امتیازهای داده شده برای فاکتورهای رنگ، عطر و طعم و آبداری بین غلظت‌های مختلف اسید وجود نداشت ($p > 0/05$). Yusop و همکاران (2010) نیز در بررسی تأثیر pHهای مختلف بر پذیرش حسی گوشت ماکیان بر پارامترهای عطر و طعم اختلاف آماری معنی‌داری را گزارش نکردند ولی رنگ نمونه‌های مورد بررسی اختلاف آماری معنی‌دار داشتند ($p > 0/05$). سبزی و همکاران (1394) در بررسی آنالیز حسی نمونه‌های گوشت گاو قرار داده شده در آبغوره شاهد اختلاف آماری معنی‌داری در رابطه با رنگ نبودند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. در این مطالعه ویژگی تردی گوشت تحت تأثیر غلظت اسید قرار گرفت و مقدار امتیاز داده شده به نمونه‌ها با افزایش غلظت اسید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت؛ به‌طوری که نمونه‌های گوشت تیمار شده با اسید در غلظت 1/5 درصد دارای بالاترین امتیاز تردی نسبت به سایر نمونه‌ها بودند ($p < 0/05$)، که با

جدول 2- میانگین مقادیر پارامترهای حسی عضله دوسر ران شتر ماریناد شده در غلظت‌های مختلف اسید لاکتیک طی 48 ساعت نگهداری در دمای یخچال.

اسید لاکتیک (%)	رنگ	عطر	طعم	آبداری	تردی	پذیرش کلی
0	2/0±76/16 ^a	2/0±25/10 ^a	2/0±66/09 ^a	3/0±50/12 ^a	3/0±05/10 ^c	3/0±05/24 ^b
0/5	2/0±79/21 ^a	2/0±29/11 ^a	2/0±75/07 ^a	3/0±57/12 ^a	2/0±05/11 ^b	3/0±03/31 ^b
1	2/0±79/14 ^a	2/0±26/10 ^a	2/0±84/06 ^a	3/0±47/16 ^a	2/0±85/08 ^{ab}	3/0±27/27 ^b
1/5	2/0±75/17 ^a	2/0±33/12 ^a	2/0±81/05 ^a	3/0±47/14 ^a	4/0±05/08 ^a	4/0±02/30 ^a

شده و همچنین فراورده‌های تهیه شده نیز از کیفیت بالاتری برخوردار خواهند بود. لذا می‌توان از این ترکیب به‌منظور صنعتی کردن فرایند ترد کردن گوشت شتر استفاده نمود و به این ترتیب با افزایش تقاضای مصرف این گوشت در جهت بهبود سلامت جامعه گام برداشت.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده نشان داد که ماریناد اسید لاکتیک و کلرید سدیم می‌تواند به‌عنوان یک ترکیب اسیدی مؤثر برای بهبود تردی عضله دوسر ران شتر به‌کار رود. به‌طوری که بازارپسندی عضله بیشتر

منابع

- زاهدی، ی. 1393. بررسی ارتباط بین تغییرات پروتئوم با ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و کیفی گوشت شتر. رساله دوره دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.
- سلطانی زاده، ن و کدیور، م. 1390. شیمی و فناوری گوشت و فراورده‌های گوشتی، انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
- سبزی، ف. 1394. تأثیر آبغوره بر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و بافتی عضله دوسر ران (Biceps femoris) گاو، پایان نامه ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- AOAC, 1993. official method 990.26 Hydroxyproline in meat and meat products
- AOAC. (2002). Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland, USA.
- Asghar, A. and Bhatti, A.R., 1988. Endogenous proteolytic enzymes in skeletal muscle: their significance in muscle physiology and during postmortem aging events in carcasses. *Advances in food research*, 31, pp.343-451
- Asghar, A., & Pearson, A. 1981. Influence of ante-and postmortem treatments upon muscle composition and meat quality. *Advances in food research*, 26: 53.
- Bandman, E., & Zdanis, D. 1988. An immunological method to assess protein degradation in post-mortem muscle. *Meat Science*, 22(1): 1-19.
- Berge, P., Erthbjerg, P., Larsen, L. M., Astruc, T., Vignon, X., & Møller, A. J. 2001. Tenderization of beef by lactic acid injected at different times post mortem. *Meat Science*, 57(4): 347-357.
- Botha, S. S. C., Hoffman, L., & Britz, T. 2007. Physical meat quality characteristics of hot-deboned ostrich (*Struthio*

- camelus var. domesticus) Muscularis gastrocnemius, pars interna during post-mortem aging. *Meat Science*, 75(4): 709-718.
- Burke, R., & Monahan, F. 2003. The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade. *Meat Science*, 63(2): 161-168.
- Byrne, C., Troy, D., & Buckley, D. 2000. Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine M. longissimus dorsi and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science*, 54(1): 23-34.
- Claeys, E., Uytterhaegen, L., Buts, B., & Demeyer, D. 1995. Quantification of beef myofibrillar proteins by SDS-PAGE. *Meat Science*, 39(2): 177-193.
- Claeys, E., Uytterhaegen, L., Buts, B., and Demeyer, D. 1995. Quantification of beef myofibrillar proteins by SDS-PAGE. *Meat Science*, 39: 177-193
- Culler, R., Smith, G., & Cross, H. 1978. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *Journal of food Science*, 43(4): 1177-1180.
- Desmond, E., & Troy, D. 2001. Effect of lactic and citric acid on low-value beef used for emulsion-type meat products. *LWT-Food Science and Technology*, 34(6): 374-379.
- Ertbjerg, P., Mielche, M. M., Larsen, L. M., & Moller, A. 1999. Relationship between proteolytic changes and tenderness in prerigor lactic acid marinated beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(7), 970-978.
- Faye, B. and Bonnet, P., 2012. Camel sciences and economy in the world: current situation and perspectives. In Proc. 3rd ISOCARD conference. Keynote presentations. 29th January-1st February (pp. 2-15).
- Goll, D.E., Otsuka, Y., Nagainis, P.A., Shannon, J.D., Sathe, S.K., and Muguruma, M. 1983. Role of muscle proteinases in maintenance of muscle integrity and mass. *Journal of Food Biochemistry*, 7: 137-177.
- Hinkle, J.B., 2010. Acid marination for tenderness enhancement of beef bottom round. Theses and Dissertations in *Animal Science*, p.12.
- Hoffman, L. C., Botha, S. C., & Britz, T. J. 2006. Sensory properties of hot-deboned ostrich muscularisgastrocnemius, pars interna. *Meat Science*, 72: 734- 740.
- Hoffman, L. C., Muller, M., Cloete, S. W. P., & Brand, M. 2008. Physical and sensory meat quality of South African black ostriches (*Struthiocamelus* var. domesticus), Zimbabwean blue ostriches (*Struthiocamelus* var. australis) and their hybrid. *Meat Science*, 79: 365- 374
- Hosseini, S.E., 2015. The effect of meat marinating with lactic and citric acid on some physicochemical and electrophoretic pattern of beef burger. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 9(2), pp.103-108.
- Huff-Loneragan, E., Zhang, W., and Lonergan, S.M. 2010. Biochemistry of postmortem muscle - Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science*, 86: 184-195.
- Hwan, S., and Bandman, E. 1989. Studies of Desmin and α -Actinin Degradation in Bovine Semitendinosus Muscle. *Journal of Food Science*, 54: 1426-1430.
- Istrati, D., Ciuciu, A.M.S., Ionescu, A., Vizireanu, C. and Dinica, R., 2012. Influence of spice and wine based marinades on bovine Biceps femoris muscle tenderness. *African Journal of Biotechnology*, 11(79), pp.14461-14467.
- Kadim, I.T., Al-Hosni, Y., Mahgoub, O., Al-Marzooqi, W., Khalaf, S.K., Al-Maqbaly, R.S., Al-Sinawi, S.S.H. and Al-Amri, I.S., 2009. Effect of low voltage electrical stimulation on biochemical and quality characteristics of Longissimus thoracis muscle from one-humped Camel (*Camelus dromedaries*). *Meat science*, 82(1), pp.77-85.
- Kadim, I.T., Mahgoub, O., Al-Marzooqi, W., Al-Zadjali, S., Annamalai, K. and Mansour, M.H., 2006. Effects of age on composition and quality of muscle Longissimus thoracis of the Omani Arabian camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Science*, 73(4), pp.619-625.
- Ke, S., Huang, Y., Decker, E. A., & Hultin, H. O. 2009. Impact of citric acid on the tenderness, microstructure and oxidative stability of beef muscle. *Meat Science*, 82(1): 113-118.
- Kemp, C.M., Sensky, P.L., Bardsley, R.G., Buttery, P.J., and Parr, T. 2010. Tenderness: An enzymatic view. *Meat Science*, 84: 248-256
- Kim, H.W., Choi, Y.S., Choi, J.H., Kim, H.Y., Lee, M.A., Hwang, K.E., Song, D.H., Lim, Y.B. and Kim, C.J., 2013. Tenderization effect of soy sauce on beef M. biceps femoris. *Food chemistry*, 139(1), pp.597-603.
- Klinhom P., Klinhom J., Senapa J., & Methawiwat, S, 2011. Influence of citric acid, lemon and porcupine fruit juice on the tenderness and sensory properties of bovine meat. In Proceedings of the 49th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart University, Thailand, 1-4 February, 2011. Volume 4. Subject: Agricultural Extension and Home Economics, 1-10. Kasetsart University.
- Knöll, R., Hoshijima, M., and Chien, K.R. 2002. Z-line proteins: implications for additional functions. *European Heart Journal Supplements*, 4: I13-I17.
- Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science*, 36(1): 93-104.
- Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature*, 227: 680-685.
- Klinhom, P., Klinhom, J., Senapa, J. and Methawiwat, S., 2011. Influence of citric acid, lemon and porcupine fruit juice on the tenderness and sensory properties of bovine meat. In Proceedings of the 49th Kasetsart University Annual

- Conference, Kasetsart University, Thailand, 1-4 February, 2011. Volume 4. Subject: Agricultural Extension and Home Economics (pp. 1-10). Kasetsart University.
- Offer, G., & Knight, P., 1988. The structural basis of water-holding in meat part 2: Drip losses. In R. Lawrie (Ed.). *Developments in meat science*, Volume 4: 172-243. London, Elsevier Science.
- Olson, D. G., Parrish, F. C. Jr., & Stromer, M. H. 1976. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. *Journal of food Science*, 41(5): 1036-1041
- Oreskovich, D., Bechtel, P., McKeith, F., Novakofski, J., & Basgall, E. 1992. Marinade pH affects textural properties of beef. *Journal of food Science*, 57(2): 305-311.
- Penny, I.F., and Ferguson-Pryce, R. 1979. Measurement of autolysis in beef muscle homogenates. *Meat Science*, 3: 121-134.
- Rao, M., Gault, N., & Kennedy, S. 1989. Variations in water-holding capacity due to changes in the fibre diameter, sarcomere length and connective tissue morphology of some beef muscles under acidic conditions below the ultimate pH. *Meat Science*, 26(1): 19-37.
- Saunders, A.B., 1994. The effect of acidification on myofibrillar proteins. *Meat science*, 37(2), pp.271-280.
- Sawdy, J.C., Kaiser, S.A., St-Pierre, N.R., and Wick, M.P. 2004. Myofibrillar 1-D fingerprints and myosin heavy chain MS analyses of beef loin at 36 h postmortem correlate with tenderness at 7 days. *Meat Science*, 67: 421-426.
- Sentandreu, M. A., Coulis, G., & Ouali, A. 2002. Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. *Trends in food Science and Technology*, 13: 400-421.
- Taylor, R. G., Geesink, G., Thompson, V., Koohmaraie, M., & Goll, D. 1995. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization. *Journal of animal science*, 73(5): 1351-1367.
- Wheeler, T.L., Shackelford, S.D. and Koohmaraie, M., 2000. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *Journal of Animal Science*, 78(4), pp.958-965.
- Yates, L. D., Greaser, M. L., & Huxley, H. 1983. Quatitative determination of myosin and actin in rabbit skeletal muscle. *Journal of molecular biology*, 168(1): 123-141.
- Yusop, S. M., O'Sullivan, M. G., Kerry, J. F., & Kerry, J. P. 2010. Effect of marinating time and low pH on marinade performance and sensory acceptability of poultry meat. *Meat Science*,
- Hamm, R. 1975. Water-holding capacity of meat. In: *Meat* (D. J. A., Cole, & R. A., Lawrie, eds). Buttersworth Publishers, London, 321-337.

Evaluation of lactic acid on textural characteristics and proteolytic pattern of biceps femoris muscle of camel

M Irajifar¹, M. J. Varidi^{2*}, M. Varidi², Y. Zahedi³

Received: 2017.05.24

Accepted: 2018.01.16

Introduction: Camel carcasses has lower fat content in comparison with cow, moreover, camel meat has relatively higher polyunsaturated fatty acids and lower cholesterol contents (Kadim et al., 2009a & 2006). However, calcium amount of camel meat is greater than that of cow, and its lower consumption is partly related to this issue. With increasing demand of camel meat, more attention has been paid to the quality and chemical composition of it. Acid marinade can be used through the diffusion of the solution and its propagation over time as an extensive method to improve the meat tenderness (Yusop et al., 2010). Lactic acid is often used in the meat industry as an antimicrobial during carcass slaughter. In addition, lactic acid can improve meat tenderness (Hinkle et al., 2010). The aim of the present study was to determine the influence of lactic acid and sodium chloride on textural and sensory properties, also and proteolysis pattern of *biceps femoris* muscle of camel.

Materials and Methods: Six 4 to 7 years old camels were transported to the slaughterhouse in Mashhad (Iran). Slaughtering and dressing of camels were carried out according to Islamic methods. All chemicals and reagents in the experiments were of analytical grade and purchased from Merck and Sigma-Aldrich companies. *Biceps femoris* muscle was used as an experimental material, cutting into 2×2×5 cm³ pieces, and laid in lactic acid solutions (0, 0.5, 1, and 1.5% v/v, all accompanied with 2% w/v NaCl) at a ratio of 1 to 4 (meat to marination solution) within plastic bags. Marination process was carried out for 0, 24, 48, 72 h at 4 °C. The meats were then removed from the marinade and dried lightly. After that, moisture, ash, protein and fat contents of the meat were specified by AOAC (2002). Shear force was measured by TA.XT plus texture analyzer (Stable Micro Systems, UK) provided with a Warner-Bratzler shear force blade method in order to evaluation of meat tenderness (Byrne et al., 2000). Myofibrillar fragmentation index (MFI) was determined as described by zahedi et al. (1393). Sarcomere length was measured with the method of Botha et al. (2007). One-dimensional gel electrophoresis was determined as described by zahedi et al. (1393). Collagen content was specified by AOAC (1993). Sensory properties including color, texture, flavor, juiciness and overall acceptance were performed using a 5-point structured hedonic scale (Hoffman et al., 2006 & 2008). One-way analysis of variance (ANOVA) was used to determine the significant differences between treatments using SPSS software (version 19). Duncan's multiple range test was used to compare the means.

Results and discussion: Acid concentration and marination time had a significant effect ($p < 0.05$) on sarcomere length. It was likely due to the fact that the addition of acid led to increase in pure positive charges on myofibrils and cytoskeletal proteins. As a result, more repulsive forces were generated between the protein molecules of myofibrils. Eventually, myofibrils swelling caused distancing Z lines from one another, and increasing the sarcomere length (Ke et al., 2008). The results of analysis of variance showed that the concentration of lactic acid had a significant effect on MFI ($p < 0.05$), and MFI value was less than zero at 0% concentration, however, it was non-significant in relation to the time ($p > 0.05$). The higher MFI values of the marinated samples may be due to the proteolysis of myofibrile proteins using D-cathepsins which activated at acidic pH (range 3-6). Meat samples marinated in the highest concentration for 72 h showed the lowest WBSF ($p < 0.05$). The tenderising mechanism of acid marinades was believed to be including weakening of structures due to swelling of meat, increasing proteolysis by cathepsins, and conversion of collagen to gelatin at low pH during cooking (Berge et al., 2001; Offer & Knight, 1988). The retention time and acid concentration did not have a significant effect ($p > 0.05$) on the collagen amount of lactic acid treated samples. It was likely that low acid concentration, although affecting some of the parameters, is not suitable for degradation of connective tissue (Hinkle et al., 2010). Sensory analysis showed that tenderness of the samples marinated at with 1.5% acid received the highest score ($p < 0.05$), which was consistent with the instrumental results. Acid concentration

1 and 2. PhD Student, Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

(*- Corresponding Author Email: mjvaridi@um.ac.ir)

significantly affected ($p<0.05$) total acceptance of the samples. Higher levels of acid can be used for marinating without adversely affecting the consumer acceptance. Results from SDS-PAGE showed that number of seven bands on gels, on average, were belonged to intact proteins, and other bands were considered as peptides which resulted from proteins proteolysis, especially heavy proteins. Also, time had non-significant effect on band area of myosin heavy chain ($p>0.05$), while, acid concentration had a significant effect on the area of this protein ($p<0.05$). The band area of proteins C, α -actinin and actin proteins enhanced as a function of acid concentration and marination time ($p<0.05$).

In conclusion, we can claim that lactic acid and sodium chloride can be used as an effective acidic marination to improve *biceps femoris* muscle of camel meat. This method can be advice as a trick for tenderizing camel meat in household consumptions, restaurants and also meat industry, thereby increasing demand for camel meat in order to gain further healthy benefits of it.

Keywords: Lactic acid, biceps femoris, Camel.



تاثیر صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان به عنوان جایگزین چربی بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی

مریم زائری¹ - سیمین اسداللهی^{2*} - مهناز هاشمی روان²

تاریخ دریافت: 1396/05/25

تاریخ پذیرش: 1397/05/22

چکیده

کیک یکی از فرآورده‌های مهم غلات و محصولی از آرد گندم بوده که دارای انواع مختلف و با کالری‌های متفاوت می‌باشد. جایگزین‌های چربی ترکیباتی هستند که جهت تأمین تمام یا برخی از خواص چربی به کار می‌روند در حالی که نسبت به آن کالری کمتری تولید می‌کنند. قابل توجه این که در محصولات قنادی، جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات، به علت دارا بودن مزایای فنی و اقتصادی، در مقایسه با سایر جایگزین‌ها، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از این جایگزین‌ها، صمغ‌ها می‌باشند. در همین راستا در تحقیق حاضر، جایگزین کردن بخشی از چربی با صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان هر کدام به تنهایی در سطوح 0/2، 0/4 و 0/6 درصد، مخلوط آن‌ها به طور مساوی شامل 0/1، 0/2 و 0/3 درصد همچنین مخلوط نامساوی آن‌ها به صورت (0/2 و 0/4) و (0/4 و 0/6) مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج، تیمار حاوی (0/6 درصد صمغ زانتان) از بیشترین مقدار حجم، ارتفاع، رطوبت و تیمار شاهد از کمترین مقدار چربی و ویسکوزیته برخوردار بودند. همچنین تیمار حاوی (0/6 درصد صمغ لوکاست) دارای کمترین دانسیته اما تیمار شاهد دارای بیشترین مقدار صفت مذکور بودند. با توجه به نتایج آزمون بیاتی در روزهای اول، هفتم و پانزدهم، بیشترین مقدار سفتی بافت در تیمار شاهد اما کمترین مقدار آن در تیمار حاوی (0/6 درصد صمغ زانتان) مشاهده گردید. با لحاظ نمودن کلیه صفات، تیمار حاوی ترکیبی از 0/2 درصد صمغ لوکاست و 0/4 درصد صمغ زانتان، به عنوان مطلوب‌ترین تیمار از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نسبت به شاهد و سایر تیمارها معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: کیک روغنی، جایگزین چربی، صمغ لوکاست، صمغ زانتان.

مقدمه

عطر، طعم، احساس دهانی و بافت مطلوب در ماده غذایی می‌گردد. بنابراین در اکثر فرآورده‌های غذایی در هنگام حذف چربی، از یک افزودنی دیگر که بتواند نقش چربی را ایفا کرده و باعث تولید محصول مطلوب شود، استفاده می‌گردد. جایگزین‌های چربی ترکیباتی هستند که جهت تأمین تمام یا برخی از خواص چربی به کار می‌روند در حالی که نسبت به آن کالری کمتری تولید می‌کنند. عموماً جایگزین‌های چربی به دو گروه، چربی و تقلیدکننده‌های چربی طبقه‌بندی می‌شوند. جایگزین‌های چربی قابلیت جایگزینی به نسبت یک به یک را داشته و اغلب بر پایه لیپید می‌باشند اما تقلیدکننده‌های چربی، جهت تقلید خواص چربی به کار برده می‌شوند و قابلیت جایگزینی به نسبت یک به یک را ندارند. عموماً تقلیدکننده‌های چربی بر پایه کربوهیدرات و پروتئین می‌باشند (Ognean et al., 2006). طبق بررسی‌های به عمل آمده، در محصولات قنادی، جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات، به علت دارا بودن مزایای فنی و اقتصادی، در مقایسه با سایر جایگزین‌ها، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از این

غلات و فرآورده‌های آن بخش مهمی از رژیم غذایی انسان‌ها را در سراسر جهان به خود اختصاص داده‌است. مواد مذکور از لحاظ تغذیه‌ای منبع مهمی از پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین‌های گروه B، آهن و فیبر می‌باشند و سهم مهمی در تأمین انرژی و پروتئین مورد نیاز بدن انسان دارند. یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های حاصل از غلات، کیک است. کیک از جمله محصولات نانوبی محسوب می‌گردد که مصرف مداوم و طولانی مدت آن سبب چاقی و به خطر انداختن سلامتی به واسطه وجود مقادیر زیاد چربی و شکر در فرمولاسیون آن می‌شود. چربی‌ها و روغن‌ها منابع غنی انرژی بوده و حدود 9 کیلوکالری بر گرم انرژی تولید می‌کنند که تقریباً دو برابر مقدار انرژی دریافتی توسط کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها می‌باشد و به همین دلیل است که امروزه جایگزین کردن بخشی از چربی موجود در فرمولاسیون محصولات مورد توجه قرار گرفته است (Lee et al., 2005). کاهش چربی در فرآورده‌های غذایی بسیار دشوار است زیرا چربی باعث ایجاد ظاهر،

(* - نویسنده مسئول: Email: asadollahi@iauvaramin.ac.ir
DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.66890

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

جایگزین‌ها، صمغ‌ها می‌باشند. صمغ‌ها پلی‌ساکاریدهایی هستند که از ترشحات گیاهی، جلبک‌های دریایی و منابع میکروبی به‌دست می‌آیند. این ترکیبات در غلظت‌های کم توانایی تولید محصولاتی با ویسکوزیته بالا را داشته و به‌طور گسترده در تهیه ژل و به‌عنوان پایدارکننده و سوسپانسیون‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Sowmya et al., 2009). صمغ زانتان یک پلی‌ساکارید بوده که توسط میکروارگانیسم *Zanthomonas campestris*¹ تولید می‌شود و دارای واحدهای پنتاساکارید تکرارشونده است. این ماده پودری سفید یا زرد بسیار کم‌رنگ، بدون طعم، بو، مزه و غیرسمی بوده و خواص رئولوژیک منحصر به فردی دارد به‌طور مثال در آب سرد و گرم به‌خوبی حل شده و از غلظت بسیار کم آن در آب، محلولی با غلظت بالا حاصل می‌شود. محلول این ماده سیالی شبه پلاستیک بوده و گراندروی آن با افزایش نرخ تنش، کاهش می‌یابد. از دیگر خواص این ماده می‌توان به پایداری ویسکوزیته محلول تا نزدیکی نقطه جوش اشاره نمود. همچنین در مقایسه با دیگر مواد مشابه مانند کربوکسی متیل سلولز و صمغ گوار، ساختار این صمغ با اعمال تنش شکسته شده اما با حذف تنش مجدداً به ساختار اولیه خود بر می‌گردد (Smith and Hong-Shum, 2011). صمغ لوکاست اندوسپرم آسیاب شده دانه خرنوب می‌باشد که به‌صورت وسیع در اسپانیا و دیگر کشورهای مدیترانه‌ای رشد می‌کند. این صمغ به‌صورت پودر سفید یا قهوه‌ای رنگ بوده و ساختار اصلی این گالاکتومان، زنجیره‌های خطی از واحدهای D- مانوز پیرانوز با اتصالات گلیکوزیدی می‌باشد. صمغ لوبیای لوکاست حلالیت کمی در آب سرد دارد اما با حرارت دیدن در دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت 10 دقیقه، به‌طور کامل هیدراته می‌شود که نهایتاً منجر به تشکیل محلول بسیار ویسکوز و سودوپلاستیک می‌گردد. مولکول‌های صمغ لوبیای لوکاست، حجم هیدرودینامیکی بالایی داشته و از طریق ارتباط با مولکول‌های مجاور، سبب ایجاد خواص ویسکوز می‌شوند. برهمکنش‌های سینرژیستی این صمغ با پلی‌ساکاریدهای دیگر از قبیل سلولز، به‌ویژه کاپاکاراگینان و صمغ زانتان، منجر به تشکیل ژل می‌گردد (Khouryeh et al., 2015). صمغ لوبیای لوکاست از لحاظ پاسخ به اعمال برش، دارای تنش تسلیم صفر بوده و خیلی زود سیال می‌شود. ویسکوزیته بالای محلول این صمغ می‌تواند سبب ایجاد ظاهر ژل‌مانند در آن شود اما در حقیقت این محلول، سودوپلاستیک بوده، در اثر حرارت طولانی مدت در دماهای بالا و سرعت‌های برشی زیاد دچار کاهش سریع ویسکوزیته می‌گردد. این صمغ به‌عنوان قوام‌دهنده، پایدارکننده، نگهدارنده رطوبت، افزایش‌دهنده عطر و طعم و جایگزین‌کننده چربی، کاربرد زیادی در محصولات لبنی، نانوائی، ژله‌ای و نوشیدنی دارد (Gidley and Reid, 2006). ریخته‌گری و همکاران (1390)، تاثیر هیدروکلوئید زانتان را در دو غلظت 0/5 و 0/1 درصد وزنی - وزنی بر پایه آرد، بر ویژگی‌های

فیزیکی و حسی نان بربری مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج، با افزودن زانتان، خواص فیزیکی و مقبولیت کلی نان بهبود یافت. زانتان موجب افزایش قوام خمیر، بالا رفتن میزان جذب آب، افزایش زمان گسترش خمیر، روشن‌تر شدن رنگ پوسته و نرم شدن مغز نان گردید. قابل توجه این که نمونه‌های حاوی 0/5 درصد صمغ زانتان، بالاترین کیفیت و کمترین تغییرات نامطلوب را طی دوره نگهداری نشان دادند (ریخته‌گری و همکاران، 1390). آریایی و همکاران (1395)، تاثیر برخی هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها را بر برخی خواص رئولوژیکی و حسی کیک روغنی مورد بررسی قرار دادند. در تحقیق مذکور، تخم‌مرغ و چربی اشباع از فرمول حذف و سه صمغ سلولز میکروکریستاله و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و زانتان و دو امولسیفایر گلیسرول منواسترات و سدیم استئاریل لاکتیلات و ایزوله پروتئین آب پنیر به‌عنوان جایگزین مورد استفاده قرار گرفتند. طبق نتایج، بین هیدروکلوئیدها، زانتان بیشترین تاثیر را بر دانسیته و ویسکوزیته خمیر داشت و سلولز میکرو کریستاله توانست از نظر شاخص بافت، بیشترین امتیاز را کسب کند. نتایج این پژوهش نشان داد که بعضی از هیدروکلوئیدها به‌همراه ایزوله پودر آب پنیر و امولسیفایر می‌توانند جایگزینی مناسب برای تخم‌مرغ و روغن اشباع در فرمولاسیون کیک باشند (آریایی و همکاران، 1395). Gomez و همکاران (2006) عملکرد هیدروکلوئیدهای مختلف نظیر آلرینات سدیم، کاراگینان، پکتین، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، صمغ لوکاست، گوار و صمغ زانتان را بر کیفیت کیک لایه‌ای زرد مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج، به‌جز زمانی که پکتین مورد استفاده قرار گرفت، پذیرش کلی کیک‌های لایه‌ای، با افزودن هیدروکلوئید بهبود یافت. عرب شیرازی و همکاران (2012) روند جایگزینی تخم‌مرغ با صمغ زانتان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را در کیک اسفنجی مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج، جایگزینی صمغ‌ها سبب بهبود جذب آب، زمان توسعه خمیر و زمان مقاومت خمیر گردید. علاوه بر آن، سطح زیر منحنی مقاومت به کشش و ضریب مقاومت خمیر در برابر کشش نمونه‌های حاوی صمغ‌ها در مقایسه با نمونه شاهد بیشتر شد. همچنین در تمامی تیمارها نسبت به شاهد، رطوبت افزایش اما پروتئین کاهش نشان داد. قابل توجه این که کیک‌های اسفنجی حاوی صمغ‌ها از کیفیت حسی مطلوب‌تری برخوردار بودند (ArabShirazi et al., 2012). موح و خلعتبری (2014) تاثیر استفاده از صمغ زانتان و آرد سیب‌زمینی را بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان تست مورد مطالعه قرار دادند. در تحقیق مذکور مقادیر 5، 10 و 15 درصد از آرد سیب‌زمینی به‌همراه 0/5 و 1 درصد از هیدروکلوئید زانتان در ترکیب با آرد گندم به‌منظور تهیه نان تست استفاده گردید. با توجه به نتایج، تیمارهای حاوی 10 و 15 درصد آرد سیب‌زمینی و 1 درصد زانتان باعث تقویت خمیر شدند و نتایج بهتری

داشته تا راهکارهایی جهت کاهش چربی مواد غذایی ارائه دهند ضمن آن‌که خواص کاربردی چربی نیز حفظ گردد. حال همان‌طور که بیان شد از مهم‌ترین راهکارها در این زمینه استفاده از انواع مختلف جایگزین‌های چربی می‌باشد. لذا در تحقیق حاضر تاثیر صمغ دانه لوکاست و زانتان به‌عنوان جایگزین چربی بر برخی خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ابتدا مواد اولیه به‌منظور تولید کیک روغنی شامل آرد گندم 78% (دانه خورشید، ایران)، صمغ زانتان (FUFENG، چین)، صمغ لوکاست (Seed Gum، ایتالیا)، تخم‌مرغ (تالونگ، ایران)، بیکنینگ پودر و امولسیفایر (آذرنوش شکوفه، ایران)، نمک (صدف، ایران)، شکر(هدیه، ایران) و روغن (بهشهر، ایران) تهیه شدند. نتایج مربوط به آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی آرد گندم مصرف شده همچنین تیمارهای تحقیق به‌ترتیب در جدول‌های 1 و 2 ارایه شده‌اند.

جدول 1- ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم مصرف شده در تولید کیک روغنی

نوع ماده	رطوبت (%)	خاکستر (%)	پروتئین (%)	چربی (%)	pH	گلوتن مرطوب (%)
آرد گندم	11/194	0/47	11/26	9/54	5/73	28/1

جدول 2- تیمارهای تحقیق

نوع صمغ	0	تیمارها										
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2
زانتان (%وزنی)	2	0/2	0/4	0/6	0	0	0	0/1	0/2	0/3	0/2	0/4
لوکاست (%وزنی)	0	0	0	0	0/2	0/4	0/6	0/1	0/2	0/3	0/4	0/2

بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی، بسته‌بندی شده و تا اتمام انجام آزمایشات مورد نظر، در دمای اتاق نگهداری شدند. فرمولاسیون کیک شامل: آرد 35 درصد، روغن 10درصد، آب 17 درصد، اینورت 2 درصد، تخم‌مرغ 10/9 درصد، شکر 22درصد، امولسیفایر 1/5درصد، نمک 0/3 درصد، بیکنینگ پودر 1/2 درصد وانیل 0/1درصد بودند (دامن افشان و همکاران، 1394).

آزمون تعیین ویسکوزیته خمیر

جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر کیک از دستگاه بروکفیلد (DV-II+programmable) استفاده گردید (Ashwini et al., 2009).

آزمون تعیین دانسیته خمیر

جهت انجام این آزمون از روش استاندارد AACC به شماره 21-54 استفاده شد (Anonymous, 2003).

را نسبت به سایر تیمارها داشتند. همچنین تیمارهای حاوی 5 درصد آرد سیب‌زمینی و 0/5 درصد زانتان از بیشترین میزان نرمی بافت و همچنین کمترین میزان بیاتی در بازه‌های زمانی 24، 48 و 72 ساعت پس از پخت، برخوردار بود (Movahed and Khalatbari., 2014). Khouryieh و همکاران (2015) تاثیر مخلوط صمغ زانتان و لوکاست بین را بر خواص فیزیکوشیمیایی، پایداری اکسیداتیو پروتئین آب پنیر و پایداری امولسیون روغن در آب، مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، بالاترین ویسکوزیته ظاهری امولسیون، همچنین بیشترین دوفازی و از سوی دیگر کمترین میزان اکسیداسیون چربی‌ها پس از 8 هفته نگهداری، در تیمارهای حاوی مخلوط زانتان و لوکاست بین مشاهده شد. امروزه غلات و فرآورده‌های آن بیش از 70 درصد کل کالری رژیم غذایی روزانه را تأمین می‌کنند. از سوی دیگر افزایش آگاهی عمومی در زمینه ارتباط بین سلامتی و تغذیه، سبب تمایل بیشتر افراد برای خرید محصولات کم‌چرب، کم‌کالری و حاوی سدیم کمتر، شده است. بنابراین تهیه محصولات غله‌ای کم چرب، هدف اکثر کارخانجات غذایی می‌باشد و این پدیده، محققین صنعت غذا را بر آن

تولید کیک روغن

قبل از هرچیز باید بیان داشت که در پژوهش حاضر، هدف کاهش مقدار چربی در فرمولاسیون کیک به میزان 10 درصد بود که در تمام تیمارها به یک میزان اعمال گردید. جهت تولید کیک روغنی، در مرحله اول تخم‌مرغ به همراه شکر و امولسیفایر موجود در فرمولاسیون، توسط مخلوط کنی با دور بالا به مدت 3 دقیقه کاملاً مخلوط شدند. در مرحله دوم، روغن و آب به مخلوط اضافه و با دور بالای همزن، مخلوط گردیدند. در مرحله سوم، آرد، وانیل، بیکنینگ پودر، شربت اینورت و نمک اضافه و در ادامه به مدت 3 دقیقه با سرعت متوسط، عمل مخلوط کردن انجام شد. در مرحله چهارم، خمیر به‌دست آمده از مرحله قبلی به درون قالب‌های مورد نظر ریخته شدند و در داخل فری با دمای 175°C و به مدت 30 دقیقه پخته شدند. پس از سپری شدن زمان مورد نظر، سینی‌های حاوی کیک از فر خارج شدند و تا سرد شدن کامل در دمای اتاق قرار گرفتند (راست‌منش، 1387). در نهایت کیک‌ها در داخل

در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد) از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال $\alpha=1\%$ و توسط نرم‌افزار SPSS نسخه 16 صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمون‌های دانسیته و ویسکوزیته خمیر کیک روغنی
نتایج مقایسه میانگین آزمون‌های دانسیته و ویسکوزیته نمونه‌های خمیر در جدول 3 نشان داده شده است.

جدول 3- نتایج مقایسه میانگین آزمون‌های دانسیته و ویسکوزیته نمونه‌های خمیر کیک روغنی حاوی درصدهای مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان

تیمار	ویسکوزیته (cP)	دانسیته (g/cm^3)
A0	0/05±0/02 ⁱ	0/47±0/08 ^a
A1	0/27±0/02 ^d	0/44±0/02 ^b
A2	0/48±0/02 ^b	0/38±0/02 ^c
A3	0/60±0/02 ^a	0/33±0/01 ^d
C1	0/43±0/03 ^c	0/43±0/02 ^b
C2	0/24±0/03 ^{de}	0/40±0/02 ^b
C3	0/21±0/03 ^{ef}	0/33±0/02 ^d
D1	0/12±0/02 ^g	0/33±0/02 ^d
D2	0/46±0/02 ^{bc}	0/33±0/02 ^d
B1	0/17±0/03 ^f	0/43±0/02 ^b
B2	0/09±0/03 ^{gh}	0/40±0/02 ^b
B3	0/06±0/03 ^{hi}	0/30±0/01 ^e

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

ویسکوزیته

طبق جدول 3، بیشترین مقدار ویسکوزیته در تیمار A3 و کمترین مقدار آن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). به عبارتی افزودن صمغ‌ها در سطوح مختلف موجب افزایش ویسکوزیته نمونه‌های خمیر نسبت به شاهد گردید. دلیل نتایج حاصل، واکنش بین صمغ‌ها با پروتئین آرد به خصوص گلوتن می‌باشد که منجر به استحکام شبکه گلوتن و افزایش ویسکوزیته خمیر شده است. از سوی دیگر ترکیبات حاوی صمغ زانتان به دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل بیشتر و در نتیجه وجود پیوندهای هیدروژنی قوی‌تر از ویسکوزیته بیشتری برخوردار بودند. امیرآبادی و همکاران (1391) بیان نمودند که افزایش غلظت صمغ‌های زانتان و قدومه شهری از 0/1 به 0/3 درصد موجب افزایش ویسکوزیته خمیر می‌گردد (امیرآبادی و همکاران، 1391). موحد و همکاران (2011) نیز بیان نمودند که ویژگی جذب بالای آب در

آزمون‌های فیزیکی شیمیایی نمونه‌های کیک

آزمون‌های شیمیایی مختلفی نظیر اندازه‌گیری رطوبت (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره 44-16)، خاکستر (AACC به شماره 01-08)، پروتئین (AACC به شماره 46-12)، چربی (AACC به شماره 30-10) بر روی نمونه‌های آرد گندم همچنین بر روی کیک‌های تولید شده انجام پذیرفت. همچنین برای تعیین میزان سفتی بافت نمونه‌های کیک به روش دستگاهی، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (Hounsfield H5KS، آلمان)، از روش استاندارد AACC به شماره 30-74 استفاده شد. این آزمون در فواصل زمانی یک، هفت و پانزده روز پس از پخت کیک‌ها و در سه تکرار انجام گرفت. به منظور ارزیابی بافت کیک‌های روغنی، از آزمون فشردن (کمپرس) استفاده شد به گونه‌ای که نمونه‌ها بر روی صفحه مخصوص قرار داده شدند و نیروی لازم جهت نفوذ یک پروب با انتهای گرد و به قطر 2 میلی‌متر و با سرعت 100 میلی‌متر در دقیقه به داخل کیک، قرائت گردید. حداکثر نیروی لازم به عنوان شاخصی از سفتی لحاظ گردید. قابل توجه این که مقادیر نیرو برابر 50 درصد ضخامت نمونه‌ها بود. در این آزمون n-point برابر با 15 و Extention Rang برابر با 20 در نظر گرفته شد (Anonymous, 1986). برای اندازه‌گیری حجم از روش جایگزینی حجم با دانه‌های کلزا (روش هنری سایمون) مطابق با استاندارد AACC به شماره 10-72 استفاده شد (Lee et al., 2006). همچنین رنگ نمونه‌ها پس از پخت، از طریق اندازه‌گیری سه شاخص a^* ، L^* و b^* و به کمک دستگاه هانتربل (Hunter lab D25-Dp9000) انجام پذیرفت. از سوی دیگر جهت اندازه‌گیری تغییرات ارتفاع ناشی از افزودن صمغ زانتان و صمغ لوکاست، از یک کولیس استفاده شد به گونه‌ای که نمونه‌های مورد نظر بین تیغه‌های دهانه کولیس قرار داده شدند و از روی نمایشگر این دستگاه، ارتفاع نمونه‌ها، اندازه‌گیری گردید (Hussein et al., 2011).

آزمون ارزیابی ویژگی‌های حسی (ارگانولپتیکی) نمونه‌های کیک

برای ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های کیک روغنی، از تجزیه و تحلیل خصوصیات کیک با کاربرد حواس پنجگانه استفاده گردید. ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش دیده نسبت به محصول بود. در این تحقیق، ابتدا نمونه‌ها کدگذاری شدند و ویژگی‌های حسی نظیر رنگ، طعم و بافت آن‌ها با استفاده از روش هدونیک 9 نقطه‌ای توسط 10 نفر ارزیاب آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفتند (Hussein et al., 2011).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش (غیر از آنالیز داده‌های مربوط به بیاتی دستگاهی که با استفاده از آزمایش فاکتوریل

رطوبت

با توجه به جدول 4، بیشترین مقدار رطوبت در تیمار A3 و کمترین مقدار آن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). طبق نتایج، با افزایش میزان صمغ، رطوبت نمونه‌های کیک افزایش یافت که علت آن وجود گروه‌های هیدروکسیل در این ترکیبات می‌باشد که با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند و منجر به ثبات شبکه گلوآلین می‌شود. بهر آب خمیر، کاهش بیاتی و سفتی محصول می‌گردند. البته بیشتر بودن مقدار رطوبت در تیمارهای حاوی صمغ زانتان نسبت به نمونه‌های حاوی صمغ لوکاست را می‌توان به بیشتر بودن گروه‌های هیدروکسیل موجود در صمغ زانتان نسبت داد. Davidou و همکاران (1996) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن صمغ‌ها موجب افزایش رطوبت در نان می‌گردد. موحد و همکاران (1393) بیان داشتند که افزودن صمغ‌ها تاثیر مثبت و معنی‌داری در افزایش رطوبت نان دارد (موحد و همکاران، 1393).

چربی

طبق جدول 4، بیشترین مقدار چربی در تیمار A0 و کمترین مقدار آن در تیمار A3 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). طبق نتایج، با افزایش میزان صمغ، چربی نمونه‌ها کاهش یافت. دلیل کاهش چربی در نمونه‌های کیک حاوی صمغ، مصرف آنها در فرمولاسیون کیک‌های تولیدی به جای روغن بود. Sowmya و همکاران (2009) در تحقیقات نشان دادند که افزودن صمغ‌ها در کیک و کلوچه موجب کاهش چربی آنها می‌شود.

ساختار صمغ‌ها در ایجاد محلول‌های ویسکوز موثر است (Movahed *et al.*, 2011).

دانسیته

با توجه به جدول 3، بیشترین مقدار دانسیته در تیمار A0 و کمترین مقدار آن در تیمار B3 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). بنابر تحقیقات به عمل آمده، در زمان مخلوط کردن خمیر کیک، حباب‌های هوا در ساختار خمیر تشکیل می‌شود که میزان و اندازه این حباب‌ها در کیفیت محصول نهایی بسیار اثرگذار است. بنابراین حفظ حباب‌های هوای تشکیل شده در مرحله مخلوط کردن و جلوگیری از خروج آنها بسیار مهم می‌باشد. طبق نتایج، با افزودن سطوح مختلف صمغ، دانسیته خمیر کاهش یافت که از دلایل آن میتوان به جذب آب و میزان حباب‌های هوای موجود در خمیر اشاره نمود. نکته قابل توجه این‌که تیمارهای حاوی صمغ لوکاست از کاهش دانسیته بیشتری برخوردار بودند که علت آن وجود مقدار کمی چربی (1 درصد) در فرمولاسیون آن می‌باشد که این چربی در نگهداری حباب‌های هوا تاثیرگذار است. Ashwini و همکاران (2009) در تحقیقات خود بیان نمودند که افزودن سطوح مختلف صمغ‌ها موجب افزایش جذب آب و افزایش هوا دهی در خمیرهای تولیدی می‌گردد. سوهان آجینی و همکاران (1396) در تحقیقات خود بیان نمودند که کیک‌های روغنی حاوی بیشترین مقادیر صمغ، از کمترین میزان دانسیته برخوردار بودند.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های کیک روغنی

نتایج مقایسه میانگین برخی آزمون‌های فیزیکوشیمیایی انجام شده بر روی کیک‌های روغنی نظیر رطوبت، چربی، ارتفاع، حجم، a^* و b^* به ترتیب در جدول‌های 4 و 5 نشان داده شده است.

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین برخی آزمون‌های فیزیکوشیمیایی انجام شده بر روی کیک‌های روغنی حاوی درصدهای مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان

تیمار	رطوبت (%)	چربی (%)	ارتفاع (cm)	حجم (cm ³)
A0	20/68 ± 0/04 ^f	16/70 ± 0/08 ^a	5/5 ± 0/03 ^f	30 ± 2 ^e
A1	22/41 ± 0/2 ^b	13/6 ± 0/1 ^{fg}	5/95 ± 0/05 ^c	40 ± 2 ^c
A2	22/70 ± 0/03 ^{ab}	13/2 ± 0/1 ^{hi}	6/1 ± 0/1 ^{ab}	44 ± 1 ^{ab}
A3	22/73 ± 0/03 ^a	12/8 ± 0/2 ⁱ	6/2 ± 0/1 ^a	45 ± 1 ^a
C1	22/60 ± 0/1 ^b	13/5 ± 0/1 ^g	6/00 ± 0/05 ^{bc}	42 ± 1 ^{bc}
C2	21/88 ± 0/06 ^c	13/7 ± 0/1 ^{ef}	5/85 ± 0/05 ^d	40 ± 2 ^c
C3	21/80 ± 0/08 ^c	13/76 ± 0/06 ^e	5/85 ± 0/05 ^d	37 ± 2 ^d
D1	21/59 ± 0/05 ^d	14/30 ± 0/1 ^{cd}	5/85 ± 0/05 ^d	37 ± 2 ^d
D2	22/65 ± 0/05 ^b	13/10 ± 0/1 ^h	6/05 ± 0/05 ^b	43 ± 1 ^b
B1	21/64 ± 0/05 ^d	13/30 ± 0/1 ^d	5/85 ± 0/05 ^d	37 ± 2 ^d
B2	21/22 ± 0/04 ^e	13 ± 0/1 ^c	5/6 ± 0/04 ^e	35 ± 2 ^d
B3	21/10 ± 0/02 ^e	12/6 ± 0/06 ^b	5/6 ± 0/04 ^e	30 ± 2 ^e

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول 5- نتایج مقایسه میانگین آزمون‌های رنگ‌سنجی انجام شده بر روی کیک‌های روغنی حاوی درصدهای مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و

تیمار	زانتان		
	L*	a*	b*
A0	52/12±0/1 ^s	4/88±0/08 ^a	35/62±0/1 ^a
A1	70/30±0/05 ^c	3/42±0/04 ^e	24/56±0/32 ^e
A2	76/69±0/03 ^b	2/7±0/03 ^f	22/09±0/1 ^f
A3	78/52±0/02 ^a	2/5±0/04 ^g	21/22±0/02 ^g
C1	76/12±0/6 ^b	3/38±0/06 ^e	24/12±0/43 ^e
C2	67/41±0/04 ^d	3/48±0/04 ^d	26/81±0/3 ^d
C3	67/40±0/03 ^d	3/52±0/04 ^d	27/12±0/2 ^d
D1	64/96±0/4 ^e	4/30±0/02 ^b	32/61±0/32 ^b
D2	76/62±0/08 ^b	2/73±0/03 ^f	22/14±0/1 ^f
B1	65/20±0/03 ^e	4/01±0/04 ^c	30/11±0/05 ^c
B2	61/42±0/04 ^f	4/31±0/04 ^b	32/86±0/2 ^b
B3	61/29±0/2 ^f	4/32±0/06 ^b	32/92±0/2 ^b

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

ارتفاع

طبق جدول 4، بیشترین مقدار ارتفاع در تیمار A3 و کمترین مقدار آن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). ارتفاع کیک ارتباط مستقیمی با حجم نمونه‌ها دارد به‌طوری‌که با کاهش حجم، ارتفاع نمونه‌های کیک نیز کاهش خواهد یافت که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. بنابر نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، هرچه میزان صمغ به‌کار رفته در ساختار محصول افزایش یافت، در مقابل از میزان چربی کاسته شد و به تدریج ارتفاع کیک‌های مورد نظر نیز افزایش پیدا کرد. علت نتیجه حاصل آن است که با افزایش صمغ‌ها، آب بیشتری جذب نمونه‌ها گردید که نتیجه آن افزایش ویسکوزیته و حبس شدن هوای بیشتر در مرحله عمل‌آوری خمیر بود. از سوی دیگر در مرحله پخت، خروج هوای محبوس شده و گاز دی اکسیدکربن از مهم‌ترین عوامل موثر بر افزایش ارتفاع کیک، می‌باشند. موحد و همکاران (1392) در تحقیقات خود گزارش کردند که با افزایش سطوح مصرف صمغ‌ها و در نتیجه افزایش حجم، ارتفاع نمونه‌ها افزایش یافت (موحد و همکاران، 1392). Gomez و همکاران (2006) در تحقیقات خود اظهار داشتند که افزودن صمغ زانتان و لوکاست موجب افزایش ارتفاع تیمارها نسبت به نمونه شاهد گردید.

حجم

طبق جدول 4، بیشترین مقدار حجم در تیمار A3 و کمترین مقدار آن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). طبق نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، با افزایش میزان صمغ، حجم نمونه‌ها افزایش یافت. دلیل افزایش حجم در نمونه‌های حاوی صمغ، افزایش گرانشی خمیر، کند شدن سرعت انتشار گاز، حفظ آن در مراحل اولیه پخت و در نتیجه حبس کردن گاز CO₂ و بخار آب در سلول‌های هوا است.

Gomez و همکاران (2006) در تحقیقات نشان دادند که تاثیر هیدروکلوئیدها بر حجم کیک به دلیل افزایش ویسکوزیته خمیر است که در تغییر سرعت انتشار گاز طی مراحل اولیه پخت کمک می‌کند. ویسکوزیته پایین تر خمیر طی پخت یکی از دلایل کاهش حجم محصول است. موحد و همکاران (2011) اظهارداشتند که افزودن صمغ زانتان و هیدروکسیل پروپیل متیل در کیک‌های اسفنجی سبب افزایش جذب آب، مقاومت خمیر و حجم کیک‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد (Movahhed et al., 2011).

شاخص رنگ L*

با توجه به جدول 5، بیشترین مقدار L* در تیمار A3 و کمترین مقدار آن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). طبق نتایج، افزودن صمغ‌ها موجب افزایش شاخص رنگی L* در مقایسه با نمونه شاهد گردیدند. دلیل افزایش شاخص رنگی L* در تیمارهای حاوی صمغ را می‌توان به رنگ تیره صمغ‌ها و از طرفی دیگر به واکنش قهوه‌ای شدن در فرمولاسیون کیک‌های تولیدی نسبت داد. Lee و همکاران (2005) اظهار داشتند که مصرف صمغ‌ها در فرمولاسیون نان، موجب بهبود رنگ و طولانی شدن آن می‌شود. سوهان آجینی و همکاران (1396) در تحقیقات خود اظهار نمودند که افزودن صمغ زانتان و گوار در کیک روغنی موجب افزایش شاخص رنگی L* نسبت به نمونه شاهد گردید (سوهان آجینی و همکاران، 1396).

شاخص رنگ a*

طبق جدول 5، بیشترین مقدار a* در تیمار A0 و کمترین مقدار آن در تیمار A3 اندازه‌گیری شد ($p \leq 0.01$). با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزودن سطوح مختلف صمغ‌ها موجب کاهش شاخص رنگی a* گردید.

طبق جدول 7، بیشترین امتیاز ویژگی‌های حسی بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی در تیمار 2 اما کمترین مقدار آن‌ها در تیمار A0 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$).

جدول 6- نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل (تیمار* زمان) بر شاخص بافت نمونه‌های کیک روغنی حاوی مقادیر مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان

تیمار	زمان (روز)		
	اول	هفتم	پانزدهم
A0	5/46 ^f	10/3 ^c	14/49 ^a
B3	4/19 ^g	6/34 ^e	8/50 ^b
B2	3/84 ^h	5/73 ^f	7/80 ^d
D1	3/67 ^h	5/61 ^f	7/79 ^d
B1	3/36 ^h	5/53 ^f	7/71 ^d
C3	3/30 ^h	5/19 ^f	7/38 ^d
C2	2/62 ⁱ	4/66 ^g	6/03 ^e
A1	2/59 ⁱ	3/24 ^h	3/98 ^h
C1	1/73 ⁱ	2/85 ⁱ	3/86 ^h
D2	1/64 ⁱ	2/72 ⁱ	3/84 ^h
A2	1/64 ⁱ	2/72 ⁱ	3/81 ^h
A3	1/60 ⁱ	10/3 ^c	2/84 ⁱ

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

در ارتباط با بافت، علت نتیجه حاصل وجود رطوبت بالا در نمونه‌ها و ایجاد کمپلکس‌های قوی هیدروژنی بین صمغ‌ها با نشاسته و گلوتن آرد می‌باشد (موحد، 1390). Lee و همکاران (2006) در تحقیقات خود نشان دادند که به‌کارگیری صمغ‌های زانتان و گوار سبب کاهش میزان سفتی بافت کیک‌های تولیدی می‌گردد که علت آن را به وجود مقادیر بالای ترکیبات فیبری به‌خصوص بتا گلوکان موجود در صمغ‌های گوار و زانتان نسبت دادند. همچنین افزودن صمغ‌ها موجب افزایش امتیاز حسی طعم تیمارها گردید که دلیل آن وجود ترکیبات آلدئیدی موجود در صمغ‌های زانتان و لوکاست می‌باشد. سوهان آجینی و همکاران (1396)، در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند (سوهان آجینی و همکاران، 1396). از سوی دیگر با افزودن صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان، امتیاز حسی رنگ افزایش یافت که علت این نتیجه را می‌توان به واکنش مایلارد نسبت داد. موحد و همکاران (1392) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند (موحد و همکاران، 1392). در مجموع افزودن سطوح مختلف صمغ‌ها موجب افزایش امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد گردید که علت آن را می‌توان به وجود صمغ‌های زانتان و لوکاست نسبت داد که از خواص کاری ویژه و مناسبی برخوردار هستند. امیرآبادی و همکاران (1391) در تحقیقات خود عنوان نمودند که افزودن صمغ‌های زانتان و قدومه شهری در کیک،

علت این نتیجه مربوط به میزان رطوبت پوسته، شدت واکنش مایلارد و میزان ترکیبات رنگی روشن و درخشان در کیک می‌باشد (Movahhed and Mirzaei, 2013).

شاخص رنگ b*

طبق جدول 5، بیشترین مقدار b* در تیمار A0 و کمترین مقدار آن در تیمار A3 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). با توجه به نتایج، افزودن سطوح مختلف صمغ‌ها موجب کاهش شاخص رنگی b* در تیمارهای حاوی آن گردید. موحد و همکاران (2012) عنوان نمودند که افزودن صمغ‌های زانتان و هیدروکسیل پروپیل متیل در کیک‌های اسفنجی بدون تخم‌مرغ، سبب افزایش درصد جذب آب و بهبود خصوصیات کیفی بافت و بهبود رنگ (افزایش L* و کاهش a* و b*) در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد (Movahhed and Mirzaei, 2013).

بافت‌سنجی

نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل (تیمار* زمان) بر شاخص بافت نمونه‌های کیک روغنی حاوی مقادیر مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان در فواصل زمانی 1، 7 و 15 روز پس از پخت در جدول 6 نشان داده شده است.

طبق جدول مقایسه میانگین 6، بیشترین میزان سفتی در تیمار A0 و در روز پانزدهم اما کمترین مقدار آن در روز اول و در تیمار A3 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). طبق نتایج، افزایش سطوح مصرف صمغ‌های زانتان و لوکاست باعث کاهش بیاتی نمونه‌ها گردید. به‌طور کلی علت سفتی بافت یا بیاتی محصولات نانوبی و کیک تا حد زیادی وابسته به میزان قابلیت باند کردن آب و یا از دست دادن آن طی دوره نگهداری محصول می‌باشد. در تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که کاربرد صمغ‌ها به دلیل ایجاد اتصالات هیدروژنی قوی با پروتئین گلوتن و تشکیل شبکه‌های با ثبات گلوتهی، سبب حفظ بیشتر رطوبت و کاهش بیاتی نمونه‌های کیک شده است. Gomez و همکاران (2006) در تحقیقات خود نشان دادند که هیدروکلوئیدها با تاثیر بر روی ساختار نشاسته سبب بهبود توزیع و نگهداری آب و در نتیجه باعث بهبود بافت فرآورده‌های پخت می‌شوند. موحد و میرزایی (2013) نیز دریافتند که افزودن صمغ زانتان به کیک لایه‌ای موجب افزایش قدرت نگهداری رطوبت و پایدار کردن ساختار خمیر طی پخت و بهبود بافت محصول می‌شود (Movahhed and Mirzaei, 2013).

آزمون حسی

نتایج مقایسه میانگین برخی آزمون‌های حسی انجام شده بر روی نمونه‌های کیک‌های روغنی نظیر بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی در جدول 7 نشان داده شده است.

سبب بهبود اکثر ویژگی‌های حسی آن در مقایسه با نمونه شاهد می‌شود (امیرآبادی و همکاران، 1391).

جدول 7- نتایج مقایسه میانگین برخی آزمون‌های حسی انجام شده بر روی کیک‌های روغنی حاوی درصد‌های مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان

پذیرش کلی	رنگ	طعم	بافت	تیمار
7±0/2a	7/41±0/1a	6/6±0/1a	7/5±0/3a	D2
6/8±0/2a	7/25±0/2b	6/5±0/1ab	7/3±0/2a	A2
6±0/1b	7/20±0/2b	6/3±0/3bc	7/2±0/3a	A3
6±0/1b	7/08±0/2b	6/1±0/2c	6/08±0/01b	C1
5/8±0/2b	7±0/2bc	6/1±0/2c	5/3±0/1c	A1
5±0/1c	7±0/2bc	6/08±0/2c	5/2±0/1c	C2
5±0/1c	6/8±0/2cd	5/3±0/1d	4/7±0/1d	C3
4/8±0/2c	6/6±0/2de	5/3±0/1d	4/5±0/2d	B1
4±0/1d	6/5±0/2ef	5/1±0/2d	4/3±0/4de	D1
4±0/1d	6/3±0/2fg	4/6±0/1e	4±0/3ef	B3
4±0/1d	6/1±0/2g	4/6±0/1e	3/8±0/2f	B2
3/2 ±0/3e	4/5±0/2h	4/1±0/2f	2/5±0/1g	A0

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

خمیر، شاخص‌های a^* و b^* و سفتی بافت کاهش یافت. به عبارت دیگر جایگزینی صمغ‌های زانتان و لوکاست سبب بهبود اکثر خصوصیات رئولوژیکی خمیر، بافتی، فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌های کیک گردید. همچنین در مقایسه بین دو صمغ زانتان و لوکاست، تیمارهای حاوی مقادیر بیشتر از صمغ زانتان از ویژگی‌های مطلوب‌تری برخوردار بودند. در نهایت با توجه به نتایج، تیمار D2 (حاوی 0/2 صمغ لوکاست و 0/4 درصد صمغ زانتان) به‌عنوان بهترین تیمار معرفی گردید.

در تحقیق حاضر تاثیر سطوح مختلف صمغ‌های زانتان و لوکاست بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر، فیزیکوشیمیایی، حسی و بافت نمونه‌های کیک روغنی مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج، با کم کردن 10 درصد چربی در فرمولاسیون و افزودن صمغ‌های زانتان و لوکاست میزان رطوبت، ارتفاع، حجم، ویسکوزیته خمیر و شاخص L^* نمونه‌های کیک نسبت به شاهد افزایش اما میزان چربی، دانسیته

منابع

- آریایی، پ.، قنبری، م.، عبدالله‌پور، م.، 1395، تاثیر برخی هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها بر خواص رئولوژیکی و حسی کیک روغنی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، 55(13)، 193-200.
- امیرآبادی، س.، کوچکی، ا.، محبی، م.، 1391، بررسی اثر صمغ‌های زانتان و قدومه شهری بر خواص رئولوژیکی، فیزیکی و ساختاری کیک شیفون کم چرب، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه 107.
- دامن‌افشان، پ.، صالحی‌فر، م.، غیائی طرزی، ب.، باخدا، ح.، 1394، بررسی تاثیر اینولین بر خصوصیات کیفی کیک روغنی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، 46(12)، 41-48.
- راست منش، ر.، 1387، فن آوری کیک و کلوچه، چاپ اول، نشر علوم کشاورزی، صفحات 30-34.
- ریخته‌گری، ص.، قنبری، ب.، غیائی، ب.، 1390، اثر هیدروکلوئید زانتان در دو غلظت 0/5 درصد و 0/1 درصد وزنی - وزنی بر پایه آرد بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی نان بربری، مجله علوم کشاورزی، 42(2)، 205-213.
- سوهان آجینی، ع.، موحد، س.، احمدی چنارین، ح.، 1396، تاثیر صمغ‌های گوار و زانتان به عنوان جایگزین بخشی از چربی بر خواص کیفی کیک روغنی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره 69، دوره 14، 295-306.
- موحد، س.، 1390، علم نان، انتشارات مرز دانش، صفحه 149.

- موحد س.، ژرفی، س.، احمدی چنارین، ح.، 1392، بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و ارگانولپتیکی نان‌های تست حاوی آرد موز، پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، (9) 4، 365-359.
- موحد س.، ژرفی، س.، احمدی چنارین، ح.، وفايي، م.، 1393، تاثیر صمغ‌های گوار و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های شیمیایی، رئولوژیکی، ارگانولپتیکی و بیاتی نان چاپاتی، مهندسی بیوسیستم ایران، 45 (1)، 31-36.
- Anonymous, 1986, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Methods, 74, 09.
- Anonymous, 2003, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, S't. Paul, MN. USA.
- ArabShirazi, S., Movahhed, S. and Nematti, N., 2012, Evaluation of addition of Xanthan and Hydroxyl Propyl Methyl Cellulose gums on chemical and rheological properties of sponge cakes. *Annals of Biological Research*. 3 (1), 589-594.
- Ashwini, A. and Jyotsna, R. and Indrani, D., 2009, Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloids*, 23, 700-707.
- Davidou, S., Lemeste, M., Bebever, E. and Bakaert, D., 1996, A contribution to the study of staling of white bread. Effect of water and hydrocolloid. *Food Hydrocolloids*, 10, 378-384.
- Gidley, M. J., Reid, G., 2006, Galactomannans and other cell wall storage polysaccharides in seeds. In: AM Stephen, GO Philips, PA Williams (eds), *Food Polysaccharides and Their Applications*. 2th edn, CRC Press, Florida, 181-215.
- Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A. and Rosell, C. M., 2006, Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2), 167-173.
- Hussein, E. A., El-Beltagy, A. E. and Gaafor, A. M., 2011, Production and quality evaluation of low calorie cake. *American Journal of Food Technology*, 6(9), 827-834.
- Khouryieh, H., Puli, G., Williams, K. and Aramouni, F., 2015, Effects of xanthan-locust bean gum mixtures on the physicochemical properties and oxidative stability of whey protein stabilized oil-in-water emulsions. *Food Chemistry*, 167, 340-8.
- Lee, S. and Inglett, G. E., 2006, Rheological and physical evaluation of Jet – Cooked oat bran in low calorie cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 553-559.
- Lee, S., Kim, S. and Inglett, G. E., 2005, Effect of shortening replacement with oatrim on the physical and rheological properties of cakes. *Cereal Chemistry*, 82(2), 120-4.
- Movahed, S. and Khalatbari Mohseni, G., 2014, Evaluation the nutritional value and staling rate of toast breads fortified with xanthan gum and potato flour. *International Journal of Bio-Inorganic Hybrid Nanomaterials*, 3 (1), 43-48.
- Movahhed, S. and Mirzaei, M., 2013, Evaluation of staling rate and quality of gluten-free toast breads onrice flour basis. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 5(01), 224-227.
- Movahed, S., Rooshenas, G. H. and Ahmadi Chenarbon, H., 2011, Evaluation of the effect of liquid sourdough method on dough yield, bread yield and organoleptic properties Iranian Lavash bread. *World Applied Sciences Journal*, 15(7), 1054-1058.
- Ognean, C. F., Darie, N. and Ognean, M., 2006, Fat replaces. *Journal of Agro alimentary processes and Technologies*, 7(2), 442-443.
- Smith, J. and Hong-Shum, L., 2011, *Food Additives Data Book*. Iowa: Blackwell Publishing, 978 p.
- Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. and Indrani, D., 2009, Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. *Food Hydrocolloids*, 23, 1827-1836.

Effects of locust bean gum and xanthan gum as a fat substitute on the physicochemical, rheological and sensory properties of oil cake

M. Zaeri¹, S. Asadollahi^{2*}, M. Hashemiravan³

Received: 2017.08.16

Accepted: 2018.08.13

Introduction: Fat substitutes are the compounds that use for providing all or some fat properties, while producing fewer calories than it. It is noteworthy that in confectionary products, carbohydrate-based fat substitutes are more used than other substitutes because of having other technical and economic benefits and one of these substitutes is gum. In this regard, in the present research, the effects of locust bean gum and xanthan gum as a fat substitute on the physicochemical, rheological and sensory properties of oil cake were studied.

Materials and Methods: Treatments included: A0 (control), A1 (0.2% (w/w%) xanthan and 0% locust), A2 (0.4% (w/w%) xanthan and 0% locust), A3 (0.6% (w/w%) xanthan and 0% locust) B1 (0.2% (w/w%) locust and 0% Xanthan), B2 (0.4% (w/w%) locust and 0% Xanthan), B3 (0.6% (w/w%) locust and 0% Xanthan), C1 (0.1% (w/w%) locust and 0.2% xanthan), C2 (0.2% (w/w%) locust, and 0.2% xanthan), C3 (0.3% (w/w%) locust, and 0.3% xanthan), D1 (0.4% (w/w%) locust, and 0.2% xanthan) and D2 (0.2% (w/w%) locust and 0.4% xanthan). In order to produce an oil cake, in the first step, the eggs, the sugar and emulsifier in the formulation were completely mixed by mixer with high speed for 3 minutes. In the second step, the oil and water were added to the mixture and mixed by the mixer with high speed. In the third step, flour, vanilla, baking powder, invert syrup and salt were added and mixed for 3 minutes at medium speed. In the fourth step, the dough obtained from the previous stage was poured into the desired molds and cooked in an oven at 175 ° C for 30 minutes. Finally, the cakes were packed in polyethylene bags and stored at room temperature. The tests performed on the dough included the density, viscosity and specific weight, as well as tests on the final product included the measurement of moisture, aw, volume, color, fat, height and sensory tests. On the other hand, to evaluate the effect of xanthan gum and locust gum on cake texture, the test of firmness was performed on days 1, 7 and 15. In order to analyze the data obtained from the experiment (except for the instrumental analysis of data on the staling conducted by using a factorial experiment in a completely randomized block design), a completely randomized design with three replications was used and the mean comparisons were conducted by Duncan's multiple range test, at the probability level of $\alpha=1\%$ and by SPSS software version 16.

Results and Discussion: According to the results, adding gum at different levels increased the viscosity of the dough samples compared to the control. The reason for the results is that the reaction between the gums and the protein of flour, especially gluten, leads to the strength of the gluten network and the increase in viscosity of the dough. According to the results, with the addition of different levels of gum, the density of dough decreased, some reasons of which can be water absorption and the amount of air bubbles in the dough. According to the results, by increasing gum content, the moisture content of cake samples increased due to the presence of hydroxyl groups in these compounds that form a hydrogen bonding with water, resulting in the stability of the gluten dough network, better preservation of dough water, reduction of the staling and firmness of the product. Also, by increasing the amount of gum, the fat content of the samples decreased. The reason for decreasing the fat in the cake samples containing the gum was to use them in the formulation of produced cakes instead of oil. On the other hand, the height of the cake is directly related to the volume of the samples, so that the height of the cake samples will be decreased by decreasing the volume, which it is consistent with the results obtained in this study. According to the results obtained in this study, when the amount of gum used in the product structure increased, the amount of fat decreased, and gradually the height of the desired cakes also increased. Then, the volume of samples increased by increasing gum content. The reason for increasing in volume of the samples containing gum is increasing the viscosity of the dough, slowing down the gas release rate, maintaining it in the early stages of cooking, and thus retaining CO₂ and water vapor in the air cells. According to the results, the addition of gum increased the L * color

1 and 2. M.Sc Student and Assistant Professor, Department of Food Science, Varamin– Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

(*- Corresponding Author Email: asadollahi@iauvaramin.ac.ir)

index compared to the control sample. The reason for the increase of L^* color index in gum-based treatments can be attributed to the dark color of gums, and on the other hand, to the reaction of becoming brown in the formulation of cake production. Adding the different gum levels also decreased a^* color index. This is due to the moisture content in the crust, the intensity of the Maillard reaction, and the amount of light and bright colored compounds in the cake. According to the results, adding different gum levels decreased the b^* color index in the treatments containing it. Also, increasing the levels of xanthan and Locust gum consumption decreased the staling of samples. According to the results, the addition of gums to the treatments increased the sensory scores of flavor due to the presence of aldehyde compounds in xanthan and locust gums. Addition of Locust bean and xanthan gums also increased the sensory score of color. The reason for this result can be attributed to the Maillard reaction. Overall, the addition of different levels of gums increased the total acceptance score of samples compared to the control sample, which can be attributed to the presence of xanthan and locust gums which have the special and proper work properties. Finally, according to the results, D2 treatment was introduced as the best treatment.

Keywords: Oil cake; Fat substitute; Locust bean gum; Xanthan gum.

اثرات کاربرد عصاره فلفل شیرین و سیب بر خواص رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی دونات

روغنی

سپیده آریایی مجد¹- مانیا صالحی فر^{2*}

تاریخ دریافت: 1396/08/23

تاریخ پذیرش: 1397/08/10

چکیده

یکی از فراورده‌های تخمیری حائز اهمیت در سرتا سر جهان دونات تخمیری است که مشابه نان پس از طی مراحل تخمیر، تقسیم، شکل‌دهی و استراحت خمیر به‌جای پخت در فر در روغن سرخ می‌شود. بنابراین بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری آن با استفاده از افزودنی‌های غذایی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. هدف از این مطالعه ارزیابی امکان تولید دونات فراسودمند حاوی عصاره هیدروالکلی فلفل شیرین (1/5، 2/5 و 3/5) و عصاره هیدروالکلی سیب (8، 10 و 12%) در 100 گرم آرد بود. بر این اساس تأثیر عصاره های فلفل شیرین و سیب بر خواص فارینوگرافی خمیر و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دونات شامل رطوبت، سختی بافت در روز اول و سوم و رنگ و همچنین آزمون ماندگاری شامل اندیس پراکسید در روزهای اول، پانزدهم و سی‌ام، مورد آزمون قرار گرفت. افزایش سطوح به‌کارگیری عصاره‌های فلفل شیرین و سیب در فرمولاسیون دونات به‌طور مستقیم میزان رطوبت را افزایش داد. همچنین مشخص شد که با افزایش درصد عصاره‌ها میزان سختی بافت و روشنایی رنگ و عدد پراکسید کاهش یافت. نتایج آزمون فارینوگرافی نشان داد که افزایش سطوح استفاده از عصاره‌ها ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر را تضعیف کرد. طبق بررسی و ارزیابی‌های صورت گرفته شرایط بهینه شامل استفاده از 11/95 درصد عصاره سیب و 3/3 درصد عصاره فلفل شیرین در فرمولاسیون خمیر دونات بود.

واژه‌های کلیدی: دونات، عصاره فلفل شیرین، عصاره سیب، خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژی.

مقدمه

دونات تخمیری یکی از محصولات حائز اهمیت در سرتاسر جهان است که پس از مرحله تخمیر، تقسیم و شکل‌دهی و استراحت در روغن سرخ می‌شود (Dehghani Firoozabadi et al., 2012). از این رو با صنعتی شدن دونات، تولید آن در مقیاس وسیع و افزایش تقاضای مشتری، نیاز به کاربرد افزودنی‌های غذایی (نظیر آنزیم‌ها، امولسیفایر، صمغ، آنتی‌اکسیدان و غیره...) جهت تولید چنین محصولی با کیفیت و ماندگاری بالا احساس می‌شود (Askari, 2006). در بین سامانه‌های مواد غذایی مختلف با ارزش افزوده، محصولات پخت یک فرصت عالی برای ترکیب بخش‌های قابل خوردن دانه‌ها، سبزی‌ها یا دیگر منابع غذایی غیرمتداول را که مورد غفلت قرار گرفته‌اند، فراهم می‌کند Nasir et al., 2009). تحقیقات علمی به عملکرد غذا در این زمینه پرداخته‌اند. به دنبال این تحقیقات، غذاهای فراسودمند مطرح شدند (Grajek et al., 2005). غذاهای فراسودمند موضوع روز مورد توجه در جهان و یکی از رو به رشدترین گروه‌های مواد غذایی به‌شمار می‌آیند.

از بهترین روش‌های پیشگیری از بیماری‌ها، استفاده از رژیم غذایی مطلوب متشکل از انواع سبزی و میوه‌های سرشار از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است که روزانه حداقل 1 الی 2 گرم پلی‌فنل وارد بدن مصرف‌کننده شود (Cieslik et al., 2006). افزودن یک یا چند ماد مغذی به مواد غذایی در شرایطی که آن مواد در غذا به‌طور طبیعی وجود نداشته باشد یا مقدار آنها کمتر از میزان طبیعی اولیه باشد، به‌منظور پیشگیری و یا اصلاح کمبود ناشی از یک یا چند ماده مغذی که در کل جامعه و یا گروه‌های خاصی از جمعیت وجود دارد. در سال‌های اخیر، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی به دلیل اثرات سلامت‌بخش و نقش خود در جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها، روغن‌ها و فراورده‌های غذایی حاوی ترکیبات لیپیدی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (عربشاهی و همکاران، 1393). در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی روی استخراج ضد اکسایش‌های طبیعی از منابع گیاهی صورت گرفته است. منابع آنتی‌اکسیدانی طبیعی شامل کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، محصولات حاصل از هیدرولیز پروتئینی، محصولات واکنش

2- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
(*) - نویسنده مسئول: Email: salehifarmania@yahoo.com

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

میلارد، فسفولیپیدها و استرولها هستند. تعدادی از اینها به طور طبیعی از آنتی اکسیدانهای فنولی موجود در منابع گیاهی و عصاره‌های گیاهی به دست آمده‌اند (Casimir et al., 2008). آنتی اکسیدانها به عنوان دهنده هیدروژن یا پذیرنده رادیکال آزاد با افزایش دوره القا باعث به تاخیر انداختن اتواکسیداسیون می‌شوند (Halliwell et al., 1995). سیب یک میوه درختی گرمسیری با نام علمی (*Nagella sativa*) از خانواده گل سرخیان است (مقامی و همکاران، 1393). ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی موجود در میوه سیب در گروه آنتوسیانین (سیانیدین -3- گالاکتوزید)، دی هیدرو چالکونها (فلوریدزین دی هیدرات)، پروسیانیدینها، کوئرستین گلیکوزیدها، روتین (فلاونولها)، کتچین، اپی کتچین و پلیمرهای آن (فلاونول) و هیدروکسی سینامیک و بنزوئیک اسیدها (اسیدهای فنلی) طبقه‌بندی می‌گردد (Schieber et al., 2001; Awad et al., 2000, 2001, 2002; Li et al., 2004; Petkovsek et al., 2003; Del Rio et al., 2004; Bakhshi et al., 2006; Pavia et al., 2003).

فلفل شیرین یا فلفل اسپانیایی با نام علمی (*Capsicum annum*) متعلق به خانواده گوجه‌فرنگی و بادمجان است (Cepda et al., 2000). فلفل یک محصول مهم کشاورزی است که منبع بسیار خوبی از رنگ‌ها و ترکیبات ضد اکسایشی است (مقدم‌نیا و همکاران، 1382). قوی‌ترین ترکیبات آنتی اکسیدانی فلفل شیرین اوژنول، کمپفرول، اپی کاتچین و پروآنتوسیانینها هستند (Kyoung son et al., 2005). فلفل قرمز منبعی غنی از توکوفرولها و ترکیبات فنولی شامل، هیدروکسی سینامید، فلاونولها و فلاونها می‌باشد و دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی است. فلفل دارای اسانس روغنی فرار و آلکالوئیدهایی به نام چاویسین، پی پرین، پی پریدین می‌باشد و به علاوه در میوه آن ماده پی پرین وجود دارد. ترکیبات مهم دیگر فلفل شامل مقدار کمی اسانس، کاروتنوئیدها شامل کپسانتین و کاروتن ویتامین‌های A و C است (شریعتی و همکاران، 1389). عربشاهی و همکاران (1393)، تاثیر خواص فراسودمندی دو عصاره برگ شاتوت و برگ نعنا را در بیسکویت بررسی نمودند. نتایج نشان داد که عصاره برگ شاتوت به میزان 1/5% و عصاره برگ نعنا به میزان 1% تاثیر نامطلوبی بر کیفیت و قابلیت پذیرش بیسکویتها نداشته است، همچنین ترکیبات فنولی موجود در عصاره‌ها باعث افزایش پایداری اکسیداتیو و حفظ کیفیت بیسکویت در طی 90 روز در دمای محیط شده است که این امر نشان‌دهنده پایداری این ترکیبات و حفظ فعالیت آنتی اکسیدانی آنها تحت تاثیر فرایند حرارتی پخت و نگهداری در دمای محیط می‌باشد. Mildner و همکاران (2009)، تاثیر عصاره چای سبز در سه سطح غلظت (0/1، 0/2 و 1%) به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در تولید بیسکویت بررسی کردند. نتایج نشان داد که عصاره برگ چای سبز توانست شدت اکسیداسیون را در بیسکویتها کاهش دهد. بیشترین اثر آنتی اکسیدانی عصاره در غلظت 1% مشاهده گردید. پورحاجی و

همکاران (1392)، در پژوهشی 4 سطح (صفر، 50، 100 و 150 درصد) اسید آسکوربیک و 4 در صد عصاره چای سبز (صفر، 50، 10 و 15 درصد) را به خمیر دونات بررسی کردند. نتایج بررسی بر پارامترهای اندیس پراکسید و طعم نشان داد که اندیس پراکسید در روز اول و هفتم نگهداری با افزایش اسید آسکوربیک و چای سبز کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بر روی طعم دونات ایجاد گردید که با افزایش چای سبز، طعم گسی در دونات مشهود گردید. گانی و همکاران (1393)، تاثیر پلی فنل‌های مختلف عصاره‌هایی از میوه‌های مختلف توت، کیوی، سیب و انگور سیاه همراه با پکتین با متوکسیل بالا تهیه شده را بر روی خصوصیات فیزیکی و رئولوژیکی نان بررسی نمودند. نتایج بررسی نشان داد که افزودن پلی فنل‌ها باعث تغییر در میزان جذب آب، سفتی نان، حجم مخصوص، بازبایی پلی فنل‌ها و میزان گروه‌های آزاد تیول شد که این تغییرات به خاطر تاثیر ترکیبات پلی فنلی بر روی ساختار گلوتن و نشاسته آرد است. براساس آنالیزهایی که با دستگاه آمیلوگراف و اکستنسوگراف انجام شد، مشخص شد که نان‌های غنی شده با پلی فنل نسبت به نان شاهد میزان جذب آب بیشتری دارند، پایداری خمیر کاهش می‌یابد، شاخص Mixing tolerance خمیر بالا می‌رود، مقاومت به کشش بالا می‌رود و قابلیت کشش پذیری خمیر کاهش می‌یابد. همچنین نتایج حاصل از آنالیزهای حسی نشان داد که این نان‌ها دارای عطر و طعم بهتری نسبت به نان‌های کنترل شده هستند. بنابراین با توجه به مطالعات صورت گرفته و نیاز جامعه به تولید محصولات فراسودمند صنایع پخت هدف از انجام این پژوهش مطالعه ارزیابی امکان تولید دونات حاوی عصاره‌های فلفل شیرین (1/5، 2/5 و 3/5 درصد) و سیب (8، 10 و 12 درصد) و تاثیر نسبی آنها بر خصوصیات ماندگاری، فیزیکوشیمیایی و رئولوژی محصول بود.

مواد و روش‌ها

تهیه عصاره، خمیر و تولید دونات

گیاه فلفل شیرین و سیب از بازار تهیه شد. عصاره هیدروالکلی فلفل شیرین و سیب با روش حلال سرد تهیه شد. به این صورت که پس از شستشو و آبگیری با استفاده از دستگاه آبمویه‌گیری خانگی (FDP613WH، Kenwood، انگلیس) از فلفل شیرین و سیب در اتانول مخلوط گردید و با آب مقطر به حجم رسید، سپس به مدت 24 ساعت در شیکر در دمای محیط قرار می‌گیرند. سپس توسط کاغذ صافی، صاف می‌شوند و محلول زیر صافی به مدت 24 ساعت در تبخیرکننده دوار در دمای 40 درجه تغلیظ می‌شوند. در نهایت 80% آب و اتانول عصاره حذف می‌گردد. عصاره حاصله حاوی 20% ماده خشک است (Naeini et al., 2013).

خمیرگیری به روش یک مرحله‌ای انجام شد. کلیه مواد اولیه (آرد، شکر، نمک، مخمر خشک، وانیل، بهبوددهنده، تخم مرغ و روغن، آب و

جدول 1- نتایج ارزیابی آزمون‌های مربوط به آرد

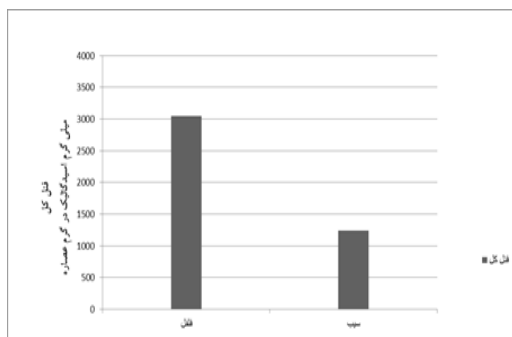
آزمون	رطوبت (درصد)	اسیدیته	pH	خاکستر (درصد)	پروتئین (درصد)
آرد گندم	۱۴/۲	۲/۱۹	۶/۲	۰/۶۰۳	۱۱/۷

عصاره‌های فلفل شیرین و سیب

مهار رادیکال‌های DPPH در غلظت‌های 80 و 100 درصد عصاره‌های سیب و فلفل آزمایش شده مطابق جدول فوق است. فعالیت مهار رادیکالی DPPH عصاره هیدروالکلی سیب 641/14320 و عصاره هیدروالکلی فلفل شیرین 588/1319 بوده است. مطابق نتایج به‌دست آمده، عصاره فلفل در مهار رادیکال آزاد DPPH موفق‌تر از عصاره سیب بوده است و IC₅₀ بیشتر نیز به عصاره فلفل که فعالیت ضداکسایشی بیشتری دارد، تعلق داشته است.

جدول 2- نتایج ارزیابی آزمون‌های مربوط به عصاره‌ها

شاخص‌های مورد ارزیابی	غلظت ۸۰٪ عصاره	غلظت ۱۰۰٪ عصاره	IC ₅₀
عصاره سیب	۵/۳۳	۶/۹۲	۶/۹۲
عصاره فلفل	۹/۵۵	۱۱/۱۴	۵۸۸/۱۴۳۲



شکل 1- مقایسه میزان فنل کل در عصاره فلفل شیرین و عصاره سیب

میزان ترکیبات فنلی بر حسب گالیک اسید عصاره سیب 1243 میلی‌گرم بر لیتر و در عصاره فلفل 3043 میلی‌گرم بر لیتر قرار داشت و میزان ترکیبات فنولیک در عصاره فلفل 2/4 برابر آن در عصاره سیب بوده است.

Zhuang و همکاران (2012) گزارش کردند که فلفل تازه سرشار از ویتامین ث، کاروتنوئیدها و ترکیبات فنلی بود. میزان ترکیبات فنولی در فلفل قرمز از سایر فلفل‌ها بالاتر است. مطابق پژوهش‌های Vinson و همکاران (2001) که در آن ظرفیت ضد اکسایشی 20 میوه متفاوت اندازه‌گیری شد، سیب در جایگاه هشتم قرار گرفت. خانی‌زاده و همکاران (2008)، گزارش کردند که ارقام مختلف سیب منبع بسیار غنی از ترکیبات فنلی هستند و به همین سبب دارای ظرفیت ضداکسایشی

عصاره‌های فلفل شیرین و سیب) به دقت توزین شد سپس عمل اختلاط درون مخلوط‌کن (Kenwood KM-010 Chef) در دمای 26-27 درجه سانتی‌گراد انجام شد. خمیر آماده شده در قطعات 30 گرمی قالب‌زنی شد و تخمیر اولیه و پوک کردن خمیر به مدت 45 دقیقه و در دمای 35 درجه سانتی‌گراد انجام شد. در نهایت تخمیر انتهایی به مدت 30 دقیقه در دمای محیط انجام شد و سپس عمل پخت و سرخ کردن به مدت 2-3 دقیقه در دمای 170-180 درجه سانتی‌گراد انجام شد. دونات‌ها به مدت 45-60 دقیقه در دمای محیط خنک شدند و درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در دمای محیط جهت انجام آزمایشات نگهداری شدند (مهدی‌زاده و همکاران، 1392).

آزمون‌های آرد: آزمون‌های آرد با سه تکرار، آزمون رطوبت، خاکستر، پروتئین به ترتیب با روش مصوب استاندارد AACC با شماره‌های 44-14، 01-08 و 12-46، اسیدیته طبق استاندارد ملی ایران شماره 103 و pH طبق استاندارد ملی ایران شماره 37 انجام شد. آزمون‌های عصاره: آزمون‌های عصاره شامل فنول کل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Cecil, Cambridge, UV/Vis -6405)، انگلستان) و تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH) در طول موج 517 نانومتر طبق روش D'Angelo و همکاران (2007) انجام شد.

آزمون‌های انجام شده بر روی محصول شامل: آزمون رطوبت طبق استاندارد AACC به شماره 44-14، برای اندازه‌گیری سفتی محصول پس از گذشت 1 و 3 روز از دستگاه بافت‌سنج (M350-to act، انگلستان) طبق استاندارد AACC به شماره 74-09، ارزیابی رنگ پوسته با استفاده از دستگاه هانتربل (Herdfordshire، انگلستان)، طبق استاندارد AACC به شماره 44-16، آزمون عدد پراکسید طبق استاندارد AOCS به شماره 8-53، خصوصیات حسی دونات بر اساس روش هدونیک 5 نقطه‌ای طبق روش شیخ‌الاسلامی و پورآذرنک (1388) بررسی شد و آزمون‌های فارینوگرافی با مخلوط‌کن 300 گرمی فارینوگراف الکترونیکی (برابندر، آلمان) طبق استاندارد ملی ایران شماره 2-3246 انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

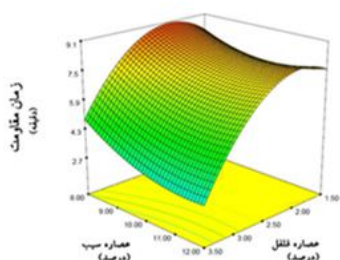
برای انجام آزمایشات از معادلات یک جمله‌ای ساده و چندجمله‌ای درجه 2 و 3 و روش RSM در سطح اطمینان 95 درصد و نرم‌افزار دیزاین اکسپرت نسخه 8 انجام شد.

نتایج و بحث

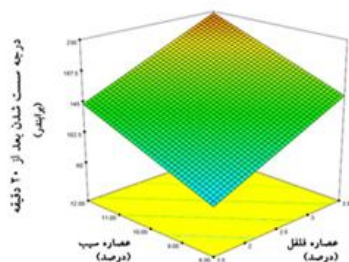
آرد

با توجه به آزمون‌های صورت گرفته میزان رطوبت، pH، خاکستر و پروتئین آرد طبق جدول ذیل آورده شده است:

بالایی هستند. طبق نتایج Lee و همکاران (2003) مواد فنلی موجود در سیب بیش از 60 درصد ظرفیت ضد اکسایشی میوه سیب را باعث می‌شوند که البته این مقدار با توجه به نوع رقم و شرایط آب و هوایی منطقه پرورش آن بسیار متفاوت است.

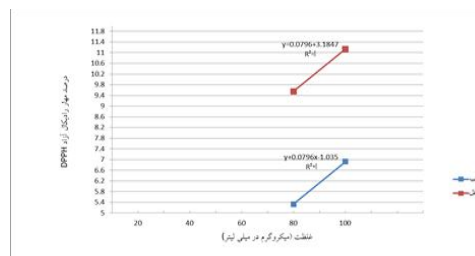


شکل 5- منحنی سطح پاسخ زمان مقاومت خمیر دونات



شکل 6- منحنی سطح پاسخ درجه سست شدن خمیر دونات

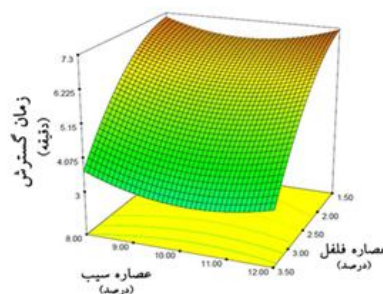
عطای صالحی و همکاران (1390) گزارش کردند که افزودن این ترکیبات زیست فعال ممکن است موجب افزایش یا عدم افزایش پیوندهای عرضی پروتئینی گردند. نتایج به دست آمده در طی این مطالعه با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت. نتایج افزودن درصدهای مختلف عصاره فلفل و سیب به خمیر و تأثیر آن‌ها روی زمان گسترش خمیر را نشان می‌دهد، زمان گسترش خمیر محتوی سیب و فلفل شیرین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر میزان سیب قرار نگرفت ($p > 0.05$)، اما افزایش سطح فلفل شیرین به‌طور معنی‌داری سبب کاهش زمان گسترش خمیر شد. Curice و همکاران (2001) گزارش کرده‌اند که زمان گسترش و زمان مقاومت خمیر با یکدیگر رابطه مثبت و معنی‌داری دارند و با توجه به شکل 3 با افزایش جذب آب خمیر قدرت پیوستگی شبکه گلوئن خمیر کاهش پیدا کرده و در نهایت موجب کاهش زمان گسترش خمیر می‌گردد. عطای صالحی و همکاران (1390) گزارش کرده‌اند که افزودن این ترکیبات زیست‌فعال ممکن است موجب افزایش یا عدم افزایش پیوندهای عرضی پروتئینی گردند. حیاتی‌ترین عامل در خمیر نان تقویت شده با پلی‌ساکاریدهای فیبری و آنتی‌اکسیدان‌های فنولی، ایجاد پیوندهای عرضی میان پروتئین‌های گندم با این ترکیبات می‌باشد. این پیوندهای عرضی روی ساختار و خصوصیات سیستم نان در جریان پخت، تأثیر می‌گذارد که می‌توان علت آن را به نوع ترکیبات فنولی موجود در عصاره فلفل شیرین از جمله اوژنول، فلاونون، هیدروکسی



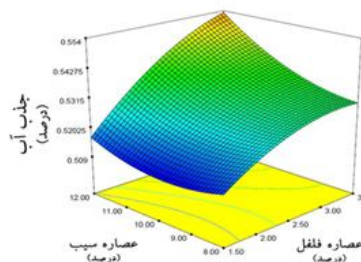
شکل 2- مقایسه میزان مهار رادیکال آزاد DPPH در عصاره فلفل شیرین و عصاره سیب

خمیر

همانگونه که در شکل ذیل آمده است، با افزایش سطح عصاره فلفل شیرین و سیب جذب آب خمیر نیز به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) افزایش یافت. Zhu و همکاران (2009) گزارش کرده‌اند که پلی‌فنول‌ها با آب در برقراری پیوندهای غیر کوالانسی با نشاسته رقابت می‌کنند و pH دوغاب و خواص رئولوژی آرد گندم را تغییر دهند. لذا به‌کارگیری آن‌ها در فرمولاسیون دونات موجب افزایش جذب آب خمیر شد.

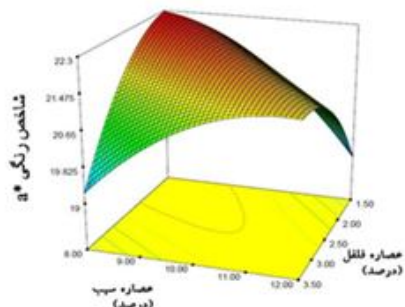


شکل 3- منحنی سطح پاسخ زمان گسترش خمیر دونات



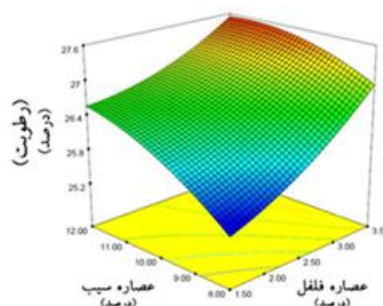
شکل 4- منحنی سطح پاسخ شاخص جذب آب

همکاران (2001) گزارش کردند که آردهایی که زمان گسترش خمیر بالایی دارند، قاعدتاً باید زمان مقاومت خمیر خوبی نیز داشته باشند.

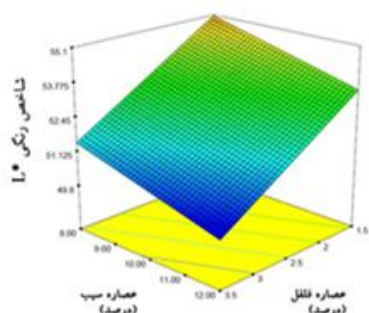


شکل 10- منحنی سطح پاسخ شاخص رنگی a*

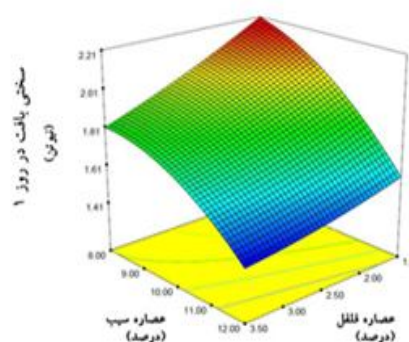
سینامید، فلاونولها و فلاونها نسبت داد لذا به کارگیری آن موجب کاهش زمان گسترش خمیر شد.



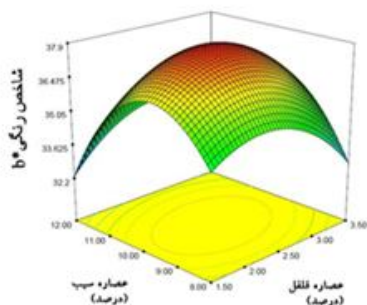
شکل 7- منحنی سطح پاسخ رطوبت دونات



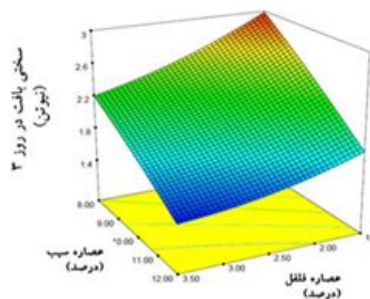
شکل 11- منحنی سطح پاسخ شاخص رنگی L*



شکل 8- منحنی سطح پاسخ سختی بافت دونات روز 1



شکل 12- منحنی سطح پاسخ شاخص رنگی b*



شکل 9- منحنی سطح پاسخ سختی بافت دونات روز 3

Zhu و همکاران (2016) گزارش کردند که پلی فنولهای چای سبز چسبندگی و پایداری خمیر را در طول گسترش افزایش می دهند، این ممکن است به بالا بودن ماده جامد (عصاره چای)، فعل و انفعالات بین گلوتن و پلی فنولهای چای و همچنین بین نشاسته گندم و پلی فنولهای چای نسبت داده شده باشد. پلی فنولها ممکن است با گروههای تیول گلوتن طی فرآیند گرمایشی در تقویت شبکه گلوتن

نتایج افزودن درصدهای مختلف عصاره فلفل شیرین و سیب به خمیر و تأثیر آنها را بر زمان مقاومت خمیر نشان می دهد، زمان مقاومت خمیر محتوی سیب و فلفل شیرین به طور معنی داری تحت تأثیر میزان سیب قرار نگیرد ($p > 0.05$)، اما افزایش سطح فلفل شیرین به طور معنی داری ($p < 0.05$) سبب کاهش زمان مقاومت خمیر شد. Curice و

تعامل کنند. با توجه به میزان بالای آب جذب شده و کاهش قدرت گلوتن و کاهش زمان گسترش خمیر، زمان پایداری نیز کاهش می‌یابد، داد لذا به کارگیری آن موجب کاهش زمان گسترش خمیر شد.

همانگونه که در شکل آمده است، با افزایش سطح عصاره فلفل شیرین و سیب جذب آب خمیر نیز به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) افزایش یافت. لذا با توجه به نتایج آزمون، ترکیبات فنولی موجود در دو عصاره فلفل شیرین و سیب و واکنش‌های بین ترکیبات فنولی با نشاسته و گلوتن آرد که مطابق با گزارش عطای صالحی و همکاران (1390)، افزودن این ترکیبات زیست فعال ممکن است موجب افزایش یا عدم افزایش پیوندهای عرضی پروتئینی گردند سبب افزایش جذب آب و در نهایت کاهش زمان گسترش و پایداری خمیر شد، سبب افزایش درجه سست شدن خمیر و افزایش نرمی آن شده است. عدد کیفیت خمیر، عددی است تجربی که از جمع‌بندی زمان گسترش، استقامت خمیر و درجه سست شدن به دست می‌آید. مطابق جدول تجزیه واریانس و مدل به دست آمده از روش آماری سطح پاسخ در این آزمون، در مورد فلفل و سیب معنی‌دار نبوده است.

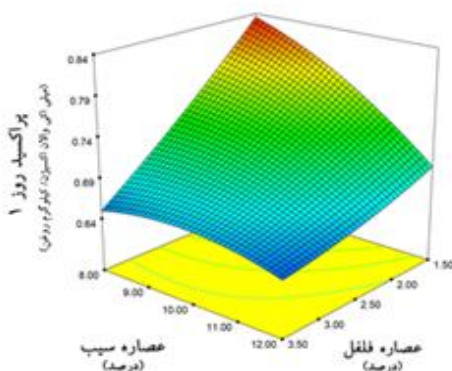
نتایج مربوط به محصول نهایی

همانگونه که در شکل 7 آمده است، با افزایش سطح عصاره فلفل شیرین و سیب رطوبت محصول نیز به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) افزایش یافت. انتظاری و همکاران (1393) گزارش کردند که افزودن عصاره‌های گیاهی غنی از ترکیبات فنولیک منجر به افزایش درصد رطوبت می‌شود که به قابلیت حفظ بیشتر رطوبت و ظرفیت بالاتر جذب و نگهداری رطوبت این ترکیبات بر می‌گردد. از آنجایی که افزودن عصاره‌های سیب و فلفل منجر به دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل سبب افزایش جذب آب خمیر می‌شود، این موضوع نیز می‌تواند بر میزان فعالیت آبی دونات موثر باشد. لذا افزودن عصاره‌های سیب و فلفل سبب افزایش جذب آب خمیر می‌شود، این موضوع نیز می‌تواند بر درصد رطوبت نهایی دونات موثر باشد. نتایج به دست آمده در طی این مطالعه با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت.

همانگونه که در شکل 8 و 9 آمده است، با افزایش سطح عصاره فلفل شیرین و سیب سختی بافت محصول نیز به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش یافت. بررسی میزان سفتی بافت مغز دونات تازه توسط دستگاه بافت‌سنج انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروپ استوانه‌ای با انتهای صاف (2 سانتی‌متر قطر و 2/3 سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت با سرعت 30 میلی‌متر در دقیقه از بافت دونات به عنوان شاخص سفتی در دونات محاسبه گردید. نقطه شروع و نقطه هدف به ترتیب 0/05 نیوتن و 30 میلی‌متر بود. نیروی ثبت شده توسط دستگاه بر حسب نیوتن، به عنوان معیاری از سفتی بافت نمونه‌های دونات ثبت شد. این آزمون در فواصل زمانی یک تا سه روز پس از پخت

دونات‌ها انجام پذیرفت. مطابق تحقیقات کیهانی و همکاران (1394) از آنجایی که وجود رابطه عکس بین محتوای رطوبتی و میزان سختی به اثبات رسیده، قابلیت جذب و نگهداری رطوبت به دلیل افزایش جذب آب توسط گروه‌های هیدروکسیل ترکیبات فنولی افزایش یافته و می‌تواند بر کاهش سختی دونات موثر باشد و از طرفی ترکیبات فنولیک با اثر بر روی نشاسته و گلوتن بیاتی نان را نیز به تاخیر می‌اندازند و موجبات نرم‌تر شدن آن را فراهم می‌کنند. لذا افزودن عصاره‌های سیب و فلفل سبب کاهش سختی بافت می‌شود. نتایج به دست آمده در طی این مطالعه با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت.

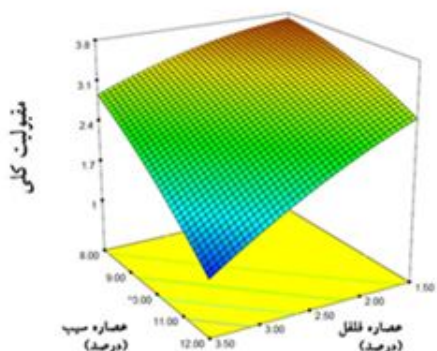
همانگونه که در شکل 11، آمده است، با افزایش سطح عصاره فلفل شیرین و سیب روشنایی رنگ محصول نیز به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش یافت. شاخص رنگی L^* عددی بین (صفر - 100) مدرج است و صفر بیانگر سیاه مطلق و 100 بیانگر سفید مطلق است. Nanditha و همکاران (2008) گزارش کردند که تیره شدن رنگ می‌تواند مربوط به قهوه‌ای شدن رنگ عصاره‌های فنولی و انجام واکنش‌های قهوه‌ای شدن در حضور ترکیبات فنولی باشد. از طرف دیگر ماهیت تیره‌تر این عصاره‌ها نسبت به آب است که جایگزین بخشی از آب مصرفی می‌شوند. همانگونه که در شکل 10 و 12 آمده است، شاخص رنگی a^* و b^* به طور معنی‌داری تحت تأثیر میزان عصاره‌های سیب و فلفل شیرین قرار نگرفت ($p > 0.05$)، شاخص رنگی a^* عددی بین (-120 تا +120) مدرج بوده و -120 شدت رنگ سبز و +120 شدت رنگ قرمز را نشان می‌دهد. شاخص رنگی b^* عددی بین (-120 تا +120) است و درجه رنگ بین آبی و زرد را نشان می‌دهد و -120 بیانگر رنگ آبی و +120 بیانگر رنگ زرد است.



شکل 13- منحنی سطح پاسخ شاخص عدد پراکسید در روز 1

همانطور که در شکل 13، 14 و 15 آمده است، با افزایش سطح عصاره سیب و فلفل شیرین عدد پراکسید محصول نیز به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش یافت. عدد پراکسید، به طور گسترده جهت تعیین مقدار محصولات اولیه حاصل از اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها و بر

سبز توانست شدت اکسیداسیون را در بیسکویت‌ها کاهش دهد. بیشترین اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره در غلظت 1% مشاهده گردید. کاهش عدد پراکسید در تیمارهای حاوی عصاره به علت وجود ترکیبات قوی فنولی در عصاره فلفل شیرین و سیب بوده است، این نتایج با یافته‌های انتظاری و همکاران (1393)، مگودا و همکاران (2008)، عزیزاده و همکاران (1392) و مبنی بر تاثیر ترکیبات فنولی بر کاهش عدد پراکسید مطابقت داشته است.



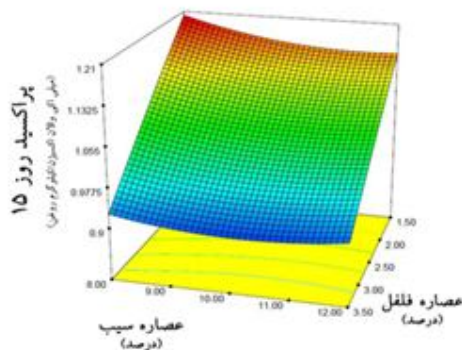
شکل 16- منحنی سطح پاسخ مقبولیت کلی

همانگونه که در شکل 16 آمده است با افزایش سطح فلفل شیرین و سیب مقبولیت کلی محصول به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش یافت. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد افزایش مقادیر هر دو عصاره سیب و فلفل شیرین باعث کاهش مقبولیت کلی شد و نمونه‌های حاوی عصاره با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند و بیشتر مربوط به سه پارامتر حسی طعم، بو و رنگ محصولات تولید شده بود که علت آن را می‌توان به نوع ترکیبات فنولیک فلفل شیرین و سیب و ماهیت تلخ آنها و همچنین نوع عصاره، که از نوع آبی- اتانولی بود و اتانول موجود در آن تاثیر منفی بر روی طعم داشت نسبت داد.

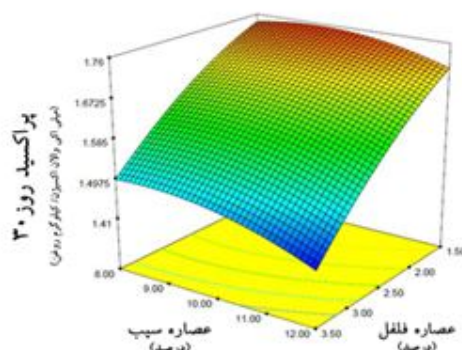
نتیجه‌گیری

با بررسی اثر افزودن عصاره‌های فلفل شیرین و سیب در تولید دونات مشخص گردید افزایش فلفل شیرین و سیب در نمونه‌های دونات باعث افزایش رطوبت و کاهش میزان سفتی و بافت و عدد پراکسید شد. همچنین میزان روشنایی رنگ با افزایش هر دو عصاره کاهش یافت و در نهایت نتایج ارزیابی حسی نشان داد که مقبولیت کلی دونات‌های تولید شده کاهش یافت نتایج نشان داد که با افزایش میزان عصاره‌ها ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر تضعیف شد. شرایط بهینه شامل استفاده از 11/95 درصد عصاره سیب و 3/3 درصد عصاره فلفل شیرین در فرمولاسیون خمیر دونات بود.

اساس توانایی این ترکیبات در آزاد کردن ید از یدید پتاسیم اندازه‌گیری می‌شود Nor و همکاران (2008) قدرت مهارکنندگی عصاره‌های مختلف به میزان زیادی به تعداد و موقعیت گروه‌های هیدروکسیل و وزن مولکولی ترکیبات فنولی بستگی دارد.



شکل 14- منحنی سطح پاسخ اندیس پراکسید در روز 15



شکل 15- منحنی سطح پاسخ اندیس پراکسید در روز 30

در ترکیبات فنولی با وزن مولکولی پائین‌تر گروه‌های هیدروکسیل راحت‌تر در دسترس قرار می‌گیرند (Jung et al., 2006). Magoda و همکاران (2008)، از پودر پوست دو واریته پرتقال (ناول و ماندارین) به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در سه سطح 5، 10 و 15 درصد (وزنی:وزنی، بر اساس وزن، غلظت آرد) در فرمولاسیون بیسکویت استفاده کردند. اندازه‌گیری عدد پراکسید نمونه‌ها طی 6 ماه نگهداری در دو دمای 25 و 40 درجه سانتی‌گراد نشان داد که بیسکویت‌های حاوی پودر پوست پرتقال عدد پراکسید کمتری در مقایسه با نمونه کنترل داشتند. نتایج حاکی از آن بوده است که پوست این دو واریته پرتقال می‌تواند جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در بیسکویت باشد. Mildner و همکاران (2009) تاثیر عصاره چای سبز در سه سطح غلظت 0/02%-0/1% و 1% به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در تولید بیسکویت بررسی کردند. نتایج نشان داد که عصاره برگ چای

منابع

- انتظاری، ب.، شفافی زنوزیان، م.، شریفی، ا.، کاراژیان، ح. (1393). اثر غلظت های عصاره چوبک بر ویژگی های شیمیایی و حسی دونات در طی زمان نگهداری. سومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی.
- پورحاجی، ف.، شیخ الاسلامی، ز.، کریمی، م. و توکلی پور، ح. (1392). بررسی کیفیت دونات سرخ شده با کاهش مصرف آنتی اکسیدان سنتزی با استفاده از عصاره چای سبز. دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی.
- سازمان ملی استاندارد ایران (1392). استاندارد شماره 16980. انتشارات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. دونات ویژگی ها و روش های آزمون.
- عطای صالحی، آ.، یزدانی، آ.، فیاض، ن. (1390). بررسی ویژگی های خمیر نان غنی شده با پلی ساکاریدهای فیبری و آنتی اکسیدان های فنولی. همایش ملی صنایع غذایی.
- عربشاهی دلویی، س.، مردانی قهفرخی، ا.، علمی، م. (1393). تولید بیسکویت فراسودمند با استفاده از عصاره فنولی برگ گیاهان شاتوت (*Morus indica L*) و نعنا (*Mentha spicata L*). نشریه پژوهش های صنایع غذایی. 384-374.
- گانی، س.، عزیزی، م. ح.، احمدی، ح. و علیاری، پ. (1393). غنی سازی نان با ترکیبات پلی فنلی و تاثیر ترکیبات پلی فنول بر خصوصیات فیزیکی نان. بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.
- کیهانی، و.، مرتضوی، س. ع.، کریمی، م.، کاراژیان، ح. و شیخ الاسلامی، ز. (1394). بررسی و مقایسه تاثیر عصاره چوبک و امولسیفایر منو و دی گلیسرید بر ویژگی های کیفی کیک روغنی. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی. 153-172.
- مهدی زاده، ح.، حداد خداپرست، م. ح. و عطای صالحی، ا. (1392). تاثیر هیدروکلویید بالنگو (*Lallemantia royleana*) بر خواص کمی و کیفی دونات تخمیری. دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی.
- مقامی، پ.، موسوی موحدی، ع. ا. (1393). درمان با سیب. نشریه نشاء علم، سال پنجم، شماره 1، 62-66.
- Askari B., (2006). Enzyme activity and its impact on the quality of Barbari bread flour. Islamic Azad University of Sabzevar, M.C. Faculty of Agriculture.
- Awad MA, Jager A & westing LM, (2000), Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. *Sci Hort* 83: 249-263.
- Awad MA, Jager A, Plas LH & Krol AR, (2001), Flavonoid and chlorogenic acid changes in skin of 'Elstar' and 'Jonagold' apples during development and ripening. *Sci Hort*. 90: 69-83.
- Awad MA, Jager A, & Wagenmakers PS, (2001), Effects of light on flavonoids and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apple. *Sci Hort*. 88: 289-298.
- Awad MA & Jager A., (2002), Formation of flavonoids, especially anthocyanin and chlorogenic acid in 'Jonagold' apple skin: influences of growth regulators and fruit maturity. *Sci Hort*. 93: 257-266.
- AOCS, (1997). Official method and recommended practices of American oil chemistry society (5th ed). American Oil Chemists Society, Champaign IL.
- Bakhshi, D. & Arakawa, O., (2006), Effects of UV-B irradiation on phenolic compound accumulation and antioxidant activity in 'Jonathan' apple influenced by bagging, temperature and maturation, *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 4(1), 75-79.
- Cieslik, E., Greda, A. & Adamus, W., (2006), Contents of polyphenols in fruits and vegetables, *Food Chemistry*, 94, 135-142.
- Cepeda, E., Angeles Garcia, M., Rabenson, G & Costell, E., (2000), Pimento (*capicum annum L.*) ouree: preparation, physicochemical properties and microscopical characterization. *Journal of Food Engineering*. 85-92.
- Casimir C, Akoh and David B, Min, (2008) Antioxidants in: FOOD LIPIDS Chemistry, Nutrition, and Biotechnology. CRC Press. Boca Raton, FL, p. 409.
- Del Rio JA, Gomez P, Baidez A, Fuster MD, Ortuno A & Frias V., (2004), Phenolic compounds have a role in the defence mechanism protecting grapevine against the fungi. *Phytopathology*. 43: 87-94.
- Dehghani Firoozabadi A, Hojjateslami M, Yasin Ardekani & S.A, Keramat J., (2012), Effect of Adding Plantago gum on staling and sensory properties of sponge cakes. Proceedings of the Second National Conference on Food Science and Technology, Islamic Azad University Ghuchan. Iran.
- D' Angelo, S., Amelia, C., Raimo, M., Salvatore, A., Zappia, V. and Galletti, P, (2007). Effect of Reddening-Ripening on the Antioxidant Activity of Polyphenol Extracts from Cv. 'Annurca' Apple Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(24): 9977-9985.
- Grajek, W., Olejnik, A. & Sip, A., (2005), Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica-English Edition*. 52: 665-671.

- Halliwell, B., Aeschbach, R., Lolinger, J. and Aruoma, O.A, (1995). The characterization of antioxidants, *food chemical and toxicology*. 33: 601-617.
- Jung CH, Seog HM, Choi IW, Park MW and Cho HY, (2006). Antioxidant properties of various solvent extracts from wild ginseng leaves. *LWT* 39: 266-274..
- Khanizadeh, Sh., Tsao, R., Rekika, D., Yang, R., Charles, M. T. and Rupasinghe, H. P. V, (2008). Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for processing. *Journal of Food Composition and Analysis* 21: 396-40.
- Li XJ, Hou JH, Zhang GL, Liu RS, Yang YG, Hu YX and Lin JX, (2004). Comparison of anthocyanin accumulation and morpho-anatomical feature in apple skin during color formation at tow habitats. *Sci Hort*. 99: 41-53.
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Kim, D. O., Lee, H. J. and Lee, C. Y, (2003). Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(22): 6516-6520.
- Mildner-Szkudlarz S, Zawirska-Wojtasiak R, Obuchowski W and Gosliński M, (2009). Evaluation of antioxidant activity of green tea extract and its effect on the biscuits lipid fraction oxidative stability. *Journal of Food Science* 74(8): 362-370.
- Nanditha BR, Jena BS and Parabhasankar P., (2008), Influence of natural antioxidants and their carry through property in biscuit processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 288-298.
- Nor FM, Mohamed S, Idris NA and Ismail R, (2008). Antioxidative properties of Pandanus amaryllifolius leaf extracts in accelerated oxidation and deep frying studies. *Food Chemistry* 110: 319-327.
- Naeini A, Jalayer Naderi N, Shokri H, (2013). Analysis and in vitro anti- Candida antifungal activity of Cuminum cyminum and Salvadora persica herbs extracts against pathogenic Candida strains. *Journal of Medical Mycology*
- Nasir, M., Butt, M.S., Anjum, F.M., Jamil, A. & Ahmad, I., (2009), Physical and sensory properties of maize germ oil fortified cakes. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11: 311-315.
- Petkovsek MM, Usenik V and Stampar F., (2003), The role of chlorogenic acid in the resistance of apples to apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wind. Aderh.). *Zb Bioteh Fak Univ Ljublj Kmet*.81(2): 233-242
- Pavia EAS, Isaias RMS, Vale FHA and Queiroz CGS., (2003), The influence of light intensity on anatomical structure and pigment contents of *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. *Cv.purpurea Boom (Commelinaceae)* leaves. *Braz Arch Biol Technol*. 46: 617-624.
- Shykholslami. Z., and Poorazarang, H. 1388. Effect govar and acid ascorbic to rheology and decoction flour wheat seen . *Journal of Electronic and Production Food*.
- Vinson, J. A., Su, X., Zubik, L. and Bose, P., (2001). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(11): 5315-5321.
- Zhu, F., Cai, Y. Z., Sun, M., & Corke, H., (2009), Effect of phytochemical extracts on the pasting, thermal, and gelling properties of wheat starch. *Food Chemistry*, 112, 919-923.
- Zhu, F ., Sakulnak, R., Wang, S., (2016), Effect of black tea on antioxidant, textural, and sensory properties of Chinese steamed bread. *Food Chemistry* 194 1217-1223.
- Zhuang, Y. Chen, L. Sun, L. Cao, J., (2012), Bioavtive charavteristics and antioxidant activities of nine peppers. *Journal of Functional Foods* 4.331-338.

Effect of using apple and pimento on Physicochemical and Rheological of donut

S. Aryaee majd¹, M. Salehi far^{2*}

Received: 2017.11.14

Accepted: 2017.11.1

Introduction: Donte is one of the most important fermented products in all over the world which similar to bread, after ferret fermentation process, dividing, shaping and rest of the dough, it would be frying in the oil instead of baking in the oven. We feel the need of using food additives (such as antioxidants, enzymes and etc.) in order to produce such high quality products with long shelf life because of industrialization of donut, large function production and increasing customer demand. The antioxidant compounds causes the food to have long-lasting shelf life and this results in producing a practical product. This research was carried out to evaluate effects of apple extract (in quantities of 8,10,12 %) and pimento extract (in quantities of ۳/۵، ۲/۵، ۱/۵ %) as a rich source of Antioxidant affecting the rheological paste properties including the Farinography test, physicochemical properties such as hardness in periods of 1 to 3 days, humidity and color, shelf life index including peroxide in three periods of 1, 15, and 30 days after cooking, DPPH and total Phenol inhibition tests and sensory evaluation of the product. Effects of the extracts on the rheological dough has shown that apple and pimento influencing the Farinography factors caused. Moreover none of these extracts had a meaningful effect on the index of paste quality. Result of phytochemical evaluation indicated that the hardness in two periods of 1 and 3, color value indicated, peroxide index and total acceptance decreased as the apple and pimento increased. The humidity content increased as the apple and pimento were used more. The result of DPPH and total Phenol inhibition tests showed that the pepper extract in DPPH free radical control was more successful than apple extract, and the amount of phenolic compounds in pepper extract was 2.4 more than apple extract. All experiments were replicated three times Optimized conditions included the use of 11.95% apple extract and 3. 3% sweet pepper extract in donut dough formulation. Generally addition of plant extracts can decrease oxidation speed of donut effectively.

Materials and methods: Include procedures and method of producing donut and methods of extracting apple and pimento also include test to measure flour such as moisture, ash, acidity, pH and protein and moisture, hardness, color, peroxide index, farinografy test, Total phenol and DPPH free radical inhibitory. The statistical population includes different levels of apple and pimento extracts, measured parameters have been studied by using simple line and polynomial equations 2 and 3. After testing in research methodology and data extraction, data analysis was carried out using RSM method and Design Expert 8 and statistical significance was set at ($p < 0.05$) All results have been made 3 times, on average.

Results & Discussion: The effects of the extracts on the rheological dough has shown that apple and pimento influencing the Farinography factors caused an increase in water absorption, and pimento reduced the stability, development time and increased the degree of softening. Moreover none of these extracts had a meaningful effect on the index of paste quality. It should be mentioned that the aforementioned effects are more influenced by the apple extract Result of phytochemical evaluation indicated that the hardness in two periods of 1 and 3 decreased as the apple and pimento increased. The humidity content increased as the apple and pimento were used more. The result of low light color value indicated that L^* decreased by increasing apple and pimento extracts, which this had no impact on a^* and b^* color indexes. The result of shelf life tests showed that by increasing the amount of apple and pimento extracts in donut samples in two periods of 5 and 30 days caused decrease peroxide index and The result of DPPH and total Phenol inhibition tests showed that the pepper extract in DPPH free radical control was more successful than apple extract, and the amount of phenolic compounds in pepper extract was 2.4 more than apple extract. The sensory evaluation results showed that the increase in apple and pimento caused reduction in total acceptance of the produced. All experiments were replicated three times Optimized conditions included the use of 11.95% apple extract and 3. 3% sweet pepper extract in donut dough formulation. Generally addition of plant extracts can decrease oxidation speed of donut effectively.

Keywords: Donut, Pimento extract, Apple extract, Properties Physicochemical, Rheology

1. MSc of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(* - Corresponding Author Email: salehifarmania@yahoo.com)



بررسی اثر پوشش خوراکی و شرایط خشک کردن بر ویژگی های کیفی انجیر خشک

پیوند قلی پور شهرکی¹ - محمد فاضل^{2*}

تاریخ دریافت: 1396/08/30

تاریخ پذیرش: 1397/05/22

چکیده

خشک کردن محصولات کشاورزی همواره یکی از قدیمی ترین و بهترین روش های ذخیره مواد غذایی است. برای بالا بردن کیفیت انجیر، باید فرایند خشک کردن بهینه سازی شود. پوشش های خوراکی به منظور افزایش کیفیت مواد غذایی، مورد استفاده قرار می گیرند. در این تحقیق اثر پارامترهای دما، سرعت جریان هوا و روش پوشش دهی محصول بر کیفیت خشک شدن انجیر رقم سبز با استفاده از دستگاه خشک کن کابینتی مورد بررسی قرار گرفت. متغیرها شامل 3 سطح پوشش (آب مقطر به عنوان شاهد بدون پوشش، محلول کربوکسی متیل سلولز (CMC) 1% حاوی 0/25 گرم بر لیتر گلیسرول، محلول CMC 1% حاوی 0/25 گرم بر لیتر گلیسرول و 2% اسید آسکوربیک)، 3 سطح دمای خشک کردن (60، 70 و 80 درجه سانتی گراد) و 3 سطح سرعت جریان هوای خشک (0/5، 1 و 1/5 متر بر ثانیه) بود. نتایج به دست آمده نشان داد که روش پوشش دهی، سرعت جریان هوا و دما چروکیدگی، جذب مجدد آب، سفتی، pH، آنتی اکسیدان، فلاونوئید و شاخصه های رنگی را تحت تاثیر قرار دادند. میزان چروکیدگی با استفاده از پوشش CMC 4/08% افزایش یافت ولی میزان جذب مجدد آب به پوشش دهی بستگی نداشت. چروکیدگی در سرعت جریان 1 متر بر ثانیه 2/92% افزایش پیدا کرد. نتایج حاصله نشان داد که با افزایش دما و سرعت جریان هوا جذب مجدد آب کاهش یافت. به طوری که در دمای 70 و 80 درجه سانتی گراد جذب مجدد آب به ترتیب 3/89% و 7/77% شد و با افزایش سرعت جریان هوا 2/45% کاهش یافت. با افزایش درجه حرارت خشک کردن به 70 و 80 درجه سانتی گراد، سفتی 2/15 و 5/30 نیوتون افزایش پیدا کرد. pH در نمونه های پوشش داده شده با CMC و CMC-اسید آسکوربیک کاهش یافت. ظرفیت آنتی اکسیدانی در پوشش CMC-اسید آسکوربیک بالاتر از شاهد و پوشش CMC بود. میزان فلاونوئید در پوشش CMC-اسید آسکوربیک بیش تر از نمونه شاهد و نمونه شاهد بیش تر از نمونه با پوشش CMC مشاهده شد. استفاده از پوشش CMC و CMC-اسید آسکوربیک به ترتیب به میزان 2/61% و 1/98% با افزایش روشنایی همراه بود. با افزایش سرعت جریان هوا به 1 و 1/5 متر بر ثانیه میزان روشنایی نمونه ها 3/008% و 11/42% افزایش یافت. افزایش دما کاهش میزان L* را موجب شد. پوشش ترکیبی CMC-اسید آسکوربیک باعث افزایش a* به میزان 1/44% گردید. همچنین مشاهده شد، میزان b* در نمونه CMC-اسید آسکوربیک (0/20%) و CMC (0/05%) نسبت به نمونه شاهد بیش تر بوده است. افزایش سرعت جریان هوا و دما با b* رابطه مستقیمی داشت. به طوری که b* در سرعت جریان هوا 1 و 1/5 متر بر ثانیه 0/48% و 1/41% و در دمای 70 و 80 درجه سانتی گراد 2/41% و 3/83% شد.

واژه های کلیدی: انجیر، پوشش خوراکی، کربوکسی متیل سلولز، خشک کردن

مقدمه

انجیر با نام علمی *Ficus carica* یکی از قدیمی ترین میوه های شناخته شده برای بشر است. میوه انجیر به هر دو صورت تازه یا خشک مصرف می شود. بخش عمده ای از میوه (حدود 80 درصد) به صورت خشک مورد مصرف قرار می گیرد. انجیر خشک شده در اختلالات مختلف دستگاه تنفسی، دستگاه گوارش، اختلالات قلبی و عروقی و سرطان ها مورد استفاده قرار می گیرد (Trichopoulou et al., 2006). خشک کردن محصولات کشاورزی همواره یکی از قدیمی ترین و بهترین روش های ذخیره مواد غذایی بوده است (Yaldiz et al., 2001). در انتخاب روش خشک کردن بایستی به کیفیت محصول بعد از خشک کردن توجه شود و در هنگام خشک کردن مدت زمان خشک کردن به وسیله دستگاه خشک کن به دقت مورد توجه واقع شود تا به کیفیت محصول لطمه ای وارد نگردد. خشک کردن به عنوان یک فرایند حرارتی تحت شرایط کنترل شده برای کاهش رطوبت موجود در مواد غذایی به روش تبخیر تعریف می شود و باعث کاهش فعالیت آبی و در نتیجه کاهش رشد میکروارگانیسم ها و افزایش ماندگاری مواد غذایی می گردد (Pala., 2002). ترکیبات مختلفی با عنوان پوشش های خوراکی به کار می روند که معمولاً اساس آن ها پروتئین، لیپید یا پلی ساکارید است (Bai, 2003).

انجیر با نام علمی *Ficus carica* یکی از قدیمی ترین میوه های شناخته شده برای بشر است. میوه انجیر به هر دو صورت تازه یا خشک مصرف می شود. بخش عمده ای از میوه (حدود 80 درصد) به صورت خشک مورد مصرف قرار می گیرد. انجیر خشک شده در اختلالات مختلف دستگاه تنفسی، دستگاه گوارش، اختلالات قلبی و عروقی و سرطان ها مورد استفاده قرار می گیرد (Trichopoulou et al., 2006).

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
(*) - نویسنده مسئول:
(Email: mfazeln@yahoo.com
DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.68897

شود. پوشش کربوکسی متیل سلولز به تنهایی و در ترکیب با اشعه گاما برای حفظ کیفیت ذخیره سازی و گسترش ماندگاری آلو مورد آزمایش قرار دادند (Hussain *et al.*, 2015). همه تیمارهای ترکیبی پوشش CMC و تابش در حفظ کیفیت ذخیره سازی و همچنین به تأخیر انداختن زوال آلو در طول ذخیره سازی در یخچال در 25 ± 2 درجه سانتیگراد، RH (رطوبت نسبی) 70% مفید هستند. یافته های پژوهش Sogvar و Koushesh Saba (2016) نشان داد که ترکیبی از کربوکسی متیل سلولز و اسید آسکوربیک دارای یک اثر هم افزایی یا سینرژیک برای کنترل قهوه ای شدن سطح سیب تازه برش خورده در طول ذخیره سازی می باشد. یافته ها نشان داد که استفاده ترکیبی از CMC و اسید آسکوربیک ممکن است برای حفظ کیفیت و کاهش قهوه ای شدن سطحی سیب های تازه برش خورده بدون قهوه ای شدن مفید باشد و موجب افزایش طول عمرشان پس از برداشت شود. انجیر محصولی تابستانی است که در تمام فصول سال و در تمام شهرهای ایران وجود ندارد. این محصول سرشار از مواد مغذی است که خشک کردن آن می تواند نگهداری آن را در مدت زمان طولانی تری موجب گردد. در خشک کردن به روش سنتی مشکلات زیادی از جمله آلودگی، کاهش کیفیت و نامرغوبیت محصول ایجاد می شود. شرایط عملیات فراوری می تواند در خصوصیات بهداشتی و کیفی محصول نهایی مؤثر باشد. استفاده از روش های مناسب خشک کردن و بهره بردن از فناوری های جدید می تواند محصولی با کیفیت بالا تولید کند. بهترین روش خشک کردن استفاده از خشک کن هایی است که طراحی و بهینه سازی شده باشند؛ همچنین استفاده از پیش تیمارهایی مانند پوشش خوراکی می تواند خشک کردن را بهبود بخشد. ایران از جمله کشورهای تولیدکننده و صادرکننده انجیر از جمله استهبان است. به طوری که در سال 1394 میزان صادرات آن 6967232 تن؛ برابر با 8005 میلیون تومان بوده است (مقررات صادرات و واردات و آیین نامه اجرایی آن، 1394). در این تحقیق برای انجیرها، از پوشش خوراکی کربوکسی متیل سلولز به تنهایی و ترکیب با اسید آسکوربیک استفاده شد. کربوکسی متیل سلولز یک نوع پوشش خوراکی است که در تحقیقات انجام شده موجب بهبود رنگ، طعم، شکل ظاهری و پذیرش کلی محصول، ماندگاری و حفظ کیفیت شده است. این پوشش بی خطر و مقاوم به حرارت است. دما و سرعت جریان هوا نیز از عوامل مؤثر در خشک کردن هستند. بررسی مناسب ترین شرایط خشک کردن از لحاظ دما و سرعت جریان هوا و یافتن مناسب ترین پوشش از لحاظ کیفیت محصول نهایی برای خشک کردن انجیر رقم سبز از اهداف پژوهش حاضر بوده است. همچنین به اثر پوشش دهی و شرایط خشک کردن از نظر دما و سرعت جریان هوا بر کیفیت محصول نهایی در فرایند خشک کردن پرداخته شد.

پوشش های خوراکی با ایجاد مانع فیزیکی نیمه تراوا بر روی سطح میوه، موجب کاهش نفوذپذیری به اکسیژن، دی اکسید کربن، بخار آب، کاهش انتقال رطوبت و املاح شده، همچنین اتمسفر اصلاح شده ای تولید می کند که موجب کاهش سرعت تنفس و کاهش سرعت واکنش اکسیداسیون می شود؛ در نتیجه در به حداقل رساندن تغییرات نامطلوب در طی انبارمانی نقش دارد. فیلم ها و پوشش های خوراکی به منظور افزایش کیفیت مواد غذایی، مورد استفاده قرار می گیرند و می توانند از اکسیداسیون و تغییرات رنگی در شرایط نامناسب جلوگیری کنند (Carneiro *et al.*, 2009). همچنین از کاهش حجم و به دنبال آن افزایش چگالی ظاهری جلوگیری کرده و باعث بهبود ویژگی های فیزیکی مواد غذایی طی مدت زمان نگهداری شوند (Mellema, 2003). در این راستا، کربوکسی متیل سلولز (CMC) به طور وسیعی برای افزایش عمر انبارداری مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است. در سیستم غذایی اسید آسکوربیک به عنوان تشدیدکننده های آنتی اکسیدان ها شناخته شده است که به طور گسترده ای در گیاهان وجود دارد. اسید آسکوربیک رادیکال ها آزاد را به خوبی به دام می اندازد و در نتیجه این ترکیب به منظور فساد اکسیداتیو به مواد غذایی اضافه می شود. اسید آسکوربیک یک آنتی اکسیدان مؤثر در برابر رادیکال های سوپراکسید و هیدروکسیل می باشد. البته این ترکیبات با سایر گونه های رادیکالی هم به طور مؤثری واکنش می دهد (مختاری، 1390). Doymaz (2004) نشان داد که استفاده از اتیل اولئات و متابی سولفیت پتاسیم در زمان خشک کردن زردآلو مؤثر می باشد. Elicin و Sacilik (2006) نیز تأثیر دمای هوا و ضخامت نمونه های سیب را بر تغییرات رنگی آن ها حین فرایند خشک شدن مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این پژوهش، بیانگر افزایش سرعت تغییر در رنگ محصول با افزایش دمای هوا بود؛ در حالی که ضخامت نمونه سیب اثری بر روی میزان تغییرات رنگی آن ها نداشت. در مطالعه ای دیگر Baini و Langrish (2009) به بررسی اثر دمای خشک کردن، رطوبت نسبی و میزان قهوه ای شدن (BI)¹ نمونه های موز بر روی تغییرات رنگی آن پرداختند. نتایج حاصله نشان داد میزان رسیدگی با افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی هوا افزایش و با افزایش زمان خشک شدن و کاهش محتوای رطوبت حین خشک شدن کاهش می یابد. در این پژوهش، سرعت جریان هوا اثری بر تغییر پارامترهای رنگی نداشت و میزان قهوه ای شدن در موزهای رسیده بیش تر از موزهای نارس بود. García-Pérez و Cárcel (2010) به بررسی اثر پیش تیمار اسید سیتریک و دمای نگهداری بر روی تغییرات رنگی خرما لوی خشک شده پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که پیش تیمار اسید سیتریک و دمای پایین انبارداری می تواند باعث کاهش تغییر پارامترهای رنگی خرما لوی خشک شده

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی DPPH²

3/9 میلی‌لیتر محلول DPPH با غلظت 40 ppm با 0/1 میلی‌لیتر از نمونه رقیق شده مخلوط و عدد جذب پس از 30 دقیقه با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج 517 نانومتر قرائت گردید. برای ساخت نمونه رقیق شده هم وزن نمونه انجیر آب مقطر اضافه ولی در نمونه شاهد از نسبت 6 به 4 متانول و آب مقطر استفاده شد. فعالیت آنتی-اکسیدانی (TTA%)³ با استفاده از رابطه (1) محاسبه شد. Sogvar., 2016 و Koushesh).

$$TAA(\%) = \frac{Abs_{sample} - Abs_{control}}{Abs_{sample}} \times 100 \quad (1)$$

Abs_{sample} عدد جذب نمونه و *Abs_{control}* عدد جذب ماده کنترل هستند.

خشک کردن نمونه‌ها

خشک کردن انجیرها در دستگاه خشک‌کن کابینتی طراحی شده توسط همین محققین انجام گرفت. این خشک‌کن مجهز به 2 عدد المنت پرمای 1000 V.A، دیمر صنعتی 5000 V.A و ترموستات دیجیتال است. سرعت جریان هوای داخل خشک‌کن به ترتیب 0/5، 1 و 1/5 متر بر ثانیه بود که با استفاده از یک فلومتر (جریان سنج) (Kimo, LV120-LV130، فرانسه) اندازه‌گیری شد. دمای آن به ترتیب 60، 70 و 80 درجه سانتی‌گراد تنظیم و تثبیت شد. در فواصل منظم، وزن هر انجیر خشک شده به صورت دستی و جداگانه اندازه‌گیری و از دست دادن آب آن‌ها ثبت شد. انجیرها به صورت 5 تایی از یک پوشش در یک دما و یک سرعت جریان هوا قرار داشتند و برای خشک کردن روی سینی دستگاه چیده شدند. وزن هر تیمار که شامل 5 عدد انجیر بود $2/4 \pm 33/4$ گرم توزین گردید. عمل خشک کردن نمونه‌های انجیر، تا ثابت شدن وزن نمونه در خشک‌کن فوق ادامه یافت. پس از خشک کردن نمونه‌های انجیر آزمون‌های نهایی انجام گرفت.

آزمون بافت

سفتی میوه با استفاده از دستگاه ارزیابی بافت (STM20، Santam، ایران) و پروب با قطر 4 میلی‌متر که با سرعت 60 میلی‌متر بر دقیقه تا عمق 50% نفوذ می‌کند ارزیابی گردید. بیش‌ترین نیروی لازم برای سوراخ کردن برحسب نیوتون به‌عنوان سفتی گزارش گردید (Sogvar., 2016 و koushesh).

مواد و روش‌ها

برای انجام تحقیق حاضر از میوه انجیر خوراکی و تازه، واریته سبز کشت شده در انجیرستان شهرستان نی‌ریز استهبان استفاده شد. به‌منظور یکنواختی در اندازه و ویژگی‌های فیزیکی پس از جمع‌آوری میوه‌های معیوب و خراب برای جلوگیری از آلودگی توسط باکتری‌ها یا قارچ‌ها به دور انداخته و میوه‌های سالم در دمای +5 درجه سانتی‌گراد تا زمان اجرای مراحل مختلف به‌منظور حذف حرارت اولیه و ایجاد یکنواختی ذخیره شدند.

پوشش‌دهی نمونه‌های انجیر

این میوه‌ها به آرامی با محلول 200 ppm هیپو کلریت سدیم با دمای 3 درجه سانتی‌گراد برای 1 دقیقه شسته و به‌طور طبیعی خشک شدند (Sogvar., 2016 و Koushesh). محلول‌های پوشش با انحلال پودر 1% CMC (W/V) در آب مقطر تهیه و در 85 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه گرم شدند و به آن 25% مقدار CMC (25 gr/L) گلیسرول به عنوان نرم‌کننده اضافه شد؛ سپس میوه‌ها در آب مقطر به عنوان شاهد بدون پوشش، محلول 1% CMC حاوی 25 gr/L گلیسرول و محلول 1% CMC حاوی 25 gr/L گلیسرول و 2% اسید آسکوربیک برای 4 دقیقه غوطه‌ور شدند. Sogvar., 2016 و Koushesh Saba). پس از اتمام پوشش‌دهی، نمونه‌ها خارج و اجازه داده شد به‌طور کامل روی سطح خشک در 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد به مدت 3 ساعت قرار گیرند. سپس آزمون‌های مقدماتی شامل اندازه‌گیری pH، غلظت کلی فلاونوئیدها، فعالیت آنتی‌اکسیدان روی انجیر انجام شد.

اندازه‌گیری pH

pH عصاره میوه با استفاده از یک دستگاه pH متر (CP501، Elmetron، لهستان) در دمای 23/8 اندازه‌گیری شد. Sogvar., 2016 و Koushesh).

اندازه‌گیری غلظت کلی فلاونوئیدها¹

برای این کار ابتدا 5 گرم انجیر آسیاب شده برداشته و به آن 50 میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. سپس این مخلوط همگن و صاف گردید. محلول صاف شده را سانتریفوژ کرده تا عصاره شفاف تولید شود. سپس عدد جذب آن در دستگاه اسپکتروفوتومتر (Unico، 2100، انگلستان) در طول موج 374 نانومتر خوانده شد (Pedro et al., 2016).

میزان جذب مجدد آب

میزان جذب مجدد آب از طریق اندازه‌گیری افزایش وزن انجام شد (غلامی پرشکوهی و همکاران، 1389).

وزن اولیه هر نمونه‌ها با دقت $\pm 0/01$ گرم گزارش گردید. میوه‌ها به‌وسیله پنس در فواصل زمانی 15 دقیقه، از آب بیرون آورده شد و به‌طوری که تنها آب سطحی نمونه‌ها جذب دستمال شود به آرامی روی دستمال کاغذی خشک قرار گرفت. این عمل تا زمانی که اختلاف دو توزین متوالی کمتر از $\pm 0/01$ شود، ادامه یافت. درصد جذب آزمونه از رابطه (2) محاسبه گردید:

$$(2) \quad \text{درصد جذب مجدد آب} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

W_1 نشان‌دهنده وزن آزمونه قبل از آزمون و W_2 وزن آزمونه بعد از رسیدن به وزن ثابت است.

اندازه‌گیری حجم و چروکیدگی

اندازه‌گیری حجم با استفاده از حجم معینی از ارزن تعیین گردید. چروکیدگی از رابطه (3) محاسبه شد (غلامی پرشکوهی و همکاران، 1389).

$$(3) \quad \text{چروکیدگی} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$$

که در آن به V_1 و V_2 به‌ترتیب بیان‌کننده حجم اولیه محصول قبل از خشک کردن و حجم نهایی محصول بعد از خشک کردن هستند.

رنگ

برای استخراج مولفه‌های رنگی از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد (ایوبی و همکاران، 1393). بدین منظور، نمونه‌ها در محفظه‌ای به رنگ سفید با اندازه ابعاد $0/2$ (عرض) $\times$ $0/7$ (طول) $\times$ $0/2$ (ارتفاع) مترمکعب قرار گرفتند که برای نورپردازی فضا در آن از دو لامپ فلوروسنت (6500K 10 W) به طول 40 سانتی‌متر استفاده شده بود. تصویرگیری با استفاده از دوربین (سامسونگ، نوت 4، کره) انجام گرفت که از طریق پورت USB به رایانه متصل بود. دوربین در فاصله 20 سانتی‌متری نمونه‌ها و موازی با آن‌ها بر روی پایه ثابت بود و جهت تصویرگیری از نرم‌افزار زوم براوسر 5/0 Ex استفاده شد. برای تعیین پارامترهای رنگی، پس از به‌دست آوردن تصاویر با اندازه پیکسل و رزولوشن و فرمت JPEG و در فضای رنگی RGB، تصاویر گرفته شده به‌وسیله نرم‌افزار Image J به قرمزی (a^*)، زردی (b^*) و روشنایی (L^*) تبدیل شدند. همه داده با استفاده از یک رایانه گرفته شده به‌وسیله نرم‌افزار Image J به تصاویر a^* و b^* و L^* تبدیل شدند. برای بررسی میزان تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های رنگی ماده غذایی طی فرایند خشک شدن، از اصطلاح پارامترها یا شاخص‌های رنگی استفاده می‌شود. این پارامترها شامل میزان روشنایی یا L^* از

رنگ سیاه (صفر) تا سفید (100)، میزان قرمزی یا a^* از سبز (مقادیر منفی) تا قرمز (مقادیر مثبت) و میزان زردی یا b^* از آبی (مقادیر منفی) تا زرد (مقادیر مثبت) می‌باشند (طهماسبی‌پور و همکاران، 1392).

همه داده با استفاده از یک رایانه شخصی جمع‌آوری شده و سپس در فواصل زمانی ثابت ثبت شدند. تمامی آزمایشات در 3 تکرار انجام شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از طرح آماری کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح 5% و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد.

نتایج و بحث

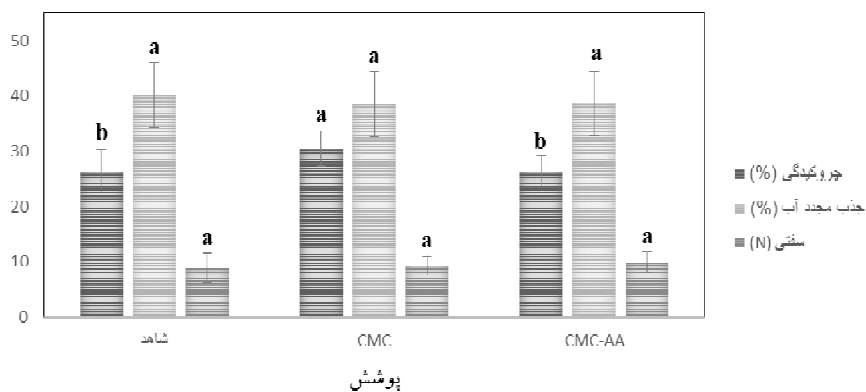
چروکیدگی

از تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده نتیجه‌گیری شد که سرعت جابه‌جایی هوا و پوشش‌دهی محصول اثرات معنی‌داری بر چروکیدگی در سطح 1% داشت و تغییرات دما اثر معنی‌داری بر روی این پارامتر نداشت. همچنین فقط اثر متقابل بین متغیرهای دما و سرعت جابه‌جایی هوا بر روی چروکیدگی در سطح 1% معنی‌دار بود. میزان چروکیدگی با استفاده از پوشش CMC نسبت به نمونه شاهد افزایش ولی با استفاده از پوشش ترکیبی CMC-اسید آسکوربیک نسبت به نمونه شاهد تفاوتی مشاهده نشد (شکل 1). علت آن را می‌توان افزایش سرعت خشک شدن سطح رویی میوه با استفاده از پوشش CMC دانست؛ که در آن ایجاد چروکیدگی بیش‌تری کرد. با افزایش سرعت جریان هوا از $0/5$ به 1 m/s میزان چروکیدگی افزایش و افزایش بیش‌تر تا $1/5 \text{ m/s}$ باعث کاهش چروکیدگی شد (شکل 2). چون با افزایش سرعت جریان هوا نمونه زمان کوتاه‌تری را سپری کرد و آسیب کم‌تری به انجیرها رسید (سلمانی‌فرد، 1388). در سرعت جریان $1/5$ متر بر ثانیه شاهد آسیب کم‌تری به انجیرها بوده‌ایم که دلیلش را می‌توان تغییرات بیشتر سرعت جریان هوا دانست. این نتایج با نتایج سلمانی‌فرد (1388)، مطابقت داشت. او نشان داد که اثر دما خشک‌کن روی چروکیدگی محصول معنی‌دار نبود (شکل 3).

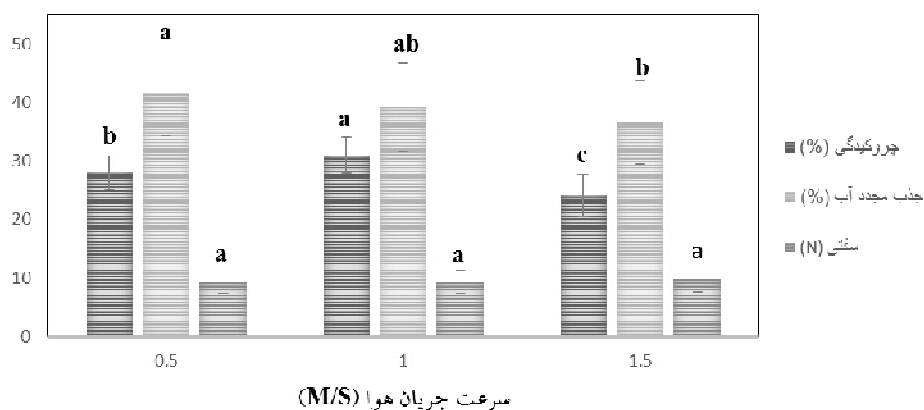
جذب مجدد آب

از تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده نتیجه‌گیری شد که تغییر پارامترهای دما و سرعت جریان هوا اثرات معنی‌داری روی جذب مجدد آب به‌ترتیب در سطح 1% و 5% داشتند. ویژگی جذب مجدد آب محصول خشک که به‌عنوان یک معیار کیفی استفاده می‌شود، نشان‌دهنده تغییرات شیمیایی و فیزیکی در طول خشک کردن است و به‌وسیله

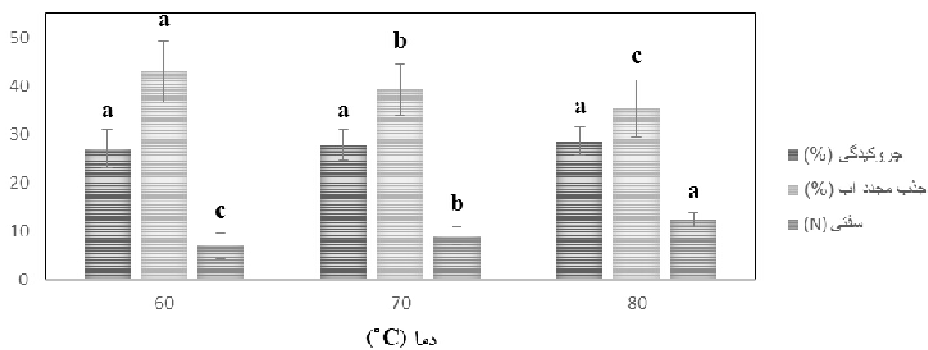
شرایط فرایند، تیمارهای اولیه نمونه و ترکیبات آن تحت تاثیر قرار می-گیرد (سلمانی فرد، 1388).



شکل 1- تاثیر پوشش بر چروکیدگی (%، جذب مجدد آب (%) و سفتی (N)



شکل 2- تاثیر سرعت جریان هوا بر چروکیدگی (%، جذب مجدد آب (%) و سفتی (N)



شکل 3- تاثیر دما بر چروکیدگی (%، جذب مجدد آب (%) و سفتی (N)

از نظر تئوری در صورتی که خشک کردن اثرات نامطلوبی بر ساختمان و بافت محصول نداشته باشد محصول پس از خشک کردن به همان اندازه رطوبت اولیه قبل از خشک کردن آب جذب می‌کند (ایوبی و همکاران، 1393). همچنین اثرات متقابل بین متغیرهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و پوشش‌دهی محصول بر روی جذب مجدد آب معنی‌دار نبود. میزان جذب مجدد آب به روش پوشش‌دهی بستگی نداشت (شکل 1). دما در میزان جذب مجدد آب تاثیر گذاشت که با افزایش دما، جذب مجدد آب کاهش یافت (شکل 3). هر قدر میزان جذب مجدد آب بیش‌تر باشد، تغییرات ساختاری کمتری در محصول رخ می‌دهد. (غلامی پرشکوهی و همکاران، 1391). بالا بودن دما یا طولانی شدن زمان خشک کردن در روش‌های متداول خشک کردن با جریان هوا می‌تواند ظرفیت بازجذب آب محصول را کاهش دهد. ظرفیت بازجذب آب، به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر ویژگی‌های بافتی محصول قرار می‌گیرد. با افزایش سرعت جریان هوا جذب مجدد آب کاهش یافت (شکل 2). بازجذب ضعیف، نتیجه فروپاشی ساختمان داخلی است. زمانی که تخریب ساختمانی در سطح سلولی حداقل باشد جذب مجدد آب فرآورده حداکثر خواهد بود. کاهش ویژگی‌های هیدروفیلیک نیز منجر به کاهش توانایی جذب مجدد آب محصول می‌شود (ایوبی و همکاران، 1393). پارامتر دما، سرعت جابه‌جایی هوا و روش پوشش‌دهی محصول بر جذب مجدد آب موثرند (غلامی پرشکوهی و همکاران، 1389). علت این تفاوت نظریه با پژوهش حاضر را می‌توان در تغییر بافت سطحی انگور در اثر آماده‌سازی دانست.

سفتی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تغییرات دما اثر معنی‌داری بر سفتی در سطح 1% داشت. با مقایسه میانگین‌های انجام شده و نتایج حاصل از آن در شکل 3 و 2 می‌توان نتیجه گرفت که سفتی با افزایش درجه حرارت خشک کردن، افزایش یافت اما هیچ رابطه معنی‌داری بین سرعت جریان هوا و سفتی نمونه یافت نشد. افزایش سفتی در نمونه‌ها را می‌توان به تغییرات محتوای رطوبتی نمونه‌ها نسبت داد. این نتایج با نتایج زانتاپولوس و همکاران (2010)، زیو و همکاران (2010) و کوشش‌صبا و سوگوار (2016)، مطابقت داشت.

pH

از تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده نتیجه‌گیری شد که روش پوشش‌دهی، پارامترهای دما و سرعت جریان هوا اثر معنی‌داری روی pH در سطح 1% داشت. همچنین اثرات متقابل بین متغیرهای دما، سرعت جابه‌جایی هوا و پوشش بر روی pH معنی‌دار بود. تیمارهای پوشش، pH را تغییر دادند؛ به‌طوری که pH در نمونه‌های پوشش داده شده با CMC و CMC-اسید

آسکوربیک کاهش یافت و تفاوت میان این دو پوشش نبود (جدول 1). در طی فرآیند حرارتی با حضور قندهای موجود در نمونه پدیده کاراملیزاسیون رخ داد که این پدیده موجب ایجاد اسیدهای آلی و کاهش pH شده است (فاطمی، 1395)؛ همچنین از آن جایی که در ترکیب پوشش خوراکی CMC-اسید آسکوربیک، اسید آسکوربیک به‌عنوان عامل اسیدی در غلظت ثابت مورد استفاده قرار گرفت، میزان pH نمونه‌های پوشش‌دار به مراتب پایین‌تر از گروه کنترل بود. سرعت جریان هوا با میزان pH رابطه عکس داشت؛ به طوری که با افزایش سرعت جریان هوا، pH کاهش پیدا کرد (جدول 1). در طی توجیه این رفتار می‌توان گفت با افزایش سرعت جریان هوا، کاراملیزاسیون و تولید اسیدهای آلی کاهش یافت و در نتیجه آن pH کاهش پیدا کرده است. دما با pH رابطه مستقیم داشت و با افزایش دما pH افزایش یافته بود (جدول 1).

آنتی‌اکسیدان

نتایج بررسی حاضر نشان داد که اثر پوشش و دما بر روی آنتی‌اکسیدان آنجیر خشک در سطح 1% و اثر سرعت جریان هوا در سطح 5% معنی‌دار بود؛ ولی هیچ کدام از اثرات متقابل معنی‌دار نبود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پوشش CMC-اسید آسکوربیک بالاتر از نوع بدون پوشش و پوشش CMC گزارش شد. (جدول 2). از آنجایی که در ترکیب پوشش خوراکی مورد نظر اسید آسکوربیک به‌عنوان عامل آنتی‌اکسیدانی در غلظت ثابت مورد استفاده قرار گرفت، میزان اولیه فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های پوشش‌دار به مراتب بالاتر از گروه کنترل بود. تیمارهای غوطه‌وری محتوی اسید آسکوربیک ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها را افزایش دادند (Robles et al., 2013). با افزایش دما بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها افزوده شد (جدول 2). چون افزایش دما موجب خشک شدن سریع‌تر نمونه‌ها گردید و پوشش به‌عنوان نگهدارنده آنتی‌اکسیدان عمل کرده و اثر دما بر روی آن را از بین برد. نتایج مطالعه حاضر با پژوهش اومس-اولیو و همکاران در بررسی پوشش خوراکی حاوی عوامل ضد قهوه‌ای شدن به‌منظور حفظ خواص آنتی‌اکسیدانی گلابی مطابقت داشت (Oms-Oliu et al., 2008).

فلاونوئید

نتایج نشان داد که اثرات اصلی پوشش، دما و سرعت جریان هوا بر غلظت فلاونوئیدها معنی‌دار بوده است. اثرات متقابل پوشش-دما، پوشش-سرعت جریان هوا در سطح 1 درصد و اثر دما-سرعت جریان در سطح 5% معنی‌دار هستند. اسید آسکوربیک به‌کار رفته در پوشش CMC-اسید آسکوربیک به‌عنوان نگهدارنده فلاونوئید عمل

کرده و میزان فلاونوئید در نمونه‌ها افزایش یافت. فلاونوئید در نمونه شاهد بیش‌تر از پوشش CMC بود (جدول 3).

جدول 1- تاثیر دما، سرعت جریان هوا و پوشش بر pH انجیرهای خشک شده

پوشش	دما (°C)	سرعت جریان هوا (m/s)	شاهد (بدون پوشش)	پوشش CMC	پوشش CMC-آسکوربیک اسید
5/20±0/03 ^b	60	0/5	4/81±0/03 ^l	5/01±0/03 ^{efg}	5/20±0/03 ^b
4/86±0/02 ^{jk}	60	1	4/86±0/03 ^{jk}	5/04±0/04 ^e	4/86±0/02 ^{jk}
4/96±0/02 ^{gh}	60	1/5	4/99±0/02 ^{efg}	4/90±0/02 ^{ij}	4/96±0/02 ^{gh}
4/98±0/03 ^f	70	0/5	5/14±0/02 ^c	5/04±0/04 ^e	4/98±0/03 ^f
4/99±0/02 ^{fg}	70	1	4/98±0/02 ^{fg}	5/01±0/01 ^{ef}	4/99±0/02 ^{fg}
4/66±0/02 ^m	70	1/5	4/96±0/02 ^{gh}	4/86±0/03 ^{jk}	4/66±0/02 ^m
5/15±0/03 ^c	80	0/5	5/36±0/03 ^a	4/83±0/03 ^{kl}	5/15±0/03 ^c
4/93±0/03 ^{hi}	80	1	5/15±0/02 ^c	4/91±0/03 ⁱ	4/93±0/03 ^{hi}
4/81±0/02 ^l	80	1/5	5/09±0/02 ^d	4/90±0/02 ^{ij}	4/81±0/02 ^l

اعداد، میانگین ± انحراف معیار می‌باشند حروف مشابه بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد است.

جدول 2- تاثیر دما، سرعت جریان هوا و پوشش بر فعالیت آنتی‌رادیکالی (% انجیرهای خشک شده

پوشش	دما (°C)	سرعت جریان هوا (m/s)	شاهد (بدون پوشش)	پوشش CMC	پوشش CMC-آسکوربیک اسید
14/12±2/49 ^{c-j}	60	0/5	8/86±2/56 ^{ikl}	6/42±1/37 ^l	14/12±2/49 ^{c-j}
12/86±2/79 ^{e-k}	60	1	6/58±1/40 ^l	10/85±2/92 ^{g-l}	12/86±2/79 ^{e-k}
14/42±2/98 ^{d-j}	60	1/5	8/99±1/58 ^{ikl}	11/26±2/00 ^{f-l}	14/42±2/98 ^{d-j}
20/74±4/20 ^{b-f}	70	0/5	9/52±1/54 ^{i-l}	10/40 ± 2/80 ^{h-l}	20/74±4/20 ^{b-f}
17/74±3/48 ^{b-e}	70	1	12/67±1/51 ^{e-k}	8/30±0/91 ^{kl}	17/74±3/48 ^{b-e}
16/91±2/67 ^{ab}	70	1/5	13/94±2/20 ^{d-k}	13/22±3/82 ^{d-k}	16/91±2/67 ^{ab}
20/02±4/35 ^{abc}	80	0/5	14/42±2/98 ^{c-j}	16/36±4/90 ^{b-g}	20/02±4/35 ^{abc}
18/70±4/83 ^{a-d}	80	1	16/26±2/25 ^{b-g}	15/19±3/29 ^{b-i}	18/70±4/83 ^{a-d}
23/70±3/56 ^a	80	1/5	15/62±2/59 ^{b-h}	14/22±2/72 ^{d-j}	23/70±3/56 ^a

اعداد، میانگین ± انحراف معیار می‌باشند. حروف مشابه بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد است.

جدول 3- تاثیر دما، سرعت جریان هوا و پوشش خوراکی بر فلاونوئید (mg/g) انجیرهای خشک شده

پوشش	دما (°C)	سرعت جریان هوا (m/s)	شاهد (بدون پوشش)	پوشش CMC	پوشش CMC-آسکوربیک اسید
2/38±0/17 ^a	60	0/5	1/55±0/16 ^{e-h}	1/48±0/12 ^{f-j}	2/38±0/17 ^a
2/32±0/17 ^{ab}	60	1	1/32±0/10 ^{i-l}	2/01±0/20 ^c	2/32±0/17 ^{ab}
2/15±0/14 ^{bc}	60	1/5	1/64±0/11 ^{def}	1/76±0/11 ^{de}	2/15±0/14 ^{bc}
1/56±0/09 ^{e-h}	70	0/5	1/49±0/08 ^{f-i}	1/01±0/10 ^{mn}	1/56±0/09 ^{e-h}
1/59±0/11 ^{d-g}	70	1	1/40±0/06 ^{g-k}	1/16±0/04 ^{lmn}	1/59±0/11 ^{d-g}
2/04±0/14 ^c	70	1/5	1/56±0/09 ^{e-h}	1/20±0/12 ^{klm}	2/04±0/14 ^c
1/46±0/11 ^{f-j}	80	0/5	1/45±0/11 ^{f-j}	0/99±0/10 ⁿ	1/46±0/11 ^{f-j}
1/47±0/13 ^{f-j}	80	1	1/34±0/07 ^{h-l}	1/27±0/09 ^{ijkl}	1/47±0/13 ^{f-j}
1/79±0/09 ^d	80	1/5	1/36±0/08 ^{h-l}	1/36±0/09 ^{h-l}	1/79±0/09 ^d

اعداد، میانگین ± انحراف معیار می‌باشند. حروف مشابه بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد است.

میزان روشنایی نمونه‌ها شد. علت این موضوع، به میزان درجه حرارتی که مواد غذایی در معرض آن قرار می‌گیرد مربوط است. به‌طوری که این میزان حرارت باعث تجزیه کاروتنوئیدها و کلروفیل‌ها و تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای در نمونه‌ها شد (ستایش مهر، 1392). نتایج به‌دست آمده مطابق با نتایج ایوبی و همکاران (1393) و طهماسبی‌پور و همکاران (1392) بود. Maskan (2001) نیز به بررسی اثر ماکروویو و هوای داغ بر روی پارامترهای رنگی کیوی پرداخت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد هوای داغ پارامترهای رنگی را تحت تاثیر قرار داد و کاهش L^* را موجب شد.

a^*

نتایج همچنین نشان داد که تیمار پوشش در سطح 5% و دما در سطح 1% به‌طور معنی‌داری بر مولفه رنگی a^* (قرمزی - سبزی) تاثیر گذاشته است. از طرفی سرعت جریان هوا بر میزان a^* غیرمعنی‌دار است (شکل 5). استفاده از پوشش ترکیبی CMC - اسید آسکوربیک باعث افزایش a^* انجیر شد؛ ولی پوشش CMC بدون اسید آسکوربیک تاثیری روی a^* نداشت. در واقع افزودن اسید آسکوربیک به پوشش CMC ایجاد قرمزی در نمونه‌ها کرد. علت این امر را می‌توان پدیده کاراملیزاسیون دانست. اسید به‌کار رفته در پوشش CMC - اسید آسکوربیک pH را کاهش داده و در اثر کاراملیزاسیون در رنگ نمونه‌ها ایجاد قرمزی کرد (فاطمی، 1395). (شکل 4). با افزایش دما میزان a^* نسبت به دمای 60 درجه سانتی‌گراد بیش‌تر شد (شکل 6). افزایش دما از جمله پارامترهای اثرگذار بر کاراملیزاسیون است. با افزایش دما کاراملیزاسیون افزایش یافته و a^* بیش‌تر شد (فاطمی، 1395). ماسکان (2001)، نیز به بررسی اثر ماکروویو و هوای داغ بر روی پارامترهای رنگی کیوی پرداخت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد هوای داغ پارامترهای رنگی را تحت تاثیر قرار داد و افزایش a^* را موجب شد. استفاده از اتیل اولئات به‌صورت محلول تیماری برای خشک کردن انگورها منجر به رنگ بهتری شد (مقادیر a^*) (Doymaz و Pala., 2002).

b^*

نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن است که تاثیر تیمار پوشش و دما همچنین اثر متقابل پوشش - دما بر مولفه رنگی b^* در سطح 1% و تاثیر سرعت جریان هوا و اثر متقابل دما - سرعت جریان هوا در سطح 5% معنی‌دار بود. میزان b^* در نمونه پوشش داده شده با CMC - اسید آسکوربیک و CMC نسبت به نمونه شاهد بیش‌تر شده است (شکل 4).

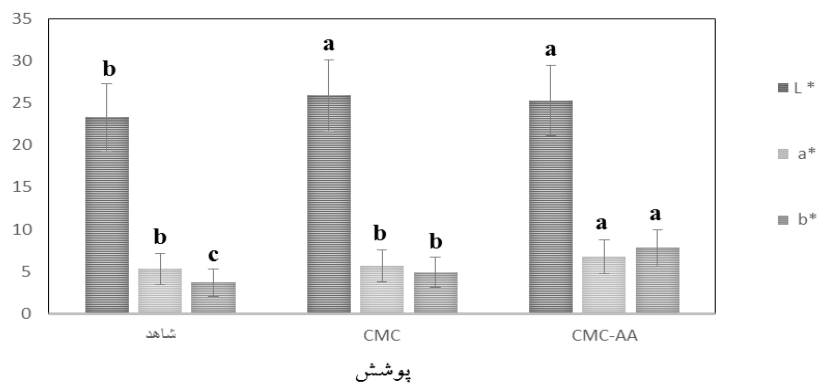
بیشترین و کمترین میزان فلاونوئید (2/38 و 0/99) به‌ترتیب در دمای 60 درجه سانتی‌گراد با پوشش CMC - اسید آسکوربیک و در دمای 80 درجه سانتی‌گراد با پوشش CMC است. همان‌طور که در جدول 3 مشاهده شد افزایش سرعت جریان هوا باعث خشک شدن سریع‌تر انجیرها و حفظ فلاونوئید گردید. افزایش دما غلظت فلاونوئید را در طول خشک کردن کاهش داد (جدول 3). افزایش حرارت باعث از بین رفتن این رنگدانه پر سود شد (Sogvar., 2016) و koushesh). یافته‌ها نشان داد که استفاده ترکیبی از CMC - اسید آسکوربیک ممکن است برای حفظ کیفیت سیب‌های تازه برش خورده مفید باشد (Sogvar., 2016) و koushesh).

پارامترهای رنگی

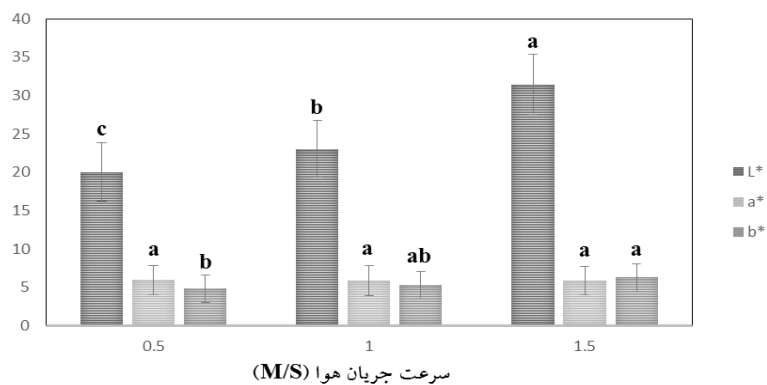
با تغییر مقادیر L^* ، a^* و b^* تغییر رنگدانه‌های موجود در نمونه‌های غذایی اتفاق می‌افتد که می‌تواند باعث افزایش میزان BI و در نهایت افت کیفی محصول خشک شده شود. به هر میزان در برخی از محصولات مقادیر L^* و b^* بالا و a^* پایین باشد، آن محصول از نظر شاخص کیفی رنگ مطلوب‌تر و از مقبولیت و بازارپسندی بیشتری نیز برخوردار است (طهماسبی‌پور و همکاران، 1392). یکی از علل تخریب رنگدانه‌های غذایی قرار گرفتن لایه بین سطحی نمونه غذایی در معرض حباب‌های هوا به مدت طولانی و ایجاد نواحی با دما و فشار بالا در سطح آن است (طهماسبی‌پور و همکاران، 1392).

روشنایی (L^*)

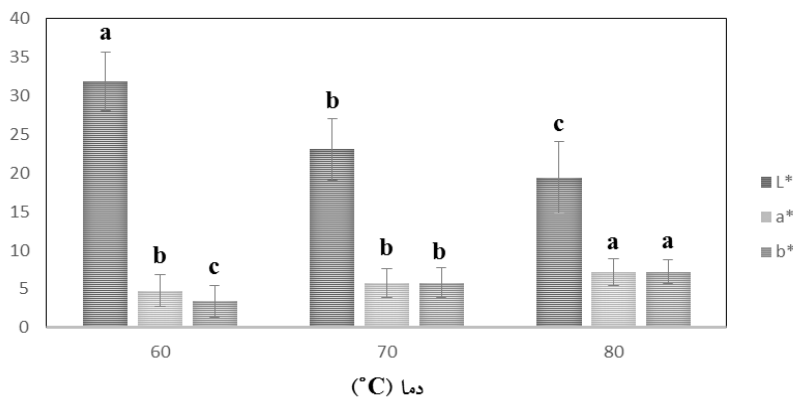
نتایج آنالیز واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار بودن پیش‌تیمار پوشش، دما و سرعت جریان هوا و اثر متقابل پوشش - دما و پوشش - سرعت جریان هوا در سطح 1% بر مولفه رنگی L^* انجیر بود. استفاده از پوشش CMC به‌صورت تنها یا در ترکیب با اسید آسکوربیک نسبت به نمونه شاهد با افزایش روشنایی همراه بود (شکل 4). که علت آن، افزایش اثر جلوگیری پوشش خوراکی در طی خشک کردن انجیر است (طهماسبی‌پور و همکاران، 1392). با افزایش سرعت جریان هوا میزان روشنایی نمونه‌ها افزایش یافت (شکل 5). به علت تغییرات رطوبتی و خشکی پوشش خوراکی، رنگ ظاهری پوشش به روشنی گرایش یافت و افزایش میزان L^* را موجب شد. این اتفاق در اثر کاراملیزاسیون یا پیرولیز قندهای موجود در مواد غذایی روی داد که باعث بروز رنگ قهوه‌ای در ماده غذایی شد و ترکیب رنگی حاصله همان کارامل شناخته شده بود و در صنایع غذایی به‌عنوان رنگ‌دهنده کاربرد دارد (فاطمی، 1395). به‌نظر می‌رسد که شدت واکنش کاراملیزاسیون قندهای محصول و در نتیجه میزان رنگ قهوه‌ای تولید شده بر روشنایی محصول نهایی موثر بوده است. افزایش دما کاهش میزان L^* را موجب شد (شکل 6). در پی توجیه این رفتار می‌توان گفت که افزایش دما موجب ایجاد واکنش‌های قهوه‌ای شدن و کاهش



شکل 4-تاثیر پوشش بر L*، a* و b* انجیرهای خشک شده



شکل 5-تاثیر سرعت جریان هوا بر L*، a* و b* انجیرهای خشک شده



شکل 6- تاثیر دما بر L*، a* و b* انجیرهای خشک شده

در واقع پوشش موجب حفظ رنگدانه‌ها و در نتیجه حفظ زردی در انجیرها شد. با کاهش تخریب رنگدانه‌های میوه میزان b^* افزایش یافت. به نظر می‌رسد استفاده از پوشش خوراکی اثر ممانعتی برای تخریب زردی رنگ انجیرها ایجاد کرده است و با افزودن CMC مقادیر b^* در تیمارهای مختلف افزایش یافت (طهماسبی‌پور و همکاران، 1392). یکی از فاکتورهایی که برای ارزیابی کیفیت محصولات خشک شده مورد توجه قرار دارد، رنگ این محصولات است. این شاخص کیفی متاثر از چند عامل است. از جمله عوامل اثرگذار بر شاخص کیفی رنگ می‌توان به غوطه‌ور کردن محصول در تیمارهای آماده‌سازی قبل از خشک کردن، روش‌های خشک کردن و شرایط انبارداری اشاره نمود. افزایش سرعت جریان هوا با میزان b^* رابطه مستقیمی داشت (شکل 5). زیرا افزایش سرعت جریان هوا زمان خشک شدن را کاهش داد در نتیجه محصول حرارت کمتری دید. در نتیجه کاراملیزاسیون و بروز رنگ قهوه‌ای کمتر شده و رنگ زرد انجیر حفظ گشت (فاطمی، 1395). افزایش دمای خشک کردن باعث افزایش b^* انجیر خشک شد (شکل 6). استفاده از پوشش‌دهی با افزایش زردی در کشمش همراه بود.

نتیجه‌گیری

استفاده از روش‌های مناسب خشک کردن و بهره بردن از فناوری‌های جدید می‌تواند محصولی با کیفیت بالا تولید کند. همچنین استفاده از پیش‌تیمارهایی مانند پوشش خوراکی می‌تواند کیفیت محصول خشک شده را بهبود بخشد. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به‌منظور افزایش کیفیت مواد غذایی، مورد استفاده قرار

منابع

ایوبی، ا.، صداقت، ن.، کاشانی نژاد، م.، محبی م.، نصیری محلاتی، م.، 1393. مقایسه اثر پیش‌تیمارهای غیرشیمیایی و شیمیایی بر ویژگی‌های کیفی کشمش، اولین همایش ملی میان وعده‌های غذایی، ایران، مشهد مقدس، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، اردیبهشت ماه 93.

سازمان توسعه تجارت ایران، دفتر مقررات صادرات و واردات، 1394. مقررات صادرات و واردات و آیین‌نامه اجرایی آن، تهران، شرکت چاپ و نشر بازرگانی وابسته به موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، 925. ستایش مهر، ز.، گنجعلی، ع.، 1392. بررسی اثرات تنش خشکی بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه شوید، نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، 27، 1، 27-35. سلمانی‌فرد ص. 1388. مدل‌سازی هم دماهای جذب و دفع رطوبت پسته واریته اوحدی و بهینه‌سازی شرایط خشک کردن آن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. طهماسبی‌پور، م.، دهقان‌نیا، ج.، سیدلوهریس، ص.، قنبرزاده، ب.، 1392. مدل‌سازی تغییرات رنگی طی خشک کردن انگور پیش‌تیمار شده با فراصوت و کربوکسی متیل سلولز و بررسی ویژگی‌های حسی آن، فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی، 4: 61-79. غلامی پرشکوهی، م.، رشیدی، م.، رنجبر، ا.، عباسی، س.، 1389. تاثیر دما، سرعت جابه جایی هوا و روش پوشش دهی بر خواص کیفی کشمش حاصله از انگور بی‌دانه سفید، مجله علوم غذایی و تغذیه، 63-54: 3.

می‌گیرند. در این تحقیق برای انجیرها، از پوشش خوراکی کربوکسی متیل سلولز به تنهایی و ترکیب با اسید آسکوربیک استفاده شد. تیمار پوشش، سرعت جریان هوا و دما پارامتر چروکیدگی، جذب مجدد آب، سفتی، pH، آنتی‌اکسیدان، فلاونوئید و شاخصه‌های رنگی را تحت تاثیر قرار دادند. به‌طوری که میزان چروکیدگی با استفاده از پوشش CMC 4/08 % افزایش یافت ولی میزان جذب مجدد آب به پوشش‌دهی بستگی نداشت. پوشش باعث سفتی نمونه شد. pH در نمونه‌های پوشش داده شده با CMC و CMC-اسید آسکوربیک کاهش یافت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پوشش CMC-اسید آسکوربیک بالاتر از شاهد و پوشش CMC بود. میزان فلاونوئید در پوشش CMC-اسید آسکوربیک بیش‌تر از نمونه شاهد و نمونه شاهد بیش‌تر از نمونه با پوشش CMC مشاهده شد. استفاده از پوشش CMC و CMC-اسید آسکوربیک به‌ترتیب به میزان 2/61 و 1/98 با افزایش روشنایی همراه بود. پوشش ترکیبی CMC-اسید آسکوربیک باعث افزایش a^* به میزان 1/44 شد. همچنین مشاهده شد، میزان b^* در نمونه CMC-اسید آسکوربیک (0/20) و CMC (0/05) نسبت به نمونه شاهد بیش‌تر بوده است. نتایج حاصله نشان داد که با افزایش سرعت جریان هوا از 0/5 به 1 m/s میزان چروکیدگی افزایش و افزایش بیش‌تر تا 1/5 m/s باعث کاهش چروکیدگی شد. این در حالی است که با افزایش سرعت جریان هوا جذب مجدد آب و pH کاهش یافت. سرعت جریان هوا با آنتی‌اکسیدان، فلاونوئید و b^* رابطه مستقیم داشت. با افزایش دما سفتی، pH، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، a^* افزایش و جذب مجدد آب، فلاونوئید و L^* کاهش یافتند.

- غلامی پرشکوهی م، رشیدی م، شکری ا، میرمرادی م، محسنی ش. 1391. اثرات به کارگیری دماهای دو مرحله‌ای در فرایند خشک کردن انگور بی‌دانه سفید بر برخی ویژگی‌های کیفی کشمش حاصل. *مجله علوم غذایی و تغذیه*, 2: 11-18.
- فاطمی، ح، 1395، شیمی مواد غذایی، شرکت سهامی انتشار، 480.
- مختاری ف. 1390. بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی بذر و اثر روش خشک کردن بر خواص فیزیکوشیمیایی کرفس کوهی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Bai J, Alleyne V, Hagenmaier RD, Mattheis JP, Baldwin EA. 2003. Formulation of zein coatings for apples (*Malus domestica* Borkh)1. *Postharvest Biology and Technology*, 28(2): 259-268.
- Baini, R., Langrish, TAG., 2009, Assessment of colour development in dried bananas—measurements and implications for modelling, *Journal of food engineering*, 93(2): 177-182.
- Carcel, JA., García-Pérez, JV., Sanjuán, N., Mulet, A., 2010, Influence of pre-treatment and storage temperature on the evolution of the colour of dried persimmon. *LWT-Food Science and Technology*, 43(8): 1191-1196.
- Carneiro-da-Cunha, MG., Cerqueira, MA., Souza, BWS., Souza, MP., Teixeira, JA., Vicente, AA., 2009, Physical properties of edible coatings and films made with a polysaccharide from *Anacardium occidentale* L, *Journal of Food Engineering*, 95(3): 379-385.
- Doymaz, I., 2004, Effect of pre-treatments using potassium metabisulphide and alkaline ethyl oleate on the drying kinetics of apricots, *Biosystems Engineering*, 89(3): 281-287.
- Doymaz, I., Pala, M., 2002, The effects of dipping pretreatments on air-drying rates of the seedless grapes, *Journal of Food Engineering*, 52(4): 413-417.
- Hussain PR, Suradkar PP, Wani AM, Dar MA. 2015. Retention of storage quality and post-refrigeration shelf-life extension of plum (*Prunus domestica* L.) cv. Santa Rosa using combination of carboxymethyl cellulose (CMC) coating and gamma irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 107: 136-148.
- Koushesh Saba, M., Sogvar, OB., 2016, Combination of carboxymethyl cellulose-based coatings with calcium and ascorbic acid impacts in browning and quality of fresh-cut apples, *LWT - Food Science and Technology*, 66: 165-171.
- Maskan, M., 2001, Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying, *Journal of Food Engineering*, 48: 169-175.
- Mellema, M., 2003, Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods, *Trends in food science & technology*, 14(9): 364-373.
- Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R., Martin-Belloso, O., 2008, Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears, *Postharvest Biology and Technology*, 50: 87-94.
- Pedro, AC., Granato, D., Rosso, ND., 2016, Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa* L.) by modeling and assessing their reversibility and stability, *Food Chemistry*, 191: 12-20.
- Robles Sánchez, RM., Rojas Graü, MA., Odriozola Serrano, I., González Aguilar, G., Martin Belloso, O., 2013, Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes, *LWT - Food Science and Technology*, 50: 240-246.
- Sacilik K, Elicin AK. 2006. The thin layer drying characteristics of organic apple slices. *Journal of food engineering*, 73(3): 281-289.
- Trichopoulou A., Vasilopoulou, E., Georga, K., Soukara, S., Dilis, V., 2006, Traditional foods: Why and how to sustain them. *Trends in Food Science & Technology*, 17(9): 498-504.
- Xanthopoulos, G., Yanniotis, S., Lambrinos, G., 2010, Study of the drying behaviour in peeled and unpeeled whole figs, *Journal of Food Engineering*, 97(3): 419-424.
- Xiao, H-W., Pang, C-L., Wang, L-H., Bai, J-W., Yang, W-X., Gao, Z-J., 2010, Drying kinetics and quality of Monukka seedless grapes dried in an air-impingement jet dryer, *Biosystems Engineering*, 105(2): 233-240.
- Yaldiz O, Ertekin C, Uzun Hİ. 2001. Mathematical modeling of thin layer solar drying of sultana grapes. *Energy*, 26(5): 457-465.



Effect of Edible Coating and Time and Temperature of Drying on Properties of Dried Fig

P. Gholipour Shahraki¹, M. Fazel^{2*}

Received: 2017.11.21

Accepted: 2018.08.13

Introduction: *Ficus carica*, commonly known as fig, is among the oldest types of fruit known to mankind. Drying is defined as a thermal process under controlled conditions in order to reduce the moisture in different types of food via evaporation. Edible films and coatings are used to enhance food quality by precluding oxidation and color changes in inappropriate conditions. Carboxymethyl cellulose (CMC) is thus widely used to improve food shelf life.

Materials and methods: All experiments were carried out on fresh edible green variety figs planted in the county of Neyriz Estahban. The figs were then immersed in the following solutions:

Distilled water as a control variable without coating; carboxy methyl cellulose (CMC) solution 1% containing 0.25 gr/L glycerol; and CMC solution 1% containing 0.25 gr/L glycerol and 2% ascorbic acid. Preliminary tests including average diameter, pH, total flavonoids content, and antioxidant activity were performed on the figs. The fruits were dried using a device designed by the authors. At 60 °C, 70 °C, and 80 °C, the airflow in the device was 0.5 m/s, 1.0 m/s, and 1.5 m/s, respectively. After drying the samples, secondary experiments were performed which, in addition to the previous tests, included texture analysis, water reabsorption, volume measurement, shrinkage, and color analysis. A total of 27 treatments were applied in 3 rounds. A full factorial design was employed for statistical analyses while average values were compared via Duncan's test at 5% significance. Calculations were performed using SPSS 16.0.

Results & Discussion: Using CMC coating, shrinkage increased compared to the control sample. As airflow accelerates from 0.5 m/s to 1.5 m/s, higher levels of shrinkage are observed. This could be attributed to the drier surface of the fruit caused by faster airflow. Shrinkage increases with the speed of airflow going from 0.5 m/s to 1.5 m/s. This is because at higher speeds, the sample is dried in a shorter period of time and sustains less damage.

Water reabsorption was found to decrease with higher temperature and airflow. Weak reabsorption results from the breakdown of the internal structure of the fruits.

CMC-ascorbic acid, CMC, and the control sample had the highest to lowest levels of firmness, respectively. The acid was found to preserve the internal cellular structure and preserve its breakdown. Moreover, firmness increases with the drying temperature.

According to the results, the samples coated with CMC and CMC-ascorbic acid had lower pH compared to the control sample. Airflow speed and temperature are inversely and directly related to pH, respectively.

In the CMC-ascorbic acid treatment, antioxidant capacity increased compared to the other two treatments. This may be associated with ascorbic acid's higher ability to act as a carrier of anti-browning agents. Also, higher levels of antioxidant behavior were observed with higher temperature as it causes faster drying. Moreover, the coating acts to preserve the antioxidant and eliminates the impact of temperature.

The highest amount of flavonoids was observed in the CMC-ascorbic acid treatment followed by the control sample and the CMC treatment. This is because the ascorbic acid serves to maintain the flavonoids in the samples. The flavonoid content increases with the airflow speed since the sample is dried in a shorter duration and the flavonoids are preserved. However, higher temperature reduces the flavonoid content since heat damages the pigment.

The application of the CMC coating (alone or in combination with ascorbic acid) increased luminance compared to the control sample due to the preventative effect of the edible coating on the oxidation of the pigments in the fig samples. With faster airflows, surface moisture begins to vary which causes the coating to become lighter with higher L*. An increase in the temperature leads to lower L* as the heat causes the carotenoids and chlorophyll to break down and form brown pigments in the samples.

1 and 2. M.Sc. Student and Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, The Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) branch

(*Corresponding Author Email: mfazeln@yahoo.com)

Using the CMC-ascorbic acid coating increases a^* in figs. Furthermore, as the temperature goes up from 60 °C, a^* also increases.

The coated samples demonstrate higher levels of b^* compared to the control sample. In fact, the coating preserves the pigments and thus maintains the yellow color of the figs. The value of b^* is directly related to the speed of the airflow because it decreases drying time. As a result, the product undergoes less heat. Finally, higher temperature leads to higher b^* in the dried figs.

Keywords: Fig, Edible coating, Carboxy methyl cellulose, Drying



امکان‌سنجی تولید شکلات شیری حاوی پودر بزرک و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن

نفسه رواتاب¹- سیمین اسداللهی^{2*} - محمدرضا اسحاقی²

تاریخ دریافت: 1396/12/13

تاریخ پذیرش: 1397/05/04

چکیده

شکلات شیری یکی از پرمصرف‌ترین شکلات‌هایی است که ترکیبات اصلی آن شامل پودر کاکائو، شکر، کره کاکائو و پودر شیر خشک می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر این است که با استفاده از پودر دانه بزرک به‌عنوان جایگزین پودر و کره کاکائو، شکلاتی با میزان کالری پایین و همچنین به واسطه میزان بالای امگا-3 در پودر بزرک، شکلاتی غنی شده با خواص درمانی تولید شود. تیمارهای پژوهش شامل شاهد، L₁₀، L₂₀، L₃₀ و L₄₀ به‌ترتیب با مقادیر صفر، 10، 20، 30 و 40 درصد پودر بزرک بودند که جایگزین کره و پودر کاکائو، شیر خشک و شکر شدند. آزمایش‌های انجام شده شامل بررسی خواص فیزیکوشیمیایی (قند، چربی، اسیدیته، رطوبت، پراکسید، خاکستر، اندازه ذرات، ویسکوزیته ظاهری و سنجش میزان امگا-3)، بافت‌سنجی و حسی بودند. طبق نتایج، بین تیمارهای مختلف از نظر میزان چربی، قند، اندازه ذرات، ویسکوزیته ظاهری، مقدار نفوذپذیری، پذیرش دهانی، پذیرش بویایی، پذیرش بافت، صدای شکست، پذیرش رنگ و باقی مانده امگا-3، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در صورتی که در مقدار خاکستر، پراکسید، اسیدیته و رطوبت این اختلاف معنی‌دار نبود. مطابق نتایج، تیمار L₃₀ به جهت دارا بودن امگا 3 و همچنین مطلوبیت در ویژگی‌های بافتی و خواص حسی به‌عنوان تیمار برتر معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: شکلات شیری، پودر بزرک، امگا-3، خواص فیزیکوشیمیایی.

مقدمه

شیری و سفید تقسیم می‌شود که محتوا و میزان پودر کاکائو، چربی، شکر و نیز میزان شیر افزوده به آن‌ها متفاوت است. اساس خواص فیزیولوژیکی شکلات بر مبنای ترکیب فاز پیوسته چربی است که بر ویژگی‌هایی نظیر دمای مطلوب ذوب (37 درجه سلسیوس) و نیز حس دهانی تاثیر دارد (Fernandes, 2013). شکلات شیری یک سیستم پیچیده رئولوژیکی بوده که شامل فاز جامد (پودر کاکائو، پودر شکر و پودر شیر خشک بدون چربی) منتشر در فاز پیوسته کره کاکائو می‌باشد. در فرمولاسیون این فرآورده، میزان پودر کاکائو نباید از 25 درصد وزن کل مواد کمتر باشد. پودر شیر خشک از ترکیبات بسیار مهم این شکلات بوده که به‌طور معمول در حدود 20 درصد در حالت شیر کامل و یا 14 درصد بدون چربی است. این ترکیب بر ویژگی‌های حسی تولید شده توسط محصول نهایی، نحوه تولید و ویژگی‌های رئولوژیکی تاثیرگذار است (Clercq et al., 2012). همان‌گونه که گفته شد شکلات شامل سه ترکیب اساسی در مواد غذایی یعنی پروتئین، کربوهیدرات و چربی همراه با مواد معدنی ضروری می‌باشد که با توجه به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن می‌توان با افزودن برخی مواد، خاصیت عملکردی بودن

شکلات به علت دارا بودن طعم و بافت منحصر به فرد و ایجاد حس لذت و آرامش پس از مصرف، طرفداران زیادی در همه گروه‌های سنی دارد و مصرف آن در سال‌های اخیر روندی رو به رشد داشته‌است. شکلات عبارت است از مخلوط یکنواخت و نیمه جامد از ذرات شکر و کاکائو (و مواد دیگر که بستگی به فرمولاسیون و نوع آن دارد) در فازی پیوسته که به‌طور معمول شامل کره کاکائو می‌باشد. این محصول حاصل فرآیند کامل و صحیحی از مخلوط یک یا چند ماده اولیه همراه با مغز دانه کاکائو است. از این مواد اولیه می‌توان به شکر یا شیرین‌کننده‌های مجاز خوراکی، پودر شیر خشک، طعم دهنده‌ها و اسانس‌های مجاز خوراکی و نیز مغزهای دانه‌های گیاهی اشاره کرد (Afoakwa, 2010). شکلات علی‌رغم داشتن مقادیر بالای چربی و شکر، سهم قابل توجهی در تغذیه انسان از طریق تامین آنتی‌اکسیدان‌ها و پلی‌فنول‌ها دارد. همچنین دارای مواد معدنی مفید به‌خصوص پتاسیم، منیزیم، مس و آهن می‌باشد (Marsanasco et al., 2015). در مرسوم‌ترین تقسیم بندی، شکلات به سه دسته، تلخ،

(*) - نویسنده مسئول: (Email: asadollahi@iauvaramin.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.71406

1 و 2- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

را در آن فعال کرد (Beckett, 2000). غذاهای فراسودمند با منشأ طبیعی دارای ظاهری مشابه با غذاهای متداول هستند که افزون بر ارزش تغذیه‌ای پایه، دست‌کم دارای یک خاصیت فیزیولوژیک مشخص و به اثبات رسیده در زمینه ارتقا سلامت و پیشگیری‌کننده یا کاهش‌دهنده بیماری هستند که می‌توانند توسط افزودن ترکیب سلامت بخش، حذف ترکیب مضر و یا تغییر و اصلاح در یک یا چندین ترکیب از ماده غذایی به‌دست آیند (Hui, 2007). اسیدهای چرب امگا-3 اسیدهای چرب اشباع نشده با یک پیوند دوگانه (C=C) در سومین اتم کربن از انتهای زنجیره کربن هستند. اولین عضو خانواده امگا-3 اسید آلفالینولنیک می‌باشد که در بدن انسان ساخته نمی‌شود از این رو به آن اسیدچرب ضروری گفته می‌شود و نقش بسیار مهمی در بسیاری از واکنش‌های فیزیولوژیکی بدن انسان دارد و به‌عنوان یک ضرورت در رژیم غذایی به حساب می‌آید. طبق بررسی‌های به‌عمل آمده، روغن ماهی مهم‌ترین منبع امگا-3 محسوب می‌شود اما کمبود منابع ماهی، مدت زمان ماندگاری کوتاه، بو و طعم نامطلوب، آلودگی و مهم‌تر از همه آلودگی ماهی‌ها به فلزات سنگین مانند جیوه و سرب، باعث شده تا امروزه بیشتر از منابع گیاهی برای تامین این ماده استفاده شود که در این میان بزرک دارای بالاترین میزان اسید چرب آلفا لینولنیک (حدود 50 درصد) می‌باشد (Tur et al., 2012). بزرک (*Linume usitatissimum* L. گیاهی است که دو محصول مهم آن یعنی فیبر حاصل از برگ‌ها و ساقه و نیز دانه آن شناخته شده‌است. از سالیان گذشته دانه بزرک جهت استخراج روغن خوراکی مورد استفاده قرار گرفته است. ترکیبات دانه بزرک عبارت از پروتئین 18-25 درصد، کربوهیدرات 23-30 درصد و خاکستر بین 3 الی 5 درصد بوده و واریته روغنی این دانه دارای 35 الی 46 درصد روغن می‌باشد (Singh et al., 2013; Zuk et al., 2015). دانه بزرک بیشتر از هر دانه روغنی، در تولید غذاهای فراسودمند مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا حاوی اسیدهای آمینه ضروری آرژنین، هیستیدین، گلوتامین و سیستئین بوده که دارای فیتواستروژن است و تولید استروژن گیاهی می‌کند و در همین راستا حامل ترکیبات فنولی است که خاصیت ضدسرطانی دارد. قابل توجه این‌که اسیدهای چرب غالب در این روغن، اسید پالمیتیک 6 درصد، اسید استئاریک 2/5 درصد، اسید اولئیک 19 درصد، اسید لینولئیک 13 درصد و آلفا لینولنیک اسید 55 درصد می‌باشند. اگرچه واضح است که محتوای روغن و ترکیب اسیدهای چرب غالب، با توجه به واریته، سازگاری گیاه به فصل رشد و همچنین اثرات زیست محیطی متغیر است (Salonia et al., 2006). حسن‌زاده و همکاران (1385) در تحقیقی خواص فیزیوشیمیایی روغن دانه بزرک و اکسیداسیون آن را در شرایط انجماد و در روزهای صفر، هفت، سی، شصت و نود مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، مقدار عدد پراکسید در هفت روز اول نگهداری به مقدار 8/3 درصد افزایش نشان داد که اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود. اما پس از روز هفتم تغییرات عدد پراکسید در بین تیمارها

معنی‌دار نبود و مقدار آن در حد استاندارد گزارش گردید (حسن‌زاده و همکاران، 1385). نمازی و همکاران (1390) در تحقیقی پیرامون امکان فرمولاسیون روغن فراسودمند از امگا-3 و امگا-6 با استفاده از دانه‌های بزرک و گلرنگ به این نتیجه رسیدند که نگهداری روغن مورد نظر در فریزر موجب باقی‌ماندن عدد پراکسید در محدوده استاندارد می‌شود (نمازی و همکاران، 1390). Clercq و همکاران (2012) در تحقیقی تاثیر پالایش کره‌کائو را بر کیفیت شکلات شیری مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق تاثیر مقادیر مختلف اسیدهای چرب بر روی خواص رئولوژیکی و ویژگی‌های ماکروسکوپی شکلات شیری مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج، با اعمال بخار 250 درجه سلسیوس، وضعیت بافت و نیز کیفیت شکلات بهبود یافت (Clercq et al., 2012). همان‌گونه که گفته شد بیش از صد سال است که در بیشتر کشورها شکلات به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و طعم مطلوب، یکی از پرطرفدارترین مواد غذایی محسوب می‌شود. از سوی دیگر با توجه به کم بودن میزان اسیدهای چرب ضروری و آنتی‌اکسیدان در رژیم غذایی روزانه، نیاز به جبران آن با مصرف غذاهای حاوی این ترکیبات احساس می‌شود. حال با توجه به موارد ذکر شده در مورد گیاه بزرک و روغن حاصل از آن و با در نظر گرفتن این نکته که ایران کشوری با شرایط بهینه جهت تولید دانه‌های روغنی حاوی امگا-3 (به‌خصوص بزرک) می‌باشد، در این پژوهش امکان تولید شکلات شیری فراسودمند حاوی اسید چرب امگا-3 از طریق این منبع گیاهی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر مواد اولیه مورد نیاز به‌منظور تهیه شکلات شیری شامل پودر و کره کائو (Altinmarka، ترکیه)، پودر شکر از شرکت کشت و صنعت فارابی (ایران)، پودر شیر خشک بدون چربی از شرکت ایران کازئینات (ایران)، وانیل (Polar Bear، چین)، آنتی‌اکسیدان (شیمی‌دارو، ایران) و دانه بزرک واریته ایرانی (پاکان بذر، ایران) تهیه گردیدند.

روش تهیه شکلات شیری فراسودمند

دانه‌های بزرک با آسیاب خانگی خرد و سپس توسط سرنندی با مش 2 میلی‌متر، پوسته از دانه‌های خرد شده جدا شد. به‌طور کلی برای هر تیمار 100 گرمی، 10 گرم پودر کائو، 40 گرم پودر شکر، 14 گرم پودر شیر خشک بدون چربی، 32 گرم کره‌کائو، وانیل، لستین و آنتی‌اکسیدان (مقدار دقیق آنتی‌اکسیدان 200 میلی‌گرم بود) جمعاً 4 گرم، در نظر گرفته‌شد (نمونه شاهد). در ادامه، دیگر تیمارهای تحقیق بر اساس جدول 1 تهیه شدند. به‌منظور تهیه شکلات‌ها ابتدا پودر کائو و کره ذوب شده کائو، وارد دستگاه بالمیل (استیل تهران، ایران) شده و به مدت 30 دقیقه چرخانده شدند. پودر شکر و پودر شیر خشک بدون

قالب‌هایی از جنس پلی‌کربنات که جهت سهولت خروج شکلات به مدت 10 دقیقه درون آن گرم شده بودند. در ادامه نمونه‌های شکلات درون قالب‌ها ریخته و به‌منظور شبیه شدن به شرایط صنعتی، درون تونل خنک‌کننده خط تولید قرار داده شدند. پس از خروج از تونل خنک‌کن، شکلات‌ها از درون قالب جدا و درون ظروف در بسته نگهداری شدند. از هر تیمار 100 گرمی، 12 شکلات 8 گرمی آماده شد. تمام نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای 4 درجه سلسیوس درون یخچال نگهداری شدند. آزمون‌های شیمیایی تمام تیمارها به‌صورت دورهای، هر ماه یک بار و به مدت 4 ماه انجام پذیرفتند اما آزمون‌های فیزیکی، حسی و سنجش باقی مانده امگا-3 در انتهای ماه چهارم انجام شدند. قابل توجه این‌که نمونه‌های شکلات در شرکت کیان شکلات کیمیا تهیه گردیدند. آزمون‌های فیزیکوشیمیایی در آزمایشگاه این شرکت اما آزمایش‌های بافت‌سنجی در مرکز تحقیقات کشاورزی کرج انجام پذیرفت. همچنین آزمون کروماتوگرافی گازی برای سنجش باقی‌مانده امگا-3 در آزمایشگاه مرکزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام شد.

چربی به همراه وانیل و نمک به دستگاه اضافه و به مدت 1 ساعت خمیر شکلات در دستگاه همزده شد. مقدار یک سوم لسیترین به خمیر شکلات اضافه و مجدداً به مدت 1 ساعت، خمیر مخلوط گردید. در ادامه یک سوم دیگر لسیترین به شکلات افزوده و 1 ساعت مخلوط کردن ادامه پیدا کرد. سرانجام یک سوم آخر لسیترین نیز افزوده شد و 1 ساعت دیگر عمل مخلوط کردن ادامه یافت. مخزن بالمیل از جنس فولاد ضدزنگ و ضدسایش دو جداره بود که آب گرم بین دو دیواره جریان داشت و دارای 25 کیلوگرم ساچمه با قطر 8 میلی‌متر بود. این دستگاه برای شکلات شیری، روی دمای 45 درجه سلسیوس تنظیم شد و عمل کاهش اندازه ذرات و ورز دادن با همزنی که سرعت دورانی آن 100 دور در دقیقه بود، در مدت زمانی مشخص انجام پذیرفت. پس از تخلیه شکلات از دستگاه بالمیل، فرآیند مشروط سازی دمایی نمونه‌ها به‌صورت دستی انجام شد. بدین منظور دمای نمونه‌ها به 50 درجه سلسیوس رسانده شد و سپس تا دمای 32 درجه سلسیوس خنک شدند آن‌گاه به مدت 15 دقیقه دمای نمونه‌ها از 30 درجه سلسیوس به 28/5 درجه سلسیوس رسانده شد و نمونه‌ها 10 دقیقه در این دما نگه داشته شدند (Beckett, 2000). سرانجام 100 گرم شکلات قالب‌گیری شد.

جدول 1- تیمارهای تحقیق

نمونه	شکر	پودر کاکائو	کره کاکائو	شیر خشک بدون چربی	وانیل	لسیتین و آنتی‌اکسیدان	بزرک
شاهد (C)	40 درصد	9 درصد	34/6 درصد	14/34 درصد	0/08 درصد	1/98 درصد (فقط لسیترین)	0 درصد
L10	36 درصد	8 درصد	30/6 درصد	13/3 درصد	0/1 درصد	2 درصد	10 درصد
L20	32 درصد	7/2 درصد	27/5 درصد	11/2 درصد	0/1 درصد	2 درصد	20 درصد
L30	29 درصد	6 درصد	23/5 درصد	9/4 درصد	0/1 درصد	2 درصد	30 درصد
L40	24 درصد	4/9 درصد	21 درصد	8 درصد	0/1 درصد	2 درصد	40 درصد

آن‌گاه بشری 150 میلی‌لیتری پر از شکلات شد و محور گردان دستگاه جهت سنجش گرانیروی در آن قرار داده شد. عدد روی نمایشگر دستگاه نشان‌دهنده گرانیروی ظاهری نمونه‌ها بود (Afoakwa, 2010).

تعیین اندازه ذرات

اندازه ذرات با استفاده از دستگاه زتاسایزر (MITUTOYO، ژاپن) تعیین گردید. ابتدا 5 گرم شکلات مذاب انتخاب و در دمای 32 درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از کالیبره کردن دستگاه، پیچ تنظیم حدود 2 سانتی‌متر باز و نمونه‌ها روی میله پیچ تنظیم ریخته شدند. در ادامه بستن پیچ تنظیم آغاز شد و هر زمان که پیچ تنظیم نچرخید، عمل بستن متوقف و اندازه مشخص شده بر روی نشانگر دیجیتال به‌عنوان اندازه ذرات بر حسب میکرومتر یادداشت شد (Anonymous, 2004).

تعیین میزان سختی بافت

سختی نمونه‌های شکلات به روش‌های مختلف با دستگاه بافت‌سنج اندازه‌گیری می‌شود. در این پژوهش از روش اندازه‌گیری

اندازه‌گیری برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شکلات شیری فراسودمند

در این پژوهش میزان رطوبت مطابق استاندارد AOAC، شماره 977-10 به روش کارل فیشر، چربی مطابق استاندارد AOAC، شماره 963-15 به روش سوکسله، خاکستر مطابق استاندارد AOAC، شماره 942-02، عدد پراکسید مطابق استاندارد AOAC، به شماره 8-53 Cd، اسیدیته مطابق استاندارد AOAC، به شماره 3-63، میزان قند (ساکارز) به روش لین‌آینون و مطابق استاندارد ملی ایران به شماره 608 اندازه‌گیری شدند (Anonymous, 2005; Anonymous, 2004).

اندازه‌گیری میزان گرانیروی ظاهری

این ویژگی با استفاده از دستگاه ویسکومتر (MYR، اسپانیا) اندازه‌گیری شد. ابتدا شکلات‌ها در دمای 32 درجه سلسیوس به صورت ذوب شده به مدت 10 دقیقه هم زده شدند و سپس همگن گردیدند.

میزان نفوذ استفاده شد که نشانگر سختی مربوط به گاز زدن شکلات است. برای این منظور از دستگاه بافت‌سنج (Hounsfield/ H5KS، انگلستان) استفاده گردید. ابتدا قطعات شکلات به ابعاد $100 \times 20 \times 10$ میلی‌متر آماده و سپس به مدت 6 ساعت در انکوباتور یخچال‌دار (Rumed-TYPE 1001) در دمای 20 درجه سلسیوس نگهداری شدند. در این آزمون از پروب شماره 1/6، سرعت نفوذ 1/5 میلی‌متر در ثانیه و عمق نفوذ 6 میلی‌متر استفاده شد. حداکثر نیروی اندازه‌گیری شده به‌عنوان شاخص سختی گزارش گردید (Afoakwa et al., 2008).

تعیین مقدار امگا-3

جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه بزرک، از دستگاه گازکروماتوگرافی مدل (Agilent 6890A) با ستون موئین (BPX70) به طول 30 متر و دستگاه آشکارساز (FID) 2 استفاده شد. همچنین از گاز هلیوم با درصد خلوص 99/999% و با سرعت جریان 1ml/min به‌عنوان گاز کامل استفاده گردید. دمای ستون 190°C (برنامه دمایی: 170°C به مدت 6 دقیقه، با سرعت $40^{\circ}\text{C}/\text{min}$ به دمای 180°C رسانده شد و در این دما به مدت 10 دقیقه باقی‌ماند و بعد با سرعت $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ به دمای 190°C رسانده شد و در این دما به مدت 16 دقیقه باقی‌ماند)، دمای محل تزریق 240°C ، دمای آشکارساز 280°C

و میزان تزریق 0/2 میکرولیتر در نظر گرفته شده بود (Afoakwa et al., 2008).

آزمون‌های حسی

در آزمون حسی، از روش هدونیک 5 نقطه‌ای استفاده شد. هدف از انجام این آزمون، بررسی پذیرش حسی نمونه‌ها توسط ارزیابان آموزش دیده بود. صفات‌های مورد نظر توسط ارزیاب‌ها از یک (بد) تا پنج (عالی) امتیازدهی شدند (Afoakwa, 2010).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از تحقیق، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ($\alpha=5\%$) و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 14 و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج اندازه‌گیری مقدار چربی در نمونه‌های شکلات شیری

فرا سودمند

با توجه به جدول مقایسه میانگین 2، بیشترین مقدار چربی معادل 38/20 درصد در تیمار L40 و در ماه اول اما کمترین مقدار آن معادل 34/04 درصد در تیمار شاهد و در همان ماه مشاهده گردید.

جدول 2- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تأثیر متقابل (تیمار $\times$ زمان) بر مقدار چربی نمونه‌های شکلات شیری (%)

زمان (ماه)				
تیمار	اول	دوم	سوم	چهارم
L10	$34/13 \pm 0/06^{ab}$	$34/19 \pm 0/06^{ab}$	$34/26 \pm 0/12^b$	$34/20 \pm 0/02^{ab}$
L20	$35/87 \pm 0/06^c$	$35/94 \pm 0/14^c$	$35/98 \pm 0/08^c$	$35/89 \pm 0/10^c$
L30	$36/13 \pm 0/03^c$	$36/13 \pm 0/11^c$	$36/14 \pm 0/10^c$	$36/10 \pm 0/08^c$
L40	$38/15 \pm 0/44^d$	$38/09 \pm 0/05^d$	$38/08 \pm 0/17^d$	$38/15 \pm 0/20^d$
شاهد	$34/09 \pm 0/06^a$	$34/14 \pm 0/05^{ab}$	$34/09 \pm 0/07^a$	$34/13 \pm 0/19^{ab}$

هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار $\pm$ انحراف استاندارد مربوطه می‌باشند.

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 5 درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.

افزایش بر روانی و طعم شکلات‌ها تأثیر مثبت نداشت و از میزان محبوبیت آن‌ها کاست.

نتایج اندازه‌گیری مقدار قند (ساکارز) در نمونه‌های شکلات

شیری فرا سودمند

طبق جدول 3، بیشترین مقدار قند معادل 39/94 درصد در تیمار شاهد و در ماه چهارم اما کمترین مقدار آن معادل 24/07 درصد در تیمار L40 و در ماه دوم مشاهده گردید.

مطابق تحقیقات انجام شده، مقدار کربوهیدرات دانه بزرک بسته به نوع نژاد آن، بین 23 تا 30 درصد گزارش شده است اما مقدار قند

بر اساس استاندارد شکلات ایران و نیز کدکس شکلات، حداقل مقدار چربی شکلات شیری می‌بایست 25 درصد باشد. در مقایسه بین نمونه شاهد با تیمار L10، افزایش چربی نزدیک به 0/2 درصد مشاهده گردید که علت آن جایگزینی اندک بزرک با کره، شکر و پودر بود. در مورد تیمار L20 این افزایش نسبت به نمونه شاهد بیش از 1/5 درصد بود. در همین راستا با افزایش مقدار پودر بزرک و افزایش میزان چربی جایگزینی (42 درصد پودر بزرک حاوی روغن است) نسبت به پودر کاکائو و شکر، این افزایش طبیعی به نظر می‌رسد. در ادامه در تیمارهای L30 و L40 این تفاوت به ترتیب به 2 و 4 درصد رسید که نشان از جایگزینی بیشتر چربی دانه بزرک به‌جای شکر و پودر داشت. البته این

مقایسه میانگین 4، تاثیر متقابل تیمار و زمان بر مقدار خاکستر نمونه‌ها معنی‌دار نبود ($p>0/05$). البته باید توجه داشت که پروتئین (حدود 25 درصد) و پودر دانه بزرک (حدود 25 درصد) که جایگزین پودر کاکائو و شکر گردید سبب شد تا تغییرات بسیار جزئی در مقدار خاکستر پدید آید.

نتایج اندازه‌گیری مقدار پراکسید

طبق جدول مقایسه میانگین 5، بیشترین مقدار پراکسید معادل 0/172 درصد در تیمار L40 و در ماه چهارم اما کمترین مقدار آن معادل 0/141 درصد در تیمار شاهد و در ماه اول مشاهده گردید.

این دانه تقریباً صفر است لذا با افزایش پودر بزرک کاهش مقدار قند تیمارها طبیعی به نظر می‌رسد (Zuk et al., 2015; Singh et al., 2013). Soto-Cerda (2013) و همکاران (2013) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند (Soto-Cerda et al., 2013).

نتایج اندازه‌گیری مقدار خاکستر در نمونه‌های شکلات شیری فراسودمند

مطابق جدول مقایسه میانگین 4، بیشترین مقدار خاکستر معادل 0/18 درصد در تیمار L10 و در ماه اول اما کمترین مقدار آن معادل 0/17 درصد در تیمار L30 و در ماه چهارم مشاهده گردید. مطابق استاندارد ایران حداقل میزان خاکستر در شکلات شیری 1 درصد می‌باشد (Anonymous, 2004). همچنین با توجه به جدول

جدول 3- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تأثیر متقابل (تیمار × زمان) بر مقدار قند نمونه‌های شکلات شیری (%)

تیمار	زمان (ماه)			
	اول	دوم	سوم	چهارم
L10	35/90 ± 0/10 ^d	35/84 ± 0/14 ^d	35/95 ± 0/06 ^d	35/95 ± 0/04 ^d
L20	32/39 ± 0/04 ^c	32/40 ± 0/06 ^c	32/40 ± 0/01 ^c	32/43 ± 0/02 ^c
L30	28/69 ± 0/07 ^b	28/72 ± 0/04 ^b	28/79 ± 0/18 ^b	28/74 ± 0/05 ^b
L40	24/12 ± 0/03 ^a	24/07 ± 0/06 ^a	24/12 ± 0/04 ^a	24/07 ± 0/08 ^a
شاهد	39/88 ± 0/11 ^e	39/93 ± 0/06 ^e	39/92 ± 0/13 ^e	39/94 ± 0/14 ^e

هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه می‌باشند.

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تأثیر متقابل (تیمار × زمان) بر مقدار خاکستر نمونه‌های شکلات شیری (%)

تیمار	زمان (ماه)			
	اول	دوم	سوم	چهارم
L10	0/181±0/005 ^a	0/179±0/001 ^a	0/180±0/002 ^a	0/179±0/001 ^a
L20	0/181±0/002 ^a	0/180±0/004 ^a	0/180±0/001 ^a	0/182±0/002 ^a
L30	0/180±0/001 ^a	0/180±0/002 ^a	0/181±0/003 ^a	0/179±0/001 ^a
L40	0/180±0/002 ^a	0/181±0/002 ^a	0/181±0/001 ^a	0/180±0/001 ^a
شاهد	0/180±0/001 ^a	0/182±0/002 ^a	0/181±0/001 ^a	0/181±0/001 ^a

هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه می‌باشند.

جدول 5- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تأثیر متقابل (تیمار × زمان) بر مقدار پراکسید نمونه‌های شکلات شیری (%)

تیمار	زمان (ماه)			
	اول	دوم	سوم	چهارم
L10	0/150±0/02 ^a	0/150±0/02 ^a	0/152±0/01 ^a	0/154±0/02 ^a
L20	0/156±0/02 ^a	0/156±0/02 ^a	0/157±0/02 ^a	0/158±0/02 ^a
L30	0/160±0/02 ^a	0/160±0/02 ^a	0/160±0/02 ^a	0/161±0/02 ^a
L40	0/169±0/02 ^a	0/169±0/02 ^a	0/170±0/02 ^a	0/172±0/02 ^a
شاهد	0/141±0/02 ^a	0/142±0/02 ^a	0/143±0/02 ^a	0/143±0/02 ^a

هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه می‌باشند.

تغییرات مقدار پراکسید تیمارها با توجه به حضور روغن‌های حساسی مانند روغن بزرک در فرمولاسیون معنی‌دار نبود ($p>0/05$). مطابق جدول مقایسه میانگین 5 و با توجه به نگهداری نمونه‌ها در یخچال و استفاده از آنتی‌اکسیدان، بین شاهد و تیمارهای مختلف و حتی در زمان‌های متفاوت اختلاف معنی‌دار از نظر مقدار پراکسید مشاهده نشد ($p>0/05$). گرچه همان تغییرات اندک موجب اکسید شدن امگا-3 در برخی تیمارها گردید. Juita و همکاران (2012) در تحقیقات خود بیان داشتند که نگهداری نمونه‌ها در دمای نزدیک به صفر درجه سلسیوس می‌تواند مانع اکسید شدن و عدم افزایش عدد پراکسید نمونه‌ها شود.

نتایج اندازه‌گیری مقدار اسیدیت

مطابق جدول مقایسه میانگین 6، بیشترین مقدار پراکسید معادل 1/34 درصد در تیمار L20 و L30 و در ماه چهارم اما کمترین مقدار آن معادل 1/30 درصد در تیمار شاهد و در ماه سوم مشاهده گردید. اسیدیت روغن موجود در پودر بزرک 0/2 درصد اندازه‌گیری شد که با توجه به کم بودن این مقدار، تغییرات معنی‌داری طی دوره نگهداری بین مقدار اسیدیت تیمارها مشاهده نشد. نمازی و همکاران (1390) در تحقیقی پیرامون امکان فرمولاسیون روغن فراسودمند از امگا-3 و امگا-6 با استفاده از دانه‌های بزرک و گلرنگ به این نتیجه رسیدند که

نگهداری روغن مورد نظر در فریزر موجب باقی‌ماندن عدد پراکسید در محدوده استاندارد می‌شود (نمازی و همکاران، 1390).

نتایج اندازه‌گیری مقدار رطوبت

نظر به جدول مقایسه میانگین 7، بیشترین مقدار رطوبت معادل 0/41 درصد در تیمار L40 و در ماه چهارم اما کمترین مقدار آن معادل 0/32 درصد در تیمار شاهد و در ماه اول مشاهده گردید.

به‌طور کلی وجود رطوبت در شکلات سبب ایجاد لکه‌هایی کم‌رنگ‌تر (بلوم) بر روی آن می‌شود و از فاکتورهایی است که بر رشد میکروارگانیسم‌ها تأثیرگذار است. همچنین پایداری اکسیداتیو از مهم‌ترین پارامترهایی است که با افزایش رطوبت از مقدار آن کاسته می‌شود و احتمال اکسیداسیون افزایش می‌یابد. مطابق جدول 7، مقدار رطوبت نمونه‌های حاوی سطوح مختلف روغن بزرک به دلیل وجود فیبر در ساختار پودر بزرک افزایش یافت اما این اختلاف بین تیمارها و در مقایسه با نمونه شاهد معنی‌دار نبود. علت اصلی نتیجه حاصل را می‌توان به شرایط صحیح نگهداری نمونه‌ها نسبت داد. بسته‌بندی و نگهداری صحیح در محیط خشک و خنک از مناسب‌ترین روش‌ها جهت جلوگیری از ورود رطوبت احتمالی به درون شکلات است. Afoakwa (2010) در تحقیقات خود جهت حفظ کیفیت شکلات و جلوگیری از نفوذ رطوبت به درون آن‌ها، بسته‌بندی با مواد پلی‌اتیلنی را پیشنهاد نمودند.

جدول 6- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تأثیر متقابل (تیمار× زمان) بر مقدار اسیدیت نمونه‌های شکلات شیری (%)

تیمار	زمان (ماه)			
	اول	دوم	سوم	چهارم
L10	$1/30 \pm 0/01^a$	$1/32 \pm 0/04^a$	$1/31 \pm 0/01^a$	$1/31 \pm 0/02^a$
L20	$1/33 \pm 0/02^a$	$1/31 \pm 0/02^a$	$1/32 \pm 0/04^a$	$1/34 \pm 0/01^a$
L30	$1/33 \pm 0/01^a$	$1/33 \pm 0/02^a$	$1/32 \pm 0/02^a$	$1/34 \pm 0/02^a$
L40	$1/31 \pm 0/03^a$	$1/32 \pm 0/01^a$	$1/33 \pm 0/01^a$	$1/32 \pm 0/01^a$
شاهد	$1/32 \pm 0/01^a$	$1/31 \pm 0/02^a$	$1/30 \pm 0/01^a$	$1/33 \pm 0/01^a$

هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار $\pm$ انحراف استاندارد مربوطه می‌باشند.

جدول 7- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تأثیر متقابل (تیمار× زمان) بر مقدار رطوبت نمونه‌های شکلات شیری (%)

تیمار	زمان (ماه)			
	اول	دوم	سوم	چهارم
L10	$0/32 \pm 0/08^a$	$0/34 \pm 0/05^a$	$0/36 \pm 0/03^a$	$0/39 \pm 0/06^a$
L20	$0/32 \pm 0/08^a$	$0/37 \pm 0/05^a$	$0/37 \pm 0/05^a$	$0/39 \pm 0/06^a$
L30	$0/36 \pm 0/06^a$	$0/38 \pm 0/04^a$	$0/40 \pm 0/03^a$	$0/40 \pm 0/06^a$
L40	$0/38 \pm 0/06^a$	$0/40 \pm 0/04^a$	$0/41 \pm 0/03^a$	$0/41 \pm 0/06^a$
شاهد	$0/32 \pm 0/08^a$	$0/34 \pm 0/05^a$	$0/35 \pm 0/06^a$	$0/35 \pm 0/06^a$

هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار $\pm$ انحراف استاندارد مربوطه می‌باشند.

نتایج اندازه‌گیری اندازه ذرات، گرانروی ظاهری و نفوذپذیری

طبق جدول مقایسه میانگین 8، بیشترین اندازه ذرات شکلات در تیمار L40 و به مقدار 53/67 میکرومتر و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد و به مقدار 15/67 میکرومتر اندازه‌گیری شد و بیشترین

مقدار گرانروی نیز در تیمار L40 و به مقدار 73/10 پاسکال. ثانیه و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد و به مقدار 36/10 پاسکال. ثانیه به‌دست آمد. اما بیشترین مقدار نفوذ در تیمار شاهد و به مقدار 3/21 میلی‌متر و کمترین مقدار آن در تیمار L40 و به مقدار 1/81 میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

جدول 8- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تأثیر سطوح مختلف تیمار بر اندازه ذرات، گرانروی و نفوذپذیری

تیمار	اندازه ذرات (μm)	مقدار گرانروی (Pa.s)	مقدار نفوذ (mm)
L10	$24/67 \pm 1/16^b$	$49/83 \pm 0/74^b$	$3/16 \pm 0/37^b$
L20	$30/67 \pm 1/53^c$	$54/97 \pm 0/06^c$	$2/83 \pm 0/14^b$
L30	$40/67 \pm 1/16^d$	$66/47 \pm 0/47^d$	$2/67 \pm 0/35^b$
L40	$53/67 \pm 1/53^e$	$73/10 \pm 0/26^e$	$1/81 \pm 0/37^a$
شاهد	$15/67 \pm 0/58^a$	$36/10 \pm 0/26^a$	$3/21 \pm 0/21^b$

هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار $\pm$ انحراف استاندارد مربوطه می‌باشد.

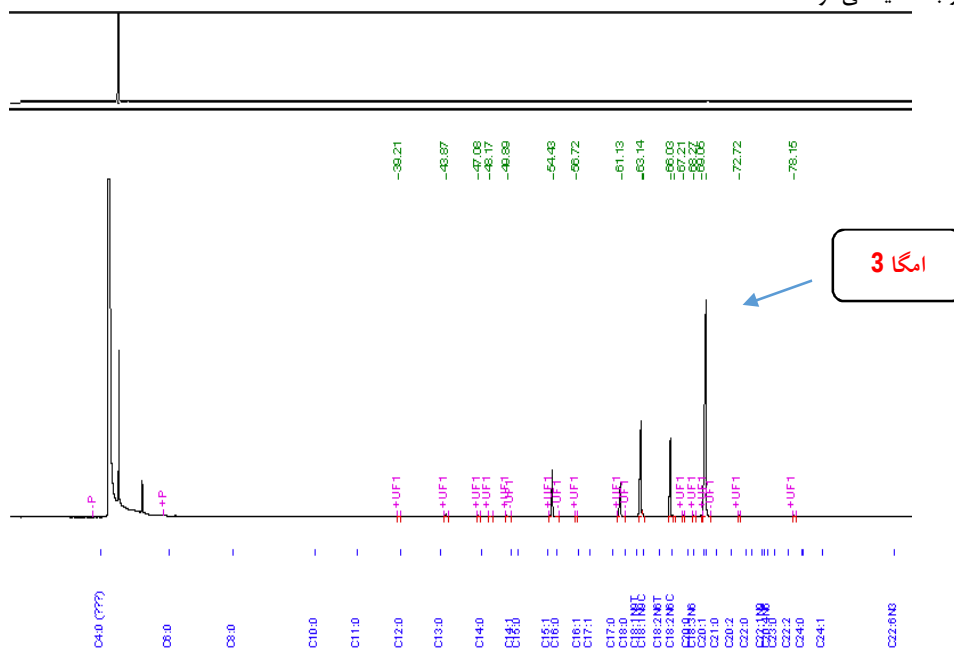
با توجه به نبود امکانات صنعتی نظیر غلطک‌های پودرکننده و آسیاب‌های صنعتی جهت پودر کردن دانه بزرک و در نتیجه درشت ماندن ذرات آن در این آزمون، اندازه ذرات شکلات تولید شده به‌طور نامناسبی افزایش نشان داد. البته پوست‌گیری و الک کردن با مش 20 تا حدودی شرایط را مطلوب‌تر نمود. اندازه ذرات شکلات طبق تحقیقات Beckett (2000) و Afoakwa (2010) و نیز کدکس شکلات متفاوت بیان شده‌است اما برای شکلات شیری این عدد بین 15 الی 20 میکرون مناسب گزارش شده‌است، در تیمار حاوی 10 درصد این عدد 24 میکرون و در تیمار 40 درصد این مقدار حدود 53 میکرون گزارش شد. دامنه این اعداد نسبت به نمونه شاهد که حدود 15 میکرون اندازه‌گیری شده بود، خیلی زیاد بود به‌گونه‌ای که تیمار حاوی 40 درصد پودر بزرک حس خوشایندی در هنگام مصرف در فرد ایجاد نکرد. از سوی دیگر با توجه به جدول 8، بین تیمارهای مختلف از نظر تأثیر بر میزان گرانروی تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید. اگرچه پودر بزرک دارای درصد روغن نسبتاً بالایی است اما از علل اصلی افزایش گرانروی می‌توان به عدم یکنواختی بافت شکلات، عدم ایجاد پیوندهای صحیح بین بخش‌های آب‌دوست و آب‌گریز و درشت بودن اجزای سازنده شکلات اشاره کرد که در این تحقیق درشت بودن سائز و اندازه ذرات علت اصلی بالا بودن گرانروی می‌باشد (Denker et al., 2006). امروزه جهت تولید شکلات با کیفیت بالا می‌بایست اجزا پودری آن مانند پودر کاکائو و روغن جدا از هم باشند (Afoakwa et al., 2008; Afoakwa, 2010). در فرمولاسیون شکلات شیری فراسودمند، پودر دانه بزرک حاوی فیبر و روغن همراه با هم به مواد اولیه اضافه شد که بهبود کیفیت نهایی حاصل نگردید. به‌طور کلی روند کاهش مقدار نفوذ با کاهش مقدار نیرو جهت نفوذ، رابطه مستقیم دارد که حکایت از کاهش انسجام بافت شکلات دارد. هرچه این مقادیر کمتر شود، اندازه ذرات درشت‌تر، میزان

پذیرش دهانی کمتر، مشروط کردن دمایی سخت‌تر و تا حدودی غیرممکن و ذوب شدن شکلات در دمای محیط سریع‌تر اتفاق می‌افتد (Ziegler et al., 2001). در تحقیق حاضر با افزایش مقدار پودر بزرک هرچند درصد چربی افزایش یافت اما اندازه ذرات درشت‌تر و ترکیب لسیستین نیز با ذرات موجود کمتر شد. بدین معنی که در تیمار L40 سطوح لسیستین پذیر کاهش و پیوند بین ذرات آب‌دوست و آب‌گریز کمتر گردید. از سوی دیگر عملاً مشروط شدن دمایی و بافت مناسب مشاهده نشد به طوری که تیمار مذکور در دمای محیط به سرعت شروع به خمیری شدن نمود. Afoakwa (2010) در تحقیق خود نشان دادند که سختی بافت رابطه عکس با اندازه ذرات، مقدار چربی و مقدار لسیستین دارد.

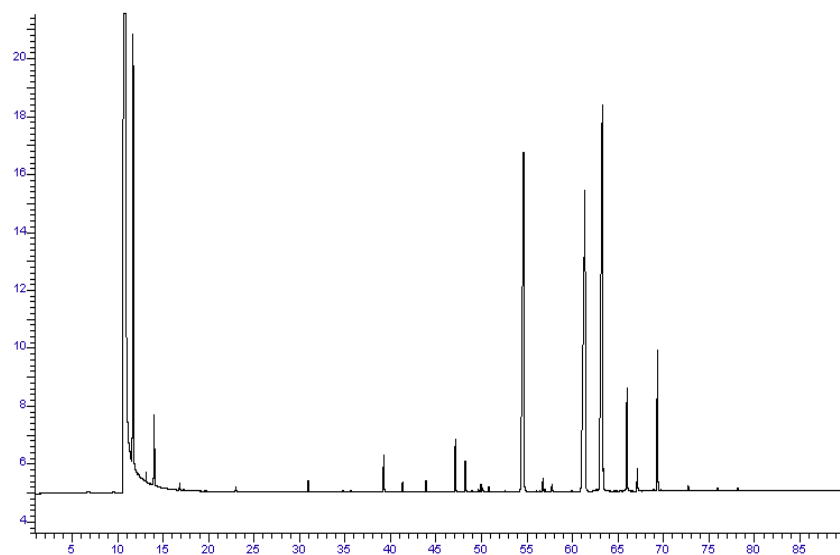
نتایج اندازه‌گیری باقی‌مانده امگا-3 در نمونه‌های شکلات شیری

به‌منظور بررسی وجود و یا عدم وجود امگا-3 در نمونه‌ها پس از گذشت 4 ماه، از کروماتوگرافی گازی استفاده شد. طبق نتایج، پس از 69/52 دقیقه در دانه بزرک و پس از 69/44 دقیقه در تیمارهای L40 و L30 امگا-3 مشاهده گردید. Zuk و همکاران (2015)، مقدار اسید چرب امگا-3 را حدود 40 الی 60 درصد کل روغن موجود در دانه بزرک بیان کرده‌اند و نیز مقدار روغن دانه بزرک حدود 35-45 درصد وزن دانه گزارش شده است (Zuk et al., 2015; Singh et al., 2013). مطابق شکل‌های 1 الی 5، در تیمارهای L10 و L20 اسید چرب امگا-3 شناسایی نشد اما پس از 69/52 دقیقه در دانه بزرک و پس از 69/44 دقیقه در تیمارهای L40 و L30 امگا-3 مشاهده گردید. نتایج به‌دست آمده در کروماتوگرافی گازی نشان می‌دهد که احتمال باقی ماندن اسید چرب امگا-3 در

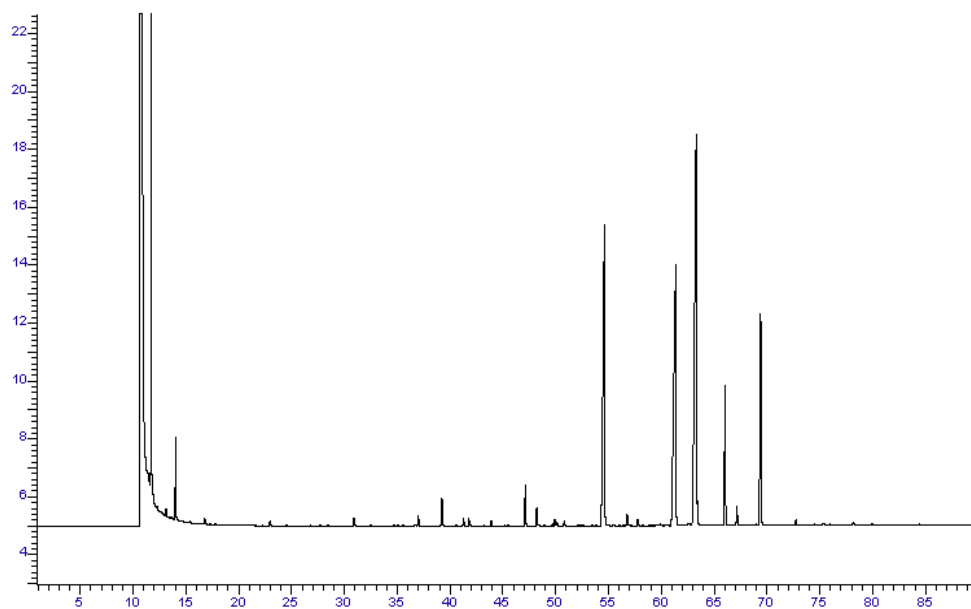
مقادیر زیر 30 درصد حضور پودر بزرک درون شکلات بسیار اندک است و این اسید چرب اکسید می‌شود.



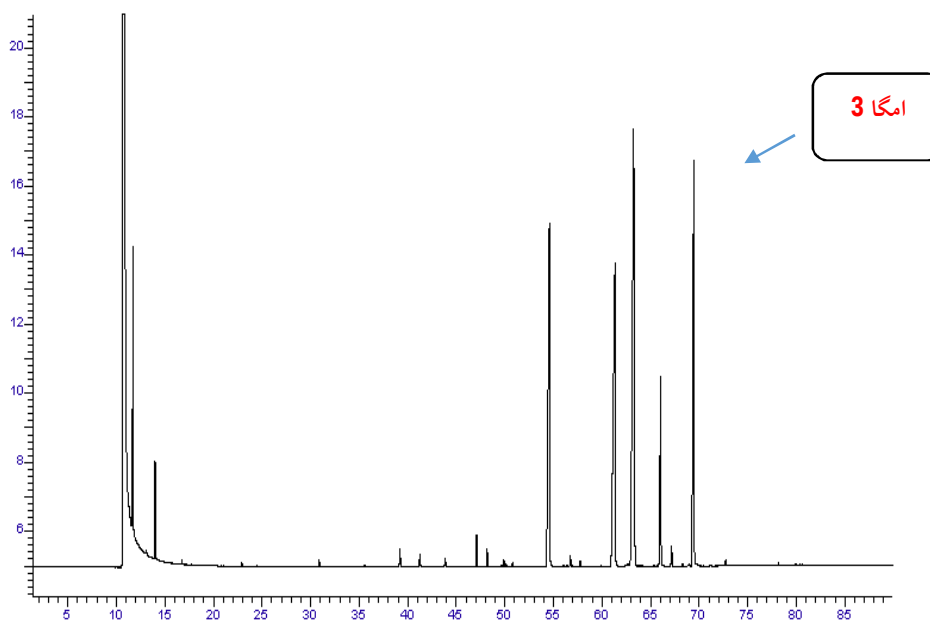
شکل 1- کروماتوگرافی دانه بزرک



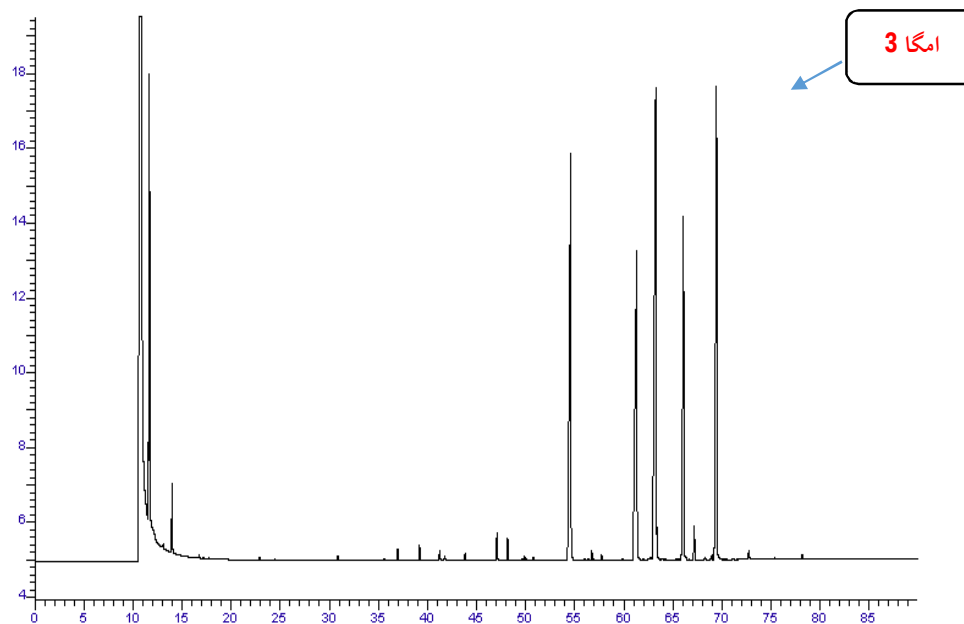
شکل 2- کروماتوگرام شکلات با 10 درصد پودر بزرک (L10)



شکل 3- کروماتوگرام شکلات با 20 درصد پودر بزرک (L20)



شکل 4- کروماتوگرام شکلات با 30 درصد پودر بزرک (L30)



شکل 5- کروماتوگرام شکلات با 40 درصد پودر بزرک (L40)

شکلات شیرینی کاسته شد لذا چندان مورد پذیرش ارزیابان قرار نگرفت. در همین راستا بیشترین امتیاز پذیرش بافت به تیمار شاهد و به مقدار 4/8 و کمترین مقدار آن به تیمار L40 و به مقدار 1/6 تعلق گرفت. همچنین بین کلیه تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. مطابق نتایج، با افزایش پودر بزرک رضایت ارزیابان از بافت شکلات کمتر شد. به طور کلی عدم انجام کامل مشروط کردن دمایی به علت وجود دانه های درشت پودر بزرک، موجب ذوب شدن سریع شکلات گردید. Afoakwa (2010) طی تحقیقات خود نشان داد که شکلات مطلوب تمپر شده که در دمای 25 درجه سلسیوس به مدت 5 ساعت نگهداری شده باشد، می‌بایست حداقل 30 ثانیه بر روی کف دست (حرارت بدن انسان) به صورت جامد مانده و سپس از لبه‌ها شروع به ذوب شدن کند (Afoakwa, 2010). اما در تیمارهای L30 و L40 این زمان به ترتیب 17 و 14 ثانیه اندازه‌گیری شد. از سوی دیگر در نمونه L40 به علت وجود 40 درصد پودر بزرک در فرمولاسیون، از بافتی سست و شکننده برخوردار بود که نشان از عدم پیوندهای شیمیایی مناسب مابین بخش‌های آب‌دوست و آب‌گریز داشت. مطابق جدول مقایسه میانگین 9، بیشترین امتیاز صدای شکست به تیمار شاهد و به مقدار 4/6 و کمترین مقدار آن به تیمار L40 و به مقدار 1 تعلق گرفت. به‌طور کلی کیفیت صدای شکستن به پیوندهای شیمیایی مابین بخش‌های آب‌دوست (شکر) و آب‌گریز (روغن‌ها) مربوط است. از سوی دیگر روغن‌های مخصوص شکلات و فرآورده‌های کاکائویی، کره کاکائو و روغن جانشین کره کاکائو است که هر دو در دمای اتاق و هنگام مصرف

Tirat و همکاران (2016) تاثیر مقادیر مختلف آنتی‌اکسیدان‌ها را بر روی مقدار اسید چرب امگا-3 بزرک بررسی نمودند. طبق نتایج، حضور آنتی‌اکسیدان‌های صنعتی مانند BHA و BHT در مقادیر کم (>0/5 درصد) بر روی این اسید چرب تاثیر معنی‌دار نداشت. قابل توجه این‌که مقدار حد مجاز آنتی‌اکسیدان در شکلات از طرف سازمان استاندارد 200 میلی‌گرم در هر کیلوگرم (0/02 درصد) اعلام شده‌است که تاثیر چندانی بر روی اسید چرب ندارد (Tirat et al., 2016).

نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های شکلات

شیرینی

طبق جدول مقایسه میانگین 9، بیشترین امتیاز پذیرش دهانی به تیمار شاهد و به مقدار 4/4 و کمترین مقدار آن به تیمار L40 و به مقدار 1/2 تعلق گرفت. قابل توجه این‌که اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود. طبق نتایج، پذیرش دهانی نمونه‌ها با افزایش مقدار پودر بزرک کاهش یافت. علت نتیجه حاصل طعم نسبتاً تلخ دانه و روغن بزرک بوده که به دلیل وجود سیکلولینو پپتید موجود در روغن بزرک می‌باشد. علت دیگر آن احساس ماسیدگی است زیرا به دلیل درشت بودن ذرات، تمپر شدن اتفاق نیفتاد (Afoakwa, 2010). از سوی دیگر بیشترین امتیاز پذیرش بویایی در تیمار شاهد و به مقدار 4/4 و کمترین مقدار آن در تیمار L40 و به مقدار 1/4 مشاهده گردید. همچنین اختلاف بین کلیه تیمارها معنی‌دار بود. با توجه به نتایج، با افزایش مقدار پودر بزرک و نیز کاهش مقدار شیرخشک، پودر آب پنیر و پودر کاکائو، از بوی

پذیرش رنگ معادل 5 به تیمار شاهد و کمترین مقدار آن معادل 1 به تیمار L40 تعلق گرفت. در اینجا نیز بین کلیه تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. به‌طور کلی با افزایش مقدار پودر بزرک، به علت مشاهده شدن دانه‌های تیره‌تر بر روی شکلات، کیفیت ظاهری و رنگ آن کاهش یافت.

به علت نوع اسیدهای چرب به صورت جامد می‌باشند اما هنگام ورود به دهان در اثر حرارت بدن ذوب می‌شوند (Whitefield, 2005). حال در تیمارهای تحقیق با افزایش مقدار بزرک، روغن مایع در دمای اتاق به شکلات اضافه و از مقدار کره کاکائو کاسته شد. به همین علت در هنگام شکستن شکلات، به علت بافت نرم و خمیری‌تر صدای ایده‌آل شکستن توسط ارزیابان احساس نشد. در همین راستا بیشترین امتیاز

جدول 9- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تأثیر سطوح مختلف تیمار بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های شکلات شیری

تیمار	ویژگی حسی				
	پذیرش دهانی	پذیرش بویایی	پذیرش بافت	صدای شکست	پذیرش رنگ
L10	3/8±0/04 ^c	4/2±0/02 ^c	3/4±0/05 ^c	3/4±0/05 ^c	4/2±0/05 ^d
L20	3/4±0/05 ^b	3/6±0/05 ^b	3/2±0/1 ^b	2/6±0/1 ^b	3/4±0/05 ^c
L30	3/4±0/05 ^b	3/6±0/05 ^b	3/1±0/1 ^b	2/5±0/1 ^b	3/2±0/04 ^b
L40	1/2±0/02 ^a	1/4±0/05 ^a	1/6±0/05 ^a	1/00±0/00 ^a	1/00±0/00 ^a
شاهد	4/4±0/05 ^d	4/4±0/02 ^d	4/8±0/45 ^d	4/6±0/05 ^d	5/00±0/00 ^e

هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه می‌باشد

خمیر درآمد. از نظر ویژگی‌های حسی، امتیاز تیمار L40 با توجه به بافت به شدت ضعیف و خمیری، طعم نامناسب و تلخ آن و وجود دانه‌های بزرگ و زیاد پودر بزرک بر روی شکلات، کم بود. لذا تولید آن علی‌رغم دارا بودن مقدار مناسب امگا 3 منطقی به نظر نمی‌رسد. در مورد تیمار L30 وضعیت مطلوب‌تر بود اما در اینجا نیز به علت وجود دانه‌های درشت پودر بزرک، بافت نسبتاً سست مشاهده گردید. البته پوشش طعم تلخ بزرک با شکر و پودر شیر خشک و وانیل موجب بهبود نظر کارشناسان و افزایش امتیاز از سوی آنان شد. قابل توجه این‌که ظاهر محصول از کیفیت بهتری نسبت به تیمار L40 برخوردار بود. در مورد تیمارهای L10 و L20 اگرچه امتیازهای کارشناسان مناسب‌تر بود اما به دلیل باقی نماندن امگا 3 در آن‌ها، تولید توجیه پذیر نمی‌باشد. در مجموع با لحاظ کردن تمام صفات، تیمار L30 به‌عنوان تیمار برتر معرفی گردید.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج، افزودن پودر بزرک تأثیر منفی بر ویژگی‌های شیمیایی هیچ‌کدام از تیمارها نداشت. نگرانی اساسی، اکسید شدن روغن موجود در پودر بزرک بود که با نگهداری در دمای 4 درجه سلسیوس مقدار آن در تیمارها از حد استاندارد شکلات (2 درصد) بیشتر نشد. شکلات‌های تولید شده علی‌رغم دارا بودن مقدار مناسب شکر و پودر شیر خشک، به دلیل طعم نسبتاً تلخ پودر و روغن بزرک، از طعمی تلخ در تیمارهای L30 و L40 برخوردار بودند اما در تیمار L10 این تلخی چندان زنده نبود. مقدار امگا 3 باقی مانده در تیمارهای L10 و L20 صفر بود و توسط دستگاه کروماتوگرافی شناسایی نشد. همچنین با افزایش مقدار پودر بزرک در تیمارها، گرانروی ظاهری نیز افزایش یافت. البته این شاخص در تیمار L40 آنقدر زیاد بود که حتی در قالب‌گیری مشکل ایجاد شد. بافت این تیمار آن‌قدر سست بود که در دمای محیط به شکل

منابع

- Afoakwa, E. O., 2010, Chocolate Science and Technology. Wiley – Blackwell Publishers, Oxford, U.K. 3-22.
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M. and Vieira, J., 2008, Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. *Journal of Food Engineering*, 87, 181-190.
- Anonymous, 2004, Institute of Standard and Industrial Research of Iran. Chocolate – specifications. ISIRI. No: 608. 3rd revision. Karaj. Iran.
- Anonymous, 2005, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. USA.
- Beckett, S. T., 2000, The Science of Chocolate. Royal Society of Chemistry Paperbacks, London, U. K.
- Clercq, N., Moens, K., Depypere, K., Ayala, J., Calliauw, G., Greyt, W. and Dewettinck, K., 2012, Influence of cocoa butter refining on the quality of milk chocolate. *Journal of Food Engineering*, 111(2), 412-419.
- Denker, M., Parat-Wilhelms, M., Drichelt, G., Paucke, J., Luger, A., Borchering, K., Hoffmann, W. and Steinhart, H., 2006, Investigations of the retronasal flavour release during the consumption of coffee with additions of milk constituents by 'Oral Breath Sampling'. *Food Chemistry*, 98, 201-208.

- Fernandes, V. A., Müller, A. J. and Sandoval, A. J., 2013, Thermal, structural and rheological characteristics of dark chocolate with different compositions. *Journal of Food Engineering*, 116, 97-108.
- Hassan Zadeh, A., Sahari, M. H. and Barzegar, M., 2006, Physico-chemical characteristics of Flaxseed oil and its oxidation in frozen condition. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 3(1), 13-20.
- Hui, Y. H., 2007, Handbook of Food Products Manufacturing. Wiley – Interscience. 258.
- Juita, Dlugogorski B. Z., Kennedy, E. M. and Mackie, J. C., 2012, Identification and quantification of VOC from oxidation of linseed oil. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 51, 5645–5652.
- Marsanasco, M., Márquez, A. L., Wagner, J. R., Chiaramoni, N. S. and Alonso, S. D. V., 2015, Bioactive compounds as functional food ingredients: characterization in model system and sensory evaluation in chocolate milk. *Journal of Food Engineering*, 166, 55–63.
- Namazi, L., Sahari, M. A., Zaringhalami, S. and Ghanati, K., 2011, Possibility of the functional oil production from flax (ω -3) and safflower (ω -6) seeds and evaluation of its physico-chemical properties during 4 months storage. *Journal of Medicinal Plants*, 4(40), 144-159.
- Salonia, A., Fabbri, F., Zanni, G., Scavini, M., Fantini, G. V., Briganti, A., Naspro, R., Parazzini, F., Gori, E., Rigatti, P. and Montorsi, F., 2006, Chocolate and women's sexual health: an intriguing correlation. *Journal of Sexual Medicine*, 3(3), 476–482.
- Singh, K. K., Mridula, D., Barnwal, P. and Rehal, J., 2013, Selected engineering and biochemical properties of 11 flaxseed varieties. *Food Bioprocess Technology*, 6(2), 598–605.
- Soto-Cerda, B. J., Diederichsen, A., Ragupathy, R. and Cloutier, S., 2013, Genetic characterization of a core collection of flax (*Linum usitatissimum* L.) suitable for association mapping studies and evidence of divergent selection between fiber and linseed types. *BMC Plant Biology*, 13, 78.
- Tirat, S., Degano, I., Echard, J. P., Lattuati-Derieux, A. and Lluveras-Tenorio, A., 2016, Historical linseed oil/colophony varnishes formulations: Study of their molecular composition with micro-chemical chromatographic techniques. *Microchemical Journal*, 126, 200-213.
- Tur, J. A., Babiloni, M. M., Sureda, A. and Pons, A., 2012, Dietary sources of omega-3 fatty acids: Public health risks and benefits. *The British Journal of Nutrition*, 107, 23-52.
- Whitefield, R., 2005, Making Chocolates in the Factory. London: Kennedy's Publications.
- Ziegler, G. R., Mongia, G. and Hollender, R., 2001, The role of particle size distribution of suspended solids in defining flow properties of milk chocolate. *International Journal of Food Properties*, 4(2), 353-370.
- Zuk, M., Richter, D., Matuła, J. and Szopa, J., 2015, Linseed, the multipurpose plant. *Industrial Crops and Products*, 75, 165-177.



Feasibility of producing milk chocolate containing flaxseed powder and evaluating its physicochemical and organoleptic properties

N. Ravatab¹, S. Asadollahi^{2*}, M. R. Eshaghi²

Received: 2018.03.04

Accepted: 2018.07.26

Introduction: Chocolate is a complete and correct process of mixing one or more primary ingredients with the cocoa beans. These raw materials include the edible sweeteners or sugar, dry milk powder, edible essential oil and flavors as well as plant kernels. Despite high levels of fat and sugar, chocolate, has a significant contribution to human nutrition through the supply of antioxidants and polyphenols. It also has the beneficial minerals, especially potassium, magnesium, copper and iron. Milk chocolate is a complex rheological system that includes the solid phase (cocoa powder, sugar powder and no-fat dry milk powder) released in the continuous phase of cocoa butter. As mentioned, the chocolate contains three essential ingredients in foods, namely, protein, carbohydrate and fat, along with essential minerals that considering its physicochemical properties, the property of functionality can be activated in it by adding certain materials. The first member of omega-3 family is the alpha-linolenic acid that is not produced in the human body, hence it is called essential fatty acid and plays a very important role in many physiological responses of the human body and is considered as a necessity in the diet. The plant resources are healthier, cheaper, and more accessible. The highest amount of fatty acids, α -linolenic acid (short omega-3 chain), was found in plants. Among the plants, flaxseed has the highest fatty acid content (about 50%). Considering the above-mentioned cases, the possibility of producing the functional milk chocolate containing omega-3 fatty acid by this plant resource was investigated.

Materials and Methods: The treatments included control, L₁₀, L₂₀, L₃₀ and L₄₀ with the amounts of 0, 10, 20, 30 and 40% of flaxseed powder replacing butter, cocoa powder, dry milk and sugar. The experiments conducted included the study of physicochemical (sugar, fat, acidity, moisture content, peroxide, ash, particle size, texture and omega-3 levels) and sensory properties. In order to analyze the data of the research, a factorial experiment was used in a completely randomized design and the mean comparison was conducted by Duncan's multiple range test at the probability level of $\alpha=5\%$.

Results & discussion: The results obtained by studying the effect of adding flaxseed powder on the physicochemical properties, color, texture and sensory properties of functional milk chocolate showed that the addition of this material does not have a negative effect on the chemical properties of any treatment. The biggest concern was the oxidation of the oil in the flaxseed powder, which was solved with keeping conditions at 4 °C and in none of the treatments the amount of peroxide did not increase more than the standard of chocolate (2%). On the other hand, the moisture content of the chocolate remained at the standard level due to the proper packaging and dry storage. Chocolate produced had a bitter taste in L₃₀ and L₄₀ treatments, despite having a good amount of sugar and dry milk powder, due to the relatively bitter taste of flaxseed oil and powder, but this bitterness was not so bad and unpleasant in L₁₀ treatment. Chocolate acidity was not changed undesirably by adding flaxseed powder and replacing some of its oil with cocoa butter. Since the particle size of the flaxseed powder was more than that of cocoa powder and sugar, it reduced the volumetric surface, and fewer chemical bonds was formed between the hydrophilic and hydrophobic surfaces, resulting in less storage time of product at room temperature. Of course, this problem was less significant in L₁₀ treatment, but in L₃₀ and L₄₀ treatments an inappropriate texture were found. The amount of omega-3 residues was zero in L₁₀ and L₂₀ treatments and was not detected by chromatography device, which indicated an inadequate ratio of antioxidant and flaxseed powder. However, since the maximum allowed antioxidants were used in chocolate, more amount of flaxseed should be used, so that as L₃₀ and L₄₀ treatment this fatty acid remains in the chocolate and does not oxidize. Also, by increasing the amount of flaxseed powder in treatments, viscosity also increased, due to the large size of particles and the lack of adequate bonding between hydrophilic and hydrophobic parts. Of course, this indicator was so high in L₄₀ treatment that a

1 and 2. M.Sc Student and Assistant Professor, Department of Food Science, Varamin – Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran..

(*Corresponding Author Email: sadollahi@iauvaramin.ac.ir)

problem was even created in molding. The texture analysis behavior of the chocolate indicated that the chocolate texture was loose in L40 treatment so that it lacked the value of production. The texture of this treatment was so loose that it became doughy at ambient temperature. In terms of sensory properties, a significant difference was found between the treatments and the control sample, indicating a decrease in the quality of chocolate produced. Overall, L40 treatment score was low due to so weak and doughy texture, inappropriate and bitter taste, the relatively dark color and the presence of many large pieces of flaxseed powder on chocolate. Therefore, its production does not seem logical, despite the proper amount of omega-3. L30 treatment had more desirable condition, but here, the texture was relatively loose too due to the presence of coarser flaxseeds. Of course, covering the bitter taste of flaxseed with sugar and dry milk powder and vanilla improved the opinion of the experts and increased their scores. It is noteworthy that the appearance and color of the product had better quality than L40 treatment. Regarding L10 and L20 treatments, although the scores of experts were better and they had better texture, color and flavor than two L30 and L40 treatments, but they did not have justifiable production due to the lack of remaining omega-3 in them that was the main purpose of this study. Totally, considering all properties, L30 treatment was introduced as the best treatment.

Keywords: Milk Chocolate; Linseed powder; Omega-3; Physiochemical properties.

بررسی اثر جایگزینی سفیده تخم مرغ با شیرین بیان بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی موس

هانیه عارفی¹ - حجت کاراژیان^{2*}

تاریخ دریافت: 1396/02/21

تاریخ پذیرش: 1397/05/29

چکیده

موس نوعی دسر هوا داده شده با ساختار کفی پایدار می باشد که مواد اصلی آن از به هم زدن سفیده تخم مرغ، خامه، کره، شکر، کاکائو تشکیل می شود. سفیده تخم مرغ اصلی ترین ماده مورد استفاده در تهیه موس است و به دلیل این که خاصیت کف کنندگی و هوادهی بسیار بالایی دارد، هدف یافتن جایگزین مناسب برای سفیده تخم مرغ به عنوان کف کنندگی و هوادهی می باشد. شیرین بیان یکی از مهم ترین گیاهان دارویی از لحاظ اقتصادی است که به صورت گسترده مورد پژوهش قرار گرفته است. به دلیل خواص فیزیکی، کف کنندگی شیرین بیان و هوادهی در محصولات، کاربردهای متنوعی در داروسازی و صنایع غذایی پیدا کرده است. استفاده از منابع گیاهی در رژیم غذایی روزانه بیش از پیش توصیه می شود. در این پژوهش ویژگی های فیزیکوشیمیایی و بافتی موس حاصل از جایگزینی تخم مرغ با سطوح مختلف شیرین بیان مورد ارزیابی قرار گرفت. شیرین بیان در چهار سطح 12/5، 25، 37/5 و 50 درصد جایگزین تخم مرغ در فرمولاسیون موس شد. رطوبت، افزایش حجم، دانسیته، فاز هوا، شاخص همزدن، شاخص دوام کف و شاخص های بافت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطوح مختلف جایگزینی شیرین بیان کلیه خصوصیات را تحت تاثیر قرار داد، به طوری که با افزایش نسبت جایگزینی مقادیر رطوبت، افزایش حجم، شاخص دوام کف، فرایند هم زدن، فاز هوا نسبت به شاهد کاهش و دانسیته، قابلیت ارتجاع پذیری، قابلیت جویدن، پیوستگی و چسبندگی افزایش پیدا کرد. با توجه به نتایج ذکر شده، با استفاده از جایگزینی شیرین بیان در فرمولاسیون موس، می توان تا حدودی کیفیت محصول نهایی را تغییر داد.

واژه های کلیدی: موس، سفیده تخم مرغ، شیرین بیان، ویژگی های بافتی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی.

مقدمه

همزمان با افزایش آگاهی مصرف کنندگان نسبت به رژیم غذایی در سلامت آنها، محققان صنعت مواد غذایی اقدام به تولید فرآورده هایی نموده اند که ضمن تأمین سلامت مصرف کننده، از نظر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و اقتصادی قابل رقابت با فرآورده های پیشین باشند (میرعرب رضی و همکاران، 1395). امروزه فرآورده های غذایی بر پایه سیستم کف توجه متخصصان صنعت غذای را به خود جلب کرده است.

موس در زبان فرانسوی به معنای کف است دسرهای هوادهی بر پایه سیستم کف، بازار پسندی خوبی دارند. محبوب ترین طعم موس "شکلات" است و پس از آن پرتقال، لیمو و توت فرنگی هستند (Early, 1998). موس دسر هواداده شده با ساختار کفی پایدار می باشد، که مهمترین ویژگی آن داشتن ساختار متخلخل است. اگر

چه دارای پخت خانگی، سنتی است اما امروز در مقیاس صنعتی تولید می شود. تولید صنعتی دسرهای لبنی هوادهی شده حساس است و نیازمند دانش درباره تشکیل کف و پایدارسازی کف و استفاده از ماده امولسیون کننده و تثبیت کننده می باشد (Pires, 2004). کف یک سیستم دوفازی است که در آن فاز پراکنده آن حباب های هوا می باشد و فاز سطحی توسط یک لایه نازک از پروتئین های تغییر ماهیت داده تشکیل می شود (Ternes et al., 1994).

سفیده تخم مرغ یکی از عوامل شناخته شده تولید کننده کف به شمار می آید که به نظر می رسد این ویژگی سفیده تخم مرغ مربوط به دو پروتئین لیزوزیم و اووموسین موجود در آن باشد در این میان لیزوزیم مسئول ایجاد کف و اووموسین موثر در پایداری و بقای کف می باشد.

پروتئین های سفیده تخم مرغ بصورت مکانیکی با همزدن تغییر ماهیت می دهند. مولکول های پروتئین، شامل گروه های آب دوست و آب گریز هستند. گروه های آبدوست به سمت داخل فاز مایع قرار می گیرند و گروه های آبگریز در داخل فاز هوا قرار می گیرند. طی همزدن تغییرات استوکیومتری صورت می گیرد و به این دلیل که گروه های آبگریز بر روی سطح قرار می گیرند، انرژی سطح و کشش

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تربت حیدریه، ایران.

2- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران

(*) نویسنده مسئول: (Email: Hajjat_Karazhiyan@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.71515

سطحی کاهش می‌یابد و این اثرات، تشکیل و پایداری کف را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Lomakina & Mikova, 2006). میزان سفیده تخم‌مرغ در محصول موس نسبتاً بالا است. عمدتاً پروتئین موجود در سفیده می‌تواند در برخی از افراد منجر به بروز حساسیت گردد. سر درد، کهیر، خارش پوست، حالت تهوع، استفراغ و درد معده از علائم شایع حساسیت به تخم‌مرغ می‌باشد (Perkin, 1990). مصرف آن به گروه خاصی از افراد جامعه محدود شده‌است و محققان صنایع غذایی سالیانی است که به دنبال حل این مشکل می‌باشند.

شیرین بیان¹ یکی از مهمترین گیاهان دارویی از لحاظ اقتصادی است که به صورت گسترده مورد پژوهش قرار گرفته است. Fenwick (et al., 1990) برجسته‌ترین ترکیب شیرین بیان گلیسیرین² است و این ترکیب مسئول عامل مزه شیرین، شیرین بیان است که 50 برابر شیرین‌تر از ساکارز است (Baran & Fenercio-glu, 1991).

عصاره آبی ریشه شیرین بیان بدلیل خواص فیزیکی و عملکردی کاربردهای متنوعی در داروسازی و صنایع غذایی پیدا کرده است (Fenwick et al., 1990). این عصاره در درمان طحال، گلودرد، برونشیت، کبد، کلیه و زخم معده مؤثر است، همچنین بعنوان یک امولسیفایر جهت ایجاد کف در آب جوها و نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Cook, 1973). عصاره ریشه شیرین بیان می‌تواند برای تنظیم کف در صنایع غذایی حذف و جایگزین آن، شود و به منظور بهبود پایداری کف و ایجاد طعم و عطر مورد استفاده قرار بگیرد.

موقیمی‌پور و خلیلی (1386) استخراج ساپونین‌های تام ریشه شیرین بیان و مقایسه فعالیت کاهش دهنده کشش سطحی آن با ساپونین‌های کیلایا³ در حضور کلسترول را بررسی کردند. میرعرب رضی و همکاران (1395) تحقیقاتی در رابطه با تأثیر پروتئین‌های آلبومین، سدیم کازئینات، کنسانتره آب پنیر و ژلاتین بر ریز ساختار موس شکلاتی انجام دادند. کاراژیان و همکاران (1395) خصوصیات رئولوژیکی عصاره شیرین بیان را بررسی کردند و نتایج رفتار رئولوژیکی عصاره شیرین بیان و مطالعه اثر درجه حرارت و مواد جامد محلول بر ویسکوزیته عصاره بررسی شد. نتایج، رابطه خطی تنش برشی-سرعت برشی را در غلظت‌های مختلف و دماهای مورد مطالعه نشان داد که بیانگر نیوتنی بودن سیال بود. Ibanoglu & Ibanoglu (2000) رفتار تولید کف در عصاره شیرین بیان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که غلظت بر روی افزایش حجم و پایداری کف اثر مهمی دارد. افزایش حجم با غلظت و زمان ضربه زدن افزایش پیدا می‌کند و همچنین پایداری کف با افزایش در غلظت گسترش پیدا می‌کند. Menendez و همکاران (2006) رفتار رئولوژیکی و

ارگانولپتیک افزودن اوالبومین در تولید موس ماست را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که محصول ویسکوالاستیک بوده و خواص کف و امولسیون‌ها را باهم دارد. افزودن اوالبومین تحت شرایط آزمایش شده خواص الاستیک محصول را افزایش داد. Aragon-Alegro و همکاران (2007) موس شکلاتی دارای قابلیت پروبیوتیک و سین‌بیوتیک را مورد بررسی قرار دادند. Komatsu و همکاران (2013) ادعاهای تغذیه‌ای در مورد موس‌های گوا فرا سودمند تولید شده با جایگزینی چربی شیر با اینولین یا کنسانتره پروتئین آب پنیر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اضافه کردن اینولین و فیبر الیگوفروکتوز برای کمک به فیبر غذایی مورد نظر در این موس گوا قطعی می‌باشد، همچنین براساس این نتایج ترکیب چربی شیر با اینولین و کنسانتره پروتئین آب پنیر باعث بهبود انرژی، چربی اشباع، پروتئین و مقدار فیبر غذایی می‌شود. Duquenne و همکاران (2016) پایداری سازی موس‌های لبنی یخ زده توسط پپتیدهای ژلاتینی با وزن مولکولی پایین را مورد بررسی قرار دادند. Sadahira و همکاران (2016) ارزیابی اثر برهم‌کنش الکتروستاتیک بین پروتئین سفیده تخم‌مرغ و پکتین در یک سیستم حاوی مقدار زیاد شکر (80% وزنی کل جامد) بر روی خصوصیات کفی شدن (دانسیته، اووران و پایداری) و خصوصیات رئولوژیکی کف را مورد مطالعه قرار دادند. سردرودیان (1392) بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ی گیاه شیرین بیان و خواص کاربردی آن را مورد بررسی قرار دادند.

به‌طور کلی هدف از این پژوهش جایگزین‌سازی بخشی از سفیده تخم‌مرغ با گیاه بومی، طبیعی و دارویی شیرین بیان به‌عنوان عامل کف‌کننده و هوادهی‌کننده در فرمولاسیون موس و ارزیابی برخی از خصوصیات فیزیکیوشیمیایی وباقتی محصول می‌باشد.

مواد و روش‌ها

شیرین بیان از یک مغازه عطاری خریداری گردید. سایر مواد مورد نیاز برای تهیه موس شامل خامه قابل زدن (کاله، 27% چربی)، شکر (فریمان)، تخم‌مرغ (تلاونگ)، کره (خرم)، پودر کاکائو (فرمند)، پودر قند و وانیل تمامی این مواد از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد اولیه قنادی خریداری شد و در طول تهیه موس آب مقطر به‌عنوان مواد اولیه استفاده شد.

روش تهیه موس

مواد لازم در تهیه موس عبارت است از: سفیده تخم‌مرغ 15/60 درصد، شکر 13/05 درصد، آب 7/31 درصد، کره 5/57 درصد، کاکائو 2/61 درصد، پودر قند 3/48 درصد، خامه 52/33 درصد، وانیل 0/05

1 Licorice
2 Glycyrrhizine
3 Quillaja saponaria

$$(4) \quad \frac{A-B}{B} \times 100 = \text{افزایش حجم}^1\%$$

A و B به ترتیب عبارتند از وزن 200 میلی لیتر از محلول اولیه (قبل از همزنی) و وزن 200 میلی لیتر از کف حاصل.

$$(5) \quad \frac{(\text{افزایش حجم})}{100 + (\text{افزایش حجم})} = \text{فاز هوا}$$

آزمون بافت‌سنجی

به منظور ارزیابی بافت موس از بافت‌سنج (TA- XT Plus، انگلیس) استفاده گردید. بدین منظور از پروب استوانه‌ای به قطر 60 میلی‌متر برای نفوذ به عمق 8 میلی‌متر و با سرعت 2 میلی‌متر در هر ثانیه استفاده شد (Kilcast & Cleeg, 2002). پارامترهای بافتی اندازه‌گیری شده شامل قابلیت ارتجاع پذیری²، قابلیت جویدن³، نیروی شکندگی⁴، نیروی چسبندگی⁵، چسبندگی⁶، پیوستگی⁷ و صمغیت⁸ می‌باشند (Gomez et al., 2006).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای آنالیز نتایج، از طرح آماری پایه کاملاً تصادفی یک فاکتوری استفاده شد و برای مقایسات میانگین از آزمون دانکن در سطح آماری 5 درصد بهره برده شد.

نتایج و بحث

تأثیر جایگزین سفیده تخم‌مرغ بر میزان رطوبت موس

به‌طور کلی رطوبت نمونه‌های موس با افزایش میزان شیرین بیان کاهش یافت (جدول 2). میزان رطوبت محصول بستگی مستقیمی به وزن مولکولی، نوع عوامل هیدروفوبیک و هیدروفیلیک و تعداد پیوندهای مذکور دارد (فاطمی، 1387). برجسته‌ترین ترکیب شیرین بیان گلیسرین است که یک گلیکوزیدتری ترپنوئیدی محلول در آب است و نمی‌تواند با مقدار زیاد آب اتصال برقرار کند لذا به نظر می‌رسد که کاهش مقدار رطوبت با افزایش سطح جایگزینی، این ویژگی شیرین بیان مربوط باشد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج Kumar & Mishra (2004) مطابقت دارد. آنها در ماست قالبی تهیه شده با شیر سویا و انبه به نتیجه مشابهی دست یافتند و نشان دادند که افزایش پایدارکننده‌ها مانند ژلاتین و پکتین منجر به کاهش رطوبت و افزایش

و سطوح مختلف شیرین بیان (5/12، 25، 37/5 و 50 درصد) که جایگزین سفیده تخم‌مرغ در فرمولاسیون فوق گردید.

به‌منظور تولید موس، مواد اولیه لازم با توجه به فرمولاسیون اشاره شده در (جدول 1) به دقت توزین شدند. در مرحله اول با مخلوط کردن مناسب کاکائو، شکر، آب و کره به روش بن ماری تهیه شد، سپس بعد از سرد شدن طعم دهنده مورد نیاز (وانیل) اضافه شد، خامه با پودر قند بمدت 2 دقیقه با همزن خانگی مخلوط شد. سپس مقدار معینی از سفیده تخم‌مرغ به کمک همزن خانگی (مای سون، MHM-297B، 5400 دور در دقیقه) به مدت 180 ثانیه زده شد تا کف مورد نیاز تشکیل شود. شیرین بیان به همراه مواد پروتئین (سفیده تخم‌مرغ) به فرمولاسیون اضافه شدند. در انتها مواد ذکر شده با هم آمیخته شده، مواد آماده شده، درون قالب تزریق شد و به مدت 24 ساعت در یخچال نگهداری شد و تا زمان انجام آزمایشات درون کیسه های پلاستیکی نگهداری شدند (میرعرب رضی و همکاران، 1395).

جدول 1- فرمولاسیون موس تولیدی (بر حسب درصد)

مواد	میزان (درصد)
سفیده تخم‌مرغ	15/60
شکر	13/05
آب	7/31
کره	5/57
خامه	52/23
پودر قند	3/48
پودر کاکائو	2/61
وانیل	0/05

آزمون فیزیکوشیمیایی

رطوبت نمونه‌ها بر اساس روش آون (روش حرارتی) طبق استاندارد ملی ایران به شماره 2454، صورت پذیرفت (پروانه، 1371). میزان افزایش حجم کف، طبق روش Sadahira و همکاران (2014) اندازه‌گیری شد. دانسیته طبق روش (میرعرب رضی و همکاران، 1395)، اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی کف از روابط 1-5 استفاده شد (Bovskova&Mikova, 2011).

$$(1) \quad \frac{\text{حجم نمونه هم زده}}{\text{حجم نمونه هم ن زده}} \times 100 = \text{شاخص فرآیند هم زدن} \%$$

$$(2) \quad \frac{\text{حجم نمونه هم زده}}{\text{حجم نمونه هم ن زده}} \times 100 = \text{شاخص}$$

دوام کف %

$$(3) \quad \frac{\text{جرم نمونه هم زده}}{\text{حجم ظرف}} = \text{دانسیته (gr/ml)}$$

- 1 Overrun
- 2 Springiness
- 3 Chewiness
- 4 Fracture force
- 5 Adhesive force
- 6 Adhesiveness
- 7 Cohesiveness
- 8 Gumminess

ماده خشک می‌شود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج Rocell و همکاران (2001) در نان و Arunepanlop و همکاران (1996) در کیک مطابقت دارد.

جدول 2- تأثیر درصد‌های مختلف جایگزینی شیرین بیان بر

روی میزان رطوبت موس	
درصد‌های جایگزینی شیرین بیان	رطوبت
کنترل	55/933 ± 0/25 ^A
% 12/5	53/677 ± 0/39 ^B
% 25	51/990 ± 0/44 ^C
% 37/5	49/137 ± 0/20 ^D
% 50	48/437 ± 0/30 ^E

با نتایج Duquelne و همکاران (2016) که پایدارسازی موس‌های لبنی یخ زده توسط پپتیدهای ژلاتینی با وزن مولکولی پایین را مورد بررسی قرار دادند مطابقت دارد. همچنین با نتایج Camacho و همکاران (1998) که بیان کردند که هیدروکلوئیدها (صمغ دانه اقاچیا و کاراگینان) مقاومت کف‌کنندگی بیشتری به خامه لبنی می‌دهد و باعث افزایش زمان زدگی و کاهش اورران می‌شود همخوانی دارد. بهرام‌پرور و همکاران (1387) نشان دادند که استفاده از صمغ بالنگو و نیز اثر سینرژیستی آن همراه با صمغ‌های کربوکی متیل سلولز و ثلث موجب کاهش در اورران، افزایش ویسکوزیته و بهبود خواص حسی بستنی می‌شود. نتایج پژوهش حاضر همچنین با یافته‌های Bovskova & Mikova (2011) و سیدی و روفه گری‌نژاد (1396) همخوانی داشت.

جدول 3- تأثیر درصد‌های مختلف جایگزینی شیرین بیان

بر میزان افزایش حجم کف	
درصد‌های جایگزینی شیرین بیان	افزایش حجم (اورران)
کنترل	529/100 ± 0/70 ^A
% 12/5	300/033 ± 0/06 ^B
% 25	55/990 ± 1/57 ^C
% 37/5	17/123 ± 3/30 ^D
% 50	7/297 ± 1/68 ^E

تأثیر جایگزینی سفیده تخم‌مرغ بر میزان شاخص دوام کف

به‌طور کلی شاخص دوام کف نمونه‌های کف با افزایش میزان جایگزینی شیرین بیان کاهش یافت (جدول 4). علت این امر این است که در کشش‌های بین سطحی خیلی کم، فیلم پوشاننده سطح مشترک دارای استحکام کافی نبوده، دوجباب مجاور هم به راحتی تغییر شکل داده می‌شوند و جاذبه واندروالسی قابل توجهی را تجربه می‌کنند (Binks et al., 2000) به این ترتیب جباب‌ها در هم آمیخته (کوالسانس) و کف پایداری خود را از دست می‌دهد. به‌طور کلی شیرین بیان هیدروفوبیسیته کمتری دارد و این موضوع با تشکیل فیلم منسجم بر روی سطح تماس هوا - آب تداخل پیدا می‌کند که باعث کاهش پایداری کف می‌شود. با افزودن شیرین بیان نمونه‌های کف واکنش پروتئین‌ها افزایش می‌یابد و موجب افزایش رسوب، انعقاد و کاهش فعالیت سطحی می‌شود. دلیل دیگر این پدیده عدم انحلال پروتئین‌ها در سطوح بینابینی آلبومین - هوا می‌باشد. سفیده‌ی تخم‌مرغ خصوصیات کف‌کنندگی منحصر به فردی دارد که ناشی از توانایی پروتئین‌ها در جذب شدن سریع به سطح مشترک هوا - مایع و تشکیل یک فیلم ویسکوالاستیک منسجم طی فرایند زدن سفیده و تشکیل جباب می‌باشد (Raikos et al., 2007). نتایج پژوهش حاضر با نتایج Ercelebi و Ibanoglu (2007) مطابقت دارد. نتایج Wang و Wang (2009) نشان داد که حضور مقادیر بسیار

تأثیر جایگزینی سفیده تخم‌مرغ بر میزان اورران (افزایش حجم) موس

نتایج نشان داد بین تیمار کنترل و سایر تیمارهای جایگزین شده با شیرین بیان در تمامی سطوح اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ($p < 0/05$). بیشترین میزان اورران از نظر کمی مربوط به تیمار کنترل و کمترین میزان مربوط به تیمار 50% شیرین بیان بود جدول (3). به‌طور کلی اورران نمونه‌های موس با افزایش میزان جایگزینی شیرین بیان کاهش یافت. علت آن عدم تشکیل کمپلکس با ووترانسفرین (که حدود 13 درصد در سفیده وجود دارد و به تشکیل کف کمک می‌کند) به علت دناتوره شدن آن می‌باشد. در مطالعات انجام شده، گزارش شده است که با افزایش غلظت صمغ‌ها (صمغ موجود در شیرین بیان)، افزایش حجم در سیستم کف، کاهش می‌یابد (Pasban et al., 2014). در واقع با افزایش زیاد ویسکوزیته‌ی فاز آبی با افزودن صمغ‌ها، هوا در طی همزنی نمی‌تواند وارد سیستم شود و بنابراین افزایش حجم کمتری را در سیستم، شاهد خواهیم بود (Pasban et al., 2014). به‌طور کلی از همزدن سفیده تخم‌مرغ کفی حاصل می‌شود که هوا را در خود محبوس می‌کند، از این رو این ماده به عنوان افزایش دهنده حجم در بسیاری از محصولات غذایی استفاده می‌شود. آلبومین یک سیستم پروتئینی ناهمگون است که طی فرآیند کف‌زایی برهم‌کنش‌های پروتئین - پروتئین در آن رخ می‌دهد. مکانیسم تولید کف سفیده تخم‌مرغ، ناشی از دناتوره سیون سطحی پروتئین‌های آلبومین در سطح مایع - هوا و مکانیسم پایداری کف به نامحلول شدن آلبومین مربوط می‌شود.

مهمترین کارایی آلبومین در کف، افزایش مدت زمان نگهداری حجم زیادی از هوا در سیستم است (Belitz et al., 2009). همزدن یا فرآیند تولید کف به پخش و پایداری فاز گازی بصورت جباب‌های کوچک در داخل ماتریکس جامد یا شبه جامد اشاره دارد و باعث ایجاد ساختمان هوادار در داخل ساختمان ماده غذایی می‌شود (et al., Narchi 2007). یافته‌های به‌دست آمده در این پژوهش از تحقیق

کم زرده در سفیده تخم‌مرغ کاهش معنی‌داری در تولید کف کردن و پایداری کف سفیده تخم‌مرغ در پی داشت که دلیل این پدیده احتمالاً کمپلکس شدن ترکیبات زرده با پروتئین اووموسین و ممانعت از جذب آن به سطح مشترک هوا-آب است (Yao et al., 2014).

جدول 4- تأثیر درصد‌های مختلف جایگزینی شیرین بیان بر میزان شاخص دوام کف

درصد‌های جایگزینی شیرین بیان	شاخص دوام کف
کنترل	154/933 ± 6/73 ^A
% 12/5	142/067 ± 11/58 ^B
% 25	86/567 ± 7/48 ^C
% 37/5	30/733 ± 3/09 ^D
% 50	13/133 ± 1/66 ^B

تأثیر جایگزینی سفیده تخم‌مرغ بر میزان شاخص فرآیند

همزدن

نتایج نشان داد بین تیمار %37/5 و تیمار %50 اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد ($p > 0/05$) اما اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمار کنترل و تیمار های %12/5، %25، %37/5 و %50 وجود دارد ($p < 0/05$) (جدول 5). بیشترین میزان شاخص همزدن از نظر کمی مربوط به تیمار کنترل و کمترین میزان مربوط به تیمار دارای %50 شیرین بیان بود. به‌طور کلی شاخص فرآیند همزدن نمونه‌های کف با افزایش میزان جایگزینی شیرین بیان کاهش یافت، که احتمالاً به‌دلیل افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته در اثر افزایش استفاده از میزان شیرین بیان در فرمولاسیون است. ریشه شیرین بیان حاوی صمغ است (Baran & Fenercioglu 1991) و صمغ با جذب آب و درگیر کردن آن در شبکه ژلی تشکیل شده، باعث افزایش ویسکوزیته محصول نهایی می‌شود. شیرین بیان خاصیت موسیلاژی داشته و احتمالاً با پیوندپذیری با پروتئین‌های سفیده تخم‌مرغ برهمکنش‌هایی را ایجاد می‌کند که به‌دلیل خاصیت هیدروکلوئیدی عصاره حاصله است.

جدول 5- تأثیر درصد‌های مختلف جایگزینی شیرین بیان بر روی

میزان شاخص فرآیند همزدن

درصد‌های جایگزینی شیرین بیان	شاخص فرآیند همزدن
کنترل	748/033 ± 13/45 ^A
% 12/5	495/500 ± 0/50 ^B
% 25	164/767 ± 2/67 ^C
% 37/5	65/633 ± 2/12 ^D
% 50	54/500 ± 2/18 ^E

تأثیر جایگزینی سفیده تخم‌مرغ بر میزان دانسیته کف

نتایج نشان بین تیمار کنترل و تیمار %12/5 اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد ($p > 0/05$)، اما بین تیمار کنترل و تیمار %12/5 با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0/05$) (جدول 6). به‌طور کلی دانسیته نمونه‌های کف با افزایش میزان شیرین بیان افزایش یافت، دانسیته کف در واقع نسبتی از فاز پراکنده به فاز پیوسته می‌باشد و نشان‌دهنده مقدار هوایی است که در طی تشکیل کف وارد آن شده است. در واقع پایین بودن دانسیته کف، نشان‌دهنده بیشتر بودن افزایش حجم می‌باشد و بر عکس دانسیته کف بیشتر تحت تأثیر روش همزنی قرار دارد و از آن بیشتر برای بررسی کیفیت همزنی استفاده می‌شود زیرا در طی این عمل است که هوا وارد مایع شده و به‌صورت حباب، در آن به دام انداخته می‌شود (Ptaszek, 2014). سیدی و روفه‌گری‌نژاد (1396) نشان دادند که با افزایش صمغ گزانتان و عربی در شیرینی نوقا دانسیته کف افزایش یافته است. میر عرب رضی و همکاران (1395) تأثیر پروتئین‌های آلومین، سدیم کازئینات و کنسانتره آب پنیر و ژلاتین بر ریز ساختار موس شکلاتی را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که به‌طور کلی افزایش مقدار پروتئین‌های آلومین و سدیم کازئینات و کنسانتره آب پنیر به دلیل قابلیت کف زایی موجب کاهش دانسیته می‌شود و افزایش ژلاتین سبب افزایش دانسیته شده است.

جدول 6- تأثیر درصد‌های مختلف جایگزینی شیرین بیان بر روی میزان دانسیته کف

درصد‌های جایگزینی شیرین بیان	دانسیته کف
کنترل	0/130 ± 0/00 ^D
% 12/5	0/187 ± 0/01 ^D
% 25	0/510 ± 0/01 ^C
% 37/5	1/250 ± 0/06 ^B
% 50	1/400 ± 0/06 ^A

تأثیر جایگزینی سفیده تخم‌مرغ بر میزان فاز هوا

بیشترین میزان فاز هوا از نظر کمی مربوط به تیمار کنترل و کمترین میزان مربوط به تیمار دارای %50 شیرین بیان بود (جدول 7). به‌طور کلی فاز هوا نمونه‌های کف با افزایش میزان جایگزینی شیرین بیان کاهش یافت. علت این امر این است که استفاده جایگزینی شیرین بیان قابلیت کف را به دلیل کاهش الاستیسیته‌ی سطح مشترک حباب‌های هوا کاهش و تخریب سریع کف را موجب می‌شود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج Aguilera و Valenzuela (2013) که با افزایش زمان زدن و مقدار ژلاتین (5/1 تا 1/5 درصد) میزان نگهداری گاز (فاز هوا) در لواشک سبب افزایش یافت مطابقت داشت.

جدول 7- تأثیر درصدهای مختلف جایگزینی شیرین بیان

برمیزان فاز هوا	
درصدهای جایگزینی شیرین بیان	فاز هوا
کنترل	$0/827 \pm 0/02^A$
12/5%	$0/753 \pm 0/01^B$
25%	$0/353 \pm 0/01^C$
37/5%	$0/140 \pm 0/03^D$
50%	$0/070 \pm 0/01^E$

تأثیر جایگزینی سفیده تخم مرغ بر میزان شاخص های بافت سنجی موس

میزان قابلیت ارتجاع پذیری¹ نمونه ها با درصدهای مختلف جایگزین سفیده تخم مرغ با شیرین بیان اندازه گیری شد. نتایج مربوط به آنالیز آماری قابلیت ارتجاع پذیری موس در (جدول 8) آمده است. شیرین بیان یک شبکه ژلی مستحکم را ایجاد می کند که شکننده است و با افزایش شیرین بیان در فرمولاسیون، ژل نمونه ها در مقابل تنش ایجاد شده توسط پروپ دستگاه آنالیز بافت کرنش کمتری ایجاد می کند. در واقع با افزایش شیرین بیان محدوده الاستیک (قابلیت ارتجاع پذیری) و فنری بودن نمونه ها افزایش یافته است.

نتایج مربوط به آنالیز آماری میزان قابلیت سفتی² موس در (جدول 8) آمده است. بیشترین میزان سفتی از نظر کمی مربوط به تیمار دارای 50% شیرین بیان و کمترین میزان مربوط به تیمار کنترل بود. سفتی نشان دهنده قدرت ژل نمونه است. افزایش درغلظت صمغ ها منجر به افزایش سفتی می شود. (جاویدی و همکاران، 1393؛ Zhao و همکاران، 2009). همانطور که قبلاً گفته شد، ریشه شیرین بیان حاوی صمغ است، بنابراین با افزایش میزان شیرین بیان در فرمولاسیون، سفتی افزایش می یابد. نتایج پژوهش ما با نتایج صفری بیدختی (1393) و با نتایج جاویدی و همکاران (1393) در بستنی وانیلی مطابقت دارد. نتایج مشابه در مورد مایونز کم کلسترول پایدار شده توسط مخلوطی از پروتئین ها و صمغ ها به عنوان جایگزین تخم مرغ نشان داد که سفتی بافت مایونز با افزایش غلظت پروتئین و صمغ افزایش یافت (Nikzade و همکاران، 2012).

نتایج مربوط به آنالیز آماری قابلیت جویدن موس در (جدول 8) نشان می دهد که بین تیمار کنترل و سایر تیمارهای جایگزین شده با شیرین بیان در تمامی سطوح هیچ گونه اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد ($p>0/05$). قابلیت جویدن که پارامتری است که به طور مثبت با چگونگی خرد شدن ماده غذایی در دهان در ارتباط است از رفتار یکسانی با سختی پیروی می کند. Boland و همکاران (2006)

بیان کردند که زمان لازم برای جویدن قبل از فرو بردن ژل به طور معنی داری با سفتی ژل افزایش می یابد. ژل های سخت تر به مدت طولانی تری جویده می شوند، جویدن باعث شکست ساختار غذا و افزایش سطح نواحی در دسترس برای پخش مواد معطر می گردد که این مسئله افزایش رهاسازی را به دنبال دارد.

نتایج مربوط به آنالیز آماری نیروی شکندگی³ موس در (جدول 8) نشان می دهد که با افزایش میزان جایگزینی شیرین بیان، شکندگی افزایش یافت که این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود ($p>0/05$).

به طور کلی پروتئین ها و پلی ساکاریدها به سبب تجمع و ویژگی های ژل شوندگی نقش مهمی در ویژگی های ساختاری و خصوصیات بافتی مواد غذایی دارند (Benichou et al., 2007). احتمالاً به همین علت صمغ موجود در شیرین بیان باعث متراکم شدن ساختار پروتئینی شده و موجب شکندگی بافت محصول می شود. با افزایش زمان هم زدن و دنا توره شدن هرچه بیشتر پروتئین ها، شبکه مستحکمی از پروتئین ها تشکیل می شود که باعث افزایش شکندگی کف می شود.

نتایج مربوط به آنالیز آماری نیروی چسبندگی⁴ موس در (جدول 8) نشان می دهد که به طور کلی نیروی چسبندگی نمونه موس با افزایش میزان جایگزینی شیرین بیان افزایش یافت که این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود ($p>0/05$). نتایج مربوط به آنالیز آماری چسبندگی⁵ موس در (جدول 8) نشان می دهد که بین تیمار کنترل و سایر تیمارهای جایگزین شده با شیرین بیان در تمامی سطوح هیچ گونه اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد ($p>0/05$).

نتایج مربوط به آنالیز آماری پیوستگی⁶ موس در (جدول 8) نشان می دهد که بین تیمارهای 12/5% و 50% اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد ($p>0/05$)، و همچنین بین تیمارهای 25% با 37/5% اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد ($p>0/05$) و اما بین تیمار کنترل با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی داری مشاهده شد ($p<0/05$). به دلیل ماهیت آب دوستی پروتئین سفیده تخم مرغ که توانایی ایجاد پیوندهای هیدروژنی دارد و منجر به کاهش کشش سطحی و بی ثباتی امولسیون می شود این فرایند می تواند مرتبط با کم بودن پیوستگی نمونه شاهد با نمونه 50% شیرین بیان گردد.

نتایج مربوط به آنالیز آماری صمغیت⁷ موس در (جدول 8) نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین تیمار کنترل با سایر تیمارها وجود دارد ($p<0/05$). در آزمون پروفایل بافت پارامتر صمغی بودن بافت

3 Fracture force
4 Adhesive force
5 Adhesiveness
6 Cohesiveness
7 Gumminess

1 Springiness
2 Stiffness

حاصل‌ضرب سختی در پیوستگی می‌باشد. احتمالاً تعامل‌های باردار شیرین بیان تشکیل شده است. الکترواستاتیک بین گروه‌های باردار پروتئین سفیده تخم‌مرغ با بخش

جدول 8- تاثیر درصدهای مختلف شیرین بیان بر پارامترهای بافتی نمونه‌های موس

پارامترهای بافتی	کنترل	12/5% شیرین بیان	25% شیرین بیان	37/5% شیرین بیان	50% شیرین بیان
قابلیت ارتجاع‌پذیری	8/285 ± 0/02 ^c	8/451 ± 0/02 ^b	8/231 ± 0/07 ^c	8/592 ± 0/16 ^b	8/788 ± 0/04 ^a
سفتی	213/207 ± 30/01 ^c	190/560 ± 29/80 ^c	164/279 ± 27/01 ^c	907/430 ± 50/81 ^a	636/730 ± 18/75 ^b
قابلیت جویدن	0/001 ± 0/00 ^a	0/002 ± 0/00 ^a	0/002 ± 0/00 ^a	0/009 ± 0/00 ^a	0/007 ± 0/00 ^a
نیروی شکنندگی	0/186 ± 0/14 ^{ab}	0/040 ± 0/00 ^b	0/241 ± 0/01 ^{ab}	0/043 ± 0/01 ^b	0/571 ± 0/54 ^a
نیروی چسبندگی	0/001 ± 0/00 ^a	0/001 ± 0/00 ^a	0/001 ± 0/00 ^a	0/006 ± 0/00 ^a	0/004 ± 0/00 ^a
چسبندگی	0/133 ± 0/00 ^d	0/182 ± 0/01 ^c	0/146 ± 0/01 ^d	0/807 ± 0/01 ^a	0/602 ± 0/02 ^b
پیوستگی	0/421 ± 0/01 ^c	0/497 ± 0/01 ^a	0/452 ± 0/00 ^b	0/463 ± 0/01 ^b	0/504 ± 0/00 ^a
صمغیت	0/144 ± 0/00 ^e	0/248 ± 0/00 ^c	0/195 ± 0/01 ^d	0/989 ± 0/04 ^a	0/784 ± 0/00 ^b

نتیجه‌گیری

اثر شیرین بیان (در سطوح صفر، 12/5، 25، 37/5 و 50 درصد) به‌عنوان جایگزین سفیده تخم‌مرغ در فرمولاسیون موس مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از آنالیز آماری مشخص گردید که با افزایش جایگزینی شیرین بیان به فرمولاسیون موس میزان رطوبت، افزایش حجم، شاخص دوام کف، فرایند هم‌زدن، فاز هوا نسبت به شاهد کاهش و دانسیته، قابلیت ارتجاع‌پذیری، قابلیت جویدن، پیوستگی، چسبندگی افزایش پیدا کرد و نیروی چسبندگی،

صمغیت، سفتی تا جایگزینی 37/5 درصد افزایش نشان داد. به‌طور کلی می‌توان گفت با به‌کارگیری منبع دارویی، گیاهی و بومی شیرین بیان در فرمولاسیون موس می‌توان محصولی فراسودمند تولید کرد بدون آنکه تأثیر منفی معنی‌داری بر بافت موس از نظر مصرف‌کنندگان داشته باشد. به‌نظر می‌رسد جایگزینی نسبی سفیده تخم‌مرغ با موادی همچون شیرین بیان در صنعت تولید فرآورده‌های هوادهی شده مطلوب می‌باشد.

منابع

- استاندارد ملی ایران، 1382، مایونز و سس‌های سالاد (استات سدیم و پتاسیم) - ویژگی‌های و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره 2454.
- بهرام پرور، م.، حداد خدا پرست، م. ح. و امینی اسعد، م.، 1387، بررسی تاثیر جایگزینی مقادیر مختلف صمغ‌های کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ دانه بالنگو شیرازی بر خصوصیات بستنی سخت خامه‌ای. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی. 4(1): 37-47.
- پروانه، و.، 1371، کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. دانشگاه تهران. تهران.
- جاویدی، ف.، رضوی، س. م. ع.، ومظاهری طهرانی، م.، 1393، بررسی کاربرد صمغ‌های دانه ریحان و گوار به‌عنوان جایگزینی چربی در بستنی وانیلی. بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. 5-1.
- رضی، س. م. ع.، محبی، م.، حدادخداپرست، م. ح. و کوچکی، آ.، 1395، تاثیر پروتئین‌های آلبومین، سدیم کازئینات، کنسانتره آب پنیر و ژلاتین بر ریز ساختار موس شکلاتی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی. 26(1)، 87-97.
- سردودیان، م.، 1392، بررسی آنتی اکسیدانی عصاره گیاه شیرین بیان و خواص کاربردی آن. دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی. قوچان.
- سیدی، پ. و روفه‌گری نژاد، ل.، 1396، تاثیر صمغ گزانتان و عربی بر ویژگی‌های کیفی شیرینی نوقا. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی. 27(2)، 175-186.
- صفری بیدختی، م.، 1393، بررسی تأثیر استفاده از عصاره هیدروکلوئیدی چوبک بر خصوصیات رئولوژیکی و بافتی ماست. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار.
- فاطمی، ح.، 1387، شیمی مواد غذایی. شرکت سهامی انتشارات دانشگاه تهران.

- کاراژیان، ح.، حسینی بای، ا.و میرزائی، ح.ا.، 1395، خصوصیات رئولوژیکی عصاره شیرین بیان. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. 193-200، (1)12.
- مقیم پور، ا. و خلیلی، س.، 1386، استخراج ساپونینهای تام ریشه شیرین بیان و مقایسه فعالیت کاهش دهنده کشش سطحی آن با ساپونینهای کیلایا در حضور کلسترول. فصلنامه علوم دارویی. 3 (33)، 47-55.
- Alegro, L. C. A., Alegro, J.H.A., Cardarelli, M.C.C., & Saad, S.M.I., 2007, Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. *LWT*, 40, 669-675.
- Arunepanlop, B., Morr, C.V., Karleskind, D., and Laye, I., 1996, Partial replacement of egg white proteins white proteins with whey in angel food cakes. *Food Science*. 61(5), 1085-1093.
- Baran, A., & Fenercio_glu, H., 1991, A research study on the determination of the properties and preservation of licorice extract. *Gida*, 16(6), 391-396.
- Belitz, H.D., Grosch, W., & Schieberle, W., 2009, *Food Chemistry*. Springer-Verlag, Germany.
- Benichou, A., Aserin, A., Lutz, R., & Garti, N., 2007, Formation and characterization of amphiphilic conjugates of whey protein isolate (WPI)/xanthan to improve surface activity. *Food Hydrocolloids*, 21, 379-391.
- Binks BP, Cho WG, Fletcher PDI and Petsev DN., 2000, Stability of oil-in-water emulsions in a low interfacial tension system. *Langmuir*, 16, 1025-1034.
- Boland A.B., Delahunty C.M., Van Ruth S.M., 2006, Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavor release and perception. *Food Chemistry* 96:452-460.
- Bovskova, H., & Mikova, K., 2011, Factors Influencing Egg White Foam Quality. *Czech J. Food Sci*, 29(4), 322-327.
- Buriti, F.C.A., Castro, I.A., & Saad, S.M.I., 2010, Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat by inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of synbiotic guava mousses. *Food Chemistry*, 123, 1190-1197.
- Camacho, M. M., Martinez-Navarrete, N., & Chiralt, A., 1998, Influence of locust bean gum/lambda-carrageenan mixtures on whipping and mechanical properties and stability of dairy creams. *Food Research International*, 31, 653-658.
- Cook, M.K., 1973, Make natural sweeteners more versatile. *Food Engineering*, 45, 5.
- Duquenne, B., Vergauwen, B., Capdepon, C., Boone, A.M., Schryver, T.D., Hoorebke, L.V., Weyenberg, S.V., & Stevens, P., 2016, Stabilising frozen dairy mousses by low molecular weight gelatin peptides. *Food Hydrocolloids*, 60, 317-323.
- Early, R., 1998, The technology of dairy products. London: Blackie Academic & Professional.
- Fenwick, G. R., Lutonski, J., & Nieman, C., 1990, Liquorice, composition, uses and analysis. *Food Chemistry*, 38, 119-143.
- Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P., Blanco, C., & Rosell, C. M., 2006, Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21, 167-173.
- Ibanoglu, E., & Ercelebi, E.A., 2007, Thermal denaturation and functional properties of egg proteins in the presence of hydrocolloid gums. *Food Chemistry*, 101(2): 626-633.
- Ibanoglu, E., & Ibanoglu, S., 2000, Foaming behaviour of liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) extract. *Food Chemistry*, 70, 333-336.
- Kilcast, D., Cleeg, S., 2002, Sensory perception of creaminess and its relationship with food structure. *Food Quality and Preference*, 13, 609-623.
- Komatsu, R.T., Buriti, F.C.A., Silva, R.C.D., Lobo, A.R., Colli, C., Gioielli, L. A., & Saad, S.M.I., 2013, Nutrition claims for functional guava mousses produced with milk fat substitution by inulin and/or whey protein concentrate based on heterogeneous food legislations. *Food Science and Technology*, 50, 755-765.
- Kumar, P. And Mishra, H. N. 2004. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. *Food Chemistry*, 87, 501-507.
- Lomakina, K., & Mikova, K., 2006, studying of factors affecting foaming properties of egg white – a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 24, 110-118.
- Menendez, M., Paredes, B., Rendueles, M., & Diaz, T.M., 2006, Rheological Behavior and Organoleptic Effects of Ovalbumin Addition in Yogurt Mousse Production. *J. Dairy Sci*, 89, 951-962.
- Narchi, I., Vial, C., and Djelveh G., 2007, Influence of bulk and interfacial properties and operating conditions on continuous foaming operation applied to model media. *Food Research International*, 40, 1069-1079.
- Nikzade, V., Mazaheri Tehrani, M., & Saadatmand-Tarzjan, M., 2012, Optimization of low cholesterol-low fat mayonnaise formulation. *Food Hydrocolloids*, 28: 344-352.
- Pasban A, Mohebbi M, Pourazarang H, Varidi M and Abbasi A., 2014, Optimization of foaming condition and drying behavior of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Journal of Food Processing and Preservation* 39(6), 737-744.
- Perkin, J.E. 1990. Food allergies and adverse reactions. (1st ed.). An Aspen Publication, Inc, Gaithersburg, Maryland, 129-170.

- Pires, M. H., 2004, Sobremesas lacteas aeradas—sistemas de estabilizacão e tecnologia de aeracao. *Food Ingredients*, 6(31), 74–77.
- Ptaszek P, Żmudziński D, Kruk J, Kaczmarczyk K, Rożnowski W and Berski W., 2014, the physical and linear viscoelastic properties of fresh wet foams based on egg white proteins and selected hydrocolloids. *Food Biophysics* 9(1), 76-87.
- Raikos, V., Campbell, L., & Euston, S.R., 2007, Effects of sucrose and sodium chloride on foaming properties of egg white proteins, *Food Research International*, 40,347–355.
- Rocell JA, Kim HS, Baek HH and Park HJ., 2001, Effects of hydroxypropyl methylcellulose and temperature of dough water on the rice noodle quality. *Food Science and Technology Research* 21(1), 129-135.
- Sadahira, M.S., Rodrigues, M.I., Akhtar,M., Murray, B.S. ,&Netto,F.M., 2016,Effect of egg white protein-pectin electrostatic interactions in a high sugar content system on foaming and foam rheological properties. *Food Hydrocolloids*, 58, 1-10.
- Sidhu,J. S. ,Al-Hooti,S. N. ,Al-Saqer,J. M. , & Al-Othman,A., 2001, Studies on the development of pan bread using raw wheat germ. *Journal of Food Quality*, 24,235-247.
- Ternes, W., Acker L., & Scholtyssek, S., 1994, Ei und Eiprodukte. Paul Parey, Berlin, 248-252.
- Valenzuela,G.,&Aguilera ,J.M.,2013,Aerated apple leathers: Effect of Microstructure on Drying and Mechanical Properties , *Drying Technology :An International Journal* ,31(16),1951-1959.
- Wang G and Wang T., 2009, Effects of yolk contamination, shearing, and heating on foaming properties of fresh egg white. *Journal of Food Science*, 74, C147-C156.
- Yao L, Zhou W, Wang T, Liu M and Yu C., 2014, Quantification of egg yolk contamination in egg white using UV/Vis spectroscopy: Prediction model development and analysis. *Food Control*, 43, 88-97.
- Zhao, Q., Zhao, M., Li, j., Yang, B., Su, G., Cui, Ch., & Jiang, Y., 2009, Effect of hydroxy propyl methylcellulose on the textural and whipping properties of whipped cream . *Food Hydrocolloids*, 23: 2168-2173.

The effect of substitution of egg white with licorice on some of physicochemical properties of mousse

H. Arefi¹, H. Karazhiyan²

Received: 2017.05.11

Accepted: 2018.08.20

Introduction: Aerated dairy desserts have shown a great market potential as a function of consumer behavior, interested in lighter and healthier relish products. Mousse is an aerated dessert with stabilized foam structure that, although traditionally home-made, is nowadays produces on an industrial scale and is gaining space in the dessert market. The most popular mousse flavor is chocolate followed by orange, lemon and strawberry. The industrial production of aerated dairy dessert is delicate, requiring knowledge about the formation and stabilization of foam, the use of functional ingredients. Food foam is formed by air, liquid and surface-active agent such as proteins. The formation of air bubbles modifies the texture and the rheological properties of aerated food. In aerated confectionery, foams are produced by aeration of a mixture of sugar syrups and proteins. Egg white protein (EW) is the most widely used surface active agent for production of aerated dairy desserts. Foam is a two-phase system in which the diffused phase is air bubbles and the surface phase is formed by a thin layer of proteins with changed nature. These days, consumers prepare ready-made foods, and low-calorie, healthy foods and are more aware of the relationship between a diet and disease. Given the efforts to reduce the incidence of diseases such as cancer, cardiovascular diseases and health improvement, the expansion of plant-rich and anti-cancer foods can play a key role in ensuring health.

Glycyrrhiza glabra (Licorice) is a perennial leguminous plant. The medicinal organ of the plant is constituted of its roots, containing triterpene saponins that has many indications. Licorice is one of the most important medicinal herbs in terms of economics that has been widely studied. The most striking compound of licorice is Glycyrrhizin, and this compound is responsible for licorice sweet flavor that is 50 times sweeter than sucrose. The aqueous extract (essential oil) of licorice root has a variety of applications in pharmacy and food industries due to its functional physical properties. Licorice root extract contain saponins which have surfactant properties. One distinctive property of saponins is that they yield relatively stable, soap-like foam in aqueous solution and can be used to adjust the foam in the food industries to improve the stability of the foam and create flavor and aroma. There is a growing commercial interest in using Liquorice root extract in food foams. However, little is known about the foaming behavior of the extract. Liquorice root extract can be used to modify food foams, to enhance foam stability. It can also be used in the development of new foamy foods.

In general, the present study was carried out to develop a kind of mousse to which a native, local, natural plant ingredient was added and to verify the perspectives of the product with regard to potential for consumer health benefits and textural acceptance, and also to replace part of egg white with licorice as a plant alternative.

Materials and method: The ingredients in the preparation of Mousse are: egg white 15.67 g, sucrose 13.05 g, water 7.31 g, butter 5.57 g, cocoa 2.61 g, sugar powder 3.48 g, cream 52.33 g, vanilla 0.05 and various levels of licorice (12.5, 25, 37.5 and 50 percent), which replaced egg white in the above formulation.

The samples' moisture content, overrun, volume of foam and density was measured. The texture analyzer was used to evaluate the textural attributes of the final product and TPA test was performed.

Results and discussion: The moisture content of samples reduced with increasing the substitution level. The moisture content of the product directly depends on the molecular weight, the type of hydrophobic and hydrophilic factors, and the number of these bonds. The most prominent compound of licorice is glycyrrhizin, a water soluble glycoside terpenoid that cannot be connected to a large amount of water. Therefore, it seems that

1. MSc student, Islamic Azad University, Torbat-e Heydariyeh Branch, Department of Food Science & Technology, Torbat-e Heydariyeh, Iran.

2. Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Torbat-e Heydarieh Branch, Torbat-e Heydarieh, Iran

(*Corresponding Author Email: Hojjat_karazhiyan@yahoo.com)

reducing moisture content with increasing the replacement level is related to this characteristic of licorice.

The highest amount of over run was quantitatively related to the control sample and the lowest amount was related to 50% licorice substitution level. Generally, overrun of samples decreased with increasing the amount of licorice replacement. The reason is the lack of the formation of a complex with Ovotransferrin (which is about 13% in egg white and helps formation of the foam) due to its denaturation. In conducted studies, it has been reported that with increasing the concentration of gum (gum in licorice), the volume of the foam system reduced.

In fact, with increasing the viscosity of the aqueous phase by adding the gum, the air cannot enter the system during the stirring process, and therefore the volume of the system will be less increased. Albumin is a heterogeneous protein system that occurs during the foaming process of protein-protein interactions.

Foam durability index of samples reduced with increasing the amount of the replacement of licorice. This is due to the fact that in low inter-surface tension, the surface covering film does not have sufficient strength, the two adjacent bubbles are easily deformed and undergoes considerable Van der Waals gravity. Thus, the bubbles mixed (coalescence) and the foam lost its stability. In general, licorice is less hydrophobic. This interacts with the formation of the coherent film on the air-water contact surface, which reduces the stability of the foam.

Density of the foam samples increased with increasing the amount of licorice, the density of the foam is in fact a proportion of the diffused phase to the continuous phase and represents the amount of air entering it during the formation of the foam. In fact, the low density of the foam indicates a greater volume increase, and vice versa.

The air phase of the foam samples reduced with increasing the amount of the replacement of licorice. The reason for this is that the use of the replacement of licorice reduced the ability of the foam due to reducing the elasticity of the interface of air bubbles and caused rapid degradation of the foam.

According to the results obtained from the statistical analysis, it was found that with increasing the replacement of licorice in formulation, elasticity, chewing ability, cohesiveness, adhesive force, adhesiveness and the degree of softness increased. Therefore, using appropriate licorice concentrations, the amount of egg white consumption can be reduced to an acceptable level for mousse. In general, it can be said that using a low-cost source of a native, local, herbal plant, licorice in the formulation of an aerated dairy dessert we can produce a product without having a significant negative impact on the texture from the viewpoint of consumers.

Key words: Mousse; Egg White; Licorice; Textural attributes; physicochemical properties



اثر فرایند برشته کردن به روش آون و مادون قرمز بر برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و کیفی

دانه سویا

فرشته غلامی¹ - سارا انصاری²

تاریخ دریافت: 1397/01/26

تاریخ پذیرش: 1397/05/29

چکیده

در این تحقیق، برشته کردن دانه های سویا به دو روش آون و مادون قرمز انجام شد و از روش سطح پاسخ به منظور بررسی اثر هر یک از فرایندهای مذکور بر میزان رطوبت، ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی اکسیدانی، سفتی و تغییرات رنگ دانه های سویا استفاده گردید. معادله پیشنهادی جهت بررسی اثر دما و زمان برشته کردن بر میزان کاهش رطوبت در روش آون درجه دوم و در روش مادون قرمز خطی بوده و اثر آنها معنی دار ($p < 0/05$) گزارش شد. در هر دو روش، میزان ترکیبات فنولی کل و فعالیت آنتی اکسیدانی از معادله درجه دوم پیروی کرده و اثر فاکتورهای مربوطه هم معنی دار ($p < 0/05$) بود و با افزایش دما و زمان، میزان پاسخ های فوق نیز افزایش یافت. سفتی و تغییرات رنگی در روش آون از معادله درجه یک و در روش مادون قرمز تنها تغییرات رنگی از معادله درجه اول پیروی کردند. اثر پارامترهای مربوطه در کلیه مدل های پیشنهادی معنی دار بود. شرایط بهینه برای برشته کردن دانه های سویا با آون و مادون قرمز به ترتیب 223°C در 13 دقیقه و 231°C در 11 دقیقه محاسبه گردید. در شرایط بهینه مقادیر رطوبت، ترکیبات فنولی کل، فعالیت آنتی اکسیدانی، سفتی و تغییرات رنگی اندازه گیری شده به ترتیب برای روش آون و مادون قرمز عبارتند از: (1/10، 4/53، 42/75، 9/03 و 4/93) و (4/79، 6/20، 47/85، 4/93، 1/58). با توجه به نتایج، روش مادون قرمز در مقایسه با آون می تواند به عنوان یک روش جایگزین جهت برشته کردن دانه های سویا معرفی گردد.

واژه های کلیدی: دانه سویا، برشته کردن، مادون قرمز، آون، ویژگی های فیزیکوشیمیایی

مقدمه

برشته کردن یک عملیات فرایند غذایی با استفاده از انرژی گرمایشی خشک است که با اهداف متفاوتی به منظور برآورده کردن برخی از نیازهای خاص به کار می رود. اهداف اصلی این فرایند شامل پختن (بدون استفاده از آب یا روغن) یا ژلاتینی کردن، افزایش دادن حجم/ برشته کردن (با صدا ترکاندن)³/ پف دادن⁴ مواد غذایی، غیرفعال کردن عوامل ضد تغذیه ای و آماده سازی فراورده های غذایی به صورتی قابل کنترل، خوش طعم و دلپذیر است. هیچ تعریف پذیرفته شده برای برشته کردن وجود ندارد و تعیین حد و مرز آن با تست کردن⁵، نامشخص است (Fast, 1990; Fellows, 2009). اثر فرایند برشته کردن در فرآوری مواد غذایی، بهبود بافت، اصلاح کیفیت و امنیت مواد غذایی همچون دانه سویا، فندق، دانه های قهوه، پسته، بادام، گردو و کنجد گزارش شده است. فرایند برشته کردن باعث آغاز اکسیداسیون چربی و تشکیل ترکیبات کربونیل می شود؛ اما از طرفی همین فرایند به دلیل اثر آنتی اکسیدانی فرآورده های حاصل از واکنش میالارد که مربوط به تشکیل ساختارهای فنولی و/ یا خصوصیت

سویا با نام علمی *Glycine max* L. متعلق به خانواده بقولات به عنوان یک ماده غذایی محبوب به ویژه در پخت و پز توسط افراد آسیای شرقی استفاده می شود. سویا یک منبع اصلی از پروتئین و روغن با کیفیت بالاست و کیفیت دانه های سویا اغلب توسط مقدار مواد معدنی و پروتئین دانه ها تشخیص داده می شود. کیفیت دانه سویا برای تغذیه انسان و حیوان مهم است (Kim et al., 2011). به علاوه، دانه سویا حاوی مواد معدنی، ویتامین ها و ترکیبات شیمیایی گیاهان شامل ایزوفلاون، اولیگوساکاریدها، ساپونین ها، فیتات ها و ترکیبات فنولی بوده که دارای فواید سلامتی بخش زیادی بر جلوگیری از ابتلا به بیماری های مختلف نظیر سرطان، بیماری های قلبی - عروقی، چاقی، دیابت و بیماری هایی که کمبود آنتی اکسیدان ها در آن دخیل هستند، می باشد (Thidarat et al., 2016).

1 و 2- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی،

دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون، کازرون.

(Email: ansari.fse@gmail.com

*) - نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.72043

3 Pop

4 Puff

5 Toasting

تیمارهای حرارتی

آماده‌سازی دانه‌های سویای برشته شده با آون

برای هر تیمار، 25 گرم دانه سویا بو نداده در داخل پتری شیشه‌ای قرار گرفت و با آون الکتریکی در محدوده 180°C - 260°C به مدت 5 - 15 دقیقه حرارت داده شد. جزئیات بیشتر در جدول 1 و 2 گزارش شده است.

آماده‌سازی دانه‌های سویای برشته شده با مادون قرمز

جهت برشته کردن دانه‌های سویا با مادون قرمز، از دستگاه تولیدکننده امواج مادون قرمز با توان ثابت 1300 وات، در محدوده دمایی 180°C - 240°C به مدت 5-15 دقیقه استفاده شد. جزئیات بیشتر در جدول 1 و 2 گزارش شده است.

جدول 1- دامنه و سطوح متغیرهای مستقل در دو روش برشته کردن

برشته کردن با آون				
سطوح			نماد	متغیر مستقل
+۱	۰	-۱		
۲۶۰	۲۲۰	۱۸۰	A	دما (°C)
۱۵	۱۰	۵	B	زمان (دقیقه)

برشته کردن با مادون قرمز				
سطوح			نماد	متغیر مستقل
+۱	۰	-۱		
۲۴۰	۲۱۰	۱۸۰	A	دما (°C)
۱۵	۱۰	۵	B	زمان (دقیقه)

طراحی آزمایش‌ها

به‌منظور بهینه‌سازی شرایط فرایند برشته کردن دانه سویا با آون و مادون قرمز از روش سطح پاسخ استفاده شد. این روش به دلیل کاهش زمان و هزینه بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش آماری انتخاب مناسب‌ترین متغیرها مهم است تا در مراحل بعدی تجزیه و تحلیل داده‌ها و تعیین شرایط بهینه به سهولت امکانپذیر گردد. در این پژوهش، دو روش برای برشته کردن دانه سویا به کار گرفته شده است. برای هر روش، نمادها و کدهای خاصی استفاده شد که در جدول 1 گزارش شده است. براساس پارامترهای جدول 1، طرح مرکب مرکزی² از نرم‌افزار Design-Expert به کار رفت. برای هر روش سیزده شرایط فرایندی انتخاب گردید و پاسخ‌هایی همچون میزان رطوبت، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنولی، سفتی و تغییرات رنگی بررسی شدند (جدول 2).

کمپلکس کردن فلزات توسط ملانوتیدین‌ها می‌شود، می‌تواند باعث پایداری بیشتر روغن دانه‌ها در مقابل اکسیداسیون شود (فضلی عقدائی و همکاران، 1395).

امواج مادون قرمز بین بخش‌های مرئی و مایکروویو از طیف الکترومغناطیسی قرار دارند و دارای طول موج 3×10^{11} - 4×10^{14} هرتز است. گرمایش لامپ هالوژن اشعه مادون قرمز ایجاد می‌کند که هنگام برخورد به جسم ممکن است اشعه منعکس، عبور یا جذب شود. امواج جذب شده تبدیل به گرما شده و موجب افزایش دمای محصول در عرض چند ثانیه می‌گردد. این روش موجب انتقال سریع مقدار بالای انرژی و کنترل عالی فرایند می‌گردد. اشعه مادون قرمز دارای عمق نفوذ چند میلی‌متری در بسیاری از غذاهاست و بنابراین می‌تواند همان اثر مایکروویو و یا فرکانس‌های بالاتر را برای لایه نازک مواد داشته باشد. از این تکنیک می‌توان برای پختن، برشته کردن، خشک کردن، سرخ کردن، انجمادزایی و پاستوریزایون مواد بسته‌بندی استفاده کرد. گرچه این فرایند در مقایسه با روش معمول حرارتی موثرتر است، ولی نیاز به هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالایی دارد (Demirekler, 2004).

تحقیقات زیادی در خصوص برشته کردن دانه‌های خوراکی با روش‌های مختلف انجام شده است. از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به بهینه‌سازی فرایند برشته کردن فندق با مادون قرمز (Uysal et al., 2009)، اثر اکستروژن، مادون قرمز و مایکروویو بر دانه سویا (Zilic et al., 2013)، فرایند برشته کردن کنجاله پسته به دو روش آون و مایکروویو (فضلی عقدائی و همکاران، 1395)، برشته کردن بادام زمینی به روش‌های آون و مایکروویو (Smith et al., 2014) و برشته کردن بادام به روش مایکروویو (Milcarek et al., 2014) اشاره کرد.

هدف از این پژوهش، بررسی اثر حرارت‌دهی به روش مادون قرمز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفی دانه سویا در مقایسه با روش حرارت‌دهی با آون می‌باشد. همچنین تاثیر فاکتورهای فرایند برشته کردن به هر دو روش بر ویژگی‌های فوق با روش سطح پاسخ¹ مدلسازی شده و شرایط بهینه برای برشته کردن ارائه خواهد شد.

مواد و روش‌ها

دانه‌های سویا از مزارع شمال کشور (گرگان) جمع‌آوری شدند. دانه‌ها بعد از جمع‌آوری با آون به مدت 48 ساعت در دمای 40°C تا محتوای رطوبتی کمتر از 5 درصد وزنی/ وزنی خشک شدند. کلیه مواد اولیه خریداری شده مخصوص آنالیز شیمیایی بودند.

اندازه‌گیری رطوبت

اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌ها به روش خشک کردن با آون انجام شد (AOAC, 2003). 3 تا 5 گرم نمونه در آون با دمای 105°C تا رسیدن به وزن ثابت حرارت داده شد. میزان رطوبت با محاسبه وزن دانه‌ها قبل و بعد از خشک کردن محاسبه شد.

جدول 2- تیمارهای تصادفی آزمایش براساس متغیرهای فرایند برشته کردن به روش آون و مادون قرمز در طرح روش سطح پاسخ

برشته کردن با آون			برشته کردن با مادون قرمز		
تیمار	متغیر مستقل		تیمار	متغیر مستقل	
	A	B		A	B
1	220	5	1	180	5
2	260	10	2	210	15
3	180	15	3	210	10
4	220	10	4	180	15
5	260	5	5	210	10
6	180	5	6	210	5
7	220	10	7	180	10
8	260	15	8	210	10
9	180	15	9	210	10
10	180	10	10	210	10
11	220	10	11	240	15
12	220	10	12	240	5
13	220	10	13	240	10

برشته کردن با آون			برشته کردن با مادون قرمز		
تیمار	متغیر مستقل		تیمار	متغیر مستقل	
	A	B		A	B
1	220	5	1	180	5
2	260	10	2	210	15
3	180	15	3	210	10
4	220	10	4	180	15
5	260	5	5	210	10
6	180	5	6	210	5
7	220	10	7	180	10
8	260	15	8	210	10
9	180	15	9	210	10
10	180	10	10	210	10
11	220	10	11	240	15
12	220	10	12	240	5
13	220	10	13	240	10

استخراج عصاره دانه سویای برشته شده

بعد از حرارت‌دهی، دانه‌های سویا با آسیاب خانگی (نشنال، MJ-176NR، ژاپن) کاملاً پودر شدند. 2 گرم پودر دانه سویا با 20 میلی‌لیتر متانول 80 درصد حجمی/ حجمی مخلوط شد. ظرف‌های حاوی نمونه به حمام شیکردار با سرعت 200 دور بر دقیقه به مدت 30 دقیقه منتقل گردید (دمای 23°C). بعد از سانتریفوژ کردن در دور 10000×g به مدت 20 دقیقه (4°C) فاز رویی جمع‌آوری و برای آزمون‌های فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنولی کل استفاده شد (Dewanto et al., 2002).

اندازه‌گیری ترکیبات فنولی

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنولی از روش فولین-سیوکالتیو¹ استفاده شد (Kim et al., 2011; Sitthitrai et al., 2015). عصاره‌های رقیق شده با 0/2 میلی‌لیتر شناساگر 2 مولار فولین-سیوکالتیو مخلوط شده و با سدیم کربنات 7/5 درصد خنثی شد. سپس، نمونه‌ها به مدت 30 دقیقه در دمای اتاق و جای تاریک نگهداری شدند. در نهایت جذب در 725 نانومتر خوانده شد. ترکیبات فنولی کل به‌صورت میلی‌گرم اسید گالیک در برابر گرم وزن تر (mg GAE/g FW) نمونه گزارش شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش 1، 1- دی فنیل-2-پیکریل هیدرازیل² (DPPH) انجام گرفت (Kim et al., 2011; Sitthitrai et al., 2015). 3 گرم عصاره دانه سویا با یک میلی‌لیتر محلول 0/2 میلی مولار DPPH و 3 میلی‌لیتر متانول مخلوط شدند. مخلوط حاصل در دمای اتاق به مدت 30 دقیقه در تاریکی نگه داشته شد. جذب محلول حاصل در 517 نانومتر اندازه‌گیری شد و متانول به‌عنوان شاهد انتخاب گردید.

سنجش بافت

ارزیابی بافت نمونه‌های سویای برشته شده براساس روش Uysal و همکاران (2009) با اندکی تغییر انجام شد. تست فشردن با دستگاه آنالیز بافت (هوسفد، YL6500، کره) مجهز به پروب استوانه‌ای به قطر 30 میلی‌متر و سرعت 25 میلی‌متر بر ثانیه صورت گرفت. دما در زمان انجام تست سنجش بافت 25°C بود و سفتی بلافاصله بعد از باز کردن کیسه‌های پلاستیکی انجام شد. حداکثر نیرو برای شکست دانه‌های سویا به‌صورت سفتی (نیوتن) گزارش شد.

رنگ‌سنجی نمونه‌ها

رنگ نمونه‌های دانه سویا با عکسبرداری توسط دوربین (کانن، AV20، ژاپن) با تنظیمات مشخص (تنظیم دستی، بزرگنمایی 0/4 متر و فلاش خاموش) در جعبه مخصوص و شرایط کنترل شده نوری انجام گرفت. عکس‌ها به حالت JPEG در نرم‌افزار فتوشاپ آنالیز می‌گردد و پارامترهای L*, a* و b* تعیین شدند. پارامتر تفاوت رنگ (ΔE) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\Delta E = \sqrt{(L_i - L_o)^2 + (a_i - a_o)^2 + (b_i - b_o)^2} \quad (1)$$

i و o به ترتیب مقدر مربوط به نمونه و شاهد است (Yam et al., 2004).

1 Folin-Ciocalteu method
2 1,1-diphenyl-2-2-picrylhydrazyl

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

معادلات و ضرایب رگرسیون درجه دوم در تحلیل طرح روش سطح پاسخ با استفاده از نرم‌افزار SAS ورژن 9 انجام شد. برای تعیین معنی‌دار بودن داده‌ها، از آنالیز واریانس (ANOVA) استفاده شد.

نتایج و بحث

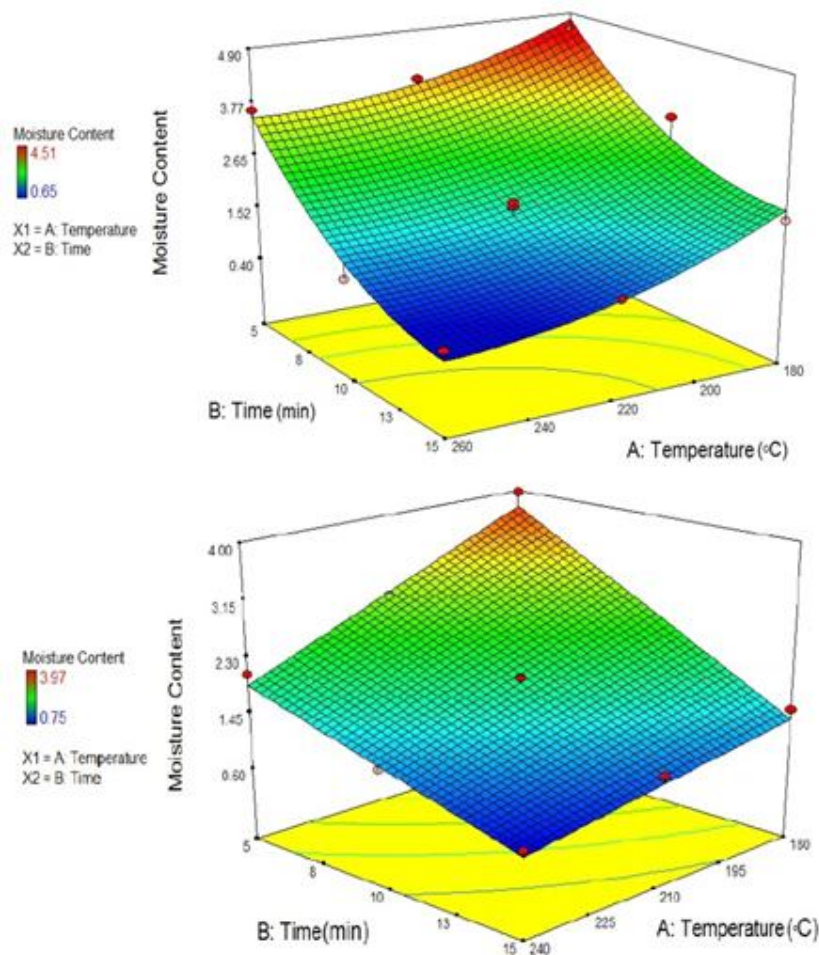
اندازه‌گیری رطوبت

نتایج اثر برشته کردن به روش آون و مادون قرمز در شکل 1 و جدول 3 نشان داده شده است. مطابق شکل 1، افزایش میزان دما و

زمان موجب کاهش میزان رطوبت گردید. کاهش میزان رطوبت در روش آون با معادله درجه دوم مطابقت داشت؛ اما دما و زمان در روش مادون قرمز اثر خطی دارد.

$$Y_{\text{Oven roasting}} = + 20.99346 - 0.11319 A - 0.67243 B - 5.12500 \times 10^{-4} AB + 2.26185 \times 10^{-4} A^2 + 0.05276 B^2 \quad (2)$$

$$Y_{\text{Infrared roasting}} = + 12.30910 - 0.040944 A - 0.59650 B + 1.98333 \times 10^{-3} AB \quad (3)$$



شکل 1- اثر متقابل دما و زمان برشته کردن به روش آون و مادون قرمز بر میزان رطوبت دانه سویا

قرمز، اثر دما و زمان در سطح 0/05 معنی‌دار بود. همچنین، یک اثر متقابل منفی معنی‌دار در سطح 0/05 بین دما و زمان بر رطوبت دانه‌های سویا مشاهده شد. شاخص عدم برازش برای این روش معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). مدل پیشنهادی برای هر دو روش برشته

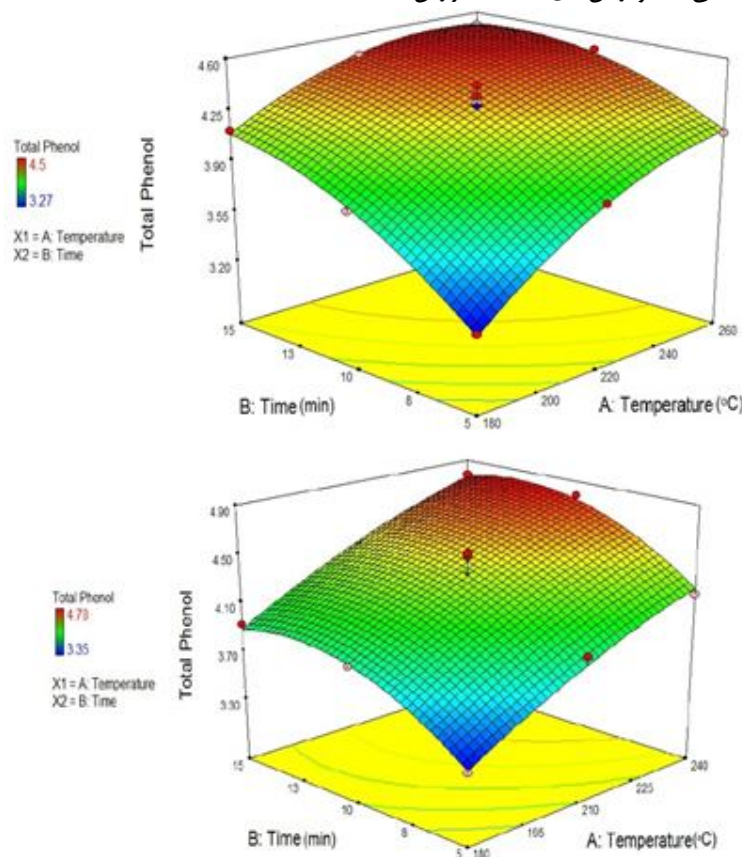
نتایج آنالیز واریانس نشان داد که معادله درجه دوم برازش شده برای داده‌های اندازه‌گیری رطوبت به روش آون در سطح 0/05 معنی‌دار است؛ اما اثر متقابل بین دما و زمان، توان دوم دما و شاخص عدم برازش غیرمعنی‌دار ($p > 0/05$) بود. در خصوص روش مادون

کردند. Vega-Galvez و همکاران (2012) گزارش کردند که وزن برش‌های سیب با افزایش دما و سرعت خشک کردن کاهش می‌یابد. به‌علاوه، Thidarat و همکاران (2016) کاهش وزن دانه‌های سویا را طی زمان‌های مختلف حرارت‌دهی گزارش کردند.

میزان ترکیبات فنولی کل

میزان و نوع ترکیبات فنولی موجود در محصولات مختلف، شدیداً تحت تأثیر نوع محصول، روش برشته کردن و جایگاه ترکیبات فنولی در محصول است. نتایج مربوط به اثر فرایند برشته کردن بر میزان ترکیبات فنولی در شکل 2 و جدول 3 نشان داده شده است.

کردن معنی‌دار بوده و ضریب تبیین (R^2) برای روش برشته کردن با آون و مادون قرمز به‌ترتیب 0/9598 و 0/9638 محاسبه شد. به‌طور کلی، محتوای رطوبتی مواد مختلف که در معرض حرارت‌دهی قرار می‌گیرند با افزایش دما و زمان فرایند، به دلیل ایجاد اختلاف دمایی و فشار بالاتر و به دنبال آن ایجاد اختلاف رطوبتی و استفاده بیشتر از انرژی حرارتی، بیشتر کاهش می‌یابد که این امری بدیهی است (Chung *et al.*, 2011). به‌علاوه، امواج مادون قرمز توسط اجزای قطبی به‌خصوص مولکول‌های آب در ماده غذایی جذب شده؛ اما برخلاف مایکروویو قابلیت نفوذ در عمق ماده را ندارند و بیشتر در سطوح اولیه جذب می‌گردند. Chung و همکاران (2011) چنین روندی را برای دانه‌های ذرت طی دما و زمان‌های مختلف گزارش



شکل 2- اثر متقابل دما و زمان برشته کردن به روش آون و مادون قرمز بر میزان ترکیبات فنولی دانه سویا

مدل غیرمعنی‌دار ($p > 0/05$) بود. ضریب تبیین (R^2) برای روش برشته کردن با آون و مادون قرمز بالای 0/90 محاسبه شد.

$$Y_{20\text{Oven roasting}} = + 15.36920 - 0.10597 A - 0.53523 B + 3.03750 \times 10^{-3} AB + 2.16649 \times 10^{-4} A^2 + 2.36552 \times 10^{-3} B^2 \quad (4)$$

در هر دو روش آون و مادون قرمز، میزان ترکیبات فنولی با معادله درجه دوم تعیین شد. به‌جز اثر متقابل دما و زمان در روش مادون قرمز، اثر درجه اول، دوم و اثر متقابل بین دما و زمان برای هر دو مدل در سطح 0/05 معنی‌دار بود. شاخص عدم برازش برای هر دو

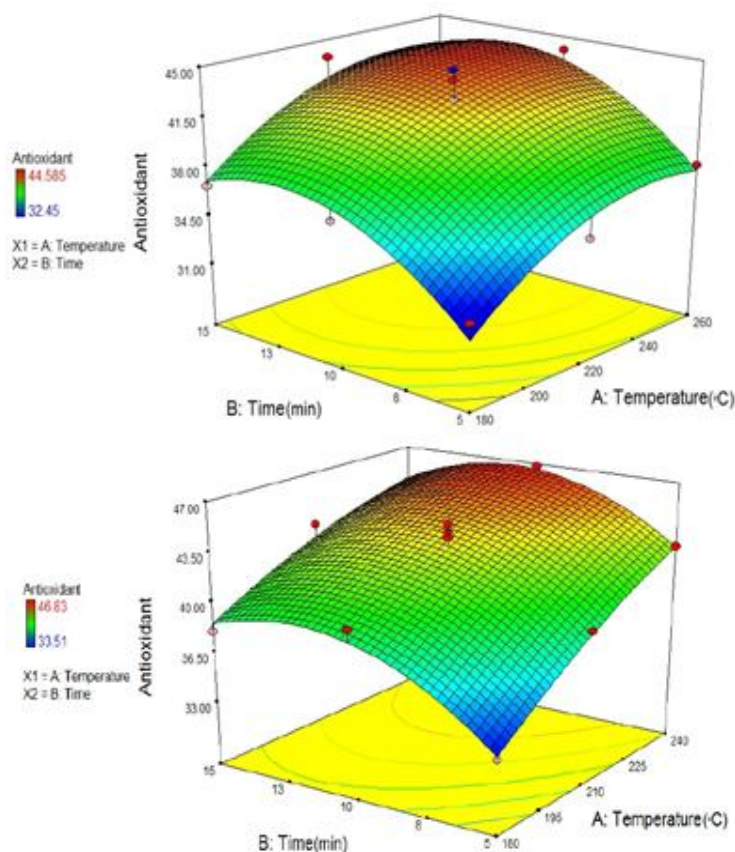
Hyo و همکاران (2011) گزارش کردند که میزان ترکیبات فنولی سویا سیاه کوچک بعد از برشته کردن بیشتر از نمونه خام است. آنها افزایش در میزان ترکیبات فنولی را به افزایش آزاد شدن ترکیبات شیمیایی گیاهان همچون اسیدهای فنولی مربوط می‌دانند. حرارت غشای سلولی و دیواره سلولی را از بین می‌برد، که ترکیبات فنولی محلول از پیوندهای استر نامحلول رها می‌گردند (Dewanto *et al.*, 2002). به علاوه Thidarat و همکاران (2016) افزایش میزان ترکیبات فنولی را با افزایش زمان حرارت‌دهی گزارش کردند که با افزایش بیش از حد دما میزان آن کاهش یافت. فضلی عقدائی و همکاران (1395) گزارش کردند که میزان ترکیبات فنولی کنجاله پسته اهلی و وحشی بو داده از خام بیشتر است (فضلی عقدائی و همکاران، 1395).

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی دانه‌های سویا در شکل 3 و جدول 3 گزارش داده شده است.

$$Y_{\text{Infrared roasting}} = -3.92557 + 0.050349 A + 0.25110 B + 1.66667 \times 10^{-5} AB - 8.60153 \times 10^{-5} A^2 - 0.010097 \times B^2 \quad (5)$$

در روش آون، با افزایش دما و زمان، میزان ترکیبات فنولی افزایش یافته که این امر می‌تواند ناشی از شکست پیوند بین این ترکیبات با مواد دیگری همچون پروتئین‌ها و در نتیجه تسهیل استخراج آنها از دیواره سلولی و هم تولید ترکیبات حاصل از انجام واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی در حین عملیات برشته کردن باشد. اگرچه تولید این ترکیبات در دماهای بالا با وجود افزایش ترکیبات فنولی ممکن است باعث ایجاد طعم نامطلوب گردد. در روش برشته کردن با مادون قرمز نیز با افزایش دما و زمان میزان ترکیبات فنولی به دلیل باز شدن بافت فیبری و تخریب دیواره سلولی و در نهایت سهولت در امر استخراج، افزایش یافت. اما به دلیل نفوذ کمتر امواج مادون قرمز به عمق ماده غذایی، استخراج ترکیبات فنولی در مقایسه با آون کمتر است. در انتها نیز با افزایش بیش از حد دما و زمان فرایند اندکی باعث از دست رفتن ترکیبات فنولی حساس به حرارت می‌شود.



شکل 3- اثر متقابل دما و زمان برشته کردن به دو روش آون و مادون قرمز بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی دانه سویا

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس مربوط به پاسخ های خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفی دانه های سویا برشته شده

منبع	مجموع مربعات (برشته کردن با آون)					منبع	مجموع مربعات (برشته کردن با مادون قرمز)				
	میزان رطوبت	ترکیبات فنولی کل	فعالیت آنتی اکسیدانی	سفتی	تفاوت رنگی		میزان رطوبت	ترکیبات فنولی کل	فعالیت آنتی اکسیدانی	سفتی	تفاوت رنگی
A	۳/۳۹*	-۱/۶۱*	۵۰/۹۸*	۴/۰۸*	۱/۹۱*	A	۲/۶۱*	۱/۱۲*	۸۱/۱۸*	۳۴/۰۴*	۱/۲۰*
B	۱۱/۷۳*	-۱/۵۶*	۴۷/۵۵*	۴۱/۱۹*	-۱/۶۶*	B	۴/۸۶*	۰/۴۳*	۱۸/۶۳*	۷۲/۸۷*	-۰/۷۳*
AB	-۰/۴۳ ^{ns}	-۰/۳۷*	-۰/۰۸ ^{ns}	-	-	AB	-۰/۳۵*	-۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۱/۷۳ ^{ns}	۱/۸۹*	-
A ²	-۱/۴۶ ^{ns}	-۰/۴۸*	۱۵/۲۷*	-	-	A ²	-	-۰/۰۱۷*	۱/۵۵ ^{ns}	۱/۶۶*	-
B ²	۱/۰۰*	-۰/۷۲*	۲۹/۹۳*	-	-	B ²	-	۰/۱۸*	۲۶/۰۳*	۲/۷۹*	-
Model	۱۷/۳۴*	۱/۴۵*	۱۷۰/۳۵*	۳۲/۸۷*	۲/۵۷*	Model	۷/۶۳*	۱/۸۱*	۱۳۹/۳۳*	۱۰۷/۱۹*	۲/۰۴*
Lack of fit	-	-	-	-	-	Lack of fit	-	-	-	-	-
R ²	-۱/۶۸۲	-۰/۹۳۱۵	-۰/۳۶۶۰	-۰/۳۹۹۲	-۰/۸۴۰۷	R ²	-۰/۳۳۲۹	-۰/۷۵۵۶	-۰/۶۶۳۶	-۰/۹۹۲۲	-۰/۹۶۲۲
Adj-R ²	-۰/۹۵۹۸	-۰/۹۸۱۰	-۰/۸۰۹۴	-۰/۸۳۴۵	-۰/۹۱۳۲	Adj-R ²	-۰/۹۶۳۸	-۰/۹۷۰۳	-۰/۹۳۹۹	-۰/۹۸۱۴	-۰/۹۶۴۵
CV (%)	۱۴/۸۶	۱/۵۲	۲/۸۸	۱۰/۴۲	۲/۸۷	CV (%)	۹/۳۴	۲/۱۰	۲/۴۵	۵/۵۳	۱/۵۸

ns و * به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری و معنی داری در سطح ۰/۰۵ p < است.

نتایج نشان داد که با افزایش دما و زمان در هر دو روش برشته کردن، فعالیت آنتی اکسیدانی افزایش یافته است که با روند ترکیبات فنولی کل هم راستاست. در حقیقت، تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی در دو روش آون و مادون قرمز از معادله درجه دوم پیروی می کند که به جز اثر متقابل دما و زمان در روش آون و مادون قرمز و اثر توان دوم دما، سایر پارامترها در سطح 0/05 معنی دار هستند.

$$Y_{3Oven\ roasting} = -63.70953 + 0.72169 A + 3.24423 B - 2.18750 \times 10^{-4} AB - 1.46961 \times 10^{-3} A^2 - 0.13166 B^2 \quad (5)$$

$$Y_{3Infrared\ roasting} = -43.75908 + 0.51588 A + 3.72464 B - 4.36667 \times 10^{-3} AB - 8.32375 \times 10^{-4} A^2 - 0.12277 B^2 \quad (6)$$

شاخص عدم برازش برای هر دو مدل غیرمعنی دار ($p > 0/05$) گزارش شد و ضریب R^2 برای روش برشته کردن با آون و مادون قرمز به ترتیب برابر 0/9094 و 0/9499 گزارش شد. با توجه به اینکه بیشتر ترکیبات فنولی دارای خاصیت آنتی اکسیدانی هستند با افزایش دما و زمان به دلیل افزایش در مقدار ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی اکسیدانی افزایش می یابد؛ که این تغییرات مطابق با تغییرات مربوط به میزان فنول کل است. نتایج نشان داد که دمای برشته کردن بالاتر، درگیری آنتی اکسیدان های بر پایه مایلارد را افزایش می دهد. همانگونه که آنتی اکسیدان های فنولی به طور طبیعی در دانه های سویا طی برشته کردن افزایش یافته اند، تشکیل دیگر ترکیبات آنتی اکسیدانی از واکنش های مایلارد هم طی برشته کردن افزایش یافته که در نتیجه افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی را به دنبال دارد (Thidarat et al., 2016). فضلی عقدائی و همکاران (1395) دریافتند که فعالیت آنتی اکسیدانی کنجاله پسته اهلی و وحشی بعد از برشته کردن در مقایسه با نمونه خام بیشتر است (فضلی عقدائی و همکاران، 1395). Kim و همکاران (2011) افزایش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی دانه های سویا طی برشته کردن با آون را با افزایش دما و زمان فرایند گزارش کردند.

ویژگی های بافتی دانه های سویا

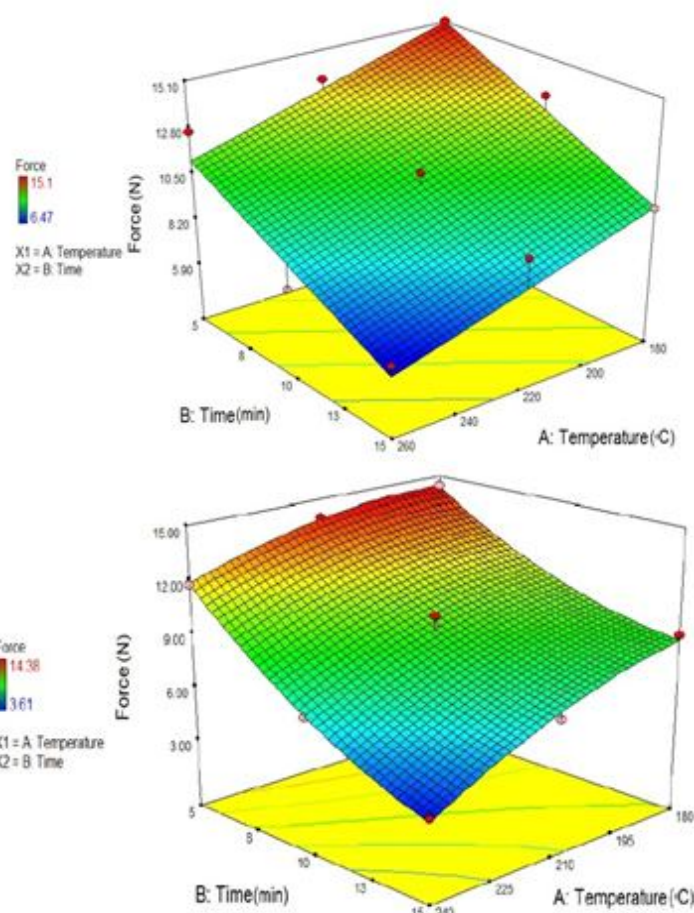
اثر دما و زمان فرایند برشته کردن به روش آون و مادون قرمز در شکل 4 و جدول 3 نشان داده شده است. تغییرات حداکثر نیروی لازم برای فشردن دانه های سویا نشان داد که با افزایش دما و زمان، حداکثر نیروی لازم برای فشردن کاهش می یابد که این امر به دلیل کاهش رطوبت و در نتیجه افزایش تخلخل در ماده است. برشته کردن به روش آون از معادله خطی و برشته کردن به روش مادون قرمز از معادله درجه دوم پیروی می کند. اثر تمامی فاکتورها بر سفتی دانه های سویا معنی دار ($p < 0/05$) بود.

با پیشرفت فرایند برشته کردن و کاهش میزان آب موجود در بافت ماده غذایی، تخلخل افزایش می‌یابد که البته بسته به نوع فرایند تا حدودی متفاوت است. امواج مادون قرمز با مکانیسم اثر بر مولکول‌های قطبی و ایجاد حرارت داخلی از جمله روش‌هایی است که با ایجاد فشار داخلی موجب ایجاد بافت متخلخل و در نهایت تردی بافت می‌شود. Uysal و همکاران (2009) نتایج عکس بالا گزارش کردند. آنها دریافتند که میزان نیروی مورد نیاز برای شکست فندق طی برشته کردن به روش مایکروویو- مادون قرمز با افزایش زمان، کاهش می‌یابد.

شاخص عدم برازش برای این مدل‌ها غیرمعنی‌دار (0/05) محاسبه شد. ضریب تبیین برای مدل‌های برازش شده بالای 0/90 تعیین شد.

$$Y4Oven\ roasting = + 26.51244 - 0.048917 A - 0.52400B \quad (7)$$

$$Y4Infrared\ roasting = - 13.42126 + 0.34162 A - 0.51455 B - 4.70000 \times 10^{-3} AB - 8.60345 \times 10^{-4} A^2 + 0.040228 \times B^2 \quad (8)$$



شکل 4- اثر متقابل دما و زمان برشته کردن به دو روش آون و مادون قرمز بر سفتی دانه سویا

دما و زمان در هر دو روش در سطح 0/05 معنی‌دار بود. به‌طور کلی، در تغییر رنگ دانه‌های سویا در تغییر رنگ کل به میزان زیادی وابسته به فاکتور روشنایی (L^*) است زیرا بیشترین تغییرات در این فاکتور دیده می‌شود؛ لذا فاکتوری با بیشترین میزان L^* ، بیشترین میزان ΔE

خصوصیات رنگی دانه‌های سویا

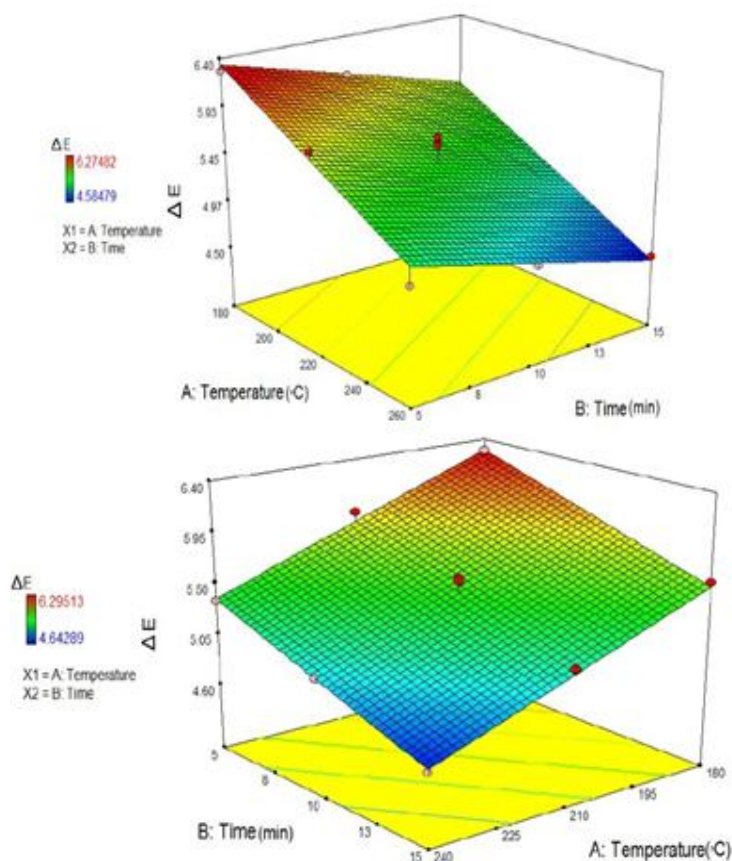
اثر دما و زمان فرایند برشته کردن به دو روش آون و مادون قرمز در شکل 5 و جدول 3 نشان داده شده است. دما و زمان فرایند برشته کردن در هر دو روش با تغییر رنگ کل (ΔE) رابطه خطی داشت. اثر

شاخص عدم برازش برای هر دو مدل غیر معنی دار ($p > 0/05$) بود و ضریب R^2 برای روش برشته کردن با آون و مادون قرمز به ترتیب برابر 0/9132 و 0/9645 گزارش شد. در برشته کردن بادام زمینی نیز با افزایش زمان و دمای خشک کردن، محصول تیره تر و مقدار فاکتور روشنایی کمتر شد (Smith et al., 2014). چنین گزارشی در خصوص برشته کردن فندق به روش مایکروویو- مادون قرمز هم گزارش شده است (Uysal et al., 2009).

را دارد. با افزایش دما و زمان برشته کردن، واکنش‌هایی از قبیل قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی و کاراملیزه شدن شدت می‌یابند که موجب تیره تر شدن محصول و در نتیجه کاهش میزان L^* و به تبع آن کاهش میزان ΔE می‌گردند.

$$Y5_{\text{Oven roasting}} = + 9.20975 - 0.014108 A - 0.066138 B \quad (9)$$

$$Y5_{\text{Infrared roasting}} = + 9.45093 - 0.015546 A - 0.069984 B \quad (10)$$



شکل 5- اثر متقابل دما و زمان برشته کردن به روش آون و مادون قرمز بر تغییرات رنگی دانه سویا

فشردن، و در مقابل بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل و تغییر رنگ کل به عنوان فاکتورهای بهینه تعیین شدند. فاکتور رنگ از طریف پرسش نامه و نظرسنجی تعیین شد و محدوده‌های روشن تر مورد پسند واقع شدند. در جدول 4 دما و زمان بهینه جهت فرایند

بهینه‌سازی شرایط فرایند

به منظور بهینه‌سازی شرایط برشته کردن دانه‌های سویا به روش آون و مادون قرمز، فاکتورهای ورودی در دامنه تعیین شده و پاسخ‌ها در بهترین و مطلوب‌ترین حالت در نظر گرفته شدند. به این صورت که کمترین مقدار محتوای رطوبتی و بیشینه نیروی لازم جهت

برشته کردن دانه‌های سویا به دو روش آون و مادون قرمز گزارش شده است. مدل‌های فوق به‌خوبی توانسته‌اند اثر متغیرهای دما و زمان برشته کردن با آون و مادون قرمز را بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفی هندوانه نشان دهند.

جدول 4- مقادیر بهینه شرایط فرایند برشته کردن دانه سویا

پارامترها	برشته کردن با آون	برشته کردن با مادون قرمز
دما (°C)	223	231
زمان (دقیقه)	13	11

جدول 5- مقادیر اندازه گیری شده و پیش‌بینی شده فرایند برشته کردن سویا

پارامترها	برشته کردن با آون		برشته کردن با مادون قرمز	
	پیش‌بینی شده	اندازه گیری شده	پیش‌بینی شده	اندازه گیری شده
میزان رطوبت (درصد)	1/02	1/10	1/30	1/58
ترکیبات فنولی کل (میلی گرم اسید گالیک/گرم ماده مرطوب)	4/46	4/53	4/70	4/93
فعالیت آنتی اکسیدانی (%)	43/42	42/75	46/00	47/85
سفتی (نیوتن)	8/69	9/03	6/72	6/20
تفاوت رنگی (ΔE)	5/19	4/93	5/08	4/79

نتیجه‌گیری

برشته کردن دانه‌های سویا به روش آون و مادون قرمز منجر به تغییرات فیزیکوشیمیایی و کیفی در محصول نهایی شد. فاکتورهای بهینه دما و زمان در دو روش آون و مادون قرمز به‌ترتیب 223°C در 13 دقیقه و 231°C در 11 دقیقه محاسبه شد. برشته کردن به روش مادون قرمز منجر به افزایش رطوبت، ترکیبات فنولی کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی دانه‌های سویا در مقایسه با روش آون شد؛ اما سفتی و

تفاوت رنگی آن کمتر بود. گرچه این فرایند در مقایسه با روش آون هزینه برتر است، ولی از نظر ایجاد محصول با ویژگی‌های تغذیه‌ای بالاتر مناسب‌تر است. بنابراین، حرارت‌دهی به روش مادون قرمز می‌تواند به‌عنوان یک روش برشته کردن مناسب در مقایسه با حرارت دادن معمولی به‌منظور بالا رفتن ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات کیفی دانه سویا پیشنهاد گردد.

منابع

- فضلی عقدائی، م.، گلی، س.ا.ج.، کرامت، ج. و انصاریان، ا.، 1395. تأثیر فرایند بو دادن بر میزان ترکیبات فنولیک و خواص آنتی اکسیدانی کنجاله دو رقم پسته اهلی و وحشی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، 51، 65-74.
- AOAC. 2003. Official Methods of Analysis; Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Chung, H. S., Chung, S. K., & Youn, K. S., 2011. Effects of roasting temperature and time on bulk density, soluble solids, browning index and phenolic compounds of corn kernels. Journal of food processing and preservation, 35, 832-839.
- Demirekler, P., Sumnu, G. & Sahin, S., 2004. Optimization of bread baking in a halogen lamp-microwave combination oven by response surface methodology. European Food Research and Technology, 219, 341- 347.
- Dewanto, V., Wu, X., & Liu, R.H., 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 4959-4964.

- Fast, R.B., 1990. Manufacturing technology of ready-to-eat cereals. In *Breakfast Cereals and How They Are Made* (Fast, R.B. and Caldwell, E.F., eds). American Association of Cereal Chemists, St Pa., Minnesota, SA, pp. 15-42.
- Fellows, P.J., 2009. *Food processing technology: Principals and practice*. 3rd eds, CRC press, Boca Raton and Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, New Delhi, pp. 913.
- Hyo, G.K., Gi, W.K., Hyein, O., Se, Y.Y., Young, O.K. & Myung, S.O., 2011. Influence of roasting on the antioxidant activity of small black soybean (*Glycine max* L. Merrill). *LWT – Food Science and Technology*, 44(4), 992-998.
- Kim, H.G., Kim, G.W., Oh, H., Yoo, S.Y., Kim, Y.O., & Oh, M.S., 2011. Influence of roasting on the antioxidant activity of small black soybean (*Glycine max* L. Merrill). *LWT-Food Science and Technology*, 44, 992-998.
- Milczarek, R.R., Avena-Bustillos, R.J., Peretto, G., & Mchugh, T.H., 2014. Optimization of microwave roasting of almond (*Purnus Dulcis*). *Journal of food processing and preservation*, 38, 912-923.
- Sitthitirai, K., Ketthaisong, D., Lertrat, K., & Tangwongchai, R., 2015. Bioactive, antioxidant and enzyme activity changes in frozen, cooked, mini, super-sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata* 'Naulthong'). *Journal of Food Composition and Analysis*, 44, 1-9.
- Smith, A.L., & Barringer, S.A., 2014. Color and volatile analysis of peanuts roasted using oven and microwave technologies. *Journal of food science*, 79. 1895-1906.
- Thidarat, S., Udomsak, M., Jindawan, W., Namphung, D., Suneerat, Y., Sawan, T., & Pisamai, T., 2016. Effect of roasting on phytochemical properties of Thai soybeans. *International Food Research Journal*, 23, 606-612.
- Uysal, N., Sumnu, G., & Sahin, S., 2009. Optimization of microwave–infrared roasting of hazelnut. *Journal of Food Engineering*, 90, 255-261.
- Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K., Chacana, M., Vergara, J., Martínez-Monzó, J., García-Segovia, P., Lemus-Mondaca, R., & Di Scala, K., 2012. Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity, total phenolic content, colour, texture and microstructure of apple (var. Granny Smith) slices. *Food chemistry*, 132, 51-59.
- Yam, K.L., & Papadakis, S. E., 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering*, 61, 137-142.
- Žilić, S., Mogol, B.A., Akilloğlu, G., Serpen, A., Deliç, N., & Gökmen, V., 2014. Effects of extrusion, infrared and microwave processing on Maillard reaction products and phenolic compounds in soybean. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 45-51.

Effect of oven and infrared roasting on some physicochemical and quality properties of soybeans

F. Ghoulami¹, S. Ansari^{2*}

Received: 2018.03.26

Accepted: 2018.08.20

Introduction: Roasting is an essential process that improves the taste, color, texture and appearance of the product. The shelf-life is also extended as a result of roasting. The temperature and the duration of roasting are the most important factors that influence favorable traits. IR is a novel technique for roasting that, compared to conventional heating, has positive advantages such as shorten heating time, significant energy saving and uniform heating. This study aimed to investigate the effect of IR, compared to conventional, roasting on some physicochemical and quality properties of soybeans. Moreover, the conditions of roasting soybeans via the two mentioned methods were optimized using Response Surface Methodology (RSM).

Material and methods: Soybean seeds were collected from a commercial farm in Gorgan (North of Iran) and were dried in an oven at 40 °C for 48 hours until the moisture content became lower than 5 % w/w. For each treatment, 25 g of raw soybeans were spread in glass petri dishes and were then roasted under the conditions selected for each experiment. In conventional roasting an electrical oven with the temperature range of 180 to 260 °C and time duration of 5 to 15 min was used. IR roasting was performed using an IR-warm air apparatus with a constant power of 1300 W at the air temperature of 180-240 °C for 5-15 min. After the temperature equilibrium was reached, the samples were packed in polyethylene bags and were kept at 4 °C until further analysis. For each roasting method, a central composite design consisted of two variables of time and temperature (each in three levels) and a total of 13 experiments were applied. Response surface analysis was performed using Design-Expert software. The moisture content of samples was determined by drying the samples in a drying oven at 105 °C until a constant weight was reached. The total phenol content was measured quantitatively by the Folin-Ciocalteu colorimetric method based on the reaction of reagents with the active hydroxyl groups of phenolic compounds. The radical scavenging activity of the samples was determined by the DPPH radical. The force needed to break the roasted seeds was evaluated using a texture analyzer equipped with a load cell of 25 Kg. The color of samples was evaluated in a special box under controlled conditions (in terms of light intensity and camera position) using a digital camera and the color parameters (L*, a* and b*) and the color change (ΔE) were determined.

Results and Discussion: According to the results, the second- and first-order models were suggested for the study of time and temperature effects on moisture reduction that were both significant ($p < 0.05$). In two methods, total phenolic content and antioxidant activity models were significantly ($p < 0.05$) second-order. With increasing time and temperature, these above values increased. Hardness and color differences of oven roasting were both first-order but only color differences were first-order for infrared roasting. Effects of two parameters were significant in all models. Optimum conditions for soybeans roasting sing oven and infrared were 223°C – 13 min and 231°C – 11 min, respectively. In optimum condition, experimental data for the moisture content, total phenolic content, antioxidant activity, hardness and color differences were: (1.10, 4.53, 42.75, 9.03, and 4.93) , (1.58, 4.93, 47.85, 6.20, and 4.79) respectively. Based on above results, infrared can be introduced as a replacement of conventional oven method for the roasting of soybeans.

Keywords: Soybeans, Roasting, Infrared, Oven, Physicochemical properties

1 and 2. M.Sc. Graduated student and Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Branch of Kazerun, Kazerun.

(*Corresponding Author Email: ansari.fse@gmail.com)

تأثیر بسته‌بندی در پوشش‌های مختلف پلیمری روی برخی شاخص‌های کیفی و کمی پسته

خشک رقم احمدآقایی طی دوره انبارمانی

مریم هاشمی¹ - عبدالمجید میرزاعلیان دستجردی^{2*} - احمد شاکر اردکانی³ - سید حسین میردهقان⁴

تاریخ دریافت: 1397/02/23

تاریخ پذیرش: 1397/07/07

چکیده

پسته از محصولات مهم خشکباری و بومی ایران است که به‌خاطر کیفیت عالی از اهمیت اقتصادی و صادراتی ویژه‌ای برخوردار است. در این مطالعه، تأثیر فیلم‌های بسته‌بندی انعطاف‌پذیر روی برخی پارامترهای کیفی پسته خشک طی انبارمانی در دمای 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد و رطوبت 60-65 درصد به مدت 12 ماه مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های 200 گرمی پسته در شش نوع فیلم شامل پلیاستیک تک لایه با جنس پلی‌اتیلن (PE)، پلیاستیک دو لایه با ترکیب پلی‌آمید متالایز شده و پلی‌اتیلن اکسترودر (PA-ONM/PE ex)، پلیاستیک سه لایه با ترکیب پلی‌استر، پلی‌اورتان و پلی‌اتیلن (PES/PU/PE)، پلیاستیک سه لایه با ترکیب پلی‌پروپیلن کست، پلی‌اورتان و پلی‌استر (CPP/PU/PES)، پلیاستیک هفت لایه با ترکیب پلی‌اتیلن، دو لایه اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکسترودر، پلی‌آمید و پلی‌اتیلن (PA/EVOH/Tie/Tie/PE)، پلیاستیک هفت لایه با ترکیب پلی‌اتیلن، دو لایه اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکسترودر، پلی‌آمید و پلی‌اتیلن اکسترودر (PE/EVOH/EVOH/Tie/Tie/PA/PE ex) بسته‌بندی شدند و تیمار بدون پوشش به‌عنوان شاهد بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1.3 و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد پوشش پلیمری دو و هفت لایه در مقایسه با شاهد افت وزن، میزان اسید چرب آزاد و پراکسید کمتری طی دوره انبارمانی نشان دادند. همچنین نمونه‌های بسته‌بندی شده در این دو پوشش به‌ترتیب با مقدار 8/952 و 8/953 درصد دارای بالاترین میزان کربوهیدرات و نیز بالاترین نمره‌دهی برای پارامترهای ارزیابی حسی در پایان دوره انباری بودند. پس از یک سال نگهداری، میزان سفتی مغز نمونه‌های موجود در پوشش‌های دو و هفت لایه (با میانگین 2/792 و 2/659 کیلوگرم نیرو) نیز تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با شاهد (3/211 کیلوگرم نیرو) نشان دادند. در مجموع استفاده از پوشش‌های پلیمری دو و هفت لایه تأثیر معنی‌داری در حفظ کیفیت ظاهری و غذایی پسته، نسبت به شاهد و سایر پوشش‌های پلیمری طی دور انباری 12 ماهه داشتند.

واژه‌های کلیدی: بسته‌بندی، پسته احمد آقایی، پوشش پلیمری، دوره انبارمانی، کیفیت.

مقدمه

(Kucukoner et al, 2003). از جنبه‌های مهم در رابطه با خشکبارها، پایداری آن‌ها در برابر تغییرات فیزیکی، شیمیایی و همچنین میکروبیولوژیکی در طول انبارمانی می‌باشد (Worang et al, 2008). تأثیر عوامل مختلف مثل رطوبت نسبی، دی‌اکسیدکربن، خلاء، فیلم‌های پلاستیکی و غیره روی انبارمانی پسته گزارش شده است (Javanshah et al, 2007; Maskan et al, 1999; Raei et al, 2010). در تحقیقی مشاهده شد سرعت اکسیداسیون و هیدرولیز چربی‌های پسته طی دوره انباری در شرایط محیطی بالاتر بود و نگهداری در رطوبت نسبی کم و تحت دی‌اکسیدکربن در کاهش سرعت اکسیداسیون و هیدرولیز چربی و حفظ کیفیت پسته خشک موثر بود (Maskan et al, 1999).

پسته یک خشکبار با ارزش غذایی بالا و مغز آن غنی از اسیدهای چرب غیراشباع است، بنابراین اسیدهای چرب غیراشباع آن می‌توانند متحمل اکسیداسیون شوند و در نتیجه طعم و مزه محصول تغییر یابد

1 و 2- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس.

3- استادیار، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

4- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

(* - نویسنده مسئول: Email: majiddastjerdy@gmail.com)

DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.72670

همچنین مواد مورد استفاده شامل آن-هگزان، استیک اسید، کلروفرم، اتانول، یدور پتاسیم، تیوسولفات سدیم، چسب نشاسته، فنل فتالین، هیدروکسید سدیم (مرک آلمان) بودند.

آماده کردن نمونه‌ها

بعد از درجه‌بندی و جدا کردن پسته‌های سالم و عاری از ناهنجاری‌های فیزیولوژیک، مقدار 200 گرم پسته در بسته‌بندی‌های پلاستیکی با جنس‌های مختلف ریخته و سپس با دوش حرارتی، درب آن دوخته شد. در نهایت بسته‌ها در دمای 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 60-65 درصد قرار داده شدند. پوشش‌های پلیمری استفاده شده شامل بدون پوشش (شاهد)، پلاستیک تک لایه با جنس پلی‌اتیلن¹ (PE)، پلاستیک دو لایه با ترکیب پلی‌آمید متالایز شده و پلی‌اتیلن اکسترودر² (PA-ONM/ PE ex)، پلاستیک سه لایه با ترکیب پلی‌استر، پلی‌اورتان و پلی‌اتیلن³ (PE/ PU/ PE)، پلاستیک سه لایه با ترکیب پلی‌پروپیلن کست، پلی‌اورتان و پلی‌استر⁴ (CPP/ PU/ PE)، پلاستیک پنج لایه با ترکیب پلی‌آمید، اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن و پلی‌اتیلن⁵ (PA/ EVOH/ Tie/ Tie/ PE)، پلاستیک هفت لایه با ترکیب پلی‌اتیلن، دو لایه اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن، پلی‌آمید و پلی‌اتیلن اکسترودر⁶ (PE/ EVOH/ EVOH/ Tie/ Tie/ PA/ PE ex) بودند. اندازه‌گیری صفات مورد نظر قبل از اعمال تیمارها و در ماه‌های 2، 4، 6، 8، 10 و 12 دوره انباری بود. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با آرایش فاکتوریل با سه تکرار اجرا شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1.3 و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام گرفت و رسم نمودارها نیز به وسیله نرم‌افزار اکسل صورت پذیرفت.

دلایل متعددی برای بسته‌بندی بسته به ویژگی‌های محصول که شامل حفاظت فیزیکی محصول، جلوگیری از فساد محصول، جذب مشتری، جلوگیری از آلودگی به آفاتوکسین و اطمینان از یک محصول با کیفیت بالا و سالم برای مصرف کننده وجود دارد (Sudha et al., 2013). بسته‌بندی‌های پلاستیکی بیشترین استفاده را از اواسط قرن بیستم به بعد داشته است که دلایل آن قیمت پایین، سهولت در استفاده، ویژگی‌های فرآوری مناسب، زیبایی و همچنین خواص فیزیکی-شیمیایی منحصر به فرد آنها می‌باشد (Rhim et al., 2013). بسته‌بندی با فیلم‌های پلاستیکی دارای نفوذپذیری کم، در محصول خشک که حاوی رطوبت کمتر از هفت درصد باشد می‌تواند روش مناسبی برای حفظ کیفیت محصول باشد. استفاده از مواد با نفوذپذیری کم در تولید و طراحی فیلم‌های انعطاف‌پذیر، می‌تواند مواد غذایی را در برابر آب و اکسیژن طی انبارمانی محافظت کنند (Piringer, 2000). نفوذپذیری به رطوبت در ظروف بسته‌بندی باید به گونه‌ای باشد که محصول برای مدت چند ماه قابلیت نگهداری داشته باشد (Belitz et al., 2004). بسته‌بندی پسته با فیلم‌های پلاستیکی هشت لایه در شرایط خلاء اثرات مؤثری در مقاومت در برابر اکسیژن و رطوبت داشت و همچنین مانع رشد قارچ تولید کننده آفاتوکسین در شرایط رطوبت بالای انبار طی شش ماه نگهداری شده بود (Javanshah et al., 2007). از سوی دیگر بسته‌بندی پسته با فیلم‌های پنج لایه متالایز شده تحت شرایط خلاء در حفظ کیفیت پسته طی دوره انباری مؤثر بود (Raei et al., 2010). اثر انواع مختلف جنس‌های پلاستیک شامل پلی‌وینیل کلراید، پلی‌اتیلن ترفتالات، ترکیب پلی‌آمید-پلی‌اتیلن با چگالی کم و ترکیب پلی‌پروپیلن-پلی‌آمید روی پسته خشک طی نگهداری در دمای محیط و رطوبت نسبی 85 تا 95 درصد نشان داد که همه جنس‌های بسته‌بندی جذب رطوبت و تولید آفاتوکسین را به تأخیر انداخته است (Shakerardekani et al., 2013).

با توجه به ارزش غذایی بالای پسته و اهمیت آن از نظر صادرات، تحقیق در جهت بهبود انبارمانی و داشتن یک محصول سالم و با کیفیت لازم می‌باشد. بنابراین در این پژوهش نقش پوشش‌های پلاستیکی با جنس‌ها و تعداد لایه‌های مختلف روی ماندگاری و حفظ ارزش تغذیه‌ای پسته خشک بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پسته خشک رقم احمدآقایی از درختان پسته موجود در ایستگاه شماره دو پژوهشگاه پسته کشور واقع در رفسنجان تهیه شد.

- 1 Polyethylene
- 2 Metallized Polyamide and Extruded Polyethylene
- 3 Polyester, Polyurethane and Polyethylene
- 4 Cast Polypropylene, Polyurethane and Polyester
- 5 Polyamide, Ethylene Vinyl Alcohol, Polymer extrusion, extrusion Polymer, Polyethylene
- 6 Polyethylene, Ethylene Vinyl Alcohol, Ethylene Vinyl Alcohol, Extrusion Polymer, Extrusion Polymer, Polyamide and Extruded Polyethylene

اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی پسته

کاهش وزن

جهت اندازه‌گیری کاهش وزن، پسته‌های بسته‌بندی شده را در ابتدا و انتهای مدت زمان مشخص توزین و با استفاده از رابطه زیر درصد کاهش وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد.

$$(1) \quad 100 \times (\text{وزن اولیه}) / (\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}) = \text{درصد کاهش وزن}$$

سفتی مغز

برای اندازه‌گیری سفتی مغز پسته (بر حسب کیلوگرم نیرو) پروب را به دستگاه پنترومتر (FG-5020، تایوان) متصل کرده و مغز پسته را به‌صورت افقی قرار داده و سپس به اندازه‌ای توسط اهرم دستگاه فشار وارد شد که برش عرضی از وسط مغز ایجاد شود این آزمایش در 10 تکرار انجام شده و میانگین عدد به‌دست آمده به‌عنوان سفتی مغز ثبت گردید (Shakerardekani et al., 2011).

اندازه‌گیری شاخص پراکسید

برای اندازه‌گیری شاخص پراکسید پنج گرم از چربی (جهت استخراج چربی پسته، از حلال ان-هگزان برای استخراج روغن از مغز و از دستگاه روتاری برای جدا کردن روغن و حلال از یکدیگر استفاده شد). مغز پسته در ارنل مایر 250 میلی‌لیتری وزن گردید. سپس 30 میلی‌لیتر حلال پراکسید (مخلوط اسید استیک و کلروفرم به نسبت سه به دو) اضافه و مخلوط به‌خوبی همزده شد. بعد از پنج دقیقه نیم میلی‌لیتر محلول یدور پتاسیم اشباع به آن اضافه کردیم. مخلوط به مدت یک دقیقه در جای تاریک قرار گرفت و هر از گاهی به‌هم زده شد. در مرحله بعد 30 میلی‌لیتر آب مقطر به محلول اضافه و با تیوسولفات سدیم 0/1 نرمال تا از بین رفتن رنگ زرد، محلول تیترو گردید سپس نیم میلی‌لیتر چسب نشاسته یک درصد به مخلوط اضافه و تیتراسیون تا از بین رفتن رنگ بنفش با تیوسولفات سدیم 0/1 نرمال انجام شد. در طول تیتراسیون مخلوط به‌طور مداوم و با شدت تکان داده شد و عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم توسط فرمول زیر محاسبه شد (Wrolstad et al., 2001).

$$(2) \quad (\text{وزن نمونه}) / 1000 \times \text{نرمالیه تیوسولفات سدیم} \times (\text{مقدار مصرفی تیوسولفات برای بلانک} - \text{مقدار مصرفی تیوسولفات سدیم برای نمونه}) = \text{عدد پراکسید}$$

اندازه‌گیری اسید چرب آزاد

برای اندازه‌گیری اسید چرب آزاد 3/5 گرم از چربی (جهت استخراج چربی پسته، از حلال ان-هگزان برای استخراج روغن از مغز و از دستگاه روتاری برای جدا کردن روغن و حلال از یکدیگر استفاده شد). نمونه مورد نظر را (بر حسب درصد وزنی اسیداولئیک موجود در آن) در 100 سی‌سی الکل اتیلیک 95 درصد خنثی (60 تا 65 درجه گرم شده) حل شد و سپس یک میلی‌لیتر شناساگر فنل‌فتالین یک درصد به آن اضافه و مخلوط به‌خوبی همزده شد و با محلول هیدروکسید سدیم (NaOH) یک نرمال تا ظهور رنگ صورتی پایدار تیترو گردید و در نهایت از روی وزن نمونه و نتایج حاصل از تیتراسیون توسط فرمول زیر اسید چرب آزاد بر حسب میلی‌گرم اسید اولئیک در 100 گرم روغن محاسبه گردید (Wrolstad et al., 2001).

$$(3) \quad 100 \times (28/2) \times \text{نرمالیه هیدروکسید سدیم} \times \text{مقدار مصرفی هیدروکسید سدیم} / \text{وزن نمونه} = \text{اسید چرب آزاد}$$

اندازه‌گیری قندهای محلول با استفاده از معرف آنترون

مقدار 0/5 گرم خاکستر پسته (مغزی که روغن آن گرفته شده است) در 5 میلی‌لیتر اتانول 95 درصد ساییده شد و قسمت بالایی محلول جدا گردید. عمل استخراج دو بار دیگر و هر بار با 5 میلی‌لیتر اتانول 70 درصد تکرار شد. سپس محلول در سانتیفریوژ با دور $1372 \times g$ به مدت 20 دقیقه قرار داده شد. 0/1 میلی‌لیتر (100 میکرولیتر) عصاره الکلی سانتیفریوژ شده در یک لوله آزمایش ریخته و 3 میلی‌لیتر معرف آنترون تازه تهیه (0/15 گرم آنترون در 100 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 72 درصد حل گردید) به آن اضافه گردید. این محلول پس از مخلوط شدن به مدت ده دقیقه در بن‌ماری با دمای 90 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا واکنش رنگی انجام شود. سپس بعد از سرد شدن، جذب نمونه‌ها در طول موج 625 نانومتر خوانده و سپس برای محاسبه مقدار قندهای محلول از فرمول زیر استفاده شد (Masoudi-Sadaghiani et al., 2013).

$$(4) \quad 100 \times (0/5) \times \text{وزن نمونه} / 15 \times \text{حجم عصاره} \times (\text{OD}625/1000) = \text{کربوهیدرات نهایی (درصد)}$$

$$\text{OD} = \text{طول موج قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 625}$$

ارزیابی حسی

به منظور ارزیابی حسی به پارامترهای تغییرات رنگ پوسته استخوانی، میزان سبز بودن مغز، سفتی یا سختی مغز، شیرینی مغز، تلخی مغز، تندی چربی، عطر و بوی نامطلوب و ظاهر کلی در طی نگهداری پسته از روش نمره دادن صفر تا 15 و آزمون طعم و مزه استفاده شد. همچنین نظرخواهی از هشت پانلیست زن آموزش دیده صورت گرفت (Meilgaard et al., 1999).

نتایج و بحث

کاهش وزن

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های مربوط به کاهش وزن در جدول 1 حاکی از آن است که در تیمار شاهد طی شش ماه اول و در پوشش تک لایه پلی‌اتیلن طی چهار ماه اول انبارمانی جذب رطوبت صورت گرفته و وزن افزایش یافته است.

جدول 1- اثرات جنس‌های مختلف بسته پلیمری و دوره انبارمانی روی کاهش وزن (درصد) پسته‌های خشک نگهداری شده در دمای 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد

زمان انبارمانی (ماه)						فیلم‌های بسته‌بندی
12	10	8	6	4	2	
-0/68±0/09bc	-0/56±0/56b-e	-1/23±0/1a	+0/35±0/04rq	+0/47±0/07rs	+0/65 ±0/08 s	†بسته‌بندی (شاهد)
-0/73±0/1b	-0/66±0/04b-d	-0/47±0/05d-g	-0/17±0/07i-o	+0/03±0/03op	+0/18 ±0/05 pq	تک‌لایه
-0/35±0/01e-k	-0/27±0/01g-l	-0/15±0/07j-o	-0/04±0/06m-o	-0/01±0/18n-p	-0/01 ±0/04 n-p	دولایه
-0/41±0/07e-h	-0/3±0/01f-k	-0/17±0/09i-o	-0/03±0/03m-o	-0/02±0/07m-p	-0/01 ±0/01n-p	سه‌لایه (a)
-0/37±0/09e-i	-0/29±0/02f-k	-0/24±0/05h-m	-0/06±0/11l-o	-0/04±0/01m-o	-0/14 ±0/03 k-o	سه‌لایه (b)
-0/49±0/03c-f	-0/39±0/05e-i	-0/24±0/03h-m	-0/07±0/02l-o	-0/04±0/01m-o	-0/01 ±0/01n-p	پنج‌لایه
-0/37±0/03e-j	-0/26±0/03h-n	-0/17±0/007i-o	-0/01±0/06n-p	0±0/02op	0 ±0/01op	هفت‌لایه

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

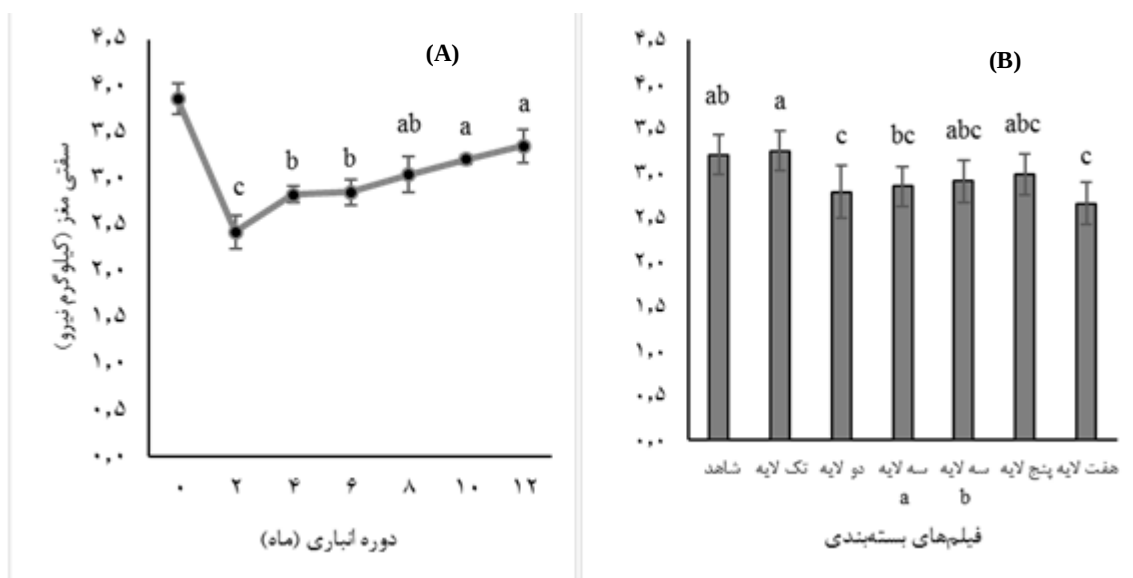
†شاهد: بدون پوشش / تک‌لایه: جنس پلی‌اتیلن / دولایه: پلی‌آمید متالایز شده و پلی‌اتیلن اکسترودر / سه‌لایه (a): پلی‌استر، پلی‌اورتان و پلی‌اتیلن / سه‌لایه (b): پلی‌پروپیلن کست، پلی‌اورتان و پلی‌استر / پنج‌لایه: پلی‌آمید، اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن و پلی‌اتیلن / هفت‌لایه: پلی‌اتیلن، دو لایه اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن، پلی‌آمید و پلی‌اتیلن اکسترودر

اصلی بسته‌بندی، کاهش سرعت تنفس و آب از دست دهی محصول به‌وسیله کاهش تعرق و تغییر جو داخل بسته است که متابولیسم میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Ben-Yehoshua, 1985). پوشش‌های پلاستیکی با ایجاد یک میکرو اتمسفر اشباع شده در اطراف میوه نقش مهمی در جلوگیری از کاهش وزن بازی می‌کنند (Gonzalez et al., 1999). کاربرد بسته‌های پلیمری پلی‌اتیلن در جلوگیری از کاهش وزن گلابی (Kaur et al., 2013)، همچنین پوشش‌های پلیمری در جلوگیری از کاهش وزن میوه هلو (Mahajan et al., 2015)، پاپایا (Singh et al., 2005)، خیار (Homin et al., 1999) و فلفل (Mahajan et al., 2012) مؤثر بودند. این کاهش افت رطوبت به محدود شدن تنفس میوه‌های درون بسته‌بندی در اثر پوشش پلیمری نسبت داده شد (Mahajan et al., 2015).

در ماه هشتم دوره انباری تیمار بدون پوشش (شاهد) ($1/32$ درصد) و تک‌لایه پلی‌اتیلن ($0/47$ درصد) بالاترین و پوشش دولایه ($0/15$ درصد) و هفت لایه ($0/17$ درصد) کمترین کاهش وزن را نشان دادند. در ماه دهم و دوازدهم انباری طبق نتایج مقایسه میانگین در جدول 1 پوشش‌های دولایه، سه لایه PES/ Pu/ PE و سه لایه CPP/ Pu/ PEs و هفت لایه به طور معنی‌داری کاهش وزن کمتری در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها نشان دادند. همچنین در پایان آزمایش (ماه دوازدهم) پسته‌های بسته‌بندی شده با پوشش هفت لایه و دولایه به ترتیب با مقدار $0/37$ و $0/35$ درصد کمترین کاهش وزن را در مقایسه با بقیه جنس‌های پوشش‌های پلیمری نشان دادند. تفاوت کاهش وزن نمونه‌ها در پوشش‌های پلیمری مختلف در این مطالعه احتمالاً به دلیل تفاوت در جنس پوشش‌ها می‌باشد. عملکرد

سفتی مغز

اثر دوره انباری (ماه) روی میزان سفتی مغز پسته نشان داد سفتی مغز در روز صفر بیشتر بود و در ماه دوم سفتی نمونه‌ها کاهش یافت (شکل A 1). از ماه دوم به بعد میزان سفتی پسته‌ها شروع به افزایش کرد و همانگونه که در شکل یک A مشاهده می‌شود در ماه‌های دهم و دوازدهم انبارمانی سفتی مغزها به‌طور معنی‌داری نسبت به بقیه زمان‌ها افزایش داشت و ممکن است این افزایش سفتی مغز به دلیل از دست دادن وزن نمونه (رطوبت) طی دوره انباری باشد. همچنین اثرات جنس‌های مختلف پوشش‌های پلیمری روی سفتی مغز پسته بیان کرد (شکل B 1) که جنس پوشش دولایه و هفت لایه به ترتیب



شکل 1- اثرات ماه‌های انبارمانی (A) و پوشش‌های پلیمری (B) روی سفتی مغز پسته‌های خشک نگهداری شده در دمای 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

شاهد: بدون پوشش / تک لایه: جنس پلی‌اتیلن / دو لایه: پلی‌آمید متالایز شده و پلی‌اتیلن اکسترودر / سه لایه (a): پلی‌استر، پلی‌اورتان و پلی‌اتیلن / سه لایه (b): پلی‌پروپیلن کست، پلی‌اورتان و پلی‌استر / پنج لایه: پلی‌آمید، اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن و پلی‌اتیلن / هفت لایه: پلی‌اتیلن، دو لایه اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن، پلی‌آمید و پلی‌اتیلن اکسترودر.

شاهد و جنس‌های دیگر داشت به‌طوریکه در ماه‌های دهم و دوازدهم دوره انباری، نمونه‌های بسته‌بندی شده در پوشش‌های دولایه (1/6) میلی‌کی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن) و هفت لایه (1/93 میلی‌کی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن) در مقایسه با شاهد (10/4

عدد پراکسید و اسید چرب آزاد

طبق جدول 2 با گذشت زمان انبارمانی میزان عدد پراکسید در شاهد و جنس‌های مختلف پوشش‌های بسته‌بندی افزایش یافت ولی این افزایش در بسته‌بندی با جنس دولایه و هفت لایه شیب کندتر از

میلی‌اکی والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن) و سایر پوشش‌ها به‌طور معنی‌داری عدد پراکسید کمتری داشتند.

جدول 2- اثرات برهمکنش جنس‌های مختلف پوشش پلیمری و دوره انبارمانی روی پراکسید (میلی‌اکی والانت اکسیژن در کیلوگرم روغن) پسته‌های خشک نگهداری شده در دمای 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد

فیلیم‌های بسته‌بندی	زمان انبارمانی (ماه)						
	0	2	4	6	8	10	12
بدون بسته‌بندی (شاهد)	0/2±0/02	0/93 ±0/05h-j	1/7±0/48f-j	4/8±0/34b-d	6/2 ±0/94b	10/1±0/51a	10/4±0/54a
تک‌لایه	0/2±0/02	0/86±0/05h-j	2±0/09e-j	2/4±0/47e-j	3/26±0/76c-h	5/26±0/28bc	5/4±0/39bc
دو لایه	0/2±0/02	0/26±0/02j	1/26±0/21f-j	1/33±0/46f-j	1/2±0/09g-j	1/4±0/18f-j	1/6±0/28f-j
سه لایه (a)	0/2±0/02	0/66±0/19ij	0/73±0/21ij	2/8±0/49d-i	3/53±0/89c-f	5/6±0/49bc	5/4±0/28bc
سه لایه (b)	0/2±0/02	0/86±0/28h-j	1/2±0/09g-j	2/46±0/68e-j	2/66±0/65d-j	3/26±0/51c-h	4/2±0/98b-e
پنج لایه	0/2±0/02	0/86±0/28h-j	1/13±0/21g-j	1/4±0/49f-j	3/66±0/96c-f	4/26±0/35b-e	6/26±0/054b
هفت لایه	0/2±0/02	0/6±0ij	0/73±0/1ij	1/2±0/16g-j	1/13±0/28g-j	1/26±0/21f-j	1/93±0/39e-j

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

†شاهد: بدون پوشش/ تک‌لایه: جنس پلی‌اتیلن/ دو لایه: پلی‌آمید متالایز شده و پلی‌اتیلن اکسترودر/ سه لایه (a): پلی‌استر، پلی‌اورتان و پلی‌اتیلن/ سه لایه (b): پلی‌پروپیلن کست، پلی‌اورتان و پلی‌استر/ پنج لایه: پلی‌آمید، اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن و پلی‌اتیلن/ هفت لایه: پلی‌اتیلن، دو لایه اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن، پلی‌آمید و پلی‌اتیلن اکسترودر

و اسیدهای چرب آزاد تولید می‌کند و این اسیدهای چرب آزاد شده می‌توانند سوبسترای واکنش‌های اکسیداسیون چربی واقع شوند (Koyuncu et al., 2005). در پژوهش حاضر اسید چرب آزاد نمونه‌های پسته در همه انواع بسته‌بندی و در تمام طول مدت دوره انباری افزایش یافت که افزایش خطی در شاخص اسید چرب آزاد طی دوره انباری در این پژوهش نشان‌دهنده تشکیل اسید چرب آزاد است. چنین واکنشی مرتبط با حضور آنزیم‌های هیدرولیز لیپیدها به‌وسیله لیپاز، فسفولیپاز و پراکسیداز در بافت دانه‌ها یا محصولات است (Alencar et al., 2010). در پژوهشی دیگر نیز گزارش شد که اسیدچرب آزاد پسته با افزایش دما، زمان انبارمانی و غلظت اکسیژن افزایش می‌یابد (Sedaghat, 2010). در پژوهش حاضر نیز احتمال دارد دو فیلم بسته‌بندی دو و هفت لایه به دلیل نفوذناپذیری کمتر در مقابل اکسیژن و رطوبت در مقایسه با سایر جنس‌های پوشش، اسید چرب آزاد کمتری نشان دادند. استفاده از پوشش‌های پلیمری به‌طور معنی‌داری میزان پراکسید و اسیدهای چرب آزاد را در مغز بادام نسبت به شاهد کاهش داد (Ziaolhagh, 2013).

با گذشت دوره انباری افزایش اسیدچرب آزاد مشاهده شد با توجه به این‌که مقدار این شاخص کیفی بیانگر درجه هیدرولیز و درجه اکسایش چربی است، در بررسی میانگین اسید چرب آزاد، بیشترین مقدار آن در پایان دوره انباری (ماه 12) به‌ترتیب در بسته‌بندی تک لایه با جنس پلی‌اتیلن ($1/54$) میلی‌گرم اولئیک‌اسید در 100 گرم روغن)، تیمار بدون پوشش (شاهد) ($1/22$) میلی‌گرم اولئیک‌اسید در 100 گرم روغن) و تیمار بسته‌بندی سه لایه با جنس CPP/ PU/ PEs ($1/08$) میلی‌گرم اولئیک‌اسید در 100 گرم روغن) در مقایسه با بقیه جنس‌های بسته‌بندی مشاهده شد (جدول 3).

مهمترین واکنش تخریبی که در طول دوره انبارمانی منجر به کاهش کیفیت محصول می‌شود، مکانیسم اکسایش رادیکالی و تشکیل هیدروپراکسیدها می‌باشد (Maskan et al., 1999) و دلیل اصلی تندی مغز در بسته‌بندی خشک‌بارها، دوخت نامناسب بسته‌ها و نفوذ اکسیژن به داخل بسته‌بندی می‌باشد (Goode et al., 1995). میزان اسیدهای چرب آزاد یکی از فاکتورهای کیفی پسته می‌باشد (Raei et al., 2013). افزایش اسید چرب آزاد بیانگر پدیده هیدرولیز در روغن پسته است. آنزیم لیپاز، اسیدهای چرب را از چربی جدا کرده

جدول 3- اثرات برهمکنش جنس‌های مختلف پوشش پلیمری و دوره انبارمانی روی اسید چرب آزاد (میلی گرم اسید اولئیک در 100 گرم روغن) پسته‌های خشک نگهداری شده در دمای 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد
زمان انبارمانی (ماه)

فیلم‌های بسته‌بندی	0	2	4	6	8	10	12
بسته‌بندی (شاهد)	0/09±0/02	0/5±0/08 e-g	0/57±0/07 e-g	0/69±0/04 d-f	0/95±0/1 b-d	1/17±0/12 bc	1/22±0/09 b
تک‌لایه	0/09±0/02	0/39±0/05 f-h	0/44±0/03 f-h	0/83±0/07 c-e	0/7±0/05 d-f	1/1±0/04 bc	1/54±0/1 a
دولایه	0/09±0/02	0/09±0/04 h	0/24±0/01 gh	0/33±0/06 f-h	0/38±0/07 f-h	0/42±0/1 f-h	0/46±0/01 e-h
سه‌لایه (a)	0/09±0/02	0/32±0/01 f-h	0/32±0/07 f-h	0/36±0/03 f-h	0/41±0/09 f-h	0/48±0/01 e-h	0/55±0/07 e-g
سه‌لایه (b)	0/09±0/02	0/18±0/03 gh	0/4±0/01 f-h	0/48±0/11 e-h	0/53±0/05 e-g	0/55±0/02 e-g	1/08±0/09 bc
پنج‌لایه	0/09±0/02	0/32±0/01 f-h	0/4±0/01 f-h	0/5±0/02 e-g	0/56±0/03 e-g	0/57±0/05 e-g	0/68±0/03 d-f
هفت‌لایه	0/09±0/02	0/24±0/01 gh	0/25±0/02 gh	0/36±0/06 f-h	0/5±0/007 e-g	0/52±0/03 e-g	0/51±0/03 e-g

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

†شاهد: بدون پوشش / تک‌لایه: جنس پلی‌اتیلن / دولایه: پلی‌آمید متالایز شده و پلی‌اتیلن اکستروژن / سه‌لایه (a): پلی‌استر، پلی‌اورتان و پلی‌اتیلن / سه‌لایه (b): پلی‌پروپیلن کست، پلی‌اورتان و پلی‌استر / پنج‌لایه: پلی‌آمید، اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن و پلی‌اتیلن / هفت‌لایه: پلی‌اتیلن، دو لایه اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن، پلی‌آمید و پلی‌اتیلن اکستروژن

قوطلی‌های فلزی برای بسته‌بندی پسته خشک به‌همراه دماهای مختلف (20 و 40 درجه‌سانتی‌گراد) روی ماندگاری پسته نشان داد که افزایش دما و مدت ذخیره‌سازی موجب کاهش کیفیت پسته می‌شود و همچنین پاکت‌های 2 لایه نقش موثرتری، نسبت به سایر بسته‌بندی‌ها، در جلوگیری از نفوذ اکسیژن و حفظ کیفیت چربی پسته داشت (Raei and Jafari, 2011). طبق نتایج گزارشات احتمال دارد بیشتر بودن عدد پراکسید در پسته‌های بدون بسته‌بندی یا بسته‌بندی‌های دیگر در این پژوهش به حضور اکسیژن در بسته مربوط شود که منجر به تشدید اکسیداسیون چربی و آزاد شدن هیدروپراکسیدها می‌شود.

قندهای محلول

همانگونه در جدول 4 آورده شده در پایان دوره انباری (ماه دوازدهم) اختلاف معنی‌داری بین شاهد و پوشش‌های پلیمری مختلف از نظر میزان قندهای محلول مشاهده نشد ولی پوشش‌های با جنس هفت لایه (8/95) و دو لایه (8/95) نسبت به شاهد (8/83) و سایر تیمارها قند محلول بیشتری در مغز نشان دادند. کاهش قندهای محلول در طی انبارداری ممکن است ناشی از فعالیت تنفسی باشد (Kader et al., 1982). از طرف دیگر، در اثر فرایند تنفس مواد ذخیره‌ای درون بافت‌های انبار شده مورد سوخت و ساز قرار می‌گیرد تا

جنس بسته‌بندی پلی‌اتیلن با چگالی کم / اتیلن‌وینیل‌الکل / پلی‌اتیلن با چگالی بالا¹ (LDPE/ EVOH/ LDPE) به دلیل عدم جذب اکسیژن و نیتروژن باعث کاهش میزان پراکسید در بادام شد (Mexis et al., 2010). در گزارشی بعد از دوره انباری 12 ماهه گردو، نمونه‌های بسته‌بندی شده در کیسه‌های چند لایه پلیمری مقدار پراکسید کمتری نشان دادند (Mexis et al., 2009) همچنین مغز گردو بسته‌بندی شده در کیسه‌های آلومینیومی و در نور کم میزان پراکسید کمتری نشان دادند و تفاوت بین مواد بسته‌بندی ممکن است ناشی از خواص هدایت حرارتی آن‌ها باشد که واکنش‌های تجزیه داخلی محصولات را در طول دوره انباری تحت تأثیر قرار می‌دهند (Jensen et al., 2003). استفاده از پوشش‌های متالایز شده طی دوره انباری pine nut در دمای 20 درجه‌سانتی‌گراد نیز در کاهش میزان پراکسید و اسید چرب آزاد محصول موثر بود (Henriquez et al., 2018). همچنین بسته‌بندی مغز بادام در بسته‌های با جنس پلی‌پروپیلن / پلی‌اتیلن و تحت شرایط نیتروژن برای مدت 5 ماه در کاهش میزان پراکسید نمونه‌ها اثر داشت (Sanchez-Bel et al., 2010). استفاده از سلفان، پاکت‌های 2 و 3 لایه و

1 Low Density Poly Ethylene/ Ethylene Vinyl Alcohol/ High Density Poly Ethylene

تواند انرژی مورد نیاز خود را تامین کند. در نتیجه کاهش وزن نمونه ممکن است به دلیل از دست‌دهی آب و کاهش مواد ذخیره‌ای طی

فرآیند تنفس باشد (Kader et al., 1982).

جدول 4- اثرات برهمکنش جنس‌های مختلف پوشش پلیمری و دوره انبارمانی روی قند محلول مغز (درصد) پسته‌های خشک نگهداری شده در دمای 20±3 درجه سانتی‌گراد

فیلم‌های بسته‌بندی	0	2	4	6	8	10	12
بدون بسته‌بندی (شاهد)	8/93±0/002	8/37±0/0007f	8/98±0/009c-e	8/91±0/4de	9/02±0/003c-e	8/71±0/01d-f	8/83±0/01d-f
تک‌لایه	8/93±0/002	8/53±0/03ef	8/98±0/009c-e	8/96±0/008c-e	9/01±0/41c-e	8/78±0/35d-f	8/86±0/01de
دو لایه	8/93±0/002	8/95±0/22c-e	9/42±0/15bc	9/05±0/01cd	9/04±0/005cd	8/87±0/007de	8/95±0/002c-e
سه لایه (a)	8/93±0/002	8/93±0/01c-e	9±0/006c-e	9/046±0/006cd	9/04±0/01cd	8/9±0/0007de	8/91±0/008c-e
سه لایه (b)	8/93±0/002	8/65±0/01d-f	9/01±0/02c-e	8/98±0/019c-e	9/08±0/03cd	8/89±0/01de	8/92±0/004c-e
پنج لایه	8/93±0/002	8/96±0/005c-e	8/97±0/03c-e	9/084±0/011cd	9/09±0/02cd	8/73±0/09d-f	8/92±0c-e
هفت لایه	8/93±0/002	8/97±0/01c-e	9/04±0/01c-e	9/93±0/032a	9/96±0/01a	9/7±0/04ab	8/95±0/045c-e

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

†شاهد: بدون پوشش / تک‌لایه: جنس پلی‌اتیلن / دو لایه: پلی‌آمید متالایز شده و پلی‌اتیلن اکسترودر / سه لایه (a): پلی‌استر، پلی‌اورتان و پلی‌اتیلن / سه لایه (b): پلی‌پروپیلن کست، پلی‌اورتان و پلی‌استر / پنج لایه: پلی‌آمید، اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن و پلی‌اتیلن / هفت لایه: پلی‌اتیلن، دو لایه اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن، پلی‌آمید و پلی‌اتیلن اکسترودر

ارزیابی حسی

ارزیابی پانلیست‌ها از کدر شدن رنگ پوسته استخوانی نشان داد که تمام پوشش‌های پلیمری چندلایه به‌طور معنی‌داری در مقایسه با پوشش تک لایه پلی‌اتیلن (4/32) و شاهد (3/91) کدر شدن رنگ پوسته استخوانی کمتری نشان دادند. طبق جدول 5 اثرات پوشش‌های پلیمری روی سبز بودن مغز نیز نشان داد که نمونه‌های بسته‌بندی شده در پوشش دو لایه و هفت لایه با نمره‌های 6/92 و 6/59 سبزی مغز بالاتری در مقایسه با شاهد (4/41) و سایر تیمارها نشان دادند. همچنین در جدول پنج بیان شده است که پوشش‌های دو لایه و هفت لایه با نمره‌های 6/92 و 6/59 با اختلاف معنی‌داری میزان سفتی مغز بیشتری در مقایسه با شاهد (4/41) و پوشش پلیمری تک لایه پلی‌اتیلن (4/34) نشان دادند و هیستگرافی مثبت معنی‌داری بین سفتی مغز اندازه‌گیری شده از طریق پنترومتر و سفتی مغز نمره داده شده توسط پانلیست‌ها به‌دست آمد (داده‌ها نشان داده نشد). در ادامه نیز پوشش‌های پلیمری دو لایه (12/47) و هفت لایه (12/51) به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد (10/71) و پوشش پلیمری تک لایه پلی‌اتیلن (11/22) نمره ظاهر کلی بالاتری نشان دادند (جدول 5).

نفوذ گازها و نور در بسته‌بندی، باعث ایجاد تغییرات ظاهری نامطلوب و تسریع واکنش‌های شیمیایی و همچنین وجود اکسیژن در داخل بسته‌بندی نیز باعث تسریع واکنش اکسیداسیون می‌شود، لذا جنس بسته‌بندی و نیز اتمسفر داخل آن دو عامل تعیین کننده در ماندگاری پسته هستند (Ghanei Zare et al., 2012). در گزارشی پارامترهای حسی مغز بادام در پوشش‌های پلیمری طی دوره انباری هشت ماهه در فیلم‌های که مانع بهتری در مقابل اکسیژن بودند، بهتر بود (Severini et al., 2003). نمره‌دهی بالاتر طی دوره انباری در بسته‌های بسته‌بندی شده در پوشش‌های پلیمری دو لایه و هفت لایه در پژوهش حاضر نیز ممکن است به دلیل حفاظت بهتر نمونه طی دوره انباری در این دو جنس بسته‌بندی باشد. مغز گردو نگهداری شده در بسته‌بندی پلیمری چند لایه طی دوره انباری یکساله، پارامترهای ارزیابی حسی (تغییرات بو، عطر و طعم) بهتری در مقایسه با نمونه‌های بدون بسته‌بندی و پوشش‌های تک لایه نشان دادند (Mexis et al., 2009). کاهش نمره‌دهی بافت، مزه، عطر و طعم در خشک‌بارها در طول دوره انباری ممکن است ناشی از جذب رطوبت به‌وسیله خشک‌بارها و اکسیداسیون اسیدهای چرب که بافت، مزه، عطر و طعم را تحت تأثیر قرار می‌دهند باشد (Mexis et al., 2009). گزارش

اکسیژن در مقایسه با سایر جنس‌های پلیمری داشت در حفظ کیفیت بسته طی دوره انباری یکساله موثرتر بودند و در این پژوهش تا حد قابل توجهی از تغییرات کیفی محصول مانند تولید پراکسید و اسید چرب آزاد طی دوره انباری ممانعت کرد و سبب حفظ کیفیت نمونه شد.

قدردانی

بدین‌وسیله از دانشگاه هرمزگان و پژوهشکده بسته به جهت پشتیبانی مالی و دانشگاه ولیعصر (عج) به‌منظور پشتیبانی در دیگر مراحل آزمایش تشکر و سپاسگزاری می‌شود

شده کمترین تغییرات بو، مواد معطر، عطر و طعم، پذیرش کلی طی دوره انباری در بادام‌های بسته‌بندی شده با جذب کمتر اکسیژن مشاهده شد (Mexis et al., 2010).

نتیجه‌گیری

در این مطالعه اثر جنس‌های مختلف پلیمری روی حفظ کیفیت بسته خشک مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان دادند استفاده از پوشش دو لایه (PA- ONM/PE ex) که نسبت به نور نفوذناپذیر می‌باشد و همچنین پوشش هفت لایه (PE/ EVOH/ EVOH/ Tie/ Tie/ PA/ PE ex) که احتمالاً نفوذناپذیری بیشتری در مقابل

جدول 5- اثرات جنس‌های مختلف پوشش پلیمری روی پارامترهای حسی بسته‌های خشک نگهداری شده خشک نگهداری شده در دمای 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد

ظواهر کلی	عطر و بوی نامطلوب	تندی چربی	تلخی مغز	شیرینی مغز	سفتی مغز	سبز بودن مغز	کدر شدن پوسته استخوانی	فیلم‌های بسته‌بندی
10/71±0/54c	1/56±0/34a	5/2±0/92a	1/32±0/28a	8/24±0/65a	4/41±0/7b	4/41±0/52b	3/91±0/53a	بسته‌بندی (شاهد)
11/22±0/4bc	1/14±0/14a	4/85±0/9a	0/92±0/16a	8/66±0/61a	4/34±0/67b	4/34±0/6b	4/32±0/47a	تک لایه
12/47±0/27a	1/12±0/2a	3/57±0/5a	0/78±0/11a	9/56±0/4a	6/92±0/7a	6/92±0/64a	2/01±0/2b	دو لایه
12/2±0/39ab	1/26±0/18a	4/32±0/64a	0/91±0/12a	8/99±0/6a	5/53±0/58ab	5/53±0/61ab	2/54±0/25b	سه لایه (a)
11/88±0/37ab	1/23±0/19a	5/07±0/96a	1/08±0/18a	8/32±0/59a	6/03±0/68ab	6/03±0/73ab	2/61±0/29b	سه لایه (b)
12/01±0/31ab	1/28±0/14a	4/99±0/9a	1/05±0/18a	8/82±0/6a	5/37±0/6ab	5/37±0/63ab	2/7±0/37b	پنج لایه
12/51±0/31a	1/07±0/17a	4/83±0/84a	0/87±0/14a	8/87±0/54a	6/59±0/7a	6/59±0/64a	1/97±0/21b	هفت لایه

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند در سطح احتمال درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

†شاهد: بدون پوشش / تک لایه: جنس پلی‌اتیلن / دو لایه: پلی‌آمید متالایز شده و پلی‌اتیلن اکسترودر / سه لایه (a): پلی‌استر، پلی‌اورتان و پلی‌اتیلن / سه لایه (b): پلی‌پروپیلن کست، پلی‌اورتان و پلی‌استر / پنج لایه: پلی‌آمید، اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن و پلی‌اتیلن / هفت لایه: پلی‌اتیلن، دو لایه اتیلن‌وینیل‌الکل، دو لایه پلیمر چسبی اکستروژن، پلی‌آمید و پلی‌اتیلن اکستروژن

منابع

- Alencar, E. R., Faroni, L. R. D., Peternelli, L. A., Silva, M. T. C. & Costa, A. R., 2010, Influence of soybean storage conditions on crude oil quality. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(3), 303-308.
- Azene, M., Workneh, T. S. & Woldetsadik, K., 2014, Effect of packaging materials and storage environment on postharvest quality of papaya fruit. *Journal of Food Science and Technology*, 51(6): 1041-1055.
- Belitz, H. D., Grosch, W. & Schieberle, P., 2004, *Food Chemistry*. Springer, Berlin, 1114p.
- Ben-Yehoshua, S., 1985, Individual seal packaging of fruits and vegetables in plastic film new postharvest technique. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 20, 32-37.
- Ghanei Zare, T., Tavakolipour, H. & Elhamirad, A. H., 2012, Effect of various packaging materials and vacuum condition on quality attributes of raw dried pistachio nuts. *Journal of food science and technology*, 4 (11), 65-71.
- Gonzalez, A., Cruz, R., Baez, R. & Wang, C. Y., 1999, Storage quality of bell peppers pre-treated with hot water and polyethylene packaging. *Food Quality*, 22, 287-299.
- Goode, J. E. & Soutar, A. M., 1995, Rancidity in packaging nuts. *Journal of Plastic Film and Sheeting*, 11, 235-247.

- Henriquez, C., Loewe, V., Saavedra, J., Cordova, A. & Lutz, M., 2018, Effect of the type of packaging on the oxidative stability of pine nuts (*Pinus pinea* L.) grown in Chile. *Journal of Food*, 16(1), 255-262.
- Homin, K. & Woo, P. K., 1999. Effect of packaging method and handling temperature on postharvest quality during storage of cucumber. *Korean Society of Horticultural Science*, 40(10), 9-12.
- Javanshah, A., Abdolahi, M., Shakerardekani, A., Hokmabadi, H., Mohammadi, A. H., Arjmand, M., Alavi, H., Masoomi, H. & Rafiei, A. E., 2007, Technical and economic study and comparison of two types of plastic packaging in two packing condition (*Normal and Vacuum*) and two storing condition (Normal and High Moisture) on Pistachio packaging. Iran Pistachio Research Institute, Rafsanjan.
- Jensen, P. N., Sorensen, G. B., Brockhoff, P. & Bertelsen, G., 2003, Investigation of packaging systems for systems for shelled walnuts based on oxygen absorbers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4941-4947.
- Kader, A. A., Heintz, C. M., Labavitch, J. M. & Rae, H. L., 1982, Studies related to the description and evaluation of pistachio nut quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107, 812-816.
- Kaur, K., Dhillon, W. S. & Mahajan, B. V. C., 2013, Effect of different packaging materials and storage intervals on physical and biochemical characteristics of pear. *Journal of Food Science and Technology*, 50(1), 147-152.
- Koyuncu, M. A., Islam, A. & Kucuk, M., 2005, Fat and fatty acid composition of hazelnut kernel in vacuum packages during storage. *Grassyy Aceites*, 59, 263-266.
- Kucukoner, E. & Yurt, B., 2003, Some chemical characteristics of *Pistacia vera* varieties produced in Turkey. *European Food Research and Technology*, 217 (4), 308-310.
- Mahajan, B. V. C., Dhillon, W. C., Kumar, M. & Singh, B., 2015, Effect of different packaging films on shelf life and quality of peach under super and ordinary market conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3756-3762.
- Mahajan, B. V. C., Dhillon, W. S., Kumar, J. & Gill, K. S., 2012, Evaluation of different packaging films on shelf life and quality of Bell Pepper (*Capsicum annum* L.). *Food Global Science Books*, 6(1), 90-92.
- Maskan, M. & Karatas, S., 1999, Storage Stability of Whole Split Pistachio Nuts (*Pistacia vera* L.) at Various Conditions. *Food Chemistry*, 66, 227-233.
- Masoudi-Sadaghiani, F., Abdollahi Mandoulakani, B., Zardoshti, M. R., Rasouli-Sadaghiani, M. H. & Tavakoli, A., 2011, Response of proline, soluble sugars, photosynthetic pigments and antioxidant enzymes in potato (*Solanum tuberosum* L.) to different irrigation regimes in greenhouse condition. *Australian Journal of Crop Science*, 5(1), 55-60.
- Meilgaard, M. C., Thomas Carr, B. & Civille, G. V., 1999, Sensory evaluation techniques. CRC Press, 416p.
- Mexis, S. F. & Kontominas, M. G., 2010, Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage conditions on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). *LWT Food Science and Technology*, 43, 1-11.
- Mexis, S. F., Badeka, A. V., Riganakos, K. A., Karakostas, K. X. & Kontominas, M. G., 2009, Effect of packaging and storage conditions on quality of shelled walnuts. *Food Control*, 20, 743-751.
- Piringer, O. G., 2000, *Plastic packaging materials for food*. Wiley-VCH, 631p.
- Raei, M. & Jafari, S. M., 2013, Influence of modified atmospheric conditions and different packaging materials on pistachio (*pistacia vera* L.) oil quality. *Latin American Applied Research*, 43, 43-46.
- Raei, M. & Jafari, M. S., 2011, Influence of different packaging materials and storage conditions on the quality attributes of pistachio (*Pistacha vera* L.) cv. Ohadi. *Annals Food Science and Technology*, 12(2), 179-185.
- Raei, M., Mortazavi, A. & Pourazarang, H., 2010, Effects of packaging materials, modified atmospheric conditions, and storage temperature on physicochemical properties of roasted pistachio Nut. *Food Analytical Methods*, 3(2), 129-132.
- Rhim, J. W., Park, H. M. & Ha, C. S., 2013, Bio-nanocomposites for food packaging applications, *Progress in Polymer Science*, 38, 1629-1652.
- Sanches-Bel, P., Egea, I., Pretel, M. T., Flores, F. B., Romojaro, F. & Martinez-Madrid, M. C., 2010, Roasting and packaging in nitrogen atmosphere protect almond var. Guara against lipid oxidation, *Food Science and Technology International*, 17(6), 529-540.
- Sedaghat, N., 2010, Application of arrhenius kinetics to evaluate stability of pistachio nuts at various conditions. *Middle East Journal of Scientific Research*, 6(3), 224-229.
- Severini, C., De Pilli, T., Baiano, A. & Gomes, T., 2003, Autoxidation of packed roasted almonds as affected by two packaging films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 27, 321- 335.
- Shakerardekani, A. & Karim, R., 2013, Effect of different types of plastic packaging films on the moisture and aflatoxin contents of pistachio nuts during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 50(2), 409-411.

- Shakerardekani, A., Karim, R., Mohd Ghazali, H. & Chin, N. L., 2011, Effect of roasting conditions on hardness, moisture content and colour of pistachio kernels. *International Food Research Journal*, 18, 704-710.
- Singh, S. P. & Rao, D. V. S., 2005, Quality assurance of papaya by shrink film wrapping during storage and ripening. *Journal of Food Science and Technology*, 42, 523-525.
- Sudha, S., Naik, M. K. & Ajithkumar, K., 2013, An integrated approach for the reduction of aflatoxin contamination in chilli (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 50(1), 159-164.
- Worang, R. L., Dharmaputra, O. S., Syarife, R. & Tahudin, M., 2008, the quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds packed in plastic material during storage. *The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 15(1), 25-36.
- Wrolstad, R. E., Acree, T. E., Decker, E. A., Penner, M. H., Reid, D. A., Schwartz, S. J. & Sporns, P., 2001, *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, New York, Wiley, 1203p.
- Ziaolhagh, H., 2013, Effect of packaging on shelf life of almond kernels. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(1), 15-20.



The effect of packaging in various polymer coatings on some quality and quantity indices of Ahmad Ahaghi dried pistachio cultivar during storage period

M. Hashemi¹, A. Mirzaalian Dastjerdi^{2*}, A. Shakerardekani³, S. H. Mirdehghan⁴

Received: 2018.05.13

Accepted: 2018.09.29

Introduction: Pistachio is one of the dried and native products of Iran, which has a special economic and export significance due to its excellent quality. Pistachio kernel is rich in unsaturated fatty acids; therefore, its unsaturated fatty acids can tolerate oxidation and, as a result, change the flavor of the product. Various factors, such as temperature, relative humidity, light, etc., affect the storage of many nuts. During pistachio storage, the lowest rate of oxidation and hydrolysis occurs in low humidity and under the carbon dioxide atmospheric. Therefore, packaging with low-permeability plastic films, in a dry product with a moisture content of less than seven percent, can be a good way to maintain product quality. Pistachio packaging depends on several reasons include physical protection of the product, preventing product spoilage, attracting customers, preventing aflatoxin contamination, and ensuring a high-quality, healthy consumer product. Considering the high nutritional value of pistachios and its importance for exports, research is needed to improve the storage and the availability of a healthy, quality product. Therefore, in this research, the role of plastic coatings with different materials and layers on the shelf life and maintaining the nutritional value of dry pistachios was investigated.

Materials and methods: In this experiment, dry commercial Ahmad Aghaei pistachio cultivar was used. 200 grams of intact fruit was placed in plastic bags of different materials and then sealed with thermal sewing. Finally, the packages were placed at 20 ± 3 ° C. Polymeric coatings used include uncoated (control), single layer polyethylene plastics (PE), dual layer plastics with metallized polyamide composition, and extruded polyethylene (PA- ONM / PE ex), three layer plastics by combining polyester, polyurethane and polyethylene (PEs / Pu / PE), three layers of plastics with cast polypropylene, polyurethane and polyester composition (CPP / Pu / PEs), five layers plastics with polyamide, Ethylene vinyl Alcohol, two layers of extrusion and polyethylene plastics (PA / EVOH / Tie / Tie / PE), seven layers of plastics with polyethylene, two layers ethylene vinyl alcohol, two layers of extrusion bonded polymer, polyamide and extruded polyethylene (PE / EVOH / EVOH / Tie / Tie / PA / PE ex). The desired traits (weight loss, kernel hardness, peroxide value, free fatty acid, soluble sugars and sensory evaluation) was measured before the treatments and after 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months of the storage period. The experiment was carried out in a factorial arrangement in a completely randomized design with three replications. Statistical analysis of the data was performed using SAS software version 9.1.3 and comparisons of the meanings by Duncan's multiple range test at a probability level of 1 percent. Drawing of the diagrams was done using Excel software.

Results and discussion: Pistachios packed with seven-layer and double-layered coatings showed the least weight loss and kernel hardness in the packaging due to the polymeric coating. Plastic coatings play an important role in preventing weight loss by creating a saturated micro-atmosphere around the fruit, and probably due to less moisture loss (less weight loss) in these packaging coatings, the hardness of the kernel was also lower than other materials. Also, during the storage period, the amount of peroxide value and free fatty acid in the control

1 and 2. Horticultural Sciences, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

3. Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanja, Iran.

4. Horticultural Sciences, Vali-Asr, University of Rafsanjan, Iran.

(*Corresponding Author Email: majiddastjerdy@gmail.com)

and the various types of packaging coatings increased, but this increase in the package with two and seven layers of slope was slower than the control and other materials. Double-layered and seven-layered treatments in comparison with control and other coatings had significantly lower peroxide value and free fatty acid content. In the tenth and twelfth months, the treat of (1.6) and seven layers (1.93) compared with control (10.4) and other coatings had significantly lower peroxide value. Also, at the end of the storage period (12 months), polyethylene (1.54), uncoated treatment (1.22) and tree layer packaging (CPP / PU / PEs (1.08) showed more free fatty acid content compared to other types of packaging. The most important degradation reaction that results in reduced product quality during the storage period is the radical oxidation mechanism and the formation of hydroperoxides. The main reason of kernel rancidity in nut packagings is inappropriate sewing of packages and the penetration of oxygen into the package. In the present study, two-layer and seven-layer packaging films showed less free fatty acid due to their low permeability to oxygen and moisture compared to other coatings. According to the results of other reports, it is likely that the higher peroxide value in unpackaged or packaged fruits in this study will be related to the presence of oxygen in the pack, which leads to an exacerbation of fat oxidation and the release of hydroperoxides. The influence of gases and light in the package, causing adverse changes in appearance and accelerating chemical reactions, as well as the presence of oxygen inside the package, also accelerates the oxidation reaction. Therefore, so the packaging type and the atmosphere inside it are two factors determining the shelf life of pistachios and the decrease score in texture, tastes, flavors of nuts during storage can be due to the absorption of moisture by nuts and the oxidation of fatty acids which affect the texture, taste and flavor. The coating used in this study showed better sensory parameters than the control.

Key words: Packaging, Ahmad Ahaghi dried pistachio, polymer coating, storage, quality



اثر پوترسین و ژل آلوه‌ورا بر شاخص‌های بیوشیمیایی میوه هلو رقم ردتاپ در طول انبارداری

ندا درخشان¹ - علی اکبر شکوهیان^{2*} - بهرام فتحی آچاچلوئی³

تاریخ دریافت: 1397/02/23

تاریخ پذیرش: 1397/05/29

چکیده

استفاده از ترکیبات طبیعی جهت حفظ سلامتی انسان و امنیت غذایی، به‌عنوان نگهدارنده محصولات غذایی روبه گسترش است. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی امکان استفاده از پوشش پوترسین در چهار سطح (صفر و 2، 4، 6 میلی‌مولار)، ژل آلوه‌ورا در چهار سطح (صفر، 15، 30 و 45 درصد) و تاثیر زمان نگهداری (15، 30 و 45 روز) برای میوه هلو بوده است. پس از پوشش‌دهی میوه‌ها در دمای 1- درجه سانتی‌گراد و رطوبت 90-95٪، در سردخانه نگهداری شدند. اندازه‌گیری شاخص‌های میزان ویتامین ث، مواد جامد محلول، اسیدیته کل، فنل کل، کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها، صورت گرفت. بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثرات سه‌گانه تیمارها در تمامی شاخص‌ها در سطح احتمال 1% معنی‌دار بودند. نتایج نشان‌دادند که در صفات اسیدیته کل (0/84 درصد) و فلاونوئیدها (50/23 میلی‌گرم در یک گرم وزن تر) بیش‌ترین مقدار در پوشش ترکیبی پوترسین 6 میلی‌مولار و آلوه‌ورا 15% مشاهده شد (15/18 درصد بریکس). بیش‌ترین مقدار ویتامین ث (10/89 میلی‌گرم اسید آسکوربیک در 100 گرم نمونه در 15 روز اول) و کاروتنوئیدها (94/86 میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه) در پوشش ترکیبی پوترسین 6 میلی‌مولار و آلوه‌ورا 30% حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، پس از برداشت، پوشش‌دهی، فلاونوئید، فنل، کاروتنوئید

مقدمه

ژل آلوه‌ورا از جمله پوشش‌های پلی‌ساکاریدی بوده و دارای خاصیت کشسانی است که به‌راحتی در آب حل شده و در تمام اطراف محصول به یک اندازه ایجاد پوشش می‌کند. این ژل به‌صورت یک‌لایه حفاظتی روی محصول عمل کرده و سلول‌های زیر لایه حفاظتی را در مقابل صدمات مکانیکی محافظت و همچنین از اتلاف آب میوه‌ها جلوگیری می‌کند. این پوشش روی روزنه‌ها و عدسک‌ها تأثیر گذاشته و در نتیجه سرعت عبور گازها از پوست میوه را کاهش می‌دهد و دارای مزایای دیگری نظیر حفظ مواد معطر داخل میوه، بهبود خصوصیات ساختاری سلول مثل پوشش محل زخم‌ها و بریدگی‌ها می‌باشد (چوی و چانگ، 2003). بنا به گزارش مارتینز رومرو و همکاران (2005) تیمار ژل آلوه‌ورا در گیلان باعث کاهش میزان تنفس به میزان 50 درصد طی 16 روز انبار سرد به‌اضافه یک روز نگهداری در دمای معمولی اتاق

میوه هلو از نظر رفتار تنفسی جزء گروه میوه‌های فرازگرا است و به همین دلیل در دمای معمولی به‌سرعت رسیده و فاسد می‌شود (مانگاناریس و همکاران، 2007). عمر قفسه‌ای هلو به علت کاهش وزن ناشی از اتلاف آب محصول و ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی مانند قهوه‌ای شدن و تغییر بافت محدود می‌باشد (فیشمن و همکاران، 1993). میوه هلو بسیار فسادپذیر بوده و به بیماری‌های پس‌از برداشت حساس می‌باشد. با توجه به رویکرد جهانی در افزایش عمر پس از برداشت محصولات باغبانی بدون استفاده از مواد شیمیایی و تمایل به مصرف محصولات تازه فاقد بقایای شیمیایی، استفاده از ترکیبات سالم برای نگهداری محصولات لازم و ضروری است.

(*) - نویسنده مسئول: (Email: shokouhiana@yahoo.com)

DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.72680

1 و 2- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم باغبانی،

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

3- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

شده است. همچنین تأثیر مثبت ژل آلوهورا در کاهش تنفس انگورهای رومیزی به میزان 25٪ در طی 35 روز نگهداری در انبار سرد گزارش شده است (والورده و همکاران، 2005). توت‌فرنگی‌های رقم کردستان تیمار شده با ژل آلوهورا در غلظت‌های 25، 75 و 100 درصد در دمای 20 درجه سانتی‌گراد در پایان روز پنجم، کیفیت بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند که بالاترین شاخص‌های کیفی و ماندگاری مربوط به غلظت 100 درصد ژل آلوهورا بود (وحدت و همکاران، 1388). استفاده از پوشش‌های پلی‌ساکاریدی به همراه پوشش چربی به‌طور مؤثری مانع از کاهش رطوبت میوه می‌شوند اما ژل آلوهورا علی‌رغم این‌که فاقد چربی و تنها حاوی پلی‌ساکارید است می‌تواند عاملی مؤثر در کاهش رطوبت میوه باشد (مارتینز رومرو و همکاران، 2005).

پلی آمین‌ها دسته‌ای از ترکیبات طبیعی با وزن مولکولی کم و دارای گروه‌های ازتدار خطی هستند که تقریباً در همه موجودات زنده یافت می‌شوند و در طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیکی در گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم‌ها نقش ایفا می‌کنند (کاکار و سانهی، 2002؛ تاسونی و همکاران، 2003). پلی آمین‌های معمول که در هر سلول گیاهی یافت می‌شوند شامل پوترسین (دی آمین)، اسپرمیدین (تری آمین) و اسپرمین (تترا آمین) می‌باشند. گزارش شده است که پلی آمین‌ها به‌عنوان کاتیون‌های آلی همانند کاتیون‌های غیرآبی مثل کلریدکلسیم فعالیت آنزیم پکتین‌استراز را در گوشت میوه گریپ‌فروت کاهش داده و مانع از نرم شدن آن در انبار می‌شوند (لیتینگ و ویکر، 1997). همچنین، این مواد ممکن است از طریق اتصال به اسیدهای فنولی نقش دفاعی در گیاه داشته باشند (مارتین - تانگوی، 1997). عقیده بر این است که پلی آمین‌ها خاصیت ضد پیری دارند (گالستون و سانهی، 1990). نقش ضد پیری پلی آمین‌های برون‌زا برای اولین بار در مزوفیل برگ یولاف مشاهده شد (کاور - سانهی و همکاران، 1982). ممکن است اثر فوق با نقش ضد اتیلنی پلی آمین‌ها همراه باشد، زیرا نشان داده شده است که پلی آمین‌های برون‌زا با ممانعت از تولید آنزیم‌های ضروری برای سنتز اتیلن از تولید و فعالیت اتیلن در شرایط درون شیشه‌ای جلوگیری می‌کنند (کاکار و سانهی، 2002). ارقام گوجه‌فرنگی آلکوباتا¹ (راستگوی و دیویس، 1991) و لیبرتی² (سافنتر و بالدی، 1990) که طول عمر انباری آن‌ها در اثر به تأخیر افتادن پیری بیشتر از سایر ارقام است، پوترسین بیشتری نسبت به غلظت‌های معمول در سایر ارقام تولید می‌کنند. گزارش‌ها حاکی از آن است که پلی - آمین‌های برون‌زا عمر پس از برداشت و کیفیت میوه را از طریق حفظ

سفتی بافت، آب، رنگ، مواد جامد محلول، اسید کل و همچنین کاهش تولید اتیلن و محافظت در برابر آسیب سرمازدگی و صدمات مکانیکی بهبود می‌بخشند (والرو و همکاران، 2002). یکی از آثار مهم تیمار با پلی آمین‌ها طی انبارداری سبزی‌ها و میوه‌ها حفظ سفتی بافت است. کاهش نرم شدن بافت در بسیاری از محصولات از جمله سیب (وانگ و همکاران، 1993)، توت‌فرنگی (پوناپا و همکاران، 1993)، گوجه‌فرنگی (سافنتر و بالدی، 1990)، لیمو (والرو و همکاران، 1998) و آلو (سرانو و همکاران، 2003) گزارش شده است. میزان اثرگذاری پلی آمین‌ها بر سفتی میوه بستگی به تعداد بارهای مثبت آن‌ها دارد. میوه‌هایی که دارای مقادیر زیادی مولکول‌های با ظرفیت کاتیونی بالا هستند، عمر پس‌از برداشت بیشتری دارند. پوترسین نیز دارای بیشترین ظرفیت کاتیونی مابین پلی آمین‌ها است (والرو و همکاران، 2002). هدف از این تحقیق بررسی تأثیر پوشش ترکیبی ژل آلوهورا و پوترسین در حفظ خصوصیات کیفی پس‌از برداشت میوه‌ی هلو رقم ردتاپ بوده است.

مواد و روش‌ها

میوه‌های هلو (*Prunus persica* L.) رقم ردتاپ در مرحله رسیدن تجاری از باغات شرکت کشت و صنعت مغان شهرستان پارس‌آباد تهیه و به آزمایشگاه فیزیولوژی پس‌از برداشت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی منتقل گردیدند و پس از پوشش‌دهی در سردخانه دانشگاه، در دمای 1- درجه سانتی‌گراد و رطوبت 95-90٪ نگهداری شدند.

تیماردهی میوه‌ها

پس از جداسازی میوه‌های سالم، آن‌ها را ابتدا تحت غلظت‌های صفر، 2، 4 و 6 میلی‌مولار پوترسین ($\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$) از برند سیگما-آلدریج تهیه شده از شرکت امینسان به مدت پنج دقیقه در دمای 20 درجه سانتی‌گراد غوطه‌ور کرده و بعد از خشک شدن سطوح میوه‌ها تیمارهای ژل آلوهورا در غلظت‌های صفر، 15٪، 30٪، 45٪ که به‌صورت درصد وزنی تهیه شده بودند به مدت دو دقیقه در دمای 20 درجه سانتی‌گراد اعمال شد، ژل مورد استفاده از برگ‌های پوست کنده شده گیاه آلوهورا تهیه شد، سپس با آب تا سطح غلظت‌های مختلف مورد نیاز رقیق گردید. میوه‌های تیمار شده با ژل آلوهورا به مدت 20 دقیقه در هوای آزاد اتاق خشک و سپس در سبدهای میوه قرار گرفتند

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

این بررسی، به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با کاربرد تیمارهای پوششی پوترسین در چهار سطح (صفر، 2، 4 و 6 میلی‌مولار) و ژل آلوئه‌ورا در چهار سطح (شاهد، 15، 30 و 45 درصد) و در سه نوبت (15، 30 و 45 روز) با سه تکرار و مجموعاً با 144 واحد آزمایشی اجرا شد.

داده‌های مربوط به این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (9/2) تجزیه‌شده و مقایسه میانگین تیمارها نیز با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار میکروسافت اکسل رسم شد.

نتایج و بحث

بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثرات سه‌گانه تیمارهای پوترسین، آلوئه‌ورا و زمان در تمامی شاخص‌ها موردبررسی دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال 1% بودند (جدول 1).

و در دمای 1- درجه سانتی‌گراد و رطوبت 90 تا 95 درصد، در سردخانه نگهداری شدند. اندازه‌گیری شاخص‌ها هر 15 روز یک‌بار صورت گرفت.

صفات اندازه‌گیری شده

در این بررسی صفات pH آب‌میوه با دستگاه pH متر دیجیتالی سانکسین MP511 ساخت کشور چین کالیبره شده با بافرهای 4 و 7 اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری مواد جامد محلول در دمای اتاق و به‌وسیله رفراکتومتر دستی ATC ساخت چین از روی ستون مدرج قرائت شد (مرندی، 1383). برای اندازه‌گیری اسید کل از روش تیتراسیون با محلول 0/1 نرمال سدیم هیدروکسید استفاده و نتایج برحسب گرم اسید مالیک در 100 گرم بیان شد (مرندی، 1391). اندازه‌گیری ویتامین ث به روش تیتراسیون با دی‌کلروفل‌ایندوفنل و متافسفریک انجام شد و میزان آن برحسب میلی‌گرم اسید اسکوربیک در 100 گرم نمونه بیان شد (رانگانا، 1986). میزان فنل کل با روش فولین سیو کالتو اندازه‌گیری گردید (واتر‌هوس، 2002). برای اندازه‌گیری کارتنوئید، از روش استون استفاده شد (نعمت‌اللهی و همکاران، 1392). برای اندازه‌گیری میزان فلاونوئیدها نیز از روش اتانول اسیدی استفاده شد (هومادی و ایستودور، 2008).

جدول 1- تجزیه واریانس اثرات پوترسین و ژل آلوئه‌ورا بر شاخص‌های میوه هلو رقم ردتاپ طی دوره انبارداری

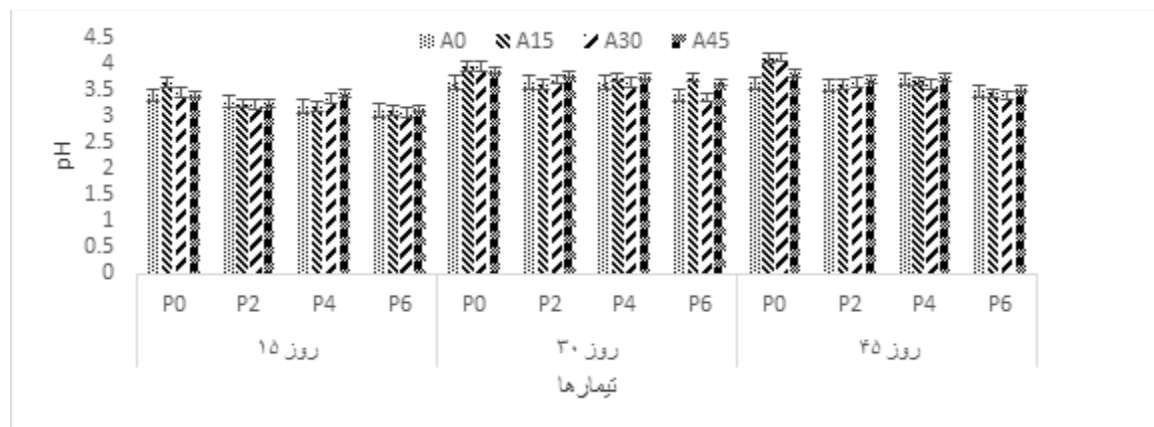
تیمارها	درجات آزادی	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول	ویتامین ث	فنل کل	کارتنوئید	فلاونوئید
پوترسین (A)	3	0/88**	0/11**	4/27**	60/90**	27/19**	49/17**	437/16**
آلوئه‌ورا (B)	3	0/09**	0/00**	2/30**	2/53**	1/02**	4/61**	542/31**
زمان (C)	2	2/63**	0/00**	213/43**	152/77**	85/99**	105/73**	769/21**
A=B	9	0/07**	0/00**	8/99**	0/77**	0/11**	6/76**	251/83**
A=C	6	0/01**	0/00**	2/03**	0/93**	0/48**	3/33**	27/29**
B=C	6	0/01**	0/00**	1/05**	0/18*	0/05*	0/69*	54/84**
A=B=C	18	0/03**	0/00**	1/52**	0/38**	0/04**	1/49**	35/00**
خطا	96	0/00	0/00	0/01	0/06	0/00	0/22	1/91
ضریب تغییرات		0/72	0/09	0/15	0/26	0/12	0/02	0/24

ns، * و ** در جدول به‌ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح آماری 5 درصد و 1 درصد می‌باشند

میزان pH

آلوئه‌ورا 15 درصد در زمان سوم به‌دست آمد که می‌تواند به دلیل اثرات محافظت‌کننده تیمارها در برابر آسیب‌های غشای سلولی و در نتیجه جلوگیری از افزایش pH باشد.

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها (شکل 1) کم‌ترین میزان pH از پوشش ترکیبی پوترسین 6 میلی‌مولار و آلوئه‌ورا 30 درصد در زمان اول حاصل شد و بیش‌ترین مقدار pH از تیمار شاهد پوترسین به همراه



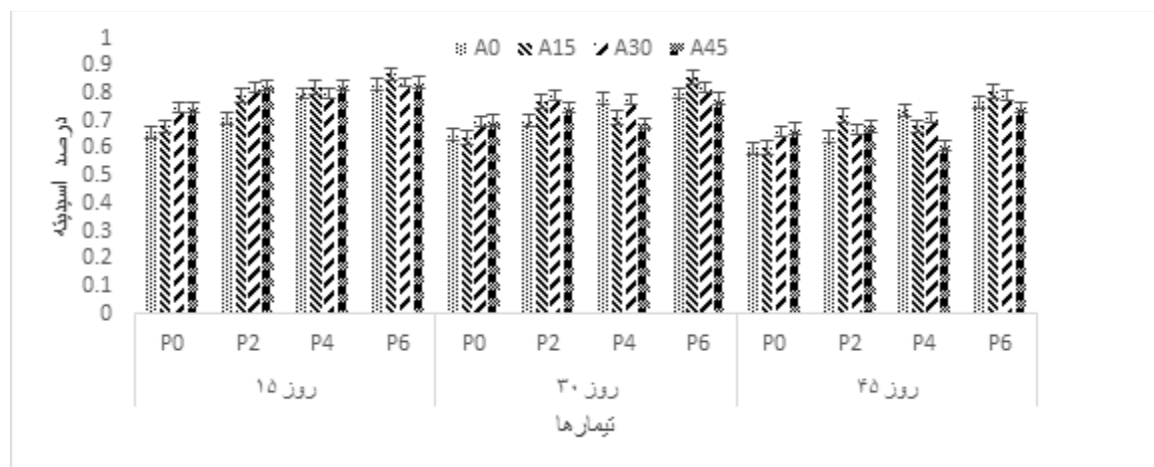
شکل 1- اثر سطوح مختلف پوترسین (P6,P4، P2،P0 میلی مولار)، ژل آلئوئورا (A0، A15، A30 و A45 درصد) و زمان (15، 30 و 45 روز) بر pH آب میوه

بیوشیمیایی داخل میوه است که باعث شدهاند مواد اسیدی موجود در میوه به فرآورده‌های قندی تبدیل شوند (میدانی و هاشمی، 1376).

میزان اسیدیته

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثرات متقابل تیمارهای پوترسین و آلئوئورا تأثیر مثبتی بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه هلو در هر سه دوره اندازه‌گیری داشتند (شکل 2).

pH عصاره آب‌میوه‌ها در طول دوره انبارداری افزایش یافت که این افزایش به واسطه شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس است. چنین نتیجه‌ای در زردآلو و توت‌فرنگی (اصغری و همکاران، 1387) هم گزارش شده است که با نتایج حاصل از این آزمایش منطبق بود. میزان pH به چگونگی فعالیت‌های بیوشیمیایی، نوع بافت، نوع اسیدهای آلی و رقم میوه بستگی دارد و افزایش pH به علت فعالیت‌های



شکل 2- اثر سطوح مختلف پوترسین (P6,P4، P2،P0 میلی مولار)، ژل آلئوئورا (A0، A15، A30 و A45 درصد) و زمان (15، 30 و 45 روز) بر اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد).

داشت. اسیدهای آلی در طی انبارداری به دلیل مصرف آن‌ها در جریان تنفس کم می‌شوند و روند نزولی دارند (بالاپور و همکاران، 1393). کاهش اسید کل به علت تغییرات بیوشیمیایی ترکیبات آلی میوه در طی

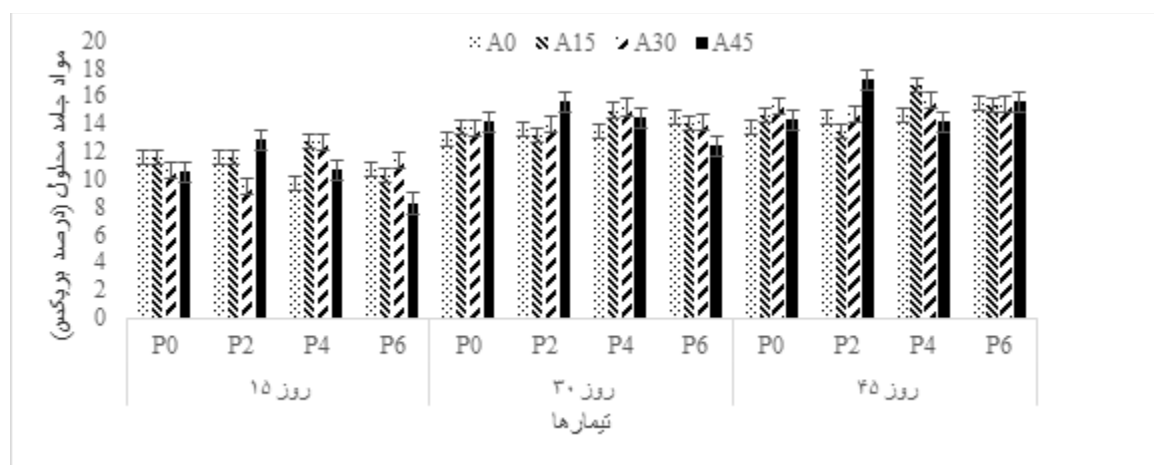
بیش‌ترین مقدار اسید کل از پوشش ترکیبی پوترسین 6 میلی‌مولار و آلئوئورا 15 درصد در زمان اول به‌دست آمد. در این صفت تیمار شاهد پوترسین و آلئوئورا شاهد و 15 درصد در زمان سوم کم‌ترین مقدار را

میلی‌مولار و آلوه‌ورا 45 درصد در زمان سوم به‌دست آمد. همچنین کم‌ترین مقدار هم مربوط به تیمار پوترسین 6 میلی‌مولار و آلوه‌ورا 45 درصد در زمان اول بود که در شکل 3 قابل مشاهده است. میزان مواد جامد محلول در میوه‌های فرازگرایی مثل هلو طی مدت انبارداری افزایش می‌یابد که استفاده از پوترسین به‌طور معنی‌داری تغییرات مواد جامد محلول را کاهش داد (نصیرزاده، 1389). تیمار میوه‌ها با پلی‌آمین روند تغییرات میزان مواد جامد محلول آب‌میوه را کند می‌کند که می‌تواند به‌دلیل ایجاد تأخیر در تولید اتیلن و رسیدن میوه باشد (نصیرزاده، 1389). نتایج این آزمایش با گزارش‌ها سایر محققان منطبق بود (عصار و همکاران، 1391).

فرآیند تنفس بسیار محتمل است (دینگ و همکاران، 1998)، پس هر تیماری که باعث کندی متابولیسم و پیری محصول شود می‌تواند سرعت تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون را در طول انبارداری کاهش دهد (مرندی، 1383). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج به‌دقت آمده توسط زکائی و اثنی عشری (1387) مطابقت داشت.

میزان مواد جامد محلول کل

مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که تیمارهای ترکیبی پوترسین و آلوه‌ورا تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول کل میوه هلو در سطح احتمال 5٪ در هر سه دوره اندازه‌گیری داشتند (شکل 3). بیش‌ترین مقدار مواد جامد محلول کل از پوشش ترکیبی پوترسین 2

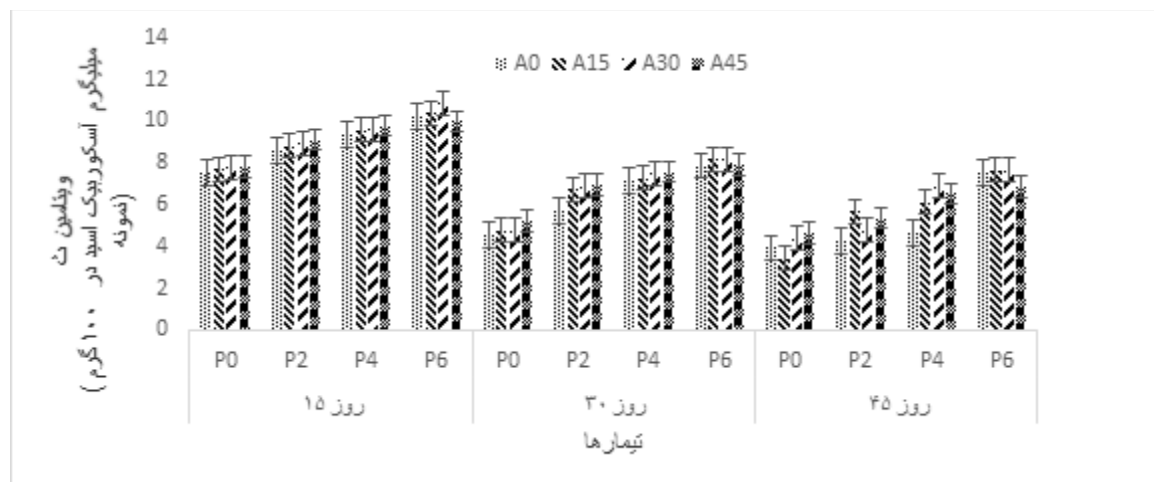


شکل 3- اثر سطوح مختلف پوترسین (P0، P2، P4، P6 میلی‌مولار)، ژل آلوه‌ورا (A0، A15، A30 و A45 درصد) و زمان (15، 30 و 45 روز) بر مواد جامد محلول (درصد بریکس)

اسید کل عصاره میوه و نیز توانایی رقابت آن‌ها با اتیلن و ایجاد تأخیر در فرآیند رسیدن مرتبط باشد (عصار و همکاران، 1391). به نظر می‌رسد، تأثیر مثبت ژل آلوه‌ورا بر حفظ ویتامین ث، ناشی از ایجاد اتمسفر تغییر یافته در اطراف محصول باشد که این پدیده سبب کاهش سرعت تنفس میوه شده و به دنبال آن اسیدهای آلی برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌شوند (چوی و چانگ، 2003). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج حاصل از آزمایش عصار و همکاران و ذاکری و همکاران مطابقت داشت (ذاکری، 1394).

ویتامین ث

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها اثرات متقابل تیمارهای پوترسین و آلوه‌ورا تأثیر مثبتی بر میزان ویتامین ث میوه هلو در هر سه دوره اندازه‌گیری داشتند (شکل 4). بیش‌ترین مقادیر ویتامین ث مربوط به پوشش ترکیبی پوترسین 6 میلی‌مولار و آلوه‌ورا 30 درصد در زمان اول بود و کم‌ترین مقادیر ویتامین ث نیز در پوشش ترکیبی پوترسین شاهد و آلوه‌ورا 15 درصد در زمان سوم مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد تأثیر تیمارهای پلی‌آمین به توان آن‌ها در حفظ شرایط اسیدی و میزان

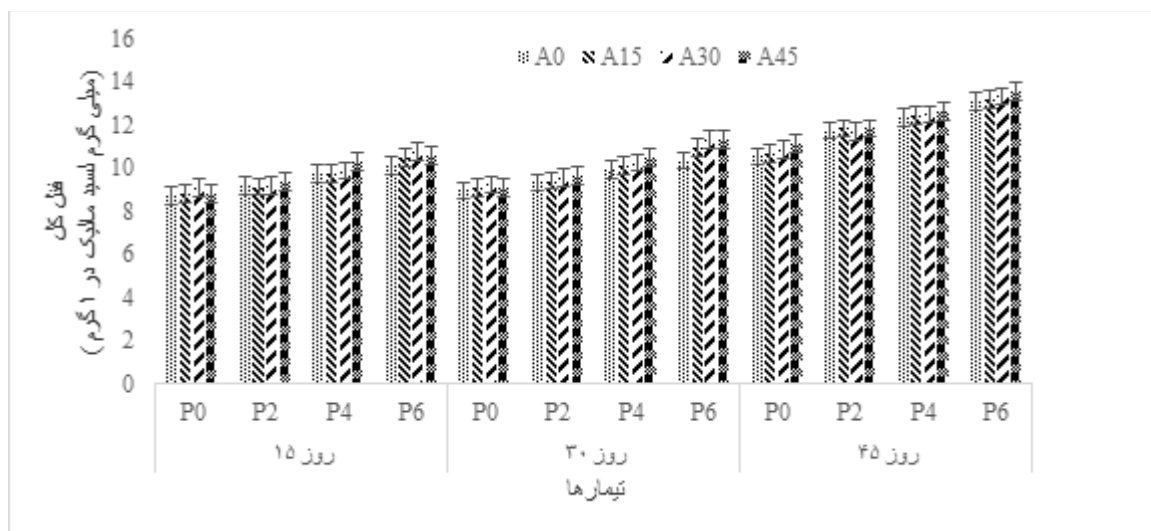


شکل 4- اثر سطوح مختلف پوترسین (P6, P4, P2, P0 میلی مولار)، ژل آلئوئورا (A0، A15، A30 و A45 درصد) و زمان (15، 30 و 45 روز) بر ویتامین ث (میلی گرم آسکوربیک اسید در 100 گرم)

از پوشش ترکیبی پوترسین 6 میلی مولار و آلئوئورا 45 درصد در زمان سوم به دقت آمد و همچنین کمترین مقدار فنل کل از ترکیبهای تیمار شاهد در زمان اول حاصل شد (شکل 5).

فنل کل

مقایسه میانگینهای دادهها، نشان داد که پوشش ترکیبی پوترسین و آلئوئورا تأثیر مثبتی بر میزان فنل کل میوه هلو در هر سه دوره اندازه گیری داشتند (شکل 5). بر این اساس بیشترین میزان فنل کل



شکل 5- اثر سطوح مختلف پوترسین (P6، P4، P2، P0 میلی مولار)، ژل آلئوئورا (A0، A15، A30 و A45 درصد) و زمان (15، 30 و 45 روز) بر فنل بر حسب اسید مالیک (میلی گرم بر گرم).

(کالت، 2005). نگهداری میوههای بالغ تر در سردخانه به طور معنی داری باعث افزایش فنلها می گردد و این مسئله می تواند به واسطه تغییرات در متابولیسم فنلی در طی انبارداری و

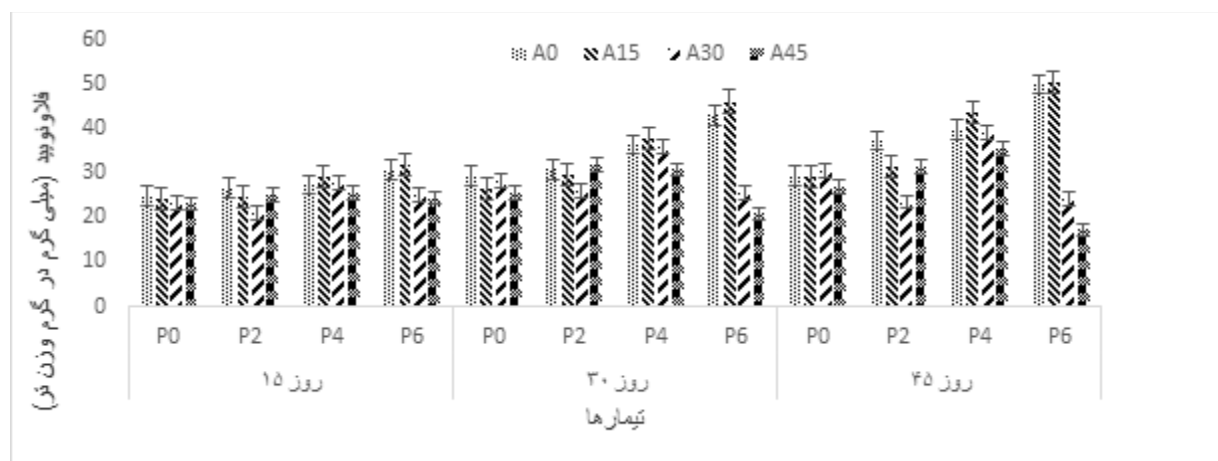
مقادیر فنول در طول زمان دارای روند افزایشی بود. میزان فنل میوهها و سبزیها پس از برداشت می تواند کاهش یا افزایش یابد که این امر بستگی زیادی به شرایط انبارداری دارد

دوره اندازه‌گیری داشتند. در این صفت بیش‌ترین مقدار از پوشش ترکیبی پوترسین 6 میلی‌مولار و آلونه‌ورا 15 درصد در زمان سوم به‌دقت آمد. کم‌ترین مقادیر هم مربوط به پوشش ترکیبی تیمار پوترسین 6 میلی‌مولار و آلونه‌ورا 45 درصد در زمان سوم بود (شکل 6). با افزایش دوره‌ی نگهداری، فعالیت آنزیم پی‌ای-ال در مراحل مختلف برداشت افزایش می‌یابد؛ به‌گونه‌ای که بیش‌ترین میزان آن در زمان برداشت بلوغ تجاری میوه است.

همچنین افزایش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیا‌لیاز باشد (لجا و همکاران، 2008). آزمایشی که روی سیب انجام گرفت، نشان داد که میزان فل-کل پس از پایان دوره نگهداری طولانی‌مدت در انبار افزایش یافته است (لجا و همکاران، 2008). نتایج تحقیق قاسم نژاد و همکاران نیز، نتایج حاصل از این آزمایش را تأیید می‌کنند (قاسم‌نژاد و همکاران، 1390).

فلاونوئید

با توجه به مقایسه میانگین‌ها، مشخص شد که ترکیب‌های تیماری پوترسین و آلونه‌ورا تأثیر مثبتی بر میزان فلاونوئید میوه هلو در هر سه



شکل 6- اثر سطوح مختلف پوترسین (P0، P2، P4، P6 میلی‌مولار)، ژل آلونه‌ورا (A0، A15، A30، A45 درصد) و زمان (15، 30 و 45 روز) بر میزان فلاونوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر).

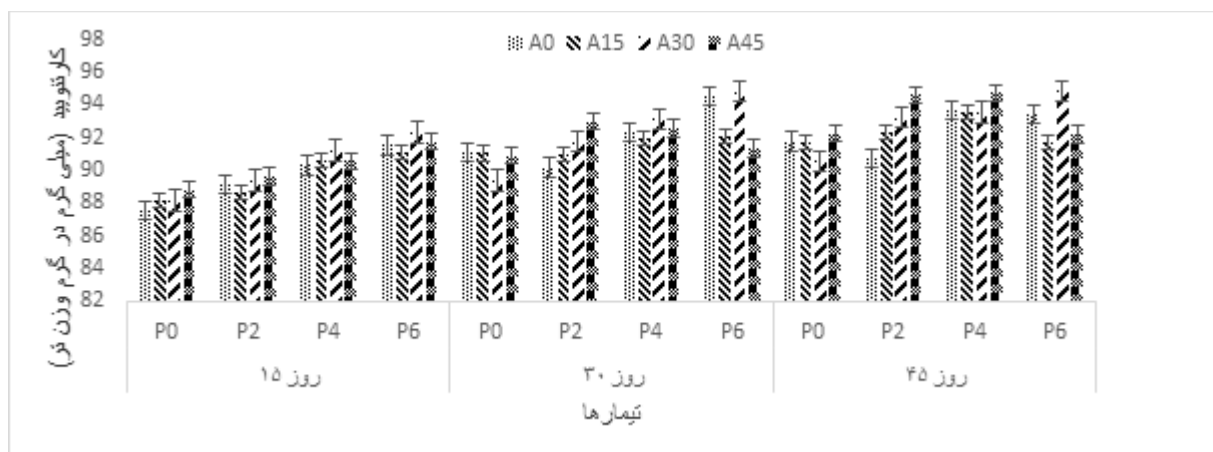
فلاونوئیدی گردیده است که نتایج این آزمایش را به‌خوبی توجیه می‌کند.

کارتونوئید

بر اساس مقایسه میانگین‌ها، تیمارهای پوترسین و آلونه‌ورا تأثیر مثبتی بر میزان کارتونوئید میوه هلو در هر سه دوره اندازه‌گیری داشتند (شکل 7). بیش‌ترین میزان کارتونوئید از ترکیب تیماری پوترسین 6 میلی‌مولار و آلونه‌ورا 30 درصد در زمان سوم به‌دست‌آمده آمد. ترکیب تیماری پوترسین 6 میلی‌مولار و آلونه‌ورا 30 درصد در زمان دوم دارای اثر نسبی بر میزان کارتونوئید بود. در این صفت ترکیب تیماری شاهد در زمان اول کم‌ترین مقدار کارتونوئید را داشتند. پلی‌آمین‌ها نقش محافظت از RNA و DNA، کنترل سنتز پروتئین و عمل آنزیم‌ها و خواص بافری دارا هستند که به‌این‌ترتیب مانع از بین رفتن کارتونوئیدها و

آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیا‌لیاز، یک آنزیم کلیدی در سوخت‌وساز فنیل‌پروپانوئید بوده و تشکیل ترانس سینامیک اسید را از طریق دی‌آمینه کردن فنیل‌آلانین کاتالیز می‌کند. این آنزیم با تنش‌های مختلف زنده و غیرزنده تحریک می‌شود که نتیجه آن تجمع فنیل‌پروپانوئیدهایی از جمله اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها است. فعالیت آنزیم پی‌ای-ال ارتباط مثبت با سنتز آنتوسیانین در میوه‌های مختلف دارد (همدانی و همکاران، 1393). آنزیم پی‌ای-ال که به‌عنوان اولین آنزیم در مسیر فنیل‌پروپانوئید است، موجب تبدیل فنیل‌آلانین به 4-کوماریل کوآنزیم می‌شود که این ترکیب پیش‌ساز فعال در تولید ترکیبات فلاونوئیدی است (کیو و همکاران، 1998). بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که برداشت در زمان بلوغ کامل میوه بعد از 45 روز انبارمانی، باعث تحریک فعالیت این آنزیم و افزایش ترکیبات

آنتوسیانین‌های پوست می‌شوند و نقش ژل آلوتئورا هم می‌تواند ناشی از ایجاد پوشش حفاظتی آن باشد. بنابراین طبق نتایج حاصل از این پژوهش، میزان بالای کاروتنوئیدها به دلایل ذکر شده می‌باشد که نتایج این تحقیق را تأیید می‌نماید (Saiprasad et al., 2008).



شکل 7- اثر سطوح مختلف پوترسین (P0، P2، P4، P6 میلی‌مولار)، ژل آلوتئورا (A0، A15، A30 و A45 درصد) و زمان (15، 30 و 45 روز) بر میزان کاروتنوئید (میلی گرم بر گرم).

پس از برداشتی میوه‌ها از جمله موارد ذکر شده در این پژوهش را تأیید می‌کنند ولی برای اثرات مفید آلوتئورا هنوز دلایل علمی محکمی وجود ندارد و مکانیزم دقیق اثرات آن بر بهبود برخی صفات پس از برداشتی میوه‌ها مشخص نیست. هرچند نتایج نشان داد که در بیشتر صفات مورد اندازه‌گیری پوشش ژل آلوتئورا در سطوح 30 تا 45 درصد دارای نقش مثبتی است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل مشاهده شد که کاربرد توأم تیمارهای پوششی پوترسین با ژل آلوتئورا موجب حفظ شاخص‌های بیوشیمیایی در شرایط انبارمانی میوه هلو می‌شود. به‌صورت کلی پوشش ترکیبی پوترسین 6 میلی‌مولار و آلوتئورا 30 درصد دارای بهترین اثرات در بین سایر تیمارها در حفظ صفات پس‌از برداشت در میوه هلو بود. بیشتر منابع علمی مفید بودن پلی‌آمین‌هایی مثل پوترسین در افزایش شاخص‌های

منابع

- اصغری، ع.، زکایی، م.، خسروشاهی، م.، ر.، 1387، پلی آمین‌ها و علوم باغبانی، انتشارات دانشگاه بوعلی، همدان، ص 55.
- بالا پور، م.، عسگر پور، آ.، علی عسگری، م.، 1393، اثر تیمارهای داشت و پس‌از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوترسین بر برخی فاکتورهای کیفی میوه سیب رقم گرانی اسمیت، نشریه علوم باغبانی، جلد 28، شماره 4، صص 479-486.
- جلیلی مرندي، ر.، 1383، فیزیولوژی بعد از برداشت، چاپ سوم، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ص 273.
- جلیلی مرندي، ر.، 1391، فیزیولوژی بعد از برداشت، چاپ سوم، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ص 322.
- زاکری، م.، ریاضی، ع.، انوری، س.، 1394، اثر پوترسین بر خصوصیات کمی و کیفی و عمر سیب رقم محلی بشاگرد، کنفرانس بین المللی کشاورزی، محیط زیست و توریسم، تبریز.
- زکایی خسروشاهی، م.، ر.، اثنی عشری، م.، 1387، اثر کاربرد پوترسین بر عمر پس از برداشت و فیزیولوژی توت فرنگی، زردآلو، هلو و گیلاس، علوم و تکنولوژی کشاورزی و منابع طبیعی، دوره 12، شماره 45، صص 219-228.
- عصار، پ.، راحمی، م.، تقی پور، ل.، 1391، اثر تیمارهای پس‌از برداشت اسپرمیدین و پوترسین بر کیفیت انباری میوه کیوی رقم هایوارد (*Actinidia Deliciosa* L. Var. hayward)، نشریه علوم باغبانی ایران، دوره 43، شماره 3، صص 331-336.

- میدانی، ج.، هاشمی دزفولی، س.ا.، 1376، فیزیولوژی پس‌از برداشت، نشر آموزش کشاورزی.
- نصیرزاده، م.، 1389، اثر کاربرد پس از برداشت پلی آمین‌ها بر کاهش صدمه‌ی سرمایی، رسیدن و افزایش عمر قفسه‌ای گوجه فرنگی، پایان نامه ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
- نعمت‌اللهی، ا.، جعفری، ع.، باقری، ع.، اثر تنش خشکی و سالیسیلیک اسید روی رنگدانه‌های فتوسنتزی و جذب عناصر غذایی ارقام زراعی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، *مجله اکوفیزیولوژی گیاهی*، سال 5، شماره 12، صص 37-51.
- همدانی، م.، مرادی، ح.، قنبری، ع.، اثر زمان برداشت و عمر انبارمانی بر کیفیت میوه پرتقال خونی رقم مورو (*Citrus sinensis* cv, Moro)، 1393، *نشریه علوم باغبانی*، جلد 28، شماره 2، صص 252-259.
- وحدت، ر.، فتوحی، ر.، قاسم نژاد، م.، 1388، اثرات ژل آلوئه‌ورا بر حفظ کیفیت میوه‌های توت فرنگی، ششمین کنگره‌ی علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان.
- Choi, S; Chung, M, 2003, A Review on The relationship Between Aloe vera Component and Their biologic effects, *Seminars in Integrative Medicine*, 1: 53-62.
- Clive, L; Sze-Chung; Nicholson, R, 1998, Reduction of light-induced anthocyanin accumulation in inoculated anthocyanin accumulation in inoculated sorghum mesocotyls implication for a compensatory role in the defense response, *Plant Physiology*, 116:979-989.
- Ding, CK; Chachin, Y; Hamazu, YU; Imahori, Y, 1998, Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 14: 309-315
- Fischman, ML; Levaj, B; Scorza, R; Gillespie D, 1993, Changes in the physico-chemical properties of peach fruit pectin during on-tree ripening and storage, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118:343-349.
- Galston, A.W; Sawhney, R.K; 1990, Polyamines in plant physiology, *Plant Physiology*, 94:606-610.
- Ghasem nejad, M; Ghorbanali pour, R; Fatahi moghadam, J, 2011, Effect of harvesting time on antioxidant capacity and keeping quality of *Actinidia deliciosa* cv. Hayward fruit, *Journal of Crops Improvement*, Vol. 13, No. 1, Pages 55-64.
- Humadi, S.S; Istudor, V.I.O.R.I.C.A, 2008, Quantitative analysis of bio-active compound in *Hibiscus sabdariffa* L. Extracts, *Note I Quantitative analysis of flavonoids*, 699-707.
- Kakkar, R.K; Sawhney, V.K, 2002, Polyamine research in plants: a changing perspective, *Physiolpgy Plant*, 116: 281-292.
- Kalt, W, 2005, Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants, *Food Sci*, 70: 11-19.
- Kaur-Sawhney, R; Shih, L.M; Cegielska, T; Galston, A.W, 1982, Inhibition of protease activity by polyamines Relevance for control of leaf senescence, *Febs Letters*, 145 (2):345-349.
- Leiting, V.A; Wicker, L, 1997, Inorganic cations and polyamines moderate pectinesterase activity, *J. Food Sci*, 62 (2):253-255.
- Leja M, Mareczek A, Ben J, 2008, Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. *Food Comp. Analy.* 21: 396-401.
- Manganaris, GA; Vasilakakis, M; Diamantidis, M; Mignani, I, 2007, The effect of postharvest calcium application, quality attributes incidence of flesh browning and cellwall physicochemical aspects of peach fruits, *FoodChem*, 100:1985-1392.
- Martinez-Romero, D; Albuquerque, N; Valverde, JM; Guillen, F; Castillo, S; Valero, D; Serrano, M, 2005, Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatments: A new edible coating, *Postharvest Biol and Tech*, 39: 93-100.
- Martin-Tanguy, J, 1997, Conjugated polyamines and reproductive development: biochemical, molecular and physiological approaches, *Physiology Plant*, 100: 675-688.
- Ponappa, T; Scheerens, J.C; Miller, A.R, 1993, Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberry slices under various storage conditions, *J. Food Sci*, 58 (2):361-364.
- Ranganna, S, 1986, Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products, *Tata McGraw-Hill Education*, 209-221.
- Rastogi, R; Davies, P. J; 1991, Polyamine metabolism in ripening tomato fruit II. Polyamine metabolism and synthesis in relation to enhanced putrescine content and storage life of alc tomato fruit, *Plant physiology*, 95:41-45.
- Saftner, R.A; Baldi, B.G, 1990, Polyamine levels and tomato fruit development: possible interaction with ethylene, *Plant Physiology*, 92:547-550.

- Saiprasad, G.V.S; Raghuveer, P. Khetarpal, S; Chandra, R, 2004, Effect of various polyamines on production of protocorm-like bodies in orchid-denarobium esonia, *Scientia Horticulturae*, 100: 161-168.
- Serrano, M; Martinez-Romero, D; Guillen, F; Valero, D, 2003, Effects of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivar, *Postharvest Biol. Technol.*, 30:259-271.
- Tassoni, A; Buuren, M.V; Franceschetti, M; Fornale, S; Bagni, N, 2003, Polyamine content and metabolism in *Arabidopsis thaliana* and effect of spermidine on plant development, *Plant Physiology Biochem*, 38: 383-393.
- Valero, D; Martinez-Romero, D; Serrano, M, 2002, The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit, *Trends Food Science Technology*, 13:228-234.
- Valero, D; Martinez-Romero, D; Serrano, M; Riquelme, F, 1998, Postharvest gibberellin and heat treatment effects on polyamines, abscisic acid and firmness in Lemons, *J. Food Sci*, 63(4):611-615.
- Valverde, JM; Valero, D; Martinez-Romero, D; Guillen, F; Castillo, S; Serrano, M, 2005, Novel edible coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety, *Agricultural and Food Chemistry*, 53: 7807-7813.
- Wang, C. Y; Conway, W.S; Abbott, J.A; Kramer, G.F; Sams, C.E, 1993, Postharvest infiltration of polyamines and calcium influences ethylene production and texture changes in 'Golden Delicious' apples *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, 118:801-806.
- Waterhouse, AL, 2002, Determination of total phenolic. In: Worsted, R.E. (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, John Wiley and Sons, New York, units I.1.1.1–I.1.1.8.



Effect of Putrescine and Aloe Vera gel on biochemical indices of peach fruit var. red top during storage life

N. Derakhshan, A. A. Shokouhian*, B. Fathi Achachlouei

Received: 2018.05.13

Accepted: 2018.09.29

Introduction: Peach fruit is considered to be a part of the fragrance fruits in terms of respiratory behavior, which is why it quickly becomes corrosive at normal temperature. Shelf life of peach is limited because of weight loss due to water loss and physiological abnormalities such as browning and tissue alteration. The Aloe Vera gel is a polyester coating and has an elastic property that is easily soluble in water and covers the entire area around the product to a similar extent. This gel acts as a protective layer on the product and protects the cells below the protective layer against mechanical damage and also prevents the loss of juices. Polyamines are a group of low-molecular-weight, naturally-occurring compounds with linear nitrogen groups found in almost all organisms and play a role in a wide range of physiological processes in plants, animals and microorganisms. The purpose of this experiment was to investigate the effect of Putrescine and Aloe Vera gel on the prolongation of the post-harvest life of peach fruit.

Materials and methods: Peach fruits (*Prunus persica* L.), the redtop cultivar at commercial maturing stage, when 80-50% of the fruits were painted, Harvested from the gardens of Moghan Agro Industry & Industry Co., located in Pars Abad city and after transferring to the laboratory, coating treatments as factorial based on completely randomized design with coating treatments in four levels of Putrescine (0, 2, 4, and 6 milli molar) and Aloe-vera gel treatments in four levels (0%, 15%, 30%, and 45%) in three time periods (15, 30 and 45 days) and three replicates with total of 144 experimental units was carried out. The fruits at -1°C and humidity of 95-90% were kept in cold storage. The pH of the juice were measured by a Digital pH Meter, soluble solids at room temperature was read by hand-made refractometer on a graded column. To measure total acid, titration was performed using 0.1% sodium hydroxide solution and the results were expressed in grams of malic acid in 100 grams of fresh weight. Measurement of vitamin C was done by titration with Decolor phenol Indole Phenol and Meta phosphoric acid and its amount expressed as mg of ascorbic acid in 100 grams of sample. The total phenol content was measured by the Folin- Sioculto method. The acetone method was used to measure carotenoid. Flavonoids were measured by acid ethanol method. The data of this study were analyzed using SPSS (9.1.3) and comparison of mean of treatments with LSD-test at probability level of 5%. Charts were also drawn using Microsoft Excel software.

Results & Discussion: Based on the analysis of variance table, the triple effects of Putrescine, aloe vera and time treatments in all indices had a significant effect at 1% probability level. Analysis of variance showed the lowest pH at combined treatment of 6 mM putrescine and 30% Aloe-vera gel. Also, the most titratable acidity was observed at combined treatment of 6 mM putrescine and 15% Aloe-vera gel and the most total soluble solids was observed at combined treatment of 2 mM and 45% Aloe-vera gel. Highest levels of vitamin C were observed at combined treatment of different levels of Aloe-vera gels at 6 mM putrescine. The most carotenoid levels was for combined treatment of 6 mM putrescine and 30% Aloe-vera gel and the most flavonoids was for combined treatments of 6 mM putrescine and 45% Aloe-vera gel. The pH peach juice increased during storage, due to the breakdown and decomposition of organic acids in the respiration process. The organic acids during storage are low due to their consumption during respiration and have a downward trend. The amount of soluble solids in fragrance fruits, such as peaches, increases during storage, when using putrescin significantly reduced the changes

(* - Corresponding Author Email: shokouhiana@yahoo.com)

in soluble solids. The treatment of polyamide fruits slowly reduces the amount of total soluble solids that can be delayed in the production of ethylene and the ripening of fruit. It seems that the effect of polyamide treatments on their ability to maintain acidic conditions and the total acid content of the fruit extract, is related to their ability to compete with ethylene and delay in the ripening process. The amount of phenol over time has been increased. Phenol content of fruits and vegetables can be reduced or increased, which depends on storage conditions. With increasing maintenance period, the activity of PEL enzymes increases in different stages of harvesting, so that it has the highest amount at the time of commercial maturation. Based on the results of this study, it was observed that co-application of Putrescin coated treatments with aloe vera gel maintains biochemical parameters in terms of storage of peach fruit. Generally, the combination of 6 μ M Putrescin and 30% Aloe Vera combination therapy had the best effect among other treatments in maintaining the traits in tomato fruit.

Keywords: Acidity, Carotenoid, Flavonoid, Phenol, Post-harvest, protective layer



امکان‌سنجی تولید نوشابه گازدار زعفرانی با خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی مطلوب

فاطمه سادات میرزاخلیلی¹ - پیمان رجایی^{2*} - مهناز هاشمی روان²

تاریخ دریافت: 1396/09/06

تاریخ پذیرش: 1397/08/02

چکیده

امروزه جایگزینی نگهدارنده‌ها و افزودنی‌های شیمیایی با انواع طبیعی آن‌ها که خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی دارند، متداول شده است. در این راستا در تحقیق حاضر امکان تولید نوشابه گازدار زعفرانی مورد بررسی قرار گرفت. جهت تهیه تیمارها از سه سطح زعفران (0/6، 2 و 4%) و سه سطح شکر (65، 70 و 75%) استفاده گردید. طبق نتایج، با افزایش درصد شکر و عصاره زعفران، میزان بریکس، اسیدیته، ماده خشک، قند کل، خاکستر در نوشیدنی به شکل معنی‌داری افزایش یافت اما pH روند کاهشی نشان داد. قابل توجه این که اختلاف بین وزن مخصوص نمونه‌ها معنی‌دار نبود. همچنین با افزودن منابع قندی، میزان باکتری مزوفیل در محدوده استاندارد افزایش یافت به گونه‌ای که بیشترین مقدار آن در نمونه حاوی 70% شکر مشاهده گردید. در مجموع، تیمار حاوی (75% شکر و 2% عصاره زعفران) از مطلوب‌ترین خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: نوشابه گازدار، عصاره زعفران، خواص کیفی.

مقدمه

نوشابه فرآورده‌ای است که از اختلاط آب، گاز کربنیک، افزودنی‌های مجاز خوراکی، قند و یا سایر شیرین‌کننده‌های مجاز به دست می‌آید و معمولاً برای برطرف نمودن تشنگی و یا به همراه غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد و از طعم‌های مختلفی برای تولید آن استفاده می‌شود (کریمی، 1390). در حال حاضر روزانه چند صد میلیون لیتر از این گونه محصولات نوشیدنی در جهان مصرف می‌شوند و می‌توان گفت بعد از دخانیات پرمصرف‌ترین فرآورده‌های صنعتی محسوب می‌گردند. بر طبق آمار و ارقام موجود، مصرف سرانه نوشابه در کشور آلمان 90 لیتر و در ایران 25 لیتر در سال می‌باشد (سرفرازی، 1391). تنوع در تولید نوشیدنی‌ها بسته به نوع طعم‌دهنده‌ها (طبیعی یا مصنوعی) و گازدار یا غیرگازدار بودن آن‌ها بسیار وسیع می‌باشد. از سوی دیگر افزایش سطح آگاهی تغذیه‌ای مردم سبب شده است تا علاقه آنها برای خرید مواد غذایی فراسودمند با ویژگی‌های خاص و سلامتی بخش به‌ویژه نوشیدنی‌های جدید بر پایه مواد طبیعی و غیرسنتزی افزایش یابد که این مسئله سبب افزایش تقاضا برای این نوع نوشیدنی‌ها و در نتیجه تمرکز بازار تولید در جهت تهیه و تولید این محصولات شده است (صمدی، 1379). در

سال‌های اخیر علاقه زیادی به مطالعه بر روی گیاهان دارویی به منظور یافتن مکمل‌های ضد اکسایشی خوراکی و نقش مصرف این ترکیبات در محافظت بدن در برابر صدمات ناشی از فشار اکسایشی به وجود آمده است. در این راستا می‌توان به اثرات مفید زعفران به عنوان یک ضد اکساینده طبیعی اشاره کرد. گزارش شده است که زعفران دارای ترکیبات زیادی از جمله آلفا کروسیتین، کاروتنوئیدهای محلول در آب، کروسین‌ها شامل دی، تری و پیکروکروسین و سافرانال می‌باشد. کروسین، کروسیتین و سافرانال موجود در زعفران اثرات از بین برنده رادیکال‌های آزاد و خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند (بشارتلو، 1374).

زعفران گیاهی علفی، چندساله، دارای پیاز، بدون ساقه و از خانواده زنبقیان با نام علمی *Crocus sativus* L. و نام عمومی Saffron است که منشأ یونانی دارد. با ارزش‌ترین گیاه موجود در ایران می‌باشد که به دلیل عطر خوش و طعم دلپذیر آن مورد توجه تمام دنیا قرار گرفته است. این گیاه دارای گل‌هایی به رنگ بنفش روشن می‌باشد که در میان این گل‌ها کلاله‌های سه شاخه قرمز رنگ خودنمایی می‌کنند که مهم‌ترین بخش گیاه از لحاظ اقتصادی محسوب می‌شود و به عنوان ادویه و رنگ طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Leffingwell, 2002). ایران در تولید و صادرات زعفران از مزیت بالایی برخوردار است به گونه‌ای که حدود 91% زعفران دنیا در ایران تولید می‌شود. نگاهی به روند تغییرات سطح زیر کشت زعفران در سال‌های اخیر، نشان می‌دهد که در سی سال گذشته، سطح زیر

1 و 2 - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

(* - نویسنده مسئول: Email: rajaei@iauvaramin.ac.ir)

است. تولید این ترکیبات را می‌توان به شکافت پیوندهای دوگانه زنجیره هیدروکربنی در موقعیتهایی نسبت داد که از حلقه یونونی جدا شده‌اند (Lech et al., 2009). حسینی نژاد و همکاران (1377)، نشان دادند که عصاره خالص میوه‌جات مختلف را با فرآورده‌های نه چندان پیچیده می‌توان به شربت‌های مناسب برای تهیه نوشابه‌های گازدار تبدیل کرد. بدین ترتیب نوشابه‌های حاصله نه تنها طعم دلپذیر و خوشایندی دارند بلکه از ویژگی‌های مناسب تغذیه‌ای و ویتامینی نیز برخوردارند (حسینی نژاد و همکاران، 1377). کرمی (1390)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی ریشه شیرین بیان را در نوشابه مورد بررسی قرار داد. نتایج آزمون میکروبی نشان داد که استفاده از عصاره ریشه شیرین بیان در نوشابه پرتقالی باعث ماندگاری نوشابه طی 90 روز می‌شود. همچنین ترکیبات فنولیک عصاره ریشه شیرین بیان طی این 90 روز پایداری خود را حفظ کردند (کرمی، 1390). شاکر (1393)، استفاده از چای سبز را جهت تولید نوشابه گیاهی مورد بررسی قرار داد. بدین ترتیب که از پودر چای سبز برای عصاره‌گیری استفاده شد. طبق نتایج، از نظر پانلیست‌ها بهترین تیمار استفاده از 5 گرم چای سبز بود زیرا تا 30 روز افت کیفیت در آن‌ها مشاهده نشد. پس از آن کیفیت مقداری افت نمود در حدی که پس از 90 روز غیرقابل مصرف بود. با توجه به نتایج، کدورت و اسیدیته نوشابه‌ها با گذر زمان افزایش، بریکس ثابت و ترکیبات فنولی و pH کاهش معنی‌داری را در طول 90 روز نشان دادند و میزان ویتامین C نیز به نصف مقدار اولیه خود رسید. بیشترین میزان اسیدیته، کدورت و کمترین میزان pH در غلظت 10 گرم از عصاره چای سبز مشاهده شد. با توجه به آزمون‌های انجام شده، از نظر کمی، تیمار حاوی 7/5 گرم از عصاره چای سبز اما از نظر کیفی، تیمار حاوی 5 گرم از عصاره مذکور به‌عنوان بهترین تیمار انتخاب گردیدند (شاکر، 1393). مهدوی خزایی و همکاران (2015)، در تحقیقی به بررسی بهینه‌سازی استخراج آنتوسیانین از گلبرگ زعفران با روش سطح پاسخ پرداختند. نتایج نشان داد که متغیرهای فرایند از جمله دما، زمان استخراج، نسبت حلال و درصد اتانول تاثیر معنی‌داری در استخراج آنتوسیانین از گلبرگ زعفران دارند و می‌توان آن را به‌عنوان یک جایگزین بالقوه برای منابع طبیعی رنگ آنتوسیانین در صنایع غذایی و دارویی استفاده کرد. Folashade و همکاران (2013)، به بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره گل بامیه و زنجبیل جهت تولید نوعی نوشیدنی پرداختند. بر اساس نتایج، افزودن زنجبیل سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و بهبود عطر و طعم و مزه این نوشیدنی گردید. لطفی و همکاران (2015)، اثر استخراج آنزیمی آنتوسیانین در محصول عصاره زعفران به همراه خواص رنگ و ثبات ساختاری آن را مورد بررسی قرار دادند. هدف اصلی از انجام پروژه انتخاب مناسب آنزیم مواد غذایی بین Cellubrix و Pectinex Ultra SP-L برای بازیابی آنتوسیانین از محلول آبی زعفران، و مطالعه مقدار محصول و

کشت این محصول، از 25/4 هکتار در سال 60 به 70 هزار هکتار در سال 90 رسیده که نشان از رشد 5/16 برابری آن دارد. مواد شیمیایی گوناگونی از دسته کاروتنوئیدها¹، آنتوسیانین‌ها² و ترپنوئیدها³ در کلاله و گلبرگ زعفران شناسایی شده است که از میان آنها می‌توان کروستین⁴، دلفینیدین⁵ و سافرانال⁶ را نام برد. رنگ زعفران عمدتاً به دلیل کاروتنوئیدها (کروستین و کروستین⁷) و عطر و طعم آن از محصولات اکسیداسیون کاروتنوئیدها (به‌طور عمده سافرانال و پیکرو کروستین که گلیکوزیدی با مزه تلخ است) به‌دست می‌آید (ترابی، 1391). ترکیباتی از زعفران که واجد اثرات فارماکولوژیکی می‌باشند، مواد تلخی هستند که از سافرانال و رنگدانه‌های مربوط به کاروتنوئید کروستین مشتق می‌شوند. از مهم‌ترین مواد با مزه تلخ، پیکروکروستین می‌باشد. تجزیه پیکروکروستین به روش هیدرولیز اسیدی، موجب تولید گلوکز، آگلیکون فرار⁸ و سافرانال دهیدرو- بتا- سیکلوسیترال⁹ می‌شود. از مهم‌ترین ترکیبات رنگی انواع کاروتنوئیدهای کاروتنوئیدهای کروستین و فرم‌های گلیکوزیدی، دی جنتیوبیوزید کروستین¹⁰، جنتیوبیوزید¹¹، جنتیوگلوکوزید¹²، منومتیل استر¹³ و دی متیل استر¹⁴ (آلفا- کاروتن¹⁵، بتا- کاروتن¹⁶، لیکوپن¹⁷ و زیزانتین¹⁸) می‌باشند (Ahmad Bilal et al., 2011). به‌طور کلی می‌توان ترکیبات فرار زعفران را بسته به ساختار و پیش‌سازهایشان به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول ترکیبات 9 و 10 کربنه‌ای هستند که از نظر ساختاری به سافرانال شباهت دارند و به آنها ترکیبات وابسته به ایزوفرون نیز گفته می‌شود. این ترکیبات حاصل تجزیه آنزیمی یا غیر آنزیمی (اکسایش، کربوکسیل زدایی و همپارش) سافرانال می‌باشند و به همراه سافرانال از عوامل اصلی عطر زعفران به‌شمار می‌روند. از این دسته می‌توان به ایزوفرون و 4- کتو ایزوفرون اشاره کرد. دسته دوم نورایزوپرنوئیدهای 13 کربنه هستند که در محل کربن شماره یک خود دارای زنجیره چهار کربنه‌ای هستند که به‌طور جزئی غیر اشباع

- 1 Carotenoids
- 2 Anthocyanins
- 3 Terpenoids
- 4 Crocin
- 5 Delphinidin
- 6 Safranin
- 7 Crocetin
- 8 Volatile Aglycones
- 9 Safranin dehydro-β-cyclo cytrate
- 10 De jntybyuside crocine
- 11 Jntybyuside
- 12 Jntyuglocoside
- 13 Mono methyl ester
- 14 De methyl ester
- 15 α-Carotene
- 16 β -Carotene
- 17 Lykopene
- 18 Zeaxanthin

نظر اضافه شد تا کلیه کریستال‌های شکر در آب حل گردد. از آنجایی که شکر مصرفی دارای اجسام خارجی بود لذا شربت تهیه شده، صاف و زلال نبود در نتیجه با عبور دادن ماده مورد نظر از صافی‌های مخصوص، کاملاً شفاف و صاف گردید. در ادامه جهت از بین بردن میکروارگانیسم‌های پاتوژن، شربت مورد نظر پاستوریزه شد.

جدول 1- فرمولاسیون نوشیدنی مورد بررسی در تحقیق

مواد اولیه	درصد	فرمولاسیون برای تولید 450 گالن عصاره (1704 لیتر) معادل 10222 لیتر نوشابه (با حداقل بریکس 10/75)
شکر	65	1100 کیلوگرم
عصاره زعفران	0/6	10 کیلوگرم
اسید سیتریک	0/6	10 کیلوگرم
بنزوات سدیم	0/3	1 کیلوگرم
آب	33/5	583 لیتر

جدول 2- تیمارهای مورد بررسی در تحقیق

تیمار (T)	شکر (درصد)	زعفران (درصد)
1	65	0/6
2	65	4
3	65	2
4	70	0/6
5	70	4
6	70	2
7	75	0/6
8	75	4
9	75	2

پس از پاستوریزه شدن، شربت به سمت مخازن استیل عصاره هدایت گردید. ظرفیت مخازن عصاره 10 واحدی (17032/5 لیتر)، 6 واحدی (10219/5 لیتر) و 4 واحدی (6813 لیتر) بودند. در ادامه همزمان با افزودن شربت به مخازن، عصاره اضافه شد. پس از مخلوط نمودن عصاره غلیظ و شربت، همزن خاموش و مخلوط مورد نظر به مدت 15 دقیقه در همان حالت قرار داده شد تا حباب‌های موجود در آن خارج گردد. عصاره تهیه شده به مدت 12-24 ساعت در تانک ذخیره گردید تا این‌که عمل رسیدن به خوبی انجام پذیرفت. در ادامه عصاره آماده شده توسط پمپ انتقال‌دهنده به دستگاه مخلوط کننده آب و عصاره (اینترمیکس³، فلومیکس⁴ و یا پری میکس⁵) هدایت شد، تا آب

معیارهای کیفیت (به‌طور عمده خواص رنگ و ثبات) و مقایسه خواص آن با مواد دیگر استخراج شده توسط روش اتانول معمولی بود. طبق نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل کروماتوگرافی مایع، آنتوسیانین استخراج شده با مخلوط آنزیم ها حدود 80% بیشتر از سیانیدین 3-گلوکزید¹ و 20% کمتر از پلارگنیدین ۳،۵-گلوکزید² با استفاده از روش اتانول بود.

با توجه به موارد مطرح شده، مشکلی که امروزه صنعت نوشیدنی با آن روبه رو است و تا حدود زیادی بدون تغییر مانده و شاید روز به روز بر پیچیدگی آن افزوده می‌شود، فراهم آوردن محصولی سالم، با ماندگاری مناسب و قابل قبول می‌باشد. یکی از گام‌های بزرگ در این راستا، می‌تواند جایگزینی نگهدارنده‌ها و افزودنی‌های شیمیایی با انواع طبیعی آن‌ها باشد. حال از آن جا که ایران به‌واسطه شرایط جغرافیایی خاص خود از لحاظ پوشش گیاهی به‌ویژه گیاهان دارویی بسیار متنوع و غنی است و از سوی دیگر گیاهان دارویی خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی شناخته شده‌ای دارند لذا می‌توان از آنها به‌عنوان جایگزینی برای نگهدارنده‌های شیمیایی در صنعت نوشیدنی استفاده نمود. در همین راستا در تحقیق حاضر امکان تولید نوشابه گازدار زعفرانی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ابتدا مواد اولیه به‌منظور تولید نوشابه گازدار زعفرانی شامل عصاره زعفران (زردبند، ایران)، شکر(هدیه، ایران)، دی کلرم روز بنگال، بنزوات سدیم، دی پتاسیم اگزالات، استات سرب، هیدروکسید سدیم نرمال، کربن فعال، اسید سیتریک، گاز CO₂، الکل اتیلیک، اتانل 70% و هیدروکسید سدیم همچنین مواد مورد استفاده در آزمون‌های میکروبی شامل محیط کشت Lactobacillus agar medium (MRS Agar)، محیط کشت Orange-Serum Agar، محیط کشت Dichloran Rose-Bengal (مرک، آلمان) تهیه گردیدند. قابل توجه این‌که عصاره زعفران مورد استفاده دارای پروانه ثبت فراورده مکمل به شماره 70069006810001 و استاندارد کارخانه‌ای 00002/81/65 بود.

به‌منظور تهیه تهیه شربت، از فرمولاسیون موجود در شرکت زمزم استفاده گردید. مواد اولیه مورد استفاده در تولید نوشیدنی گازدار در جدول 1 ارایه گردیده است.

به‌منظور تهیه شربت ساده، مخازن شربت آماده گردیدند. معمولاً برای هر مخزن 7 واحدی شربت که معادل 11922/75 لیتر می‌باشد، 1750 گالن آب تصفیه شده به داخل مخزن ریخته شد. آن‌گاه همزن مخزن روشن گردید و شکر بر اساس فرمولاسیون ساخت نوشابه مورد

3 Intermix
4 Flomix
5 Pri-mix

1 Cyanidin 3-glucosides
2 Pelargonidin 3,5-glucosides

وارد شده از تصفیه خانه به نسبت 1 به 5 برای محصولات با بریکس زیر 11 و یا 1 به 5/5 برای محصولات با بریکس زیر 10 مخلوط شده و مایع نوشابه را تشکیل دهد. برای بالابردن راندمان کار و افزایش کیفیت عصاره ساخته شده، مواد اولیه جامد از جمله اسیدسیتریک، بنزوات سدیم از طریق مخزن افزودنی ها به مخازن شربت افزوده شد

تا عملیات فیلتراسیون صورت پذیرد (بی نام، 1396). در جدول 2 تیمارهای تحقیق نشان داده شده است. پس از تهیه نوشیدنی های مورد نظر، آزمون های فیزیکوشیمیایی و میکروبی، مطابق جدول 3 بر روی نمونه ها انجام شد.

جدول 3- آزمون های فیزیکوشیمیایی و میکروبی انجام شده بر روی تیمارها

ردیف	نوع آزمون	روش استاندارد	منبع
1	pH	استاندارد ملی ایران، 1249	(بی نام، 1381)
2	اسیدیته	استاندارد ملی ایران، 1249	(بی نام، 1381)
3	میزان قند کل	استاندارد ملی ایران، 1249	(بی نام، 1381)
4	مواد جامد محلول	استاندارد ملی ایران، 1249	(بی نام، 1381)
5	خاکستر	استاندارد ملی ایران، 1249	(بی نام، 1381)
6	چگالی	استاندارد ملی ایران، 1249	(بی نام، 1381)
7	میکرو ارگانیزم ها (کلی فرم و اثرشیاکلی)	استاندارد ملی ایران، 3759	(بی نام، 1357)
8	میکرو ارگانیزم ها (قابل کشت در 22 و 36 درجه سلسیوس)	استاندارد ملی ایران، 5271	(بی نام، 1379)

مقایسه میانگین ها توسط آزمون چنددامنه ای دانکن، در سطح احتمال $\alpha=1\%$ و توسط نرم افزار SPSS نسخه 16 صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

آزمون های فیزیکوشیمیایی

نتایج مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف بر مقدار بریکس، pH، اسیدیته، چگالی، ماده خشک، خاکستر کل و قند کل در جدول 4 ارایه شده است.

آزمون ارزیابی ویژگی های حسی

برای ارزیابی ویژگی های حسی نمونه ها، از روش هدونیک 5 نقطه ای استفاده شد. بدین ترتیب که نمونه های نوشابه، توسط تعدادی از افراد آموزش دیده و متخصص (پنلیست ها) از لحاظ رنگ، طعم، بو و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این آزمون عدد (1) نشان دهنده پایین ترین امتیاز و عدد (5) نشان دهنده بالاترین امتیاز بود (Luckow et al., 2006).

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

به منظور تجزیه و تحلیل داده های حاصل از تحقیق، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی نوشابه گازدار زعفرانی

تیمار (T)	قند کل	خاکستر کل	ماده خشک	چگالی	اسیدیته	pH	بریکس
1	9/13±0/3h	0/02±0/02c	10/81±0/2h	1/04±0/009a	1/6±0/1b	3/32±0/08a	10/39±0/3e
2	9/28±0/2gh	0/04±0/02bc	11/23±0/1g	1/041±0/008a	1/8±0/1a	3/21±0/04b	10/64±0/3e
3	9/48±0/2g	0/06±0/02b	11/6±0/2f	1/043±0/006a	1/6±0/1b	3/19±0/03b	11/07±0/07d
4	9/95±0/2f	0/04±0/02bc	13±0/1e	1/045±0/004a	1/6±0/1b	3/16±0/05bc	12/18±0/03c
5	10/29±0/1e	0/04±0/02bc	13/54±0/14d	1/045±0/004a	1/8±0/1a	3/17±0/04bc	12/16±0/03c
6	10/56±0/1d	0/06±0/02b	13/62±0/14cd	1/045±0/004a	1/8±0/1a	3/18±0/04bc	12/15±0/03c
7	10/95±0/1c	0/08±0/01a	13/77±0/18c	1/047±0/007a	1/6±0/1b	3/18±0/04bc	13/02±0/12b
8	11/38±0/1b	0/09±0/01a	14/09±0/1b	1/048±0/008a	1/8±0/1a	3/17±0/04bc	13/24±0/2ab
9	11/74±0/2a	0/09±0/01a	14/21±0/1a	1/049±0/009a	1/8±0/1a	3/15±0/03c	13/37±0/2a

در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی دار ندارند.

ریبایوزید را در نوشیدنی پرتقال بررسی نمودند. با توجه به نتایج، با افزایش درصد قند استویا، pH نمونه‌ها کاهش نشان داد.

اسیدیته

طبق جدول مقایسه میانگین 4، با افزایش شکر و عصاره زعفران در تیمارها، میزان اسیدیته افزایش نشان داد اما در محدوده استاندارد بود. شاکر (1393)، در تحقیقی، تولید نوشابه گازدار حاوی عصاره چای سبز را بررسی نمود که به نتایج مشابهی دست‌یافتند. اسمعیلی و همکاران (1395) نیز در تحقیقی به‌منظور بررسی تاثیر افزودن اینولین بر ویژگی‌های کیفی نوشیدنی مالت حین نگهداری در دماهای مختلف به نتایج مشابهی دست یافتند. صبری (1395) در تحقیقی به‌منظور تولید نوشابه گازدار از طریق جایگزین نمودن ساکارز با شیره انگور به نتایج مشابهی دست یافته بود. Renuka و همکاران (2009) در تحقیقی فروکتوالیگوساکاریدها را به سه نوع آب میوه شامل آناناس، انبه و پرتقال اضافه نمودند و نتیجه گرفتند که فروکتو الیگوساکاریدها می‌توانند بدون آن که در کیفیت نهایی محصول تغییر معنی‌داری ایجاد کنند، به‌صورت نسبی جایگزین ساکارز، گردند. در این تحقیق pH و اسیدیته قابل تیترا طی دوره نگهداری 6 ماهه تغییر معنی‌داری نداشت.

چگالی

با توجه به جدول 4، با افزودن شکر و عصاره زعفران، میزان چگالی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری تغییر نکرد. اما بیشترین مقدار چگالی در تیمار T9 به مقدار 1/049 و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد و به مقدار 1/040 تعیین گردید. صبری (1395)، در تحقیقی به منظور تولید نوشابه گازدار از طریق جایگزین نمودن ساکارز با شیره انگور، به نتایج مشابهی دست یافته بود.

مقدار ماده خشک

با توجه به جدول 4، با افزودن شکر و عصاره زعفران، مقدار ماده خشک به شکل معنی‌داری افزایش یافت. به‌گونه‌ای که بیشترین مقدار ماده خشک در تیمار T9 به مقدار 14/21 و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد و به مقدار 10/81 مشاهده گردید. به‌عبارت دیگر افزایش میزان ماده خشک را می‌توان به افزایش میزان شکر و عصاره زعفران در نوشیدنی نسبت داد. شاکر (1393)، در تحقیقی، به‌منظور تولید نوشابه گازدار حاوی عصاره چای سبز همچنین صبری (1395)، در تحقیقی به‌منظور تولید نوشابه گازدار از طریق جایگزین نمودن ساکارز با شیره انگور به نتایج مشابهی دست یافتند.

مواد جامد محلول در آب (بریکس)

با توجه به جدول 4، با افزودن شکر و عصاره زعفران، میزان بریکس به شکل معنی‌داری افزایش یافت. به‌گونه‌ای که بیشترین مقدار بریکس در تیمار T9 به مقدار 13/37 و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد و به مقدار 10/39 مشاهده گردید. طبق نتایج، با افزودن شکر و عصاره زعفران، میزان بریکس به شکل معنی‌داری افزایش پیدا نمود. بر اساس نتایج، عامل اصلی افزایش بریکس، ساکارز به‌نظر می‌رسد زیرا رابطه مستقیمی بین غلظت ساکارز و بریکس وجود دارد (Saniah and Sharifa, 2012). هاشمی و همکاران (1393)، تاثیر مصرف قند استویا در جایگزینی با ساکارز را در تهیه نوشیدنی زعفرانی به‌عنوان یک نوشیدنی فراسودمند بررسی نمودند. در این تحقیق به‌منظور تهیه شربت زعفرانی، 5 تیمار از قند استویا جایگزین ساکارز گردید و سپس خصوصیات فیزیوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی آن بررسی شد. با توجه به نتایج، با افزایش استویا میزان بریکس شربت‌ها کاهش یافت. اسمعیلی و همکاران (1395)، تاثیر افزودن اینولین را بر ویژگی‌های کیفی نوشیدنی مالت حین نگهداری در دماهای مختلف بررسی نمودند. نتایج تحقیق نشان داد که تغییرات بریکس در طول مدت نگهداری به میزان اینولین افزوده شده در تیمارها بستگی دارد. به‌گونه‌ای که تیمارهای دارای 3% اینولین از بیشترین و تیمار شاهد از کمترین میزان بریکس برخوردار بودند. Saniah و Sharifa (2012)، تحقیقی در زمینه استفاده از استویا به‌عنوان جایگزین قند در نوشابه‌های گازدار انجام دادند. در این پژوهش، از استویا و ساکارز در محدوده 0/2-0/5 درصد (استویا) و 0-54 درصد (ساکارز) استفاده شد. طبق نتایج، مواد جامد محلول در نوشابه‌های گازدار با افزایش مقدار ساکارز افزایش نشان داد.

pH

با توجه به جدول 4، با افزودن شکر و عصاره زعفران در نوشیدنی تولیدشده، میزان pH کاهش نشان داد اما در محدوده استاندارد بود. طبق نتایج، کمترین مقدار pH در تیمار T9 به مقدار 3/15 و بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد و به مقدار 3/32 اندازه‌گیری شد. هاشمی و همکاران (1393)، در تحقیقی به‌منظور بررسی تاثیر مصرف قند استویا در جایگزینی با ساکارز در تهیه نوشیدنی زعفرانی به نتایج مشابهی دست یافتند. حیران و آریان‌فر (1395)، خصوصیات فیزیوشیمیایی، حسی و رئولوژیکی نوشابه میوه‌ای حاوی استویا را بررسی نمودند. در این مطالعه به‌منظور تولید نوشابه‌ی میوه‌ای رژیمی، شیرین‌کننده طبیعی استویا با خلوص 97 درصد جایگزین ساکارز گردید. بدین منظور نمونه‌ها با نسبت‌های مختلفی از ساکارز/ استویا با معادل‌سازی میزان شیرینی استویا نسبت به ساکارز تهیه شدند. طبق نتایج، سطوح مختلف جایگزینی تاثیر معنی‌داری بر pH و اسیدیته نوشابه‌های میوه‌ای نداشت. Raeisi و همکاران (2014) تاثیر جایگزینی شکر با

خاکستر کل

طبق جدول 4، میزان درصد خاکستر تیمارها به علت افزایش مقدار عصاره زعفران و افزایش درصد شکر افزایش معنی‌دار نشان داد. به‌گونه‌ای که بیشترین مقدار خاکستر کل در تیمار T9 به مقدار 0/09 و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد و به مقدار 0/02 مشاهده گردید. هاشمی و همکاران (1393)، در تحقیقی به‌منظور بررسی استفاده از قند استویا در جایگزینی با ساکارز در تهیه نوشیدنی زعفرانی به‌عنوان یک نوشیدنی فراسودمند به نتایج مشابهی دست یافتند.

قند کل

با توجه به نتایج حاصل از جدول 4، میزان قند کل نوشیدنی نمونه‌ها با افزایش درصد شکر و عصاره زعفران افزایش یافت. صبری (1395)، در تحقیقی به‌منظور تولید نوشابه گازدار از طریق جایگزین نمودن ساکارز با شیربه انگور به نتایج مشابهی دست یافت. Yousaf و همکاران (2009) آبمیوه موز غنی شده با اینولین و الیگوفروکتوز را به مدت 8 هفته در دماهای 4، 25 و 35 درجه سلسیوس نگهداری نمودند. طبق نتایج، میزان ساکارز در نمونه‌هایی که در دمای 4 درجه سلسیوس نگهداری شده بودند، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت اما برای نمونه‌هایی که در دمای 25 و 35 درجه سلسیوس نگه داشته شده بودند، این مقدار روند افزایشی نشان داد. کاهش ساکارز را می‌توان به دلیل تجزیه آن به قندهای احیای گلوکز و فروکتوز نسبت داد ولی افزایش میزان ساکارز به علت هیدرولیز اینولین و الیگوفروکتوز در نمونه‌ها می‌باشد. از طرف دیگر میزان قندهای احیاکننده در این آبمیوه با گذشت زمان افزایش یافت که نگهداری در دمای بالاتر موجب تشدید این پدیده گردید.

آزمون‌های میکروبی

نتایج مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد میکروارگانیسم‌ها در جدول 5 ارائه شده است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، با افزودن منابع قندی میزان باکتری مزوفیل افزایش پیدا کرد ولی همچنان در محدوده استاندارد بود. بیشترین میزان باکتری‌های مزوفیل به نمونه حاوی 70% شکر تعلق داشت. صبری (1395) در تحقیقی به‌منظور تولید نوشابه گازدار از طریق جایگزین نمودن ساکارز با شیربه انگور بیان داشت که آلودگی به کپک و مخمر و میکروارگانیسم‌های مقاوم به اسید در هیچ یک از تیمارها مشاهده نشده است. Abdulkareem و همکاران (2011) به بررسی خواص نوشابه گازدار زنجبیلی طی 3 تا 6 هفته نگهداری پرداختند. طبق نتایج، بالاترین تعداد باکتری، کپک و مخمر در نمونه‌های بدون گاز و به تعداد 14 و 8 مشاهده گردید. اما در نمونه‌های گازدار جمعیت میکروبی کاهش نشان داد به‌طوری که این

تعداد به 9 CFU/ml و 5 CFU/ml رسید که علت آن را می‌توان به اسیدیته بالای محیط نسبت دادند.

جدول 5- نتایج مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد میکروارگانیسم در هر میلی‌لیتر نمونه نوشابه گازدار زعفرانی

تیمار (T)	کپک	مزوفیل	اسید دوست
1	0	0	0
2	2±0/001b	0	2±0/002b
3	1±0/001c	0	1±0/001c
4	2±0/001b	2±0/001a	3±0/001a
5	3±0/002a	1±0/001b	3±0/002a
6	1±0/001c	0	1±0/001c
7	3±0/002a	0	1±0/001c
8	2±0/001b	0	1±0/3001c
9	0	0	0

آزمون‌های حسی

نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تاثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های حسی نوشابه گازدار زعفرانی در جدول 6 ارائه شده است.

جدول 6- نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تاثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های حسی نوشابه گازدار زعفرانی

تیمار (T)	پذیرش کلی	طعم	بو	رنگ
1	2±0/2f	3±0/1e	2±0/1d	3±0/1e
2	3/5±0/2d	4/5±0/1b	4±0/1c	3/5±0/2d
3	3±0/1e	3/5±0/2d	3/5±0/2d	3/5±0/2d
4	3/5±0/2d	3/5±0/2d	2±0/1d	3/5±0/2d
5	4/5±0/1b	4/5±0/1b	4±0/1c	4±0/1c
6	4±0/2c	5±0/2a	4/5±0/2b	4±0/1c
7	4/5±0/1b	4±0/1c	2±0/1d	4/5±0/1b
8	5±0/2a	4/5±0/1b	4/5±0/2b	5±0/1a
9	5±0/2a	5±0/2a	5±0/1a	5±0/1a

با توجه به نتایج، با افزایش میزان شکر، شیرینی نوشابه افزایش یافت اما در نمونه‌هایی که مقدار زعفران افزایش یافت مقدار شیرینی با نمونه اول تفاوت معنی‌داری نشان نداد چون زعفران مزه گس و تلخی داشته لذا افزایش میزان شکر طعم را مطلوب نمود. هرچه مقدار زعفران افزایش یافت، رنگ نمونه‌ها جذابتر و عطر و طعم مطلوبتری ایجاد شد. هاشمی و همکاران (1393)، تاثیر مصرف قند استویا در جایگزینی با ساکارز را در تهیه نوشیدنی زعفرانی به‌عنوان یک نوشیدنی فراسودمند بررسی نمودند. بر این اساس در تهیه شربت

این که اختلاف بین وزن مخصوص نمونه‌ها معنی‌دار نبود. همچنین با افزودن منابع قندی، میزان باکتری مزوفیل در محدوده استاندارد افزایش یافت به گونه‌ای که بیشترین مقدار آن در نمونه حاوی 70% شکر مشاهده گردید. در مجموع تیمار حاوی (75% شکر و 2% عصاره زعفران) از مطلوب‌ترین خواص فیزیوشیمیایی، میکروبی و حسی برخوردار بود. نتایج حاصل از تحقیق به وضوح نشان می‌دهد که امکان تولید نوشابه گازدار زعفرانی با توجه به خواص شیمیایی و دارویی آن وجود دارد و می‌تواند جایگزینی مناسب در مقایسه با سایر نوشیدنی‌های باشد.

زعفرانی 5 تیمار از قند استویا جایگزین ساکارز گردید آن‌گاه خصوصیات فیزیوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی تیمارها بررسی شد. طبق نتایج، با افزایش میزان شکر طعم تیمارها و از سوی دیگر با افزایش مقدار زعفران، رنگ، طعم و عطر نمونه‌ها مطلوب تر گردید.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج، با افزایش درصد شکر و عصاره زعفران، میزان بریکس، اسیدیته، ماده خشک، قند کل، خاکستر در نوشیدنی به شکل معنی‌داری افزایش یافت اما pH روند کاهشی نشان داد. قابل توجه

منابع

- اسمعیلی، س.، واعظ، ا.، یاسینی، ع.، مرتضویان، س. ا. م.، سهراب وندی، س.، فردوسی، ر.، خسروی دارانی، ک.، 1395، بررسی اثرات افزودن اینولین بر ویژگی‌های کیفی نوشیدنی مالت در حین نگهداری در دماهای مختلف. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، 11(1)، 120-111.
- بشارت لو، ن.، 1374، بررسی ترکیبات موثره زعفران (رنگ، عطر و طعم). پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی، دانشگاه بیرجند.
- بی‌نام، 1357، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، جستجو و شمارش کلی‌فرم‌ها در آب به روش چند لوله‌ای، شماره 3759.
- بی‌نام، 1379، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شمارش میکروارکانیسم‌های قابل کشت، شماره 5271.
- بی‌نام، 1381، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نوشابه‌های گازدار روشهای آزمون شیمیایی، شماره 1249.
- ترابی، ز.، 1391، تاثیر عصاره زعفران بر نارسایی کلیوی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.
- حسینی نژاد، م.، 1377، تهیه پودر نوشیدنی با استفاده از اسانس میوه‌جات و رنگ زعفران، پایان نامه کارشناسی ارشد، مهندسی کشاورزی. علوم و صنایع غذایی. دانشگاه تهران.
- حیران شغل آباد، م.، آریان فر، ا.، 1395، بررسی خصوصیات فیزیوشیمیایی و حسی و رئولوژیکی نوشابه میوه ای با استویا، اولین کنگره بین المللی و بیست و چهارمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، تهران، انجمن علوم و صنایع غذایی ایران.
- سرافرازی، م.، 1391، استخراج ترکیبات موثره کلاله زعفران به روش های مایکروویو، آب فوق گرم و فراصوت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.
- شاکر، ح.، 1393، تولید نوشابه گازدار حاوی عصاره چای سبز، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی - دانشگاه تبریز.
- صبری، ن.، 1395، تکنولوژی تولید نوشابه گازدار توسط شیر انگور. دانشگاه آزاد اسلامی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس - دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- صمدی، پ.، 1379، فرمولاسیون اسانس طبیعی برای مصرف در نوشابه های غیر الکلی با توجه به اثرات فیزیولوژی اسانس ها، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی.
- کریمی، ز.، 1390، بررسی اثرآنتی اکسیدانی و ضد میکروبی عصاره ریشه شیرین بیان و کاربرد آن در فرمولاسیون نوشابه پرتقالی، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه گرگان.
- هاشمی، ن.، ربیعی، ح.، توکلی پور، ح.، گازرانی، س.، 1393، بررسی اثر جایگزینی قند گیاه استویا (*Stevia rebaudiana*) با ساکارز بر روی خصوصیات فیزیوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی شربت رژیمی زعفران، 2 (4)، ص 310.

- Abdulkareem, S. A., Uthaman, H., Joimoh, A. F., 2011, Development and characterization of a carbonated ginger drink. Department of Civil and Chemical Engineering, College of Science, Engineering and Technology, University of South Africa, Prirate BagX6.
- Ahmad Bilal, W., Rouf Hamza, A. K., Mohiddin, F. A., 2011, Saffron: A repository of medicinal properties. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(11), 2131-2135.
- Folashade, B. A., Fagbemi, T. N., Olawunmi, B., Ifesan, T., Badejo, A. A., 2013, Antioxidant properties of cold and hot water extracts of cocoa, Hibiscus flower extract, and ginger beverage blends, *Food Research International*, 52(2), 490-495.

- Lech, K., Witowska-Jarosz, J., Jarosz, M., 2009, Saffron yellow: characterization of carotenoids by high performance liquid chromatography with electrospray mass spectrometric detection. *Journal of Mass Spectrometry*, 44(12), 1661-1667.
- Leffingwell, J. C., 2002, Saffron. *Leffingwell Reports*, 2(5), 1-6.
- Lotfi, L., Kalbasi-Ashtari, A., Hamed, M., Ghorbani, F., 2015, Effects of sulfur water extraction on anthocyanins properties of tepals in flower of saffron (*Crocus sativus* L). *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 813-821.
- Luckow, T., Sheehan, V., Fitzgerald, G., Delahunty, C., 2006, Exposure, health information and flavour-masking strategies for improving the sensory quality of probiotic juice. *Appetite*, 47, 315-323.
- Mahdavee Khazaei, K., Jafari, S. M., Ghorbani, M., Hemmati Kakhki, A., 2015, Application of maltodextrin and gum Arabic in microencapsulation of saffron petal's anthocyanins and evaluating their storage stability and color. *Carbohydrate Polymers*, 105, 57-62.
- Raiesi Ardali, F., Alipour, M., shariati, M. A., Taheri, S., Amiri, S., 2014, Replacing sugar by Rebaudioside A in orange drink and produce a new drink. *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology*, 2(2), 1131-1135.
- Renuka, B., Kulkarni, S. G., Vijayanand, P., 2009, Fructooligosaccharide fortification of selected fruit juice beverages: Effect on the quality characteristics. *LWT-Food Science and Technology*, 42(5), 1033-1031.
- Saniah, K., Sharifah Samsiah, M., 2012, the application of Stevia as sugar substitute in carbonated drinks using Response Surface Methodology (Penggunaan Stevia sebagai pengganti gula di dalam minuman berkarbonat menggunakan Kaedah Gerak Balas Permukaan). *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 40(1), 23-34.
- Yousaf, M. S., Yusof, S., Manap, M. Y., Abd-Aziz, S., 2009, Storage stability of clarified banana juice fortified with Inulin and Oligofructose. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34, 599-610.

Possibility production of saffron gaseous beverage with proper physicochemical, microbial and sensory properties

F. S. Mirza Khalili¹, P. Rajaei^{2*}, M. Hashemiravan²

Received: 2017.11.27

Accepted: 2018.10.24

Introduction: Today, the problem that the beverage industry faces and is largely unchanged, and may be added to its complexity day by day is to provide a healthy, durable, and acceptable product. One of the main steps in this regard can be replacing the preservatives and chemical additives with their natural varieties. Since Iran is very diverse and rich in vegetation, especially in medicinal plants, due to its special geographical conditions, and on the other hand, since the medicinal plants have the known antimicrobial and antioxidant properties, they can be used as a substitute for the chemical preservatives in the beverage industry. In this regard, the possibility of production of saffron gaseous beverage has been studied in this research.

Materials and methods: Initially, in order to produce the saffron gaseous beverages, the raw materials including saffron extract (Zardband Company), Sugar (Hedieh Company), Orang Serum Agar, Kant Agar Plate, Dichloran Rose-Bengal, Sodium Benzoate, Dipotassium Oxalate, Lead Acetate, Normal Sodium Hydroxide, activated carbon, citric acid, CO₂ gas, ethyl alcohol, 70% ethanol and sodium hydroxide as well as materials used in the microbial tests including Lactobacillus agar medium (MRS Agar), Orange-Serum Agar, Dichloran Rose- Bengal (all from Merck, Germany) were prepared. Next, the treatments of research including T1 (65% sugar and 0.6% saffron), T2 (65% sugar and 4% saffron), T3 (65% sugar and 2% saffron), T4 (70% sugar and 0.6% saffron), T5 (70% sugar and 4% saffron), T6 (70% sugar and 2% saffron), T7 (75% sugar and 0.6% saffron), T8 (75% Sugar and 4% saffron) and T9 (75% sugar and 2% saffron) were considered. In order to prepare the treatments, the syrup tanks were prepared. Usually, for each 7-unit syrup tank which is equal to 11.659 liters, 1,750 gallons of purified water were poured into the tank. The tank mixer was then turned on and the sugar was added according to the formulation of making the desired beverage to dissolve all the crystals of sugar in the water. Since the consumed sugar had foreign objects, the prepared syrup was not clear and clean, so it was completely transparent and clear by passing the material from special filters. In order to eliminate the pathogenic microorganisms, the syrup was pasteurized. After pasteurization, the syrup was directed to the steel tanks of the extract. The capacity of the extract tank was 10 units (17032.5 liters), 6 units (10219.5) and 4 units (6813 liters). Next, the extract was added at the same time as the syrup was added to the tanks. After mixing the concentrated extract and the syrup, the mixer was turned off and the mixture was placed in the same state for 15 minutes to remove its bubbles. It is recommended that the made extract will be kept in the tank for 24-12 hours in order to achieve better maturity. The prepared extract was directed by a transfer pump to a water and extract mixer (Intermix, Flumix or Perry Mix), to mix the water entered from the refinery with the ratio of 1 to 5 for the products with the brix less than 11 or with the ratio of 1 to 5.5 for the products with the brix below 10 and form the beverage drink. To improve the work efficiency and increase the quality of extract made, the solid materials such as citric acid and sodium benzoate were added to the syrup tanks by the additive tanks to allow the filtration. After the completion of each treatment, the samples were subjected to physicochemical, microbial and sensory tests. In the same regard, in order to analyze the data of research, a factorial experiment in a completely randomized block design was used. The mean comparison was performed by Duncan's multiple range test at the probability level of $1\%=\alpha$ and analyzed by SPSS software, version 16.

Results and discussion: According to the results, by adding sugar and saffron extract, the amount of brix was significantly increased and it seems the sucrose to be the main reason for the increase of brix because there is a direct relationship between the concentration of sucrose and brix. Also, by adding sugar and saffron extract to the beverages produced, the pH and acidity levels decreased and increased, respectively, but they were within

1 and 2. M.Sc Student and Assistant Professor, Department of Food Science, Varamin – Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

(*- Corresponding Author Email: ajaei@iauvaramin.ac.ir)

the standard range. On the other hand, by adding sugar and saffron extract, the density of samples did not change significantly, but the amount of dry matter increased significantly, among which the increase in the amount of dry matter can be attributed to an increase in the sugar and saffron extract in the beverage. In this regard, the ash content of treatments and total sugar content of the samples were significantly increased due to increasing the amount of saffron extract and increasing the sugar content. According to the results obtained, the amount of mesophilic bacteria increased with the addition of sugars, but it remained within the standard range. Most of the mesophilic bacteria belonged to the sample containing 70% sugar. According to the results of sensory tests, the sweetness of beverage increased by increasing the sugar content, but in the samples in which the amount of saffron increased, the amount of sweetness showed no significant difference with the first sample. Since the saffron had a bitter and astringent taste, increasing the amount of sugar made the taste desired. On the other hand, as the amount of saffron increased, the color of samples was more attractive and their flavor was more favorable. In a general conclusion and based on the results of research, it was determined that it is possible to produce saffron gaseous beverage based on its chemical and medicinal properties, which could be an appropriate substitute compared to other beverages among which the treatment containing 75 % Sugar and 2% saffron extract was introduced as the most desired treatment.

Keywords: Gaseous beverage; Saffron extract; Qualitative properties.

بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی پنیر کوزه کم چرب حاوی پودر بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی

بهارک حساس¹- لایلا ناطقی^{2*} - علیرضا شهاب لواسانی²

تاریخ دریافت: 1396/12/08

تاریخ پذیرش: 1397/08/10

چکیده

پنیر کوزه، نوعی پنیر سخت می باشد که به صورت سنتی در نواحی غربی ایران از شیر خام گاو، گوسفند و گاهی بز تولید می شود. دوره رسیدگی این پنیر درون کوزه های سفالی داخل خاک سپری می شود، لذا دارای مجموعه ای از واریته های میکروارگانیسم ها بوده، بنابراین از ویژگی های حسی منحصر به فردی برخوردار است. با این حال، موضوع انتقال برخی باکتری های بیماری زا در این فرآورده و نیز درصد بالای چربی آن از دیدگاه سلامتی عمومی بسیار قابل اهمیت است. لذا هدف کلی از این پژوهش بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ضد میکروبی و حسی پنیر کوزه ای کم چرب (تهیه شده از شیر 1/5% چربی) حاوی پودر بتاگلوکان در غلظت های (0/5، 0/25 و 1%) و عصاره اتانولی پونه کوهی در غلظت های (0/1، 0/2 و 0/3%) و مقایسه آن با نمونه پنیر شاهد (تهیه شده از شیر 3% چربی) پس از طی 60 روز نگهداری بود. نتایج بررسی ضد میکروبی نشان داد استفاده از بتاگلوکان اثر معنی داری روی خواص ضد میکروبی تیمارهای مورد بررسی نداشت و استفاده از عصاره اتانولی پونه و افزایش غلظت آن اثر معنی داری بر افزایش خواص ضد میکروبی تیمارهای مورد آزمون داشت. مطابق با نتایج پس از طی 60 روز نگهداری، تیمار حاوی 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه در مقایسه با سایر تیمارها و نمونه شاهد بیشترین کاهش شمارش کلی میکروارگانیسم ها، لاکتوباسیلوس ها، کپک و مخمر، کلی فرم ها، اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس / اورئوس را نشان داد. نتایج بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نشان داد میزان پروتئین، چربی، اسیدیت و ازت محلول در آب تمامی تیمارهای مورد آزمون طی دوره نگهداری افزایش و pH و رطوبت و سختی بافت نمونه ها به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی پنیر نشان داد که تیمار حاوی 0/5 درصد بتاگلوکان و 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه از بالاترین قابلیت پذیرش حسی برخوردار بود. بنابراین با استفاده از 0/5 درصد بتاگلوکان و 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه در فرمولاسیون پنیر کوزه ای کم چرب می توان، پنبیری ایمن با بار میکروبی در حد استاندارد و بافت مطلوب در مقایسه با نمونه شاهد تولید نمود.

واژه های کلیدی: پنیر کوزه ای، بتاگلوکان، عصاره اتانولی پونه.

مقدمه

علیقلی نژاد، 1390). پنیرهای حاصل از شیرخام، معمولاً در نواحی روستایی و در مواردی به صورت خانگی از شیرخام گوسفند و بز (یا مخلوط هردو)، با استفاده از رنین طبیعی (یا رنت تجاری) و معمولاً بدون کشت آغازگر تولید می شوند. بنابراین فرایندهای تخمیر و رسیدگی این فرآورده، کاملاً توسط فلور میکروبی ذاتی موجود در شیر و نیز ناشی از محیط شیردوشی و تولید پنیر، انجام می شود (Comunian et al., 2010). مسئله مهم در تولید این فرآورده لبنی، استفاده از شیر خام و پر چرب بوده و به دلیل آلوده شدن شیر در مراحل تولید و پس از دوشش احتمال آلودگی پنیرهای تولید شده از این شیر به انواع میکروب های بیماری زا وجود دارد (نجفی و همکاران، 1390). پنیر کوزه پنیر سخت و

پنیرهای سنتی ایرانی یکی از پرمصرف ترین فرآورده های تخمیری شیر تولید شده در ایران می باشند و بسته به نحوه فرآوری آن ها که در مناطق مختلف تا حدودی متفاوت می باشد دارای ویژگی های حسی، فیزیکوشیمیایی و میکروبی متفاوتی می باشند. (Mirzaei et al., 2008). اکثر تولید کنندگان پنیرهای سنتی معتقد هستند که استفاده از شیر خام باعث ایجاد عطر و طعم مطبوع در پنیر می شود که این امر در واقع به دلیل فعالیت آنزیم های پروتئولیتیک و لیپولیتیک موجود در شیر و تولید شده توسط فلور میکروبی شیر خام می باشد (میرزایی و

آزاد اسلامی، ورامین، ایران
(*) نویسنده مسئول: (Email: leylanateghi@yahoo.com)
DOI: 10.22067/iftstrj.v0i0.71312

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
2- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه

تا حدی اسیدی و شور مزه است و ظاهری خشک دارد. تولید آن به صورت کاملاً سنتی می باشد و مصرف آن در مناطق غرب کشور رایج است. این محصول به دلیل حفظ مواد مغذی موجود در دلمه، نسبت به پنیر آب نمکی از ارزش غذایی بالایی برخوردار است (موسوی پور و همکاران، 1388). طی تحقیقی که در مورد خصوصیات میکروبیولوژی پنیر کوزه آذربایجان غربی مورد مطالعه قرار گرفت؛ نتایج نشان دهنده وجود میکروارگانیسم هایی مثل *اشرشیاکلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* *کواکولاز* مثبت در پنیرهایی بود که مدت زمان زیادی از رساندن آن ها نگذشته بود در حالیکه در پنیرهایی با بیش از 1 سال دوره رسیدگی، باکتری های بیماری زا یافت نشدند (آقازاده مشگی، 1386). در تحقیق دیگری که هدف آن بررسی تنوع زیستی میکروارگانیسم های پنیر محلی در طول دوره رسیدگی بود، در بازه های زمانی صفر، 20، 40 و 60 روزه مشاهده شد که تنوع و تعداد میکروارگانیسم ها به شدت تحت تاثیر زمان رسیدگی بوده است. به طوری که مصرف پنیر کردی تولیدی از شیر خام، پس از حداقل 60 روز رسیدگی پیشنهاد شد (مرتضوی و همکاران، 1392).

با توجه به اثرات سوء مصرف مواد غذایی پرچرب بر سلامتی افراد جامعه، امروزه تولید و تقاضای مواد غذایی کم چرب از جمله پنیر مورد توجه قرار گرفته است (آقازاده مشگی و همکاران، 1389). از طرفی تولید پنیر کم چرب با مشکلاتی مواجه است زیرا با کاهش چربی عطر، مزه و بافت پنیر صدمه می بیند (Roller et al, 1996). به همین دلیل تحقیقات مختلفی در زمینه استفاده از جایگزین های چربی جهت تولید پنیر کم چرب با کیفیت مشابه با نوع پرچرب آن صورت گرفته است. یکی از مهمترین رهیافت ها در ساخت پنیرهای کم چرب استفاده از ترکیبات جایگزین چربی مانند بتاگلوکان می باشد. بتاگلوکان پلی مری از واحدهای گلوکز است که در دیواره سلولی آندوسپرم و لایه آلورون دانه غلات به ویژه جو و یولاف یافت می شود و توانایی تشکیل ژل داشته و باعث افزایش ویسکوزیته محلول می شود از این رو می تواند به عنوان قوام دهنده، پایدارکننده و یا به عنوان جایگزین چربی جهت بهبود بافت و ویژگی های فیزیکی محصولات کم چرب استفاده گردد (Lazaridou and Biliaderis, 2007). پوراحمد و همکاران (1395) گزارش کردند با استفاده از 0/5 درصد بتاگلوکان در فرمولاسیون ماست کم چرب میزان آب اندازی به صورت معنی داری در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافت. در تحقیق دیگری امیری عقدائی و همکاران (1391) گزارش کردند با استفاده از 1/25 درصد بتاگلوکان در فرمولاسیون سس مایونز کم چرب می توان 50 درصد چربی سس مایونز را در مقایسه با شاهد کاهش داد بدون اینکه اثر نامطلوب روی خواص حسی و کیفی سس مایونز کم چرب داشته باشد.

پونه، گیاهی است معطر، علفی، چند ساله، از تیره نعنائیان، ساقه آن، چهار گوش و راست منشعب، برگ ها، تخم مرغی دندانه دار و کرک دار به رنگ سبز مایل به بنفش، میوه آن چهار فندقه ای و صاف و دانه آن،

بیضوی شکل و کرک دار است. قسمت های مورد استفاده آن، اندام های هوایی و عرق گیاه می باشند. تانن، مواد رزینی، قند و اسانس (شامل ترکیبات کتونی نظیر اپولگون، لیمون، دیپانتن، آزلون) از ترکیبات شیمیایی آن محسوب می شوند (Smith et al., 2001). بنیادیان و همکاران (1384) به بررسی اثر استفاده از عصاره های گیاهان ترخون، نعناع، پونه، زیره و آویشن بر باکتری اشرشیاکلی در پنیر سفید ایرانی پرداختند. نتایج نشان داد، عصاره آویشن بیشترین اثر ضد میکروبی را دارا بود و توانست در غلظت های 0/1، 0/2 درصد پس از 168 ساعت تعداد باکتری را به میزان 3 و 4 سیکل لگاریتمی در مقایسه با نمونه شاهد کاهش دهد.

عشقی و همکاران (1391) با بررسی اثر اسانس پونه بر فعالیت باکتری های *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و *استریتوکوکوس ترموفیلوس* در ماست مشاهده کردند که تعداد باکتری های آغازگر در همه نمونه های ماست در طول نگهداری کاهش معناداری داشت. در تحقیقی دیگر مشاک و همکاران (1387)، رفتار لیستریا منوسیتونز را در طی روند تولید پنیر سفید ایرانی تحت تاثیر اسانس آویشن شیرازی مورد مطالعه قرار دادند. براساس نتایج این مطالعه اسانس پونه کوهی در غلظت های 150 تا 300 ppm از بالاترین خاصیت ضد لیستریایی برخوردار بوده و کاربرد آن سبب کاهش 1 تا 1/5 سیکل لگاریتمی از این باکتری در نمونه های پنیر و به موازات آن در نمونه های آب نمکی گردید. بار میکروبی بالای پنیرهای کوزه ای و میزان چربی بالای آن منجر به محدودیت مصرف این پنیر توسط مصرف کنندگان گردیده است. بنابراین لازم است تحقیقات بیشتری در زمینه استفاده از اسانس های طبیعی با خواص ضد میکروبی روی میکروب های پاتوژن و عامل فساد در مواد غذایی نظیر اسانس پونه کوهی و استفاده از پودر بتاگلوکان به عنوان جایگزین چربی صورت گیرد تا بتوان گام موثری در زمینه تولید محصولات غذایی ایمن و فراسودند برداریم. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر پودر بتاگلوکان در غلظت های (0/25، 0/5 و 1 درصد) و عصاره اتانولی پونه کوهی در غلظت های (0/1، 0/2 و 0/3 درصد) بر خواص فیزیکی و شیمیایی، میکروبی و حسی پنیر کوزه کم چرب پس از طی 60 روز نگهداری بود.

مواد و روش ها

شیر خام 1/5 و 3/5 درصد چربی از کارخانه اسپوتا (ارومیه، ایران)، پودر بتاگلوکان با درجه خلوص 70% و ساختار 1 به 3 و 1 به 4 از شرکت آریان سلامت (تهران، ایران)، پونه کوهی (جهاد دانشگاهی، تهران)، مایه پنیر 0/06 درصد (رنت گیاهی کامینوکس، اسپانیا) و نمک (بیدستان، ایران) تهیه شدند. کلیه مواد شیمیایی شامل سیترات پتاسیم، اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم، اسید کلریدریک، الکل ایزوامیلیک، سیترات سدیم، نیترات نقره، شناساگر متیل رد، اسید بوریک، شناساگر

تقریبی 32 تا 35 درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد، و پس از سرد کردن تا دمای 30 درجه سانتی‌گراد، مایه پنیر 0/06 درصد به میزان 0/01 وزنی/حجمی به شیر اضافه گردید (در این مرحله غلظت‌های مختلف بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی نیز به نمونه‌های پنیر کم‌چرب افزوده شد) و به مدت 5 دقیقه به‌خوبی همزده شد. پس از تشکیل دلمه (تشکیل دلمه حداقل 45 دقیقه به طول انجامید) آن را به قطعات

1x1x1 cm برش زده درون پارچه تمیز ریخته و به مدت 12 ساعت در دمای اتاق جهت آبگیری تحت فشار وزنه‌هایی با وزن حدود 0/1 وزنی قرار داده شد. سپس دلمه‌های خرد شده به 3/5 درصد وزنی/وزنی نمک آغشته شدند. سپس آنها را درون کوزه‌هایی از جنس سفال قرار داده و تا جای ممکن با فشار درون کوزه‌ها را پر کرده تا هوایی باقی نماند. پس از آن درب سفالی را روی کوزه‌ها قرار داده و توسط پارچه متقال و کش، دور گردی درب را محکم کرده و در نهایت کوزه‌ها را جهت تکمیل فرآیند رسیدن در عمق 1 متری زیر خاک، به‌طوری که قسمت سر کوزه به سمت پایین قرار بگیرد به مدت 60 روز، قرار گرفتند. نمونه‌های پنیر تهیه شده به مدت 60 روز نگهداری شد و آزمون‌های فیزیوشیمیایی، میکروبی و حسی در لحظه صفر (بلافاصله پس از تولید قبل از خاک کردن) و روز 60ام (ساعت 1440) انجام گردید (پاک‌بین، 1391).

اندازه‌گیری میزان پروتئین کل و ازت محلول در آب (درصد)

مقدار پروتئین کل با استفاده از روش ماکروکلدال مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 639، اندازه‌گیری شد. در این روش میزان نیتروژن موجود در نمونه محاسبه گردید و سپس با استفاده از فاکتور پروتئین که برای پنیر 6/38 است، میزان پروتئین نمونه شیر مشخص شد. اندازه‌گیری ازت محلول نیز با روش کلدال مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا نمونه آماده سازی و ازت محلول آن با استفاده از محلول اسید کلریدریک 2 نرمال و هیدروکسید سدیم 2 نرمال در pH=4/6 استخراج گردید سپس نمونه‌ها در آون با دمای 40 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس در 4000 g به مدت نیم ساعت سانتریفوژ شدند. پس از سانتریفوژ، نمونه‌ها با استفاده از کاغذ صافی واتمن 42 و پشم شیشه صاف و محلول بالایی جهت اندازه‌گیری شد (Kuchroo et al, 1982).

اندازه‌گیری میزان چربی و رطوبت (درصد)

برای تعیین میزان چربی نمونه‌های پنیر از روش ژربر مطابق با استاندارد ملی ایران شماره 366، استفاده گردید. مقدار 3 گرم نمونه پنیر، به همراه 10 میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ و 1 میلی‌لیتر الکل

کرومات پتاسیم، معرف کواکس، فنل فتالین، آب پیتونه استریل اتانول، متانول، قرص کاتالیزور کلدال و سود (سیگما، آمریکا) تهیه شدند. همچنین محیط‌های کشت MRS-Bile Agar، Yqc Agar، EC Broth، LSB، VRBA و Bp Agar (مرک، آلمان) خریداری گردیدند.

آماده‌سازی و تهیه عصاره اتانولی پونه کوهی

برگ‌های گیاه توسط آسیاب پودر شده و از الک با سایز مش 40 عبور داده شد. عصاره‌گیری از پونه به کمک دستگاه سوکسله با مخلوطی از حلال‌های آب و اتانول (200 میلی‌لیتر به نسبت 1 به 1) به مدت 3 ساعت انجام گرفت. عصاره به‌دست آمده توسط کاغذ واتمن صاف گردید و سپس عصاره به‌دست آمده توسط دستگاه روتاری در دمای 65 درجه سانتی‌گراد تغلیظ شد. خشک کردن نهایی عصاره به کمک آون در دمای 60 درجه سانتی‌گراد انجام گرفت و تا زمان استفاده از آن، در شیشه‌های فویل پیچی شده در دمای 3 درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شد (رنجبر و همکاران، 1393).

تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC¹) و کشندگی (MBC²)

برای تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی و کشندگی عصاره اتانولی پونه کوهی از روش مک فارلند مطابق با روش زارع بیدکی و همکاران (1393) استفاده شد. آزمایش MIC، در میکروپلیت 96 چاهکی استریل و با روش براث میکرودايلوشن³ انجام شد. این میکروپلیت‌ها، دارای 8 ردیف 12 چاهکی به حجم 250 میکرولیتر هستند. در مرحله آخر، میکروپلیت در انکوباتور با دمای 37°C به مدت 24 ساعت قرار داده شد و بعد از اتمام انکوباسیون، کدورت یا عدم کدورت در چاهک‌ها به‌صورت چشمی مشاهده و نیز جذب نوری توسط الیزا ریدر خوانده شد. برای تعیین حداقل غلظت بازدارنده رشد، کمترین غلظتی که کدورتی نداشت و به عبارت دیگر رشد اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس/اورئوس مشاهده نشد، به‌عنوان عدد MIC منظور گردید.

تولید پنیر کوزه‌ای

برای تهیه پنیر کوزه‌ای پرچرب شاهد از شیر خام گاو 3 درصد چربی بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان استفاده شد. برای تهیه نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم‌چرب از شیر خام گاو 1/5% چربی همراه با غلظت‌های مختلف 0/25، 0/5 و 1 درصد وزنی/وزنی بتاگلوکان و غلظت‌های مختلف عصاره اتانولی پونه کوهی 0/1، 0/2 و 0/3 درصد وزنی/وزنی استفاده گردید. به‌منظور تولید پنیر به روش سنتی، ابتدا شیر خام تا دمای

3 Microdilution Broth

1 Minimum Inhibition Concentration

2 Minimum Bactericidal Concentration

ایزوآمیلیک در بوتیرومتر مخلوط و در حمام آبی 65 درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. جداسازی چربی به کمک سانتریفوژ ژبر با سرعت 1200 دور بر دقیقه به مدت 5 دقیقه انجام و مقدار چربی به‌طور مستقیم از روی بوتیرومتر قرائت شد. اندازه‌گیری رطوبت بر اساس استاندارد ملی به شماره 1753 انجام شد.

اندازه‌گیری pH و اسیدیته

سنجش pH با استفاده از pH متر، مامتلر (MA, Mettler، سوئیس) و اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراژ بر حسب (درصد اسید لاکتیک) با استفاده از سود 0/1 نرمال و فنل فتالین به‌عنوان شناساگر با استفاده از استاندارد ملی ایران به شماره 2852 انجام شد.

اندازه‌گیری خاکستر

از روش سوزاندن و اکسید کردن کامل مواد غذایی با استفاده از کوره 550 درجه سانتی‌گراد جهت تعیین میزان خاکستر نمونه‌های پنیر استفاده گردید (خسروشاهی، 1387).

اندازه‌گیری مقدار نمک

اندازه‌گیری مقدار نمک در پنیر از روش تیتراژ سنجی موهر مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 1809، استفاده گردید. 10 گرم از نمونه پنیر با آب گرم 40 درجه سانتی‌گراد به‌طور کامل مخلوط و سپس آن را به یک بالن ژوژه منتقل کرده و حجم آن با آب گرم به 100 میلی‌لیتر رسانیده شد. 10 میلی‌گرم از محتویات بالن ژوژه بعد از صاف کردن برداشته شد به‌همراه 1 میلی‌لیتر محلول شناساگر کرومات پتاسیم به درون یک ارلن مایر ریخته شد. سپس با محلول 0/1 مولار نیترات نقره تیتراژ شد تا رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز که نشان‌دهنده نقطه پایان تیتراژسیون است، مشهود شد.

اندازه‌گیری سختی بافت

اندازه‌گیری سختی بافت بوسیله اینستران مدل 1140 و مطابق با روش حسینی و همکاران (1392) با اندکی تغییر انجام گردید. نمونه‌های پنیر با قطعات 15×15×15 میلی‌متری برش داده شدند و توسط پروب استوانه‌ای با قطر 36 میلی‌متر و سرعت ثابت 100 میلی‌متر بر دقیقه تا 50% ارتفاع اولیه فشرده شدند.

آزمون‌های میکروبی

به‌منظور شمارش میکروارگانیسم‌های زنده در نمونه‌های پنیر کوزه‌ای با استفاده از محلول بافری آب پپتونه به روش سریالی رقیق گردید. بدین صورت که 1 گرم از قسمت‌های مختلف پنیر تهیه و به‌وسیله هاون و بوته چینی استریل خرد شده و با 9 سی‌سی محلول

بافری آب پپتونه مخلوط گردیده و 0/1 سی‌سی از محلول به‌دست آمده را روی محیط‌های کشت مخصوص، به روش کشت سطحی کشت داده شد. برای شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 5484، از محیط کشت پلیت کانت آگار در دمای 30 درجه سانتی‌گراد و به مدت 72 ساعت انجام گردید. برای شمارش لاکتوباسیلوس مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 17164، از محیط کشت MRS-Bile Agar (حدود 0/15% نمک صفراوی (Oxgall)) در دمای 37 درجه سانتی‌گراد به مدت 72 ساعت انکوباسیون انجام گردید. برای شمارش کپک و مخمرها مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 10154، از محیط کشت YGC Agar، به مدت 5 روز، در دمای 25 درجه سانتی‌گراد استفاده گردید. برای شمارش کلی‌فرم‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 11166، با استفاده از محیط VRBA و به روش Pure palet دو لایه در دمای 35 درجه سانتی‌گراد به مدت 18 تا 24 ساعت انجام گردید. شمارش /شیرشیا کلی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 5234، بر روی محیط کشت EC Broth در 35 درجه سانتی‌گراد به مدت 23 ساعت انجام گردید. شمارش /استافیلوکوکوس/ اورئوس کوآگولاز مثبت مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 6806-1، بر روی محیط کشت Bird-Parker Agar به علاوه زرده تخم مرغ و تلوریت پتاسیم در دمای 37 درجه سانتی‌گراد و به مدت 48 ساعت انجام گردید.

ارزیابی حسی (مزه، بو، بافت و پذیرش کلی)

آزمون ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر با استفاده از 9 نفر ارزیاب آموزش دیده با روش هدونیک 5 نقطه‌ای با رتبه بندی به‌صورت 4، 3، 2 و 1 به‌ترتیب برای بسیار خوب، خوب، متوسط، بد، بسیار بد بر روی ویژگی‌های مزه، بو، بافت و پذیرش کلی انجام گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به‌منظور طراحی تیمارها از طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل استفاده شد. بنابراین 10 تیمار همراه با نمونه شاهد طراحی گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آنالیز واریانس یک طرفه دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) و کشندگی (MBC)

حداقل غلظت مهارکنندگی برای /شیرشیا کلی/ 0/071 درصد و برای /استافیلوکوکوس/ اورئوس 0/093 درصد و حداقل غلظت کشندگی برای /شیرشیا کلی/ 0/135 درصد و برای /استافیلوکوکوس/ اورئوس 0/19 درصد به‌دست آمد.

تغییرات میزان پروتئین کل و ازت محلول در آب

نتایج تغییرات پروتئین کل و ازت محلول در آب پنیرهای کوزه‌ای پس از طی 60 روز نگهداری در جدول 1، گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر درصد پروتئین تمامی تیمارها طی دوره نگهداری (60 روز) به‌طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) افزایش یافت. نتایج نشان داد میزان پروتئین در نمونه‌های کم چرب در مقایسه با نمونه شاهد به‌صورت معنی‌داری ($p \leq 0/05$) بالاتر بود. احتمالاً علت این امر می‌تواند به دلیل افزایش میزان پروتئین در ماده خشک با کاهش میزان چربی شیر باشد. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده استفاده از بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی اثر معنی‌دار ($p > 0/05$) روی تغییرات درصد پروتئین پنیر کوزه‌ای کم چرب نداشتند که این می‌تواند به این دلیل باشد که بتاگلوکان، کربوهیدراتی با مقادیر ناچیز پروتئین است، بنابراین افزایش غلظت آن در محصول باعث افزایش پروتئین نگردد. همچنین می‌تواند به دلیل عدم حضور ترکیبات پروتئینی در عصاره اتانولی پونه باشد (Sengul, Sanchez-Macias *et al*, 2010). همکاران (2006) میزان پروتئین پنیر Helva را 13/75 درصد به‌دست آوردند و علت افزایش پروتئین بالای آن را به وجود ماده خشک بسیار بالای پنیر هلوا نسبت دادند. ازت محلول در آب به ازت کل، معیاری برای پروتئولیز اولیه شامل پروتئین‌های آب پنیر، پپتیدهای درشت مولکول و متوسط مولکول می‌باشد (مرتضوی و همکاران، 1392; biliaderis *et al*, 2003). نتایج تغییرات ازت محلول در آب به

ازت کل (درصد) پنیرهای کوزه‌ای پس از طی 60 روز نگهداری در جدول شماره 1 گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر ازت محلول در آب تمامی تیمارها به‌طور معنی‌داری تا روز 60م افزایش یافت. میزان ازت محلول در آب به ازت کل در نمونه شاهد به شکل معنی‌داری ($p \leq 0/05$) بالاتر از نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب بود. نتایج روز شصتم تولید نشان داد با افزایش غلظت بتاگلوکان میزان ازت محلول در آب به ازت کل روند افزایشی داشته است به‌طوری‌که میزان ازت محلول در آب نسبت به ازت کل در نمونه‌های حاوی 1 درصد بتاگلوکان بالاتر از سایر تیمارها حتی شاهد بود که این احتمالاً می‌تواند به دلیل وجود ترکیبات قندی بیشتر و رطوبت بالاتر و در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم رنت و استارترها باشد. لازم به ذکر است شرایط ماده اولیه و تولید محصول از جمله رطوبت و میزان نمک فرمولاسیون می‌تواند رشد باکتری‌های پروتئولیتیک و فعالیت پروتئولیتیکی آنها را تحت تأثیر قرار دهد و در نتیجه باعث تفاوت در میزان پروتئین‌های محلول در آب و فاکتور رسیدن شود. نتایج نشان داد استفاده از بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه و افزایش غلظت آنها اثر معنی‌داری ($p > 0/05$) روی تغییرات ازت محلول در آب به ازت کل نداشته است. در این راستا، طی تحقیقی Ceylan و همکاران (2003) روی پنیر سیگمای ترکی، گزارش کردند میزان پروتئین محلول در آب نمونه‌های پنیر سیگما طی دوره نگهداری از 14/67 % به 29/45 % افزایش یافت.

جدول 1- بررسی تغییرات میزان پروتئین و ازت محلول در آب به ازت کل (%) نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی و شاهد

نمونه (%w/w)		پروتئین		ازت محلول در آب به ازت کل (%)	
		روز 0	روز 60	روز 0	روز 60
شاهد ¹ (بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان)		19/215± 0/049 ^{bB}	21/235± 0/120 ^{bA}	12/455± 0/431 ^{aB}	16/180± 0/014 ^{bA}
0/25بتاگلوکان + 0/1عصاره اتانولی پونه		20/230± 0/170 ^{aB}	22/295± 0/163 ^{aA}	10/250± 0/170 ^{bB}	14/230± 0/085 ^{dA}
0/5بتاگلوکان + 0/1عصاره اتانولی پونه		20/295± 0/177 ^{aB}	22/350± 0/226 ^{aA}	10/390± 0/156 ^{bB}	15/310± 0/170 ^{cA}
1بتاگلوکان + 0/1عصاره اتانولی پونه		20/235± 0/064 ^{aB}	22/155± 0/064 ^{aA}	10/525± 0/106 ^{bB}	16/905± 0/064 ^{aA}
0/25بتاگلوکان + 0/2عصاره اتانولی پونه		20/285± 0/148 ^{aB}	22/280± 0/099 ^{aA}	10/215± 0/092 ^{bB}	16/190± 0/127 ^{dA}
0/5بتاگلوکان + 0/2عصاره اتانولی پونه		20/300± 0/156 ^{aB}	22/335± 0/262 ^{aA}	10/385± 0/021 ^{bB}	15/485± 0/233 ^{cA}
1بتاگلوکان + 0/2عصاره اتانولی پونه		20/240± 0/099 ^{aB}	22/260± 0/127 ^{aA}	10/610± 0/042 ^{bB}	16/890± 0/099 ^{aA}
0/25بتاگلوکان + 0/3عصاره اتانولی پونه		20/310± 0/141 ^{aB}	22/210± 0/141 ^{aA}	10/170± 0/028 ^{bB}	14/380± 0/255 ^{dA}
0/5بتاگلوکان + 0/3عصاره اتانولی پونه		20/285± 0/148 ^{aB}	22/200± 0/156 ^{aA}	10/430± 0/099 ^{bB}	15/415± 0/092 ^{cA}
1بتاگلوکان + 0/3عصاره اتانولی پونه		20/215± 0/134 ^{aB}	22/235± 0/078 ^{aA}	10/535± 0/163 ^{bB}	16/860± 0/085 ^{aA}

1 تهیه شده از شیر پر چرب 3 درصد چربی بدون بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه

a-d حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ستون می‌باشد.

A-B حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ردیف می‌باشد.

تغییرات چربی و رطوبت پنیرهای کوزه‌ای

نتایج تغییرات چربی پنیرهای کوزه‌ای پس از طی 60 روز نگهداری در جدول شماره 2 گزارش شده است. همانطور که مشاهده شد مقادیر

درصد چربی تمامی تیمارها به‌طور معنی‌داری تا روز 60م افزایش یافت ($p \leq 0/05$). بدین ترتیب در روز صفر (لحظه پس از تولید) و روز 60م بیشترین میزان چربی متعلق به نمونه شاهد بود و کمترین مقدار چربی به‌ترتیب متعلق به نمونه حاوی (1 درصد بتاگلوکان + 0/2 درصد عصاره

اتانولی پونه) و (1 درصد بتاگلوکان + 0/1 درصد عصاره اتانولی پونه) بود. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی اثر معنی داری ($p > 0/05$) روی تغییرات درصد چربی پنیر کوزه‌ای کم چرب نداشت. عامل موثر در این نتیجه می‌تواند مربوط به وجود منافذ کوزه سفالی، باشد که موجب از دست دادن رطوبت و افزایش میزان ماده خشک و نیز میزان چربی گردید. Ceylan و همکاران (2003) در مطالعه‌ای روی پنیر معروف سیکمای ترکی⁴، میزان میانگین 33/28 درصد چربی از نمونه‌ها به دست آورده‌اند و گزارش کردند تغییرات چربی در پنیر به دلیل شرایط متفاوت تولید و چربی شیر پنی‌سازی است.

نتایج تغییرات رطوبت پنیرهای کوزه‌ای طی 60 روز نگهداری در جدول شماره 2 گزارش شده است. همانطور که مشاهده شد مقادیر درصد رطوبت تمامی تیمارها به‌طور معنی داری تا روز 60م کاهش یافت. نتایج نشان داد این روند کاهش رطوبت طی دوره نگهداری در

نمونه شاهد نسبت به نمونه‌های پنیر کم چرب شدیدتر بود، که علت این پدیده می‌تواند بدلیل برهمکنش پلی‌ساکارید بتاگلوکان با کازئین شیر و جلوگیری از دست دادن آب باشد. نتایج نشان داد نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب میزان بالاتری رطوبت نسبت به نمونه شاهد در تمام بازه‌های زمانی داشتند که علت کاهش رطوبت می‌تواند به این دلیل باشد که بتاگلوکان هیدروکلوئیدی با جذب رطوبت بالا و بدون چربی است، بنابراین می‌تواند به‌عنوان جایگزین چربی در محصولات غذایی استفاده شود و قادر است ویژگی‌های عملکردی چربی‌ها را به‌وسیله باند کردن مولکول‌های آب درون امولسیون‌های غذایی ایفا نماید بنابراین با افزودن این ترکیب به پنیر کوزه‌ای کم چرب خاصیت جذب آب افزایش یافته است این روند افزایش رطوبت با نتایج گزارش شده توسط Tarakci و همکاران (2004) در مورد پنیر معطر گیاهی سنتی ترکیه⁵ مطابقت داشت.

جدول 2- بررسی تغییرات چربی و رطوبت (%) نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی و شاهد

رطوبت		چربی		نمونه (%)
روز 0	روز 60	روز 0	روز 60	
61/250± 0/141 ^{dA}	38/180± 0/141 ^{dB}	18/275± 0/106 ^{aB}	19/490± 0/127 ^{aA}	شاهد ¹ (بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان)
63/275± 0/148 ^{cA}	43/320± 0/099 ^{cB}	9/630± 0/071 ^{bB}	10/415± 0/092 ^{bA}	0/25بتاگلوکان + 0/1عصاره اتانولی پونه
65/310± 0/113 ^{bA}	46/265± 0/163 ^{bB}	9/580± 0/113 ^{bB}	10/465± 0/106 ^{bA}	0/5بتاگلوکان + 0/1عصاره اتانولی پونه
67/325± 0/078 ^{aA}	48/550± 0/141 ^{aB}	9/605± 0/120 ^{bB}	10/370± 0/127 ^{bA}	1 بتاگلوکان + 0/1عصاره اتانولی پونه
63/175± 0/148 ^{cA}	43/345± 0/134 ^{cB}	9/555± 0/106 ^{bB}	10/420± 0/099 ^{bA}	0/25بتاگلوکان + 0/2عصاره اتانولی پونه
65/270± 0/184 ^{bA}	46/205± 0/148 ^{bB}	9/605± 0/078 ^{bB}	10/415± 0/148 ^{bA}	0/5بتاگلوکان + 0/2عصاره اتانولی پونه
67/245± 0/134 ^{aA}	48/295± 0/078 ^{aB}	9/530± 0/099 ^{bB}	10/460± 0/085 ^{bA}	1 بتاگلوکان + 0/2عصاره اتانولی پونه
63/320± 0/099 ^{cA}	43/305± 0/276 ^{cB}	9/590± 0/099 ^{bB}	10/430± 0/113 ^{bA}	0/25بتاگلوکان + 0/3عصاره اتانولی پونه
65/250± 0/085 ^{bA}	46/255± 0/205 ^{bB}	9/550± 0/141 ^{bB}	10/400± 0/141 ^{bA}	0/5بتاگلوکان + 0/3عصاره اتانولی پونه
67/200± 0/141 ^{aA}	48/475± 0/389 ^{aB}	9/610± 0/113 ^{bB}	10/435± 0/219 ^{bA}	1 بتاگلوکان + 0/3عصاره اتانولی پونه

1 تهیه شده از شیر پر چرب 3 درصد چربی بدون بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه
a-d حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هرستون می‌باشد.
A-B حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ردیف می‌باشد.

تغییرات pH و اسیدیته پنیرهای کوزه‌ای

نتایج تغییرات pH و اسیدیته پنیرهای کوزه‌ای پس از طی 60 روز نگهداری در جدول شماره 3 گزارش شده است. همانطور که مشاهده گردید مقادیر pH و اسیدیته تمامی تیمارها تا روز 60م به ترتیب به‌طور معنی داری کاهش و افزایش یافت ($p \leq 0/05$). در ضمن اسانس پونه کوهی و بتاگلوکان در مقایسه با گروه کنترل در غلظت‌های مختلف خود اثر معنی داری ($p > 0/05$) بر تغییرات مقادیر pH و اسیدیته نداشتند. بدین ترتیب در روز 60 ام نگهداری کمترین میزان pH و اسیدیته

به ترتیب متعلق به نمونه شاهد و 0/5 درصد بتاگلوکان + 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه بود و بیشترین مقدار به ترتیب متعلق به نمونه 0/5 درصد بتاگلوکان + 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه و شاهد بود که این امر می‌تواند به دلیل تولید اسیدهای آلی (اسید لاکتیک) توسط تخمیر قندها توسط باکتری‌های اسید لاکتیک باشد (Gonca et al, 2005). باید توجه داشت که رابطه بین pH و اسیدیته پنیر تنها به میزان اسید لاکتیک تولید شده توسط فلور میکروبی وابسته نیست، بلکه ظرفیت بافری دلمه که خود ناشی از میزان کازئین، سیترات و فسفات است نیز

1 Sikma cheese
2 Otlı Cheese

فرمولاسیون پنیر سفید آب نمکی استفاده نمودند و گزارش نمودند استفاده از اسانس‌های موسیر و بادیان در مقایسه با شاهد هیچگونه اثر معنی‌داری بر تغییرات مقادیر pH پنیر نداشته است ($p > 0/05$) ولی کاهش pH در تمامی تیمارهای مورد آزمون طی دوره نگهداری مشاهده گردید.

در آن نقش دارد (Parvin et al, 2008). نتایج به‌دست آمده از این تحقیق هم‌راستا با نتایج تحقیق محمودی و همکاران (1389)، بود که گزارش کردند میزان pH پنیر با به‌کارگیری عصاره پونه کوهی و افزایش غلظت عصاره تغییری نکرد و عصاره پونه کوهی بر فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک بی‌اثر بوده است. احسانی و همکاران (1390) از اسانس‌های موسیر و بادیان به‌عنوان ترکیبات ضد میکروبی در

جدول 3- بررسی تغییرات pH و اسیدیته نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی و شاهد

نمونه (%w/w)		pH		اسیدیته (درجه دورنیک)	
روز 0		روز 60		روز 0	
شاهد ¹ (بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان)	5/207 ± 0/015 ^{bA}	4/277 ± 0/010 ^{dB}	95/525 ± 0/474 ^{aB}	122/305 ± 1/69 ^{aA}	روز 60
0/25 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه	5/300 ± 0/014 ^{aA}	4/425 ± 0/006 ^{cB}	93/000 ± 0/707 ^{abB}	114/500 ± 2/12 ^{abcA}	روز 60
0/5 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه	5/310 ± 0/007 ^{aA}	4/401 ± 0/029 ^{cB}	92/490 ± 0/891 ^{abB}	115/500 ± 2/12 ^{abcA}	روز 60
1 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه	5/303 ± 0/009 ^{aA}	4/425 ± 0/006 ^{cB}	93/145 ± 0/856 ^{abB}	116/000 ± 5/37 ^{abA}	روز 60
0/25 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه	5/277 ± 0/010 ^{aA}	4/538 ± 0/004 ^{bB}	91/140 ± 1/457 ^{abB}	110/000 ± 1/06 ^{aA}	روز 60
0/5 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه	5/280 ± 0/014 ^{aA}	4/539 ± 0/012 ^{bB}	90/945 ± 1/096 ^{abB}	110/275 ± 1/55 ^{bcA}	روز 60
1 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه	5/280 ± 0/007 ^{aA}	4/543 ± 0/005 ^{bB}	91/060 ± 0/552 ^{abB}	111/205 ± 0/88 ^{bcA}	روز 60
0/25 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه	5/259 ± 0/017 ^{abA}	4/616 ± 0/007 ^{aB}	87/105 ± 2/835 ^{bB}	106/940 ± 1/00 ^{bcA}	روز 60
0/5 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه	5/257 ± 0/008 ^{abA}	4/624 ± 0/007 ^{aB}	86/625 ± 2/991 ^{bB}	106/150 ± 1/47 ^{cA}	روز 60
1 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه	5/252 ± 0/030 ^{abA}	4/621 ± 0/008 ^{aB}	86/115 ± 4/264 ^{bB}	107/145 ± 2/78 ^{bcA}	روز 60

1 تهیه شده از شیر پر چرب 3 درصد چربی بدون بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه

a-d حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ستون می‌باشد.

A-B حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ردیف می‌باشد.

(Fox et al, 2005; al, 2001)، البته این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده استفاده از بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی اثر معنی‌داری ($p > 0/05$) روی تغییرات درصد نمک پنیر کوزه‌ای کم‌چرب نداشت. این نتایج با یافته‌های Aly و Galal (2002) که بیان کردند میزان نمک پنیرهای گیرپاستوریزه نسبت به پنیرهای پاستوریزه بیشتر بود، مطابقت داشت.

تغییرات سختی بافت

نتایج تغییرات سختی بافت پنیرهای کوزه‌ای در روز 60م نگهداری در جدول شماره 5 گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر سختی بافت تمامی تیمارها مخصوصاً نمونه‌هایی که حاوی غلظت‌های بالاتر بتاگلوکان بودند به‌طور معنی‌داری تا روز 60م کاهش یافت. احتمالاً علت این امر می‌تواند پدیده پرتوتولیز با افزایش زمان نگهداری و تشدید آن در حضور غلظت‌های بالاتر بتاگلوکان باشد. مطابق با نتایج میزان سختی بافت نمونه‌های پنیر کم‌چرب که حاوی غلظت پایین‌تری بتاگلوکان بودند در مقایسه با نمونه شاهد بالاتر بود. لازم به ذکر است میزان سختی پنیرهای کم‌چرب با افزایش غلظت

تغییرات خاکستر و نمک (%) پنیرهای کوزه‌ای در روز صفر تولید (بلافاصله پس از تولید قبل از خاک کردن)

نتایج تغییرات خاکستر پنیرهای کوزه‌ای در روز صفر تولید (بلافاصله پس از تولید قبل از خاک کردن) در جدول شماره 4 گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری بین میزان خاکستر نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب حاوی غلظت‌های مختلف بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه با نمونه شاهد مشاهده نگردید ($p > 0/05$) در واقع کاهش میزان چربی، افزودن بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه اثر معنی‌داری روی میزان خاکستر نداشت ($p > 0/05$). نتایج تغییرات درصد نمک پنیرهای کوزه‌ای در روز صفر تولید (بلافاصله پس از تولید قبل از خاک کردن) در جدول شماره 4 گزارش شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری بین میزان خاکستر نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم‌چرب حاوی غلظت‌های مختلف بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه با نمونه شاهد مشاهده نگردید ($p > 0/05$). لازم به ذکر است میزان نمک در نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم‌چرب اندکی بالاتر از نمونه‌های شاهد بود که این می‌تواند به‌دلیل افزایش سرعت جذب نمک با کاهش میزان چربی باشد (Mistry et

و 1/4 درصد وزنی/ وزنی بتاگلوکان پرداختند. نتایج نشان داد میزان پروتئولیز در نمونه‌های حاوی بیتاگلوکان نسبت به نمونه شاهد به میزان قابل توجهی خصوص در روزهای 60 و 90 توسعه یافت و استفاده از بتاگلوکان در ساختار پنیر منجر به بهبود تمام خصوصیات بافتی پنیر کم‌چرب در مقایسه با شاهد می‌شود. Derek و همکاران (2009) گزارش کردند علت سختی بالای بافت پنیرهای کم‌چرب کاهش میزان رطوبت است که این موضوع با استفاده از جایگزین‌های چربی قابل رفع است.

بتاگلوکان کاهش یافت. بتاگلوکان هیدروکلوئیدی است که به عنوان نوعی جایگزین چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد قادر است که برخی از ویژگی‌های عملکردی چربی‌ها را به‌وسیله باند کردن مولکول‌های آب درون امولسیون‌های غذایی از خود نشان دهد (امیری عقدایی و همکاران، 1391). تلفیق بتاگلوکان با شیر نیز باعث جدا شدن فاز پروتئین و پلی‌ساکارید می‌شود بنابراین تجمع پروتئین با تاخیر انجام می‌شود که منجر به ضعیف شدن ساختار ژل می‌گردد. (Lazaridou, Volikakis et al., 2014) و همکاران (2004) به بررسی اثر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی پنیر کم‌چرب آب نمکی حاوی 0/7

جدول 4- بررسی تغییرات درصد خاکستر و نمک نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم‌چرب حاوی غلظت‌های مختلف بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی و شاهد در روز صفر تولید

نمک (%) در روز صفر	خاکستر (%) در روز صفر	نمونه (%w/w)
2/965± 0/049 ^a	3/785± 0/049 ^a	شاهد ¹ (بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان)
3/100± 0/070 ^a	3/925± 0/035 ^a	0/25 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
3/075± 0/063 ^a	3/910± 0/056 ^a	0/5 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
3/080± 0/084 ^a	3/880± 0/042 ^a	1 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
3/085± 0/063 ^a	3/870± 0/028 ^a	0/25 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
3/090± 0/084 ^a	3/900± 0/056 ^a	0/5 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
3/060± 0/056 ^a	3/875± 0/049 ^a	1 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
3/090± 0/056 ^a	3/865± 0/035 ^a	0/25 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه
3/090± 0/070 ^a	3/895± 0/063 ^a	0/5 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه
3/085± 0/035 ^a	3/930± 0/084 ^a	1 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه

¹ تهیه شده از شیر پر چرب 3 درصد چربی بدون بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه
a-d حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ستون می باشد

جدول 5- بررسی تغییرات سختی بافت نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم‌چرب حاوی غلظت‌های مختلف بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی و شاهد

روز 0	روز 60	نمونه (%w/w)
10/500± 0/495 ^{cA}	4/270± 0/169 ^{IB}	شاهد ¹ (بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان)
14/515± 0/544 ^{aA}	7/280± 0/183 ^{bcB}	0/25 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
12/700± 0/283 ^{ba}	6/250± 0/056 ^{efB}	0/5 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
10/975± 0/247 ^{cA}	5/230± 0/084 ^{hB}	1 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
14/630± 0/325 ^{aA}	7/635± 0/155 ^{abB}	0/25 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
12/625± 0/247 ^{ba}	6/430± 0/183 ^{deB}	0/5 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
10/740± 0/339 ^{cA}	5/430± 0/084 ^{ghB}	1 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
14/715± 0/375 ^{cA}	7/950± 0/042 ^{aB}	0/25 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه
12/580± 0/396 ^{ba}	6/875± 0/077 ^{cdB}	0/5 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه
10/710± 0/325 ^{cA}	5/815± 0/134 ^{fgB}	1 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه

¹ تهیه شده از شیر پر چرب 3 درصد چربی بدون بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه
a-d حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ستون می‌باشد.
A-B حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ردیف می‌باشد.

نتایج تغییرات شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها پنیرهای کوزه‌ای

نتایج تغییرات شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در جدول شماره 6 گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود قابلیت زنده‌مانی کلی میکروارگانیسم‌ها با افزایش زمان نگهداری به‌طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) کاهش یافت. در این مطالعه بیشترین میزان کاهش باکتری در تیمار 1 درصد بتاگلوکان + 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه مشاهده شد. به‌طوری‌که تعداد کلی میکروارگانیسم‌ها در این تیمار در روز صفر (قبل از خاک کردن)، $(4/780 \log_{10} \text{ cfu/g})$ بود که در پایان دوره نگهداری (روز 60ام) تعداد کلی میکروارگانیسم‌ها در هر گرم پنیر به میزان $(1/420 \log_{10} \text{ cfu/g})$ کاهش یافت و بیشترین تعداد باکتری در روز صفر (قبل از خاک کردن) بعد از تیمار شاهد $(\log_{10} \text{ cfu/g})$ 6/315 (6/315) متعلق به نمونه‌ی حاوی 1 درصد بتاگلوکان + 0/1 درصد عصاره اتانولی پونه $(6/260 \log_{10} \text{ cfu/g})$ بود که در روز 60ام به میزان $(3/440 \log_{10} \text{ cfu/g})$ کاهش یافت. مطابق با استاندارد ملی به شماره 2406، بالاترین تعداد شمارش کلی میکروارگانیسم‌های پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه باید پیشینه 10^3 cfu/g داشته باشد که پس از 60 روز نگهداری شمارش کلی میکروارگانیسم‌های نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب حاوی 0/2 و 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه زیر حد مجاز استاندارد ملی بود ولی میزان شمارش کلی نمونه‌های پنیر کوزه‌ای

کم چرب حاوی 0/1 درصد عصاره اتانولی پونه و شاهد بالاتر از حد مجاز استاندارد ملی بود، که کاهش تعداد کلی میکروارگانیسم‌ها به دلیل اثر سینرژیستی و اثر ضد میکروبی عصاره پونه همراه با pH پایین و اسیدهای تولید شده طی دوره نگهداری می‌تواند باشد. استفاده از عصاره اتانولی پونه اثر معنی‌داری روی کاهش شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در مقایسه با شاهد داشت به‌طوری‌که با افزایش غلظت عصاره اتانولی پونه تعداد میکروارگانیسم‌ها به صورت معنی‌داری ($p \leq 0/05$) کاهش یافتند. محمودی و همکاران (1389) گزارش کردند، حضور ترکیبات ضد میکروبی عصاره اتانولی پونه مربوط به ترکیبات نظیر پولگون 1 و 8 سینتول می‌باشد. Owni و همکاران (2008) نیز نشان دادند که شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در پنیر سنتی گینا باید⁶ تا روز 60 افزایش یافت ولی بعد از آن تا رسیدن به روز 240 شمارش باکتری‌ها روند کاهشی تدریجی را نشان داد. آن‌ها گزارش کردند افزایش شمارش کلی باکتری‌ها احتمالاً مربوط به رشد سریع میکروارگانیسم‌ها طی مراحل اولیه انبارداری بوده است و کاهش شمارش باکتری‌ها پس از روز شصتم به علت تولید اسیدها طی دوره نگهداری بوده است.

نتایج تغییرات شمارش لاکتوباسیلوس‌ها پنیرهای کوزه‌ای
نتایج تغییرات شمارش لاکتوباسیلوس‌ها در جدول شماره 6 گزارش شده است.

جدول 6- بررسی تغییرات شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و لاکتوباسیلوس‌ها ($\log_{10} \text{ cfu/g}$) در نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب حاوی بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی و شاهد

لاکتوباسیلوس‌ها		میکروارگانیسم‌ها		نمونه (%w/w)
روز 0	روز 60	روز 0	روز 60	
$2/695 \pm 0/233^{aB}$	$4/835 \pm 0/120^{aA}$	$6/315 \pm 0/233^{aB}$	$7/915 \pm 0/063^{aA}$	شاهد ¹ (بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان)
$2/105 \pm 0/063^{abB}$	$4/080 \pm 0/099^{bcA}$	$3/530 \pm 0/169^{bB}$	$6/140 \pm 0/014^{bA}$	0/25 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
$2/115 \pm 0/190^{abB}$	$4/165 \pm 0/077^{bA}$	$3/530 \pm 0/268^{bB}$	$6/210 \pm 0/155^{bA}$	0/5 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
$2/115 \pm 0/190^{abB}$	$4/000 \pm 0/141^{bcA}$	$3/440 \pm 0/226^{bB}$	$6/260 \pm 0/084^{bA}$	1 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
$1/630 \pm 0/070^{bcdB}$	$3/635 \pm 0/162^{bcdA}$	$2/230 \pm 0/212^{cB}$	$5/265 \pm 0/120^{cdA}$	0/25 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
$1/585 \pm 0/190^{bcdB}$	$3/530 \pm 0/099^{cdA}$	$2/250 \pm 0/099^{cB}$	$5/260 \pm 0/198^{cdA}$	0/5 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
$1/510 \pm 0/155^{cdB}$	$3/620 \pm 0/127^{bcdA}$	$2/260 \pm 0/212^{cB}$	$5/325 \pm 0/219^{cA}$	1 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
$1/250 \pm 0/141^{dB}$	$3/100 \pm 0/212^{dA}$	$1/485 \pm 0/190^{cdB}$	$4/725 \pm 0/134^{eA}$	0/25 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه
$1/165 \pm 0/091^{dB}$	$3/005 \pm 0/205^{dA}$	$1/550 \pm 0/183^{cdB}$	$4/825 \pm 0/106$	0/5 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه
$1/130 \pm 0/070^{dB}$	$3/120 \pm 0/254^{dA}$	$1/420 \pm 0/198^{dB}$	$4/780 \pm 0/113^{deA}$	1 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه

1 تهیه شده از شیر پر چرب 3 درصد چربی بدون بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه
a-d حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هرستون می‌باشد.
A-B حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ردیف می‌باشد.

است. به‌طوری‌که بیشترین کاهش تعداد باکتری در تیمار 0/25 درصد بتاگلوکان + 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه مشاهده شد. به‌طوری‌که

همانطور که مشاهده می‌شود تعداد لاکتوباسیلوس‌ها از لحظه پس از تولید تا روز 60ام نگهداری، در کلیه تیمارها روندی نزولی داشته

تعداد کلی میکروارگانیسمها در این تیمار در روز صفر (قبل از خاک کردن)، $(3/100 \log_{10} \text{ cfu/g})$ بود که در پایان دوره نگهداری (روز 60 ام) تعداد کلی میکروارگانیسمها در هر گرم پنیر به میزان $(1/250 \log_{10} \text{ cfu/g})$ کاهش یافت و بیشترین تعداد باکتری در روز صفر (قبل از خاک کردن) بعد از تیمار شاهد $(4/835 \log_{10} \text{ cfu/g})$ متعلق به نمونه حاوی $0/5$ درصد بتاگلوکان + $0/1$ درصد عصاره اتانولی پونه بود که در روز 60 ام به میزان $(4/165 \log_{10} \text{ cfu/g})$ کاهش یافت. که این می‌تواند به دلیل pH پایین، حضور باکتری‌های اسید لاکتیک و افزایش میزان اسید لاکتیک طی دوره نگهداری باشد لازم به ذکر است روند کاهش لاکتوباسیلوس‌ها طی دوره نگهداری در نمونه‌های حاوی غلظت‌های بالاتر عصاره اتانولی پونه شدیدتر بوده است. رحیم‌زاده و همکاران (1393)، اثر ضد میکروبی اسانس درخت بنه را بر لاکتوباسیلوس گونه‌ی لاکتوباسیلوس بولگاریس بررسی کردند که نتایج نشان داد این اسانس در غلظت $0/1$ درصد مانع رشد این باکتری و کاهش چشمگیر این باکتری در محصول نهایی می‌شود.

نتایج تغییرات شمارش کپک و مخمرها پنیرهای کوزه‌ای

نتایج تغییرات شمارش کپک و مخمرها در جدول شماره 7 گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود تعداد کپک و مخمرها از لحظه پس از تولید تا روز 60 ام نگهداری به شکل معنی‌داری روند نزولی داشت. بطوری که بیشترین کاهش تعداد کپک و مخمر در تیمارهای حاوی $0/25$ و $0/5$ و 1% بتاگلوکان + $0/3$ عصاره اتانولی پونه کوهی مشاهده شد که میزان اولیه آنها در روز صفر (قبل از خاک کردن) به ترتیب برابر با $(2/375 \log_{10} \text{ cfu/g})$ ، $(2/300 \log_{10} \text{ cfu/g})$ ، $(2/315 \log_{10} \text{ cfu/g})$ بود که در پایان دوره نگهداری (روز 60 ام) به میزان $(0/000 \log_{10} \text{ cfu/g})$ در هر گرم پنیر کاهش یافتند و بیشترین تعداد کپک و مخمر در روز صفر (لحظه قبل از خاک کردن) بعد از تیمار شاهد $(6/370 \log_{10} \text{ cfu/g})$ مربوط به نمونه حاوی 1 درصد بتاگلوکان + $0/1$ درصد عصاره اتانولی پونه به میزان $(\log_{10} \text{ cfu/g})$ بود که در پایان دوره نگهداری به میزان $(5/285 \log_{10} \text{ cfu/g})$ کاهش یافت. با توجه به نتایج بتاگلوکان و غلظت‌های مختلف آن اثر معنی‌داری روی تعداد کپک و مخمرها نداشت ($p > 0/05$). آلودگی پنیرهای کوزه‌ای به کپک و مخمرها علاوه بر ایجاد عوارض بهداشتی و کاهش کیفیت محصول از نظر اقتصادی نیز با اهمیت است و علت اینکه در نمونه‌های حاوی غلظت‌های بالاتر عصاره اتانولی پونه (حاوی $0/3$ درصد عصاره اتانولی پونه) کپک و مخمر مشاهده نگردید اثر ضد میکروبی عصاره پونه و محدود کردن رشد کپک و مخمر باشد. علت اینکه تعداد کپک و مخمر (به جز تیمار $0/3$ درصد عصاره اتانولی

پونه)، در سایر تیمارها صفر نشده به دلیل مقاومتی که این گروه از میکروارگانیسمها در مقابل کاهش رطوبت و افت pH دارند (به دلیل قدرت تجزیه اسید توسط آن‌ها) می‌توانند زنده مانده و رشد کنند (Shakeel et al, 2000). از آنجاییکه مطابق با استاندارد ملی به شماره 2406، بیشینه حد مجاز کپک و مخمر پنیرهای پاستوریزه 10^2 cfu/g می‌باشد، بنابراین میزان کپک و مخمر در تمامی نمونه‌های پنیر کم چرب کوزه ای پس از 60 روز نگهداری در محدوده مجاز استاندارد بود ولی میزان کپک و مخمر نمونه شاهد در روز شصتم تولید همچنان خارج از محدوده استاندارد بود. Turkoglu و همکاران (2003) میانگین آلودگی به کپک و مخمر را در هر گرم از نمونه پنیر سنتی ارگو⁷ را $5 \log \text{ cfu/g}$ گزارش کردند که این میزان بالا را ناشی از شرایط نگهداری و تولید نامناسب و عدم شرایط بهداشتی تولید عنوان نمودند. همچنین نتیجه گرفته‌اند که میزان بالای کپک و مخمر می‌تواند باعث کاهش اسیدیته با مصرف اسید لاکتیک توسط کپک‌ها شود. در بررسی دیگری نتایج آفازاده مشگی (1386)، بیانگر این مطلب بود که کپک‌ها و مخمرها با تعداد بسیار بالا در نمونه‌های پنیر کوزه حضور داشتند. بالا بودن تعداد آن‌ها می‌تواند نشان‌دهنده عدم پاستوریزه بودن شیر مصرفی، آلودگی محیط شیردوشی، مکان و لوازم یا دست آلوده افراد تهیه کننده پنیر باشد.

نتایج تغییرات شمارش کلی فرم‌ها پنیرهای کوزه‌ای

نتایج تغییرات شمارش کلی فرم‌ها در جدول شماره 7 گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود تعداد کلی فرم‌ها از لحظه پس از تولید تا روز 60 ام نگهداری به شکل معنی‌داری روند نزولی داشت. با توجه به نتایج بدست آمده در روز صفر (قبل از خاک کردن) بیشترین و کمترین تعداد کلی فرم به ترتیب متعلق به نمونه شاهد $(\log_{10} \text{ cfu/g})$ $8/650$ و نمونه‌ی $0/25$ درصد بتاگلوکان + $0/3$ درصد عصاره اتانولی پونه به میزان $(3/900 \log_{10} \text{ cfu/g})$ بود. که پس از پایان دوره نگهداری بیشترین تعداد کلی فرم در تیمار شاهد به میزان $(\log_{10} \text{ cfu/g})$ $1/700$ و کمترین تعداد کلی فرم‌ها در نمونه‌های حاوی $0/2$ و $0/3$ درصد عصاره اتانولی پونه بود که به $(0/000 \log_{10} \text{ cfu/g})$ رسید. آلودگی نمونه‌های پنیر تازه به کلی فرم‌ها در حد بالایی بود. به طور طبیعی، فعالیت کلی فرم‌ها در $\text{pH} < 5/2$ متوقف می‌شود؛ لذا فعالیت این باکتری‌ها در مراحل آغازی و قبل از اسیدی شدن محیط امکان پذیر بوده است. کاهش pH و افزایش درصد نمک از عوامل موثر بر کاهش تعداد این باکتری‌ها می‌باشند. با این حال /شریشیاکلی، که جزو مقاوم ترین گونه‌های کلی فرم می‌باشد و می‌تواند تحت این شرایط زنده بماند (وزیری و نقشبندی، 1390)، که دلیل اصلی آن می‌تواند اثر ضد میکروبی نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب حاوی عصاره پونه و

داشتند که اسانس حاصل از گونه‌های مختلف گیاه *M. longifolia* علیه طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها شامل باکتری‌ها و قارچ‌ها دارای فعالیت ضد میکروبی قابل مقایسه با داروهای استاندارد می‌باشد و همچنین اثر ضدباکتریایی و ضد قارچی برخی از اجزاء اسانس گونه‌های مختلف *M. Longifolia* (شامل پولگن، اکسید پیریتین و سیس پیریتین) در بسیاری از مطالعات گزارش شده است و بالاترین ترکیب موجود در اسانس پونه کوهی، پولگن می‌باشد. Hayaloglu و همکاران (2008) نیز به اثر ضد میکروبی به کارگیری پودرهای گیاهی در پنیر اوتلو اشاره داشتند و نتایج آنها مبنی بر کاهش پاتوژن‌های غذازاد به خصوص کلی‌فرم‌ها با به کارگیری پودر گیاهان معطر (آویشن، سیر، نعناع، زیره، فلفل سیاه) با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت.

کاهش pH و رشد باکتری‌های تولید کننده اسید در تمامی تیمارها باشد که باعث محدود کردن رشد کلی فرم‌ها گردیده است. فاکتورهای متعددی در کاهش میزان کلی‌فرم‌ها در طی دوره رسیدگی نقش دارند که می‌توان به افزایش غلظت نمک، فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک و کاهش pH و نگهداری در دمای پایین اشاره نمود (Caridi, 2003). از آنجاییکه مطابق با استاندارد ملی به شماره 2406، بیشینه حد مجاز کلی فرم‌ها پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه بیشینه 10 cfu/g می‌باشد. بنابراین میزان کلی فرم‌ها در تمامی نمونه‌های پنیر کم چرب کوزه‌ای پس از 60 روز نگهداری در محدوده مجاز استاندارد بود ولی میزان کلی فرم نمونه شاهد در روز شصتم تولید همچنان خارج از محدوده استاندارد بود. Karaman و همکاران (2003) تأثیر منفی و کاهش پونه بر روی شمارش کلی‌فرم‌ها را بررسی کردند که اذعان

جدول 7- بررسی تغییرات شمارش کپک و مخمرها و کلی‌فرم‌ها (log10 cfu/g) در نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم چرب حاوی بتاگلوکان و عصاره اتانولی

پونه کوهی و شاهد		کپک و مخمر		نمونه (%w/w)
کلی‌فرم‌ها	روز 0	روز 60	روز 0	
1/700± 0/353 ^{aB}	8/650± 0/424 ^{aA}	3/725± 0/261 ^{aB}	6/370± 0/367 ^{aA}	شاهد ¹ (بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان)
0/870± 0/042 ^{bB}	6/655± 0/346 ^{bA}	1/265± 0/162 ^{bB}	5/265± 0/219 ^{bA}	0/25 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
0/795± 0/148 ^{bB}	6/415± 0/176 ^{bcA}	1/195± 0/219 ^{bB}	5/275± 0/019 ^{bA}	0/5 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
0/765± 0/106 ^{bB}	6/520± 0/311 ^{bA}	1/255± 0/205 ^{bB}	5/285± 0/261 ^{bA}	1 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه
0/000± 0/000 ^{cB}	5/165± 0/176 ^{dA}	0/730± 0/056 ^{bB}	3/345± 0/247 ^{cdA}	0/25 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
0/000± 0/000 ^{cB}	5/440± 0/339 ^{cdA}	0/655± 0/261 ^{bB}	3/450± 0/282 ^{cA}	0/5 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
0/000± 0/000 ^{cB}	5/345± 0/134 ^{dA}	0/685± 0/120 ^{bB}	3/560± 0/198 ^{cA}	1 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه
0/000± 0/000 ^{cB}	3/900± 0/028 ^{eA}	0/000± 0/000 ^{cB}	2/375± 0/360 ^{deA}	0/25 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه
0/000± 0/000 ^{cB}	3/930± 0/183 ^{eA}	0/000± 0/000 ^{cB}	2/300± 0/212 ^{eA}	0/5 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه
0/000± 0/000 ^{cB}	4/005± 0/205 ^{eA}	0/000± 0/000 ^{cB}	2/315± 0/091 ^{eA}	1 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه

1 تهیه شده از شیر پر چرب 3 درصد چربی بدون بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه

^{a-d} حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هرستون می‌باشد.

^{A-B} حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ردیف می‌باشد.

(log10cfu/g 0/000± 0/000) بود. با توجه به اینکه باکتری /شرشیاکلی با مکانیسم‌های متعددی از قبیل تولید آنزیم‌های سیتوتوکسین و خصوصیات چسبیدن به سلول‌های اپی تال روده قادر به ایجاد اسهال می‌باشد. لذا نقش پنیرهای آلوده به این باکتری به عنوان عامل ایجادکننده اسهال حائز اهمیت می‌باشد. وجود این باکتری در پنیر نشانگر خطرات بهداشت عمومی ناشی از وجود و انتقال باکتری‌های بیماری‌زای دیگر از جمله سالمونلا، شیگلا و انواع دیگری از /شرشیاکلی از جمله *E.coli O157: H7* می‌باشد (سالمونلا، شیگلا و انواع دیگری از /شرشیاکلی ؛ Vernozy, 1997) که علت آن می‌تواند کاهش pH، افزایش اسیدیته و رشد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک در تمامی تیمارها باشد که باعث محدود کردن رشد /شرشیاکلی گردیده است. علت اینکه تعداد

نتایج تغییرات شمارش /شرشیاکلی پنیرهای کوزه‌ای

نتایج تغییرات شمارش /شرشیاکلی در جدول شماره 8 گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود تعداد /شرشیاکلی از لحظه پس از تولید تا روز 60م نگهداری به شکل معنی‌داری روند نزولی داشت. بطوریکه در روز صفر (لحظه پس از تولید) پایین‌ترین تعداد شمارش /شرشیاکلی متعلق به نمونه حاوی 0/5بتاگلوکان + 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه به میزان (log10 cfu/g 1/190) و بالاترین تعداد /شرشیاکلی بعد از نمونه شاهد به میزان (log10 cfu/g 4/560) متعلق به نمونه 0/5 درصد بتاگلوکان + 0/1 درصد عصاره اتانولی پونه به میزان (log10 cfu/g 3/370) بود. پس پایان دوره نگهداری 60 روزه تعداد باکتری /شرشیاکلی در تمامی نمونه‌ها حتی شاهد به میزان

باکتری در نمونه‌ی شاهد صفر شده است حضور نمک و اسیدهای تولید شده است. مطابق با استاندارد ملی به شماره 2406، بیشینه حد مجاز/اشرشیاکلی در گرم پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه باید منفی باشد، بنابراین میزان/اشرشیاکلی در تمامی نمونه‌های پنیرکم چرب کوزه‌ای پس از 60 روز نگهداری در محدوده مجاز استاندارد بود. Angelina و همکاران (2010) تاثیر اسانس پونه کوهی بر باکتری/اشرشیاکلی را مورد بررسی قرار دادند که پونه کوهی در غلظت 2/55 درصد از رشد/اشرشیاکلی جلوگیری کرد.

نتایج تغییرات شمارش استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت پنیرهای کوزه‌ای

نتایج تغییرات شمارش استافیلوکوکوس اورئوس در جدول شماره 8 گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود تعداد استافیلوکوکوس اورئوس از لحظه پس از تولید تا روز 60ام نگهداری به شکل معنی‌داری روند نزولی داشت. به‌طوریکه در روز صفر (قبل از خاک کردن) بالاترین میزان استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت بعد از نمونه شاهد ($3/320 \log_{10} \text{cfu/g}$) در نمونه حاوی 0/25 درصد بتاگلوکان + 0/1 درصد عصاره اتانولی پونه ($2/715 \log_{10} \text{cfu/g}$) و پایین‌ترین میزان آن در نمونه‌های حاوی غلظت‌های 0/5 درصد بتاگلوکان + 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه به میزان ($1/115 \log_{10} \text{cfu/g}$) مشاهده گردید. که نسبت به نمونه شاهد 2 سیکل لگاریتمی کاهش نشان داد. پس پایان دوره نگهداری 60 روزه تعداد باکتری استافیلوکوکوس اورئوس در

تمامی نمونه‌ها حتی شاهد به میزان ($0/000 \pm 0/000 \log_{10} \text{cfu/g}$) بود. در مطالعه‌ای که بر روی میزان آلودگی به باکتری استافیلوکوکوس اورئوس بر روی انواع فرآورده های لبنی در کشور انگلستان صورت گرفت نتایج تاکید بر این داشت که با ایجاد شرایط بهداشتی مناسب می‌توان از رشد این باکتری جلوگیری کرد و پنیرهایی که از شیر خام بدست می‌آید میزان استافیلوکوکوس اورئوس بیشتری نسبت به پنیرهای حاصل از شیر پاستوریزه دارد (Little et al, 2006); که علت آن می‌تواند کاهش pH، افزایش اسیدیته و رشد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک در تمامی تیمارها باشد که باعث محدود کردن رشد استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت گردیده است و علت اینکه تعداد باکتری در نمونه‌ی شاهد پس از 60 روز صفر شده است حضور نمک و اسیدهای تولید شده است. مطابق با استاندارد ملی به شماره 2406، بیشینه حد مجاز استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت در گرم پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه باید منفی باشد. بنابراین میزان استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت در تمامی نمونه‌های پنیرکم چرب کوزه‌ای پس از 60 روز نگهداری در محدوده مجاز استاندارد بود. محمودی و همکاران (1389)، بیان کردند اسانس پونه کوهی در محیط BHI در غلظت 0/015 و 0/03 درصد از رشد باکتری استافیلوکوکوس اورئوس جلوگیری می‌کند. آخوندزاده بستی و همکاران (1386)، بیان کردند اسانس آویشن شیرازی در غلظت‌های بالاتر از 0/005 درصد از رشد باکتری استافیلوکوکوس اورئوس جلوگیری می‌کند.

جدول 8- بررسی تغییرات شمارش اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت ($\log_{10} \text{cfu/g}$) در نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم‌چرب حاوی بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی و شاهد

استافیلوکوکوس اورئوس		اشرشیاکلی		نمونه (%w/w)
روز 0	روز 60	روز 0	روز 60	
$3/320 \pm 0/240^{\text{aA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$4/560 \pm 0/099^{\text{aA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{bB}}$	شاهد ¹ (بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان)
$2/715 \pm 0/247^{\text{abA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$3/310 \pm 0/198^{\text{bA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	0/25بتاگلوکان + 0/1عصاره اتانولی پونه
$2/690 \pm 0/084^{\text{abcA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$3/370 \pm 0/367^{\text{bA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	0/5بتاگلوکان + 0/1عصاره اتانولی پونه
$2/700 \pm 0/141^{\text{abcA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$3/315 \pm 0/233^{\text{bA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	1بتاگلوکان + 0/1عصاره اتانولی پونه
$2/100 \pm 0/212^{\text{bcA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$2/325 \pm 0/219^{\text{cA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	0/25بتاگلوکان + 0/2عصاره اتانولی پونه
$2/010 \pm 0/226^{\text{cA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$2/315 \pm 0/233^{\text{cA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	0/5بتاگلوکان + 0/2عصاره اتانولی پونه
$2/055 \pm 0/134^{\text{bcA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$2/120 \pm 0/014^{\text{cdA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	1بتاگلوکان + 0/2عصاره اتانولی پونه
$1/190 \pm 0/212^{\text{dA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$1/335 \pm 0/205^{\text{deA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	0/25بتاگلوکان + 0/3عصاره اتانولی پونه
$1/115 \pm 0/049^{\text{dA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$1/190 \pm 0/113^{\text{eA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	0/5بتاگلوکان + 0/3عصاره اتانولی پونه
$1/155 \pm 0/077^{\text{dA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	$1/235 \pm 0/190^{\text{eA}}$	$0/000 \pm 0/000^{\text{aB}}$	1بتاگلوکان + 0/3عصاره اتانولی پونه

1 تهیه شده از شیر پر چرب 3 درصد چربی بدون بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه
a-d حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هرستون می‌باشد.
A-B حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ردیف می‌باشد.

ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم‌چرب در جدول شماره 9 مشاهده می‌شود. مطابق با نتایج با افزایش غلظت بتاگلوکان و کاهش غلظت عصاره اتانولی پونه کوهی امتیاز مزه نمونه‌های پنیر کوزه‌ای به‌صورت معنی‌داری ($p \leq 0/05$) کاهش یافت. امتیاز بو با افزایش غلظت عصاره اتانولی پونه کوهی به‌صورت معنی‌داری ($p \leq 0/05$) افزایش یافت. استفاده از بتاگلوکان و افزایش غلظت آن منجر به افزایش امتیاز بافت نمونه‌های پنیر کم‌چرب گردید به‌طوری‌که امتیاز بافت نمونه‌های پنیر کم‌چرب که حاوی 1 درصد بتاگلوکان بودند اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند ($p > 0/05$). نتایج نشان داد بالاترین امتیاز پذیرش کلی پس از نمونه شاهد متعلق به نمونه پنیر کم‌چرب حاوی 0/5 درصد بتاگلوکان و 0/3 درصد عصاره اتانولی پونه بود که اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت. نتایج ارزیابی حسی موید

این مطلب است استفاده از بتاگلوکان به‌خوبی می‌تواند مشکلات بافتی پنیرهای کم‌چرب را رفع نماید و استفاده از عصاره اتانولی پونه باعث بهبود مزه و بوی پنیرهای کم‌چرب گردد. پهلوی و همکاران (1395)، از بتاگلوکان در غلظت‌های 0/1، 0/2، 0/3، 0/4، 0/5، 0/6، 0/7 و 0/8 به‌عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون ماست کم‌چرب استفاده نمودند و گزارش کردند نمونه‌های حاوی 0/3 و 0/5 درصد بتاگلوکان بهترین امتیاز را از نظر خواص حسی کسب نمودند. Volikakis و همکاران (2004) به بررسی عطر پنیر سفید کم‌چرب آب نمکی که به‌صورت سنتی از شیر گاو تهیه شده بود و حاوی 0/7 و 1/4 درصد وزنی/ وزنی بتاگلوکان بود پرداختند. نتایج نشان داد

افزودن بتاگلوکان به شیر منجر به افزایش قابل توجه تولید اسید لاکتیک، اسید استیک و اسید بوتیریک طی عمل آوری شیر و در نتیجه بهبود پنیر حاصله گردیده است.

جدول 9- بررسی ارزیابی حسی (امتیاز) نمونه‌های پنیر کوزه‌ای کم‌چرب حاوی غلظت‌های مختلف بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی و شاهد در

روز شصتم تولید				
نمونه (%w/w)	مزه	بو	بافت	پذیرش کلی
شاهد ¹ (بدون عصاره اتانولی پونه و بتاگلوکان)	8/740± 0/155 ^a	7/430± 0/523 ^b	8/305± 0/134 ^a	8/630± 0/183 ^a
0/25 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه	8/510± 0/127 ^{ab}	7/920± 0/042 ^{ab}	7/515± 0/233 ^{bc}	7/590± 0/014 ^{bc}
0/5 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه	8/150± 0/141 ^{bcd}	8/000± 0/141 ^{ab}	7/930± 0/042 ^{abc}	8/190± 0/113 ^{ab}
1 بتاگلوکان + 0/1 عصاره اتانولی پونه	7/590± 0/127 ^e	7/670± 0/212 ^b	8/075± 0/035 ^{ab}	7/075± 0/134 ^c
0/25 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه	8/690± 0/155 ^a	8/170± 0/028 ^{ab}	7/355± 0/289 ^c	7/465± 0/106 ^c
0/5 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه	8/365± 0/162 ^{abc}	8/130± 0/113 ^{ab}	7/865± 0/091 ^{abc}	8/465± 0/162 ^a
1 بتاگلوکان + 0/2 عصاره اتانولی پونه	7/880± 0/113 ^{cde}	8/205± 0/134 ^{ab}	8/030± 0/113 ^{abc}	7/075± 0/247 ^c
0/25 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه	8/660± 0/084 ^a	8/535± 0/091 ^a	7/360± 0/339 ^{bc}	7/075± 0/134 ^c
0/5 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه	8/520± 0/084 ^{ab}	8/565± 0/091 ^a	7/930± 0/113 ^{abc}	8/575± 0/176 ^a
1 بتاگلوکان + 0/3 عصاره اتانولی پونه	7/750± 0/070 ^{de}	8/510± 0/084 ^a	8/055± 0/134 ^{abc}	7/255± 0/134 ^c

1 تهیه شده از شیر پر چرب 3 درصد چربی بدون بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه

a-d حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هرستون می‌باشد.

A-B حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در هر ردیف می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به‌منظور بهبود خصوصیات بافتی از غلظت‌های مختلف بتاگلوکان (0/25، 0/5 و 1 درصد) و به‌منظور کاهش بار میکروبی پنیر کوزه‌ای کم‌چرب از عصاره اتانولی پونه کوهی (0/1، 0/2 و 0/3 درصد) استفاده گردید و خواص فیزیکی و شیمیایی، ضد میکروبی و حسی پنیر کوزه‌ای کم‌چرب حاوی پودر بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه کوهی پس از 60 روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. مطابق با نتایج میزان پروتئین، چربی، اسیدیته و ازت محلول در آب طی دوره نگهداری افزایش و pH، رطوبت و سختی بافت به‌طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) کاهش یافت. نتایج نشان داد بتاگلوکان و عصاره اتانولی پونه تاثیر معنی‌داری ($p > 0/05$) بر کاهش یا افزایش خاکستر و

نمک نداشتند. نتایج ارزیابی سختی بافت نشان داد با افزایش غلظت بتاگلوکان سختی بافت به‌صورت معنی‌داری ($p \leq 0/05$) کاهش یافت به‌طوری‌که سختی بافت نمونه‌های پنیر کم‌چرب حاوی 1٪ بتاگلوکان اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند. استفاده از عصاره اتانولی پونه اثر معنی‌داری روی تغییرات سختی بافت نداشت. بررسی خواص ضد میکروبی نشان داد استفاده بتاگلوکان اثر معنی‌داری روی خواص ضد میکروبی تیمارهای مورد بررسی نداشت در حالیکه با استفاده از عصاره اتانولی پونه و افزایش غلظت آن خواص ضد میکروبی تیمارهای مورد بررسی افزایش یافت. نتایج نشان داد تیمارهای حاوی 0/3٪ عصاره اتانولی پونه در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین کاهش شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها، لاکتوباسیلوس‌ها، کپک و مخمر، کلی‌فرم‌ها،

اشریشیاکلی، استفیلوکوکوس اورئوس را نشان داد. نتایج ارزیابی حسی پنیر نشان داد که تیمار حاوی 0/5% بتاگلکان و 0/3% عصاره اتانولی پونه از بالاترین قابلیت پذیرش حسی برخوردار بود. بنابراین با استفاده از 0/5% بتاگلکان با 0/3% عصاره اتانولی پونه در فرمولاسیون پنیر کوزه‌ای کم‌چرب می‌توان، پنیر ایمن با بار میکروبی و بافت مطلوب در حد استاندارد تولید نمود و تیمار مذکور به‌عنوان تیمار برتر انتخاب گردید.

منابع

- آخوندزاده بستی، ا.، عباسی‌فر، آ.، گیتی، ک.، میثاقی، ع.، بکایی، س.، گندمی نصرآبادی، ح.، جلی جوان، ا.، حامدی، ح.، سالاری، ع.، 1386. ارزیابی اثر اسانس آویشن شیرازی بر رفتار استفیلوکوکوس اورئوس در پنیر فتا، نشریه گیاهان دارویی، 7، 25، 105-115.
- آقازاده مشگی، م.، 1386. بررسی پاره‌ای از خصوصیات میکروبیولوژیکی و شیمیایی پنیر کوزه در آذربایجان غربی، مجله علوم غذایی و تغذیه، 4، 3، 80-87.
- آقازاده مشگی، م.، 1389. خواص مفید و عوارض جانبی فرآورده‌های لبنی پروبیوتیک در انسان، اولین همایش ملی پروبیوتیک و محصولات فرا ویژه تهران، مرکز علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.
- احسانی، ع.، محمودی، ر.، زارع، پ.، حسنی، ع.، 1390. ترکیب شیمیایی و اثرات ضد میکروبی اسانس‌های روغنی گیاه موسیر و بادیان رومی علیه لیستریا منوسیتوژنز در پنیر سفید آب نمکی، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ایران، 21، 3، 317-328.
- امیری عقدائی، س.، اعلمی، م.، صادقی ماهونک، ع.، جعفری، م.، 1391. تاثیر بتاگلکان جو بدون پوشینه به‌عنوان مقلد چربی بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی سس مایونز کم‌چرب، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی دانش کشاورزی، ۱۴۱، ۲۲-۲۳، 154.
- بنیادیان، م.، کریم، گ.، 1384. تاثیر روغن‌های فرار گیاهی بر روی جمعیت قارچی پنیر سفید صنعتی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، 2، 3، 1-8.
- بهلولی، ز.، مهدوی عادل، ح.، ر.، پوراحمد، ر.، 1395. اثر بتاگلکان جو و کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) به‌عنوان جایگزین چربی بر خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی و حسی ماست کم‌چرب. فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی، 19، 43-52.
- پاک‌بین، ب.، 1391. بررسی ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و فیزیکی پنیر کوزه‌ای قزوین، پایان نامه کارشناسی ارشد، 116.
- حسینی، م.، حبیبی نجفی، م.، ب.، محبی، م.، 1392. ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی پنیر تقلیدی حاوی کنسانتره پروتئینی آب پنیر و پنیر اصلاح شده‌ی آنزیمی لیقوان، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، 8، 2، 91-102.
- خسروشاهی اصل، ا.، 1387. تجزیه مواد غذایی، انتشارات دانشگاه ارومیه، 298-135.
- رحیم‌زاده، غ.، رخزادی، ا.، بهرامیان، س.، 1393. بررسی تاثیر دود مایع و اسانس شیره درخت بنه بر لاکتوباسیلوس بولگاریس، ۱، 49-55.
- رنجبر، ا.، محسن زاده، ف.، چهرگانی، ع.ک.، خواجوی، ف.، سیف پناهی، ه.، 1393. بررسی اثر آنتی اکسیدانی عصاره‌های مختلف اندام‌های هوایی گیاه بابونه، ۴، 13.
- زارع بیدکی، م.، عرب، م.، خزاعی، م.، افکار، ا.، 1393. اثر ضد باکتریایی اسانس نعنا سبز بر هشت گونه باکتری بیماری‌زای مهم دستگاه گوارش، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، 21(3): 274-282.
- سالک مقدم، ع.، انصاری، ح.، روادگر، ب.، نورانی وطنی، ا.، 1380. بررسی آلودگی میکروبی در نمونه‌های پنیر غیر پاستوریزه و پاستوریزه و تاثیر مقادیر مختلف نمک اضافه شده به پنیر بر روی باکتری‌های بیماری‌زای آلوده کننده، مجله دانشگاه علوم پزشکی ایران، 25، 81-175.
- عشقی، ن.، حدادخداپرست، م.، قدرتی، ن.، 1391. بررسی اثر اسانس پونه بر فعالیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس در ماست، همایش ملی فراورده‌های طبیعی و گیاهان دارویی بجنورد، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، 369.
- محمودی، ر.، احسانی، ع.، تاجیک، ح.، آخوندزاده بستی، ا.، خسروشاهی اصل، ا.، 1389. اثر ضد میکروبی اسانس پونه کوهی و لاکتوباسیلوس کازئی بر استفیلوکوکوس اورئوس در پنیر سفید ایرانی، مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، 3، 1، 147-160.
- مرتضوی، س.، ع.، معین‌فر، م.، میلانی، ا.، 1392. ارزیابی تغییرات جمعیت میکروبی بیماری‌زا در طول دوره رسیدگی پنیر سنتی کردی. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، 2، 83-92.
- مشاک، ز.، مرادی، ب.، آخوندزاده بستی، ا.، عباسی‌فر، آ.، گندمی، ح.، 1387. مطالعه رفتار باکتری لیستریا منوسیتوژنز در طی روند تولید پنیر سفید ایرانی تحت تاثیر اسانس آویشن شیرازی. فصلنامه گیاهان دارویی، 1، 29، 114-122.
- موسوی پور، ف.، برازجانی، م.، حسامی راد، ر.، 1388. بررسی تاثیر منطقه تولید و زمان نگهداری بر تغییرات ماده خشک، چربی و اسیدهای چرب پنیر کوزه‌ای آذربایجان غربی، مجله پژوهش‌های علوم دامی کشور، 3، 49-55.

- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تعیین مقدار ازت تام شیر به روش کلدال، استاندارد ملی شماره 639، 1344.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تعیین مقدار مقدار کلرور پنیر (روش مرجع)، استاندارد ملی شماره 1809، 1356.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تعیین مقدار چربی، استاندارد ملی شماره 366، 1370.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام، شمارش استافیلوکوکوس های کوآگولاز مثبت (استافیلوکوکوس /ورئوس و سایر گونه ها) روش آزمون، قسمت اول: روش استفاده از محیط کشت برد، پارکر آگار، استاندارد ملی شماره 1-6806، 1384.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران شیر پاستوریزه، ویژگی ها و روش های آزمون، استاندارد ملی شماره 2852، 1385.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شیر و فراورده های آن، شمارش واحدهای تشکیل دهنده کلنی کپک و مخمر - شمارش کلنی در پلیت در دمای 25 درجه سانتیگراد، 1386.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام، روش جامع برای شناسایی و شمارش کلی فرم ها، استاندارد ملی شماره 11166، 1387.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران خوراک دام، جداسازی و شمارش گونه های لاکتوباسیلوس، استاندارد ملی شماره 17164، 1392.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران میکروبیولوژی زنجیره غذایی، روش جامع برای شمارش میکروارگانیسم ها، قسمت 1- شمارش کلنی در 30 درجه سلسیوس با استفاده از روش کشت آمیخته، استاندارد ملی شماره 5484، 1393.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران شیر و فراورده های آن، شمارش /شریشیالکی، روش محتمل ترین تعداد (MPN)، استاندارد ملی شماره 5234، 1394.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، میکروبیولوژی شیر و فراورده های آن، ویژگی ها و روش های آزمون شیر و فراورده های آن، استاندارد ملی شماره 2406، 1395.
- مرتضوی، س.ع، میلانی، ا.، معین فر، م.، 1392، ارزیابی پروفیل جمعیت میکروبی پنیر سستی کردی و ارتباط آن با ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی فراورده در طول دوره رسیدگی، نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، 11، 2، 140-151.
- میرزایی، ح.، علیقلی نژاد، ع.، 1390، مطالعه تغییرات ویژگی های شیمیایی پنیر لیقوان در طول مراحل تولید و دوره رسیدن. مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، 5، 2، 1168-1161.
- نجفی، ع.، ضیابخش دیلمی، م.، کریمیان، ح.، عابدی نیا، ا.، 1390، بررسی تغییرات میکروبی پنیر پوستی طی دوره رسیدن. مجله علوم غذایی و تغذیه، 8، 2، 91-85.
- وزیری، س.، نوروزی، م.، 1390، بررسی میزان آلودگی پنیرهای محلی لیقوان تبریز به کلیفرم ها و /شریشیالکی در شهر مراغه، مجله میکروب شناسی پزشکی ایران، 7، 5، 28-23.
- Aly, S.A., Galal, E.A., 2002, Effect of milk pretreatment on the keeping quality of Domiti cheese. *Pakistan journal of Nutrition*. 132-136,(4)
- Angelina, P.O., Onyango, D.M., Hill, D.J., 2010, Potential application of plant Essential oils at sub-lethal concentrations under extrinsic conditions that enhance their antimicrobial effectiveness against pathogenic bacteria microbiology research. *African Journal of micro Research*, 4, 16, 1678-1682.
- Biliaderis, C.G., Tzanetakis, N., Kirsto, E., 2003, modelling of rheological, microbiological and acidification properties of a fermented milk product containing a probiotic strain of *Lactobacillus paracasei*. *International Dairy Journal*, 13, 517-528.
- Caridi, A., 2003, Identification and first characterization of lactic acid bacteria isolated from the artisanal ovine cheese Pecorino del Poro. *International Journal of Dairy Tehnology*, 56, 2, 105-110.
- Ceylan, Z.G., Torkuglu, H., Dayisoylu, K.S., 2003, The Microbiology and Chemical quality of Sikma cheese produced in Turkey. *Pakistan Journal of Nutrition*. 95-97, 2.
- Comunian, R., Faggian, A., LiQ, C., (2010). *Unrewarded careers in the creative class: the strange case of bomehemian graduates. papers in regional Science*, 89: 389-410
- Derek, A.A., Joost, V.D.B., Inge, M.K.M., Jack, T.P., Antonius, J., 2009, Anaerobic homolactate fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* results in depletion of ATP and impaired metabolic activity. *FEMS Yeast research*, 9, 3, 349-357.
- Fox, P.F., Guinee, T. P., Cogan, M. T., Macsweeney, P. L. H., 2005, Fundamentals of cheese science. Aspen publication.
- Gonca, A., AlpKent, Z., 2005, Sensory and chemical properties of white pickled cheese produced using kefir, yoghurt or a commercial cheese culture as starter. *International Dairy Journal*, 15, 771-776.
- Hayaloglu, A.A., Fox, P.F., 2008, Cheese of Turkey, Varieties containing herbs or spices. *Dairy Science and Technology*, 88, 245- 256.
- Karaman, I., Sahin, F., Gulluce, M., Ogutcu, H., Sengul, M., Adiguzel, A., 2003, Antimicrobial activity of aqueous and

- Methanol extracts of Juniperus. *Journal Ethnopharmacology*, 85, 231-235.
- Kuchroo, C.N., Fox, P.F., 1982, soluble nitrogen in Cheddar cheese. Comparison of extraction procedures. *Michwissenschaft*, 937, 331-335.
- Lazaridou, A., Serafeimidou, A., Biliaderis, C., Moschakis, T., Tzanetakis, N., 2014, Structure development and acidification kinetics in fermented milk containing oat β -glucan, a yogurt culture and a probiotic strain, *Food hydrocolloids*, 39, 204-214.
- Little, C.L., Rhoades, J.R., Sagoo, S.K., Harris, J., Greenwood, M., Mithani, V., 2006, Identification and biotyping of coagulase positive staphylococci in ripened French raw milk cheese and their ability to produce enterotoxin. *Revue med vet journal impact factor*, 155, 92-96.
- Mirzaei, H., Karim, G., Ghiasi Khosroshahi, A., 2008, The Microbiological and chemical quality of traditional Lighvan cheese (White cheese in Brine) produced in Tabriz, Iran. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8, 1594-1599.
- Mistry, S.J., Atweh, G.F., 2001, Stathmin inhibition enhances okadaic acid-induced mitotic arrest, a potential role for stathmin in mitotic exit. 17, 276, 33.
- Owni, A.O.O., Hamid, I.A.O., 2008, Effect of storage period on weight loss chemical composition microbiological and sensory characteristics of Sudanese with cheese. *Pakistan Journal Nutrition*, 7, 75-80.
- Parvin, S., Rahman, M.M., Shimazaki, K., Kato, I., 2008, Technology and physicochemical characteristics of traditional Dhaka cheese. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7, 75-80.
- Roller, S., Jones, S.A., 1996, Handbook of fat replacers, CRC Press, Inc., New York, 16-18.
- Sánchez-Macías, D., Fresno, M., Moreno-Indias, I., Castro, N., Morales-de la Nuez, A., Álvarez, S., 2010, Physicochemical analysis of full-fat, reduced-fat, and low-fat artisan-style goat cheese. *Journal of Dairy Science*, 93, 3950-3956.
- Sengul, M., Ertugay, M.F., Ceylan, A.G., 2006, Microbiological and chemical properties of cheese Helva produced in Turkey. *Inter Journal of food properties*, 9, 185-193.
- Shakeel-Ur Rehman, J., Banks, M., McSweeney, P., Fox, P., 2000, Effect of ripening temperature on the growth of and significance of non Starter lactic acid bacteria in cheddar cheese made from raw and pasteurized milk. *International Dairy Journal*, 10, 45-53.
- Smith, P., Stewart, J., Fyfe, L., 2001, The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese. *Food Microbiology*, 18, 463-470.
- Tarakci, Z., Coskun, H., Tuncel, F., 2004, Some properties of fresh and ripened herby cheese, a traditional variety produced in Turkey. 4, 47-50.
- Turkoglu H., Ceylan Z.G., Dayisoylu S.K., 2003, The Microbiological and chemical Quality of Orgu cheese produced in Turkey. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3, 2, 92-94.
- Vernozzyroand, C., 1997, Detection of Escherichia coli O157:H7 and other verocytotoxin producing ecoli in food. *Journal Applmicrobiol*, 82, 537-551.
- Volikakis, P., Biliaderis, C.G., Vamvakas, C., Zerfiridis, G.K., 2004, Effects of commercial oat- β -glucan concentrate on the chemical physicochemical and sensory attributes of a low-fat white brined cheese product. *Food research International*, 37, 83-94.



Investigation of physicochemical, microbial and sensory properties of low-fat jug cheeses containing β -glucan powder and ethanolic extract of *menthe longifolia*

B. Hassas¹, L. Nateghi^{2*}, A. R. Shahab Lavasani²

Received: 2017.02.27

Accepted: 2018.11.01

Introduction: Jug cheese is a kind of hard cheese which traditionally produce from raw milk of cow, sheep and sometimes goat in west part of Iran. Its ripening period passed through the clay jug inside the soil, so it contains some varieties of microorganisms that provide it with specific and unique sensory properties. However, the transmission of some pathogenic bacteria in this product and its high fat content is very important in terms of general health. Therefore, the general objective (aim) of this study was to investigate the physicochemical, antimicrobial and sensory properties of low-fat jug cheese (produced from milk with 1.5% fat) Jug cheese containing Beta-Glucan powder (0.25%, 0.5%, 1%) and menthe longifolia ethanolic extract (0.1, 0.2 and 0.3) and with compare the results with control cheese (produced from milk with 3% fat) during 60 days of ripening. Antibacterial results showed that properties using beta-glucan had no significant effect on the antimicrobial properties of the treatments and The use of ethanolic extract of mentha longifolia and increasing its concentration had significantly in the most extreme of the antimicrobial properties of treatments. According to results after 60 days of storage, the treatments containing 0.3% of *Mentha longifolia* extract, in comparison to the other treatments and Showed the most extreme decrease in the total count of microorganisms, lactobacillus, mould and yeast, coliforms, escherchia coli and staphylococcus aureus. The physicochemical properties investigation showed that the protein, fat, acidity and nitrogen soluble in water during the preservation period have increased and pH, tissue hardness of the samples have significantly ($p \leq 0.05$) decreased. The results of sensory evaluation of cheese showed that the treatment which contained 0.5% beta-glucan and 0.3% ethanolic extract of mentha longifolia has the highest sensory properties. So using 0.5% beta-glucan and 0.3% ethanolic extract of menthe longifolia in low-fat cheese formulas can produce safe cheese with microbial and optimum texture at standard level.

Materials and Method: Jug cheese was produced from 1.5 fat cow milk obtained from Spoota Food Industries Complex, Urmia, Iran. First, milk was heated at 32-35°C and cooled at 30°C, then 0.06% cheese rennet (plant rennet, Cominux, Spain) was added and mixed for 5 minutes. After coagulation (45 min), the cheese was cut into 1*1*1 slices and wrapped in a cloth to be kept in room temperature for 12 hours under 0.1 weight plates for dewatering. Coagulants were impregnated in 3.5% salt solutions (since jug chesses is granular, there was no need to chop the samples). Therefore, the samples were squeezed into jugs and the jug was buried top-down in a 1-meter depth hole. Physicochemical, microbial and sensory properties of samples immediately after they were produced and on day 60 (1440 hours) were measured (Pakbin, 1391). Total protein was determined by macro-kjeldahl method with national standard No. 639. Soluble nitrogen was determined by kjeldahl method. Fat was determined by Gerber's method with national standard No. 366 (Anonymous, 1370). Level of moisture was determined by national standard No. 1753. pH was determined by a MA-Mettler pH-meter and titratable acidity (percentage of lactic acid) was determined by 0.1 normal and phenolphthalein as identifiers using national standard No. 2852 (Anonymous, 1385). Ash from cheese samples was measured by burning and full oxidation of food products in an oven at 550°C (Khosroshahi, 1387). The Mohr titration method with national standard No. 1809 was used to measure salt in cheese samples (Anonymous, 1356). Tissue hardness (pressure or density) was measured using Universal Instron model 1140 and a probe at a constant speed of 100 mm/min. Compression test of cheese samples was done using a 36mm diameter cylindrical probe (hoseini et al, 1392). To measure number of living microorganism in jug cheese samples. To do so, 1g cheese was chopped with a sterile crucible or a mortar and mixed with 9cc buffered Peptone water. About 0.1cc of the solution was cultivated on a special medium by

1. MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch, Varamin, Iran

2. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

(* Corresponding author E-mail: leylanateghi@yahoo.com)

surface cultivation method. Number of microorganisms was measured by national standard No. 5484 in Kant Agar Plate mediums at 30°C for 72 hours (Anonymous, 1381). Lactobacillus was measured in an MRS-Bile Agar medium (0.15% bile salt) with national standard No. 17164 at 37°C for 72 hours (Anonymous, 1392). Molds and yeasts were measured, based on national standard No. 10154, in the YGC Agar medium for 5 days at 25°C (Anonymous, 1386). To measure total formations, based on national standard No. 11166, a VRBA medium with two-layered pure palet method at 35°C for 18-24 hours (Anonymous, 1387). E. coli was measured, with national standard No. 5234, in an EC Broth medium at 35°C for 23 hours (Anonymous, 1394). Staphylococcus aureus was measured, based on national standard No. 6806-1, in a Bird-Parker medium with yolk and potassium tellurite at 37°C for 48 hours (Anonymous, 1384). Sensory analysis was performed by 9 trained evaluators using a Five Point Hedonic Method with scales of one (very good), two (good), three (average), four (bad), and five (very bad) for taste, odor, tissue, and overall acceptability (Anonymous, 1387). In order to design the treatments, a completely randomized design with factorial arrangement was used. Treatments were designed with a control sample. To data analyze use Duncan one-way analysis of variance.

Results & Discussion: The results of antimicrobial evaluation showed treatments containing 0.3% ethanolic extract of mentha longifolia compared to other treatments showed the greatest reduction in total count of microorganisms, lactobacillus, mildew and yeast, coliforms, E. coli, *Staphylococcus aureus*. Thus, results of the study showed physicochemical characteristics the amount of protein, fat, acidity and nitrogen soluble in water increased and pH, moisture and texture hardness of samples significantly decreased ($p \leq 0.05$). The evaluation of sensory properties showed that treatment containing 0.5% β -glucan and 0.3% ethanolic extract of mentha longifolia had the highest sensory acceptability. Therefore, the use of 0.5% β -glucan with 0.3% ethanolic extract of mentha longifolia in the formulation of low-fat jug cheese, can be produced safe cheese with microbial and optimum texture at standard level.

Keyword: Low-fat jug cheese, Beta- Glucan, ethanolic extract of Mentha longifolia

برخی خواص فیزیکی و مکانیکی گلابی رقم درگزی

مهسا سادات رضوی¹ - عبدالله گل محمدی^{2*}

تاریخ دریافت: 1394/10/12

تاریخ پذیرش: 1395/03/01

چکیده

در تحقیق حاضر برخی خواص فیزیکی و مکانیکی گلابی رقم درگزی بررسی شد. برای تعیین خواص مکانیکی از دستگاه آزمون جامع کشش فشار استفاده شد. آزمایش‌ها در پنج سطح نیرویی مختلف (40، 50، 60، 70 و 80 نیوتن) و به صورت آزمون بارگذاری - بار برداری تحت سرعت ثابت 10 mm/min انجام شد. به ازای هر سطح نیرو سه تکرار در نظر گرفته شد. نتایج بررسی نشان داد که با افزایش نیروی بارگذاری، مقادیر انرژی بارگذاری، انرژی بار برداری، پسماند مکانیکی و اتلاف پسماند مکانیکی افزایش می‌یابد. همچنین، مشاهده شد با افزایش درجه کشسانی و شعاع انحناء نمونه در ناحیه بارگذاری، به ترتیب اتلاف پسماند مکانیکی و انرژی کرنشی کاهش می‌یابد. درجه کشسانی را می‌توان به عنوان شاخصی برای بیان میزان حساسیت میوه گلابی در نظر گرفت. نتایج مربوط به خواص فیزیکی نمونه‌ها شامل: میانگین طول، قطر میانگین، جرم، جرم مخصوص واقعی و حجمی، تخلخل و ضریب بسته‌بندی به ترتیب برابر با 73/729 mm، 188/8742 g، 185/4037 cm³، 1/01899 g/cm³ و 0/42759 g/cm³ و 57/92009 و 0/42088 به دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین شعاع انحناء به ترتیب در جناح گونه و ساقه میوه با مقادیر 77/701 و 24/633 mm می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: بارگذاری - بار برداری، انرژی کرنشی، اتلاف پسماند مکانیکی، حالت ارتجاعی، درجه کشسانی

مقدمه

گلابی متعلق به خانواده گل سرخیان (*Rosaceae*) و از زیر خانواده سیبیان (*Pomoideae*) یا دانه‌دارها است. منشأ بسیاری از گونه‌های گلابی، اروپایی و عمدتاً گلابی‌های مغرب زمین از گونه *Pyrus Communis* می‌باشد (جکسون، 1934). گلابی (*Pyrus Communis*) پس از سیب مهم‌ترین میوه دانه‌دار در سطح جهان است (عبداللهی، 1389). طبق آمارنامه فائو (2013) کشور چین با تولید حدود 16 میلیون تن مقام اول تولید گلابی در جهان را دارا می‌باشد و پس از آن کشورهای ایتالیا، آمریکا، آرژانتین و اسپانیا مقام‌های دوم تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند (بی‌نام، 1394). با اینکه شرایط آب و هوایی و خاک ایران برای کاشت گلابی مساعد است، کشور ایران مقام سیزدهم را در تولید گلابی جهان دارد. گلابی درگزی بیشتر در شمال خراسان کشت می‌شود. مقاوم‌ترین رقم گلابی به آتشک است. دیررس ولی بسیار پربار (25-40 تندر هکتار) و خسارت شته روی آن کم است. به دلیل دارا بودن بافت‌های سنگی بیشتر برای کمپوت‌سازی استفاده می‌شود ولی به دلیل عملکرد بالا، کشت آن قابل توصیه است (بی‌نام، 1394). این واریته دارای درختی هرمی شکل و پر محصول است.

قابلیت حمل زیاد و دوام انبارداری بالا (3 الی 5 ماه) را داراست (منیعی، 1373). اطلاعات مربوط به خواص فیزیکی و مکانیکی گلابی در بخش طراحی ماشین‌ها و تجهیزات برداشت و فناوری‌های پس از برداشت مانند حمل و نقل، انبارداری، تمیز کردن، اندازه‌بندی، بسته‌بندی و نیز در فرآیند تبدیل آن به خوراک متفاوت، بسیار حائز اهمیت است. ابعاد هندسی، جرم مخصوص توده‌ای (ظاهری)، جرم مخصوص واقعی، شعاع انحناء، تخلخل و ضریب بسته‌بندی از مهم‌ترین خواص هستند که در طراحی مکانیزم‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

اندازه‌گیری دقیق و سریع خصوصیات هندسی در هنگام فرآوری محصولات کشاورزی، طراحی‌های حمل و نقل، فرآیند نگهداری و همچنین دستیابی به محصولی باکیفیت بالا بسیار حائز اهمیت است. تاکنون مطالعات گسترده‌ای بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی میوه‌های مختلف گزارش شده است.

Onuegbu و Ihediohanma (2008) برخی خواص فیزیکی و شیمیایی گلابی آفریقایی (*Dacryodes edulis*) را بررسی کردند. Karababa و همکاران (2004) برخی خواص فیزیکی میوه گلابی کاکتوس (*Opuntia spp*) که به صورت وحشی در ناحیه مدیترانه شرقی ترکیه رشد می‌کند را مورد بررسی قرار دادند. Ozturk و

(*) - نویسنده مسئول: (Email: agolmohammadi42@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.52584

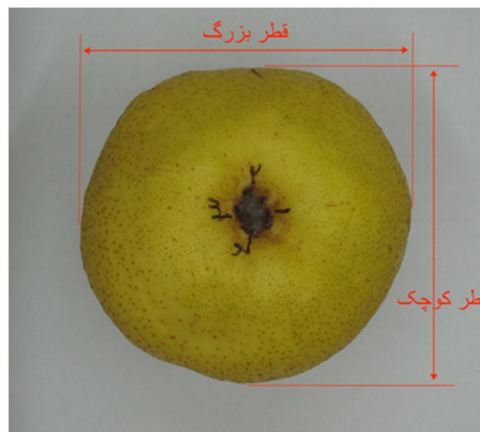
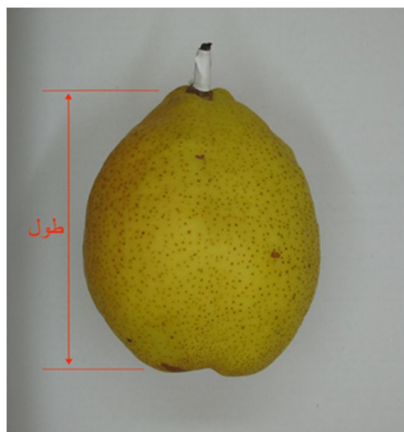
1 و 2 - به ترتیب دانشجوی دکترا و دانشیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مواد و روش‌ها

نمونه‌های گلابی رقم درگزری سالم و عاری از هرگونه آسیب‌دیدگی در فصل برداشت سال 1393، از باغات استان خراسان رضوی به‌صورت دستی، در مرحله رسیدگی از لحاظ بیولوژیکی (زردرنگ) برداشت شدند و برای اندازه‌گیری‌های بعدی به محیط آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا میوه‌ها به‌منظور حذف هرگونه آلودگی مانند گرد و غبار و ... کاملاً تمیز شدند. اندازه‌گیری‌ها در محیط آزمایشگاهی با دمای 23 درجه سانتی‌گراد انجام شد.

خواص فیزیکی

جرم میوه‌ها (M) در هوای آزاد و با استفاده از ترازوی دیجیتال مدل DJ-2000A با دقت 0/01g اندازه‌گیری شد. با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت 0/01 cm، ابعاد هندسی، مانند طول (بعد بزرگ‌تر در محور طولی)، قطر بزرگ و کوچک میوه (میانگین آن‌ها در ناحیه گونه) تعیین شد (شکل 1).



شکل 1- ابعاد اندازه‌گیری شده میوه گلابی

همکاران (2009) برخی خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی دو رقم گلابی دویسی و سانتاماریا را مورد مطالعه قرار دادند. Mehinagic و همکاران (2004) بیان کردند بارگذاری فشاری محصولات می‌تواند به‌منظور پیش‌بینی خصوصیات شکل گرفته در طول دوره انبارداری (آبدار بودن و خاصیت آردی) نیز به‌کار گرفته شود. همچنین، نشان دادند که پارامترهای اندازه‌گیری شده به‌وسیله تست نفوذ و آزمون فشاری، با خصوصیات حسی بافت، همبستگی بالایی داشته است. Abbott (1999) بیان کرد خصوصیات مکانیکی محصول بیانگر خصوصیات بافت آن می‌باشد.

بررسی منابع منتشر شده نشان می‌دهد که هیچ تحقیقی در مورد اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گلابی رقم درگزری انجام نشده است؛ لذا هدف از انجام این تحقیق، تعیین برخی خواص فیزیکی گلابی رقم درگزری، شامل خواص هندسی (طول، قطر میانگین، شعاع انحناء)، خواص ثقلی (جرم، حجم، جرم مخصوص حقیقی، جرم مخصوص توده‌ای)، ضریب بسته‌بندی، تخلخل و بررسی خواص مکانیکی شامل ظرفیت انرژی کرنشی، درجه کشسانی و مومسانی، پسماند مکانیکی، اتلاف پسماند مکانیکی و رفتار ارتجاعی (انرژی باربرداری) می‌باشد.

به‌عنوان نسبت حجم میوه‌های بسته‌بندی شده داخل جعبه به کل حجم جعبه با استفاده از رابطه ذیل تعیین شد (Topuz et al, 2004).

$$\lambda = V / V_0 \quad (2)$$

در این رابطه، λ ضریب بسته‌بندی، V حجم واقعی میوه‌های درون جعبه و V_0 حجم جعبه است.

برای تعیین جرم مخصوص توده گلابی، از روش مرسوم نسبت جرم به حجم استفاده شد (Hazbavi., 2013, Pandian et al., 2013, Wasala et al., 2012, Keramat Jahromi et al., 2008). برای این منظور نمونه‌ها با وزن مشخص، از ارتفاعی ثابت (آسیبی به

حجم نمونه‌ها با استفاده از روش جابه‌جایی آب به‌دست آمد. گلابی‌ها با استفاده از یک میله فلزی با قطر و حجم ناچیز، درون استوانه اندازه‌گیری (بشر) که با حجم مشخص از آب پر شده بود، قرار گرفتند. وزن آب جابه‌جا شده توسط میوه ثبت شد. حجم (V) هر یک از میوه‌ها طبق فرمول (1) بر حسب cm^3 محاسبه شد (Mohsenin, 1986):

$$\rho = V/m \quad (1)$$

در این رابطه، m به‌عنوان جرم آب جابه‌جا شده بر حسب گرم و ρ جرم مخصوص آب معادل 1 g/cm^3 می‌باشد. ضریب بسته‌بندی

پردازش تصویر

فرآیندهای پردازش تصویر با استفاده از نرم افزار پردازش تصویر ImageJ v1.47 انجام شد.

1- مقیاس دهی به تصویر

قبل از تصویربرداری، از خط کشی که موازی و در کنار سطح میوه قرار گرفته بود، استفاده شد که در اینجا واحد طولی برای محاسبه اندازه گیری های بعدی، میلی متر در نظر گرفته شد. سپس تصویری عمود بر سطح مورد نظر گرفته شد (شکل 2). این فرآیند به منظور تبدیل اندازه تصویر از مقیاس پیکسل به واحد طولی مشخص انجام شد.



شکل 2- تصویر گرفته شده از گلابی

2- شعاع انحناء

به منظور محاسبه شعاع انحناء گلابی، در هر جناح (تاج، گونه، ساقه) همانند عملکرد دستگاه انحناءسنج، حداقل سه نقطه بر روی خط مرزی گلابی در ناحیه مورد نظر انتخاب شد. دایره ای را بر نقاط انتخابی، برازش و در نهایت با اندازه گیری شعاع دایره، شعاع انحناء در جناح های مورد نظر تعیین شد (شکل 3).



شکل 3- تعیین شعاع انحناء: (شکل بالا) با در نظر گرفتن سه نقطه، (شکل پایین) با در نظر گرفتن بیش از سه نقطه

نمونه ها وارد نشود) داخل یک جعبه پلاستیکی با جرم مشخص و حجمی با ابعاد $40 \times 25 \times 20 \text{ cm}^3$ ریخته شدند و تا سطح بالایی آن پر شد. با در دست داشتن جرم نمونه های درون جعبه و حجم جعبه، جرم مخصوص توده از نسبت جرم میوه های درون جعبه به حجم جعبه به دست آمد (Mohsenin, 1986):

$$\rho_b = M/V_0 \quad (3)$$

که در این فرمول ها، M جرم میوه های داخل جعبه می باشد. جرم مخصوص حقیقی گلابی از رابطه (4) تعیین شد (Mohsenin, 1986):

$$\rho_t = M/V \quad (4)$$

تخلخل توده میوه ها با استفاده از مقادیر جرم مخصوص حقیقی و توده از رابطه (5) محاسبه شد (Mohsenin, 1970):

$$\varepsilon = 100 \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_t}\right) \quad (5)$$

که در این رابطه، ε درصد تخلخل، ρ_b جرم مخصوص توده و ρ_t جرم مخصوص حقیقی میوه ها می باشند.

اندازه گیری شعاع انحناء با استفاده از روش پردازش تصویر

پردازش تصویر رقمی دانش جدیدی است که سابقه آن به پس از اختراع رایانه های رقمی بازمی گردد (گونزالس و همکاران، 2002). با توجه به اهمیت کیفیت ظاهری در درجه بندی محصولات غذایی و کشاورزی و تأثیر عواملی چون مساحت، محیط، قطرهای محصول، یکنواختی آن و عیوب مختلف روی محصول و همچنین توانایی تشخیص این ویژگی ها با هزینه ها خیلی پایین توسط بینایی ماشین، پردازش تصویر در میان روش های غیرمخرب، یکی از بهترین روش ها می باشد.

تصویر گیری

برای تهیه تصاویر از اتاقکی به ابعاد $40 \times 40 \times 40 \text{ cm}^3$ که دیوارهای آن با پارچه مشکی پوشیده شده بود، استفاده شد تا بازتاب نور در فضا ایجاد نشود و از ایجاد نوسان در تصویر گیری جلوگیری شود. برای ایجاد نور از سه لامپ فلوروسنت نصب شده به صورت مثلثی در بالای اتاقک استفاده شد. تصویر گیری با استفاده از دوربین Canon Powershot G10 (14/7 مگاپیکسل، مجهز به سنسور CCD، فاصله کانونی 140-28 mm) که با پورت USB به رایانه متصل بود، انجام شد. دوربین به فاصله 20 سانتی متری از نمونه و موازی با آن روی پایه ای ثابت شد. به منظور تبدیل پیکسل ها به واحد طولی از یک خط کش در کنار گلابی استفاده شد. تصویر گیری با نرم افزار PSRemote 2.5.1 انجام شد. از نمونه های گلابی در اندازه 4416×3312 پیکسل و با فرمت JPG و در فضای رنگی RGB تصاویری تهیه شد.

خواص مکانیکی

آزمون بارگذاری - باربرداری

برای بارگذاری نمونه‌ها، از دستگاه آزمون جامع کشش - فشاری¹ مدل STM 5 استفاده شد. فک پایینی این دستگاه ثابت بوده و فک بالایی به صورت عمودی حرکت می‌کند. نیروسنج این دستگاه ظرفیت 100 نیوتون (مدل BONGSHINE, DBBP-100، دقت 0.1 Kg) را داشت. داده‌ها به وسیله سامانه تحصیل داده بر روی رایانه نمایش داده شد. آزمایشات بر روی 75 نمونه گلابی، متشکل از 5 گروه برای سطوح نیرویی مختلف، و برای هر سطح نیرویی 15 نمونه گلابی در نظر گرفته شد. میانگین هر 5 نمونه حساب شد و به عنوان 1 تکرار در نظر گرفته شد.

انرژی بارگذاری یا ظرفیت انرژی کرنشی

نمونه‌ها در راستای عمود بر محور ساقه - تاج بارگذاری شدند (شکل 4).



شکل 4- آزمون بارگذاری - باربرداری گلابی

آزمون بارگذاری - بار برداری با سرعت بارگذاری 10 mm/min (Blahovec et al, 2002) و برای نیروهای مورد نظر 40، 50، 60، 70 و 80 نیوتن انجام شد. سطوح نیرویی با توجه به تحقیق انجام شده توسط بلاهووس و همکاران (2002) بر روی ارقام مختلف میوه گلابی، که شبیه‌سازی مقدار نیروی فشاری وارده به محصول در فرآیندهای حمل و نقل و انبارداری بوده است، انتخاب شد. همچنین، پیش از انجام آزمایش، تعدادی نمونه به منظور تعیین حداقل سطح نیرویی لازم برای ایجاد آسیب در بافت نمونه، تحت بارگذاری‌های مختلف قرار گرفتند. شرایط آزمایشگاهی برای همه نمونه‌ها ثابت بودند (دمای 20-23 درجه سلسیوس). مساحت زیر نمودار بارگذاری - باربرداری در سیکل بارگذاری، تقسیم بر حجم نمونه، برابر با انرژی بارگذاری یا ظرفیت

انرژی کرنشی در واحد حجم میوه می‌باشد (Blahovec et al, 2002) and Stroshine, 1998).

درجه کشسانی²

نسبت تغییر شکل کشسان به کل مجموع تغییر شکل کشسان و مومسان، در نمودار نیرو- تغییر شکل حاصل از بارگذاری - باربرداری (شکل 5)، درجه کشسانی گفته می‌شود. درجه کشسانی بدون بعد است و از رابطه ذیل محاسبه می‌شود (al, 2002., Stroshine, 1998):

$$DE = De / (De + Dp) \quad (6)$$

که در این رابطه، Dp نشان‌دهنده تغییر شکل مومسان و De تغییر شکل در محدوده کشسانی نمونه می‌باشد.

درجه مومسانی³

نسبت تغییر شکل مومسان به مجموع تغییر شکل کشسان و مومسان، در نمودار نیرو- تغییر شکل حاصل از بارگذاری - باربرداری (شکل 5)، درجه مومسانی گفته می‌شود. درجه مومسانی بدون بعد است و از رابطه (7) محاسبه می‌شود (al, 2002, Stroshine, 1998):

$$DE = Dp / (De + Dp) \quad (7)$$

انرژی باربرداری⁴ یا حالت ارتجاعی⁵

ظرفیت ماده برای ذخیره انرژی کرنشی در محدوده تغییر شکل کشسانی آن، انرژی باربرداری یا حالت ارتجاعی گفته می‌شود. این مقدار در نمودار نیرو- تغییر شکل آزمون بارگذاری - باربرداری برابر است با مساحت زیر نمودار باربرداری تقسیم بر حجم نمونه، و واحد آن ژول بر واحد حجم نمونه (J/m³) می‌باشد (Mohsenin, 1986., Blahovec et al, 2002., Stroshine, 1998). هرچه مقدار انرژی باربرداری بیشتر باشد، به عبارتی هرچه مقدار آن نزدیک به مقدار ظرفیت انرژی کرنشی باشد، بیانگر نزدیک بودن رفتار ماده به فنر می‌باشد (Stroshine, 1998).

پسماند مکانیکی⁶ یا انرژی جذب شده⁷

انرژی جذب شده در واحد حجم ماده در سیکل بارگذاری - باربرداری، که برابر است با اختلاف مساحت زیر نمودار بارگذاری و نمودار باربرداری تقسیم بر حجم نمونه (تفاضل ظرفیت انرژی کرنشی

5 Resilience

6 Mechanical hysteresis

7 Absorbed energy

1 UNIVERSAL TEST

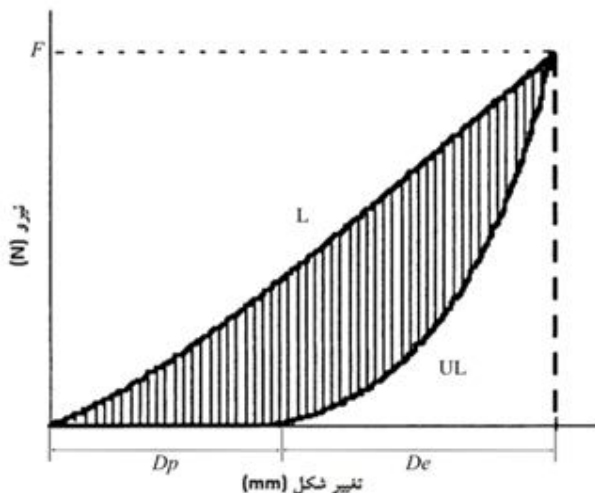
2 Degree of elasticity

3 Degree of plasticity

4 Unloading energy

شکل "ثابت" می‌تواند شامل بیرون راندن آب از سلول‌ها به داخل فضای بین سلولی یا شکستن ارتباط میان سلول‌ها یا شکست سلول‌ها باشد (Stroshine, 1998).

و حالت ارتجاعی)، و واحد آن J/m^3 می‌باشد (Mohsenin, 1986., Blahovec et al, 2002, Stroshine, 1998). برای محصولات کشاورزی و مواد غذایی، پسماند مکانیکی انرژی مصرف‌شده برای تغییر شکل دائم ماده را نشان می‌دهد. در میوه‌ها با رطوبت بالا، این تغییر



شکل 5- نمونه‌ای از نمودار بارگذاری - باربرداری گلابی بین دو صفحه صلب

انحناء را دارند. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول 1 و مقایسه آن با تحقیقات انجام‌شده، مشاهده می‌شود که مقادیر میانگین طول، تخلخل و جرم مخصوص توده گلابی در گری بیشتر از گلابی آسیایی بوده اما میانگین حجم، جرم و جرم مخصوص حقیقی آن کمتر می‌باشد (حزباوی و همکاران، 1387). همچنین، میانگین حجم، تخلخل و جرم مخصوص حقیقی گلابی در گری بیشتر از گلابی سانتا ماریا بوده، درحالی‌که میانگین طول، جرم و جرم مخصوص توده آن کمتر می‌باشد. در مورد گلابی دویسی همه خصوصیات فیزیکی به‌جز جرم مخصوص توده، بیشتر از گلابی در گری بوده است (Ozturk et al, 2009).

مشخصه‌های مکانیکی

در این بخش، نتایج اندازه‌گیری مشخصه‌های مکانیکی از جمله: ظرفیت انرژی کرنشی در واحد حجم نمونه، درجه کشسانی و مومسانی، انرژی باربرداری، پسماند مکانیکی و اتلاف پسماند مکانیکی بیان می‌گردند. جدول 2 مقادیر میانگین، حداکثر، حداقل و انحراف معیار درجه کشسانی و مومسانی نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

به‌منظور درک بهتر و توصیف ارتباط میان نیرو و پارامترهای مکانیکی گلابی در گری، از جدول ANOVA، آزمون دانکن و رسم نمودارهای رگرسیون استفاده شد. همان‌طور که در جداول 3 الی 5

اتلاف پسماند مکانیکی⁸

نسبت پسماند مکانیکی به ظرفیت انرژی کرنشی در نمودار بارگذاری - باربرداری، اتلاف پسماند مکانیکی گفته می‌شود و بدون بعد است.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

مقایسه میانگین مشخصه‌های مکانیکی شامل: ظرفیت انرژی کرنشی و باربرداری، پسماند مکانیکی، درجه کشسانی و درجه مومسانی در قالب طرح کاملاً تصادفی و تعیین مقادیر میانگین و انحراف معیار مشخصه‌های فیزیکی شامل: ابعاد، جرم، حجم، طول، قطر میوه، جرم مخصوص توده، جرم مخصوص حقیقی، تخلخل، ضریب بسته‌بندی و شعاع انحنا با استفاده از نرم‌افزار SPSS (v 21) انجام شد.

نتایج و بحث

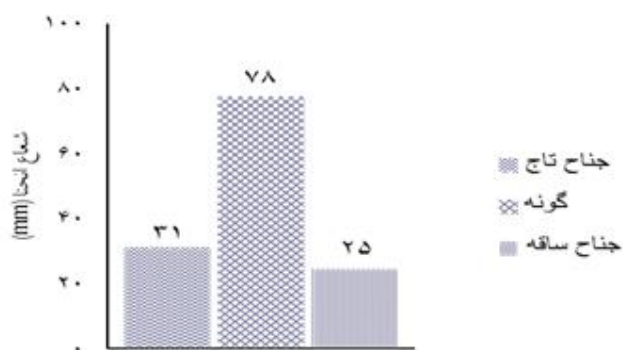
مشخصه‌های فیزیکی

مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل و همچنین انحراف معیار پارامترهای مربوط به مشخصه‌های فیزیکی در جدول 1 ارائه شده است. همچنین شعاع انحنا میوه در ناحیه گونه، جناح تاج و جناح ساقه به‌طور میانگین در شکل 6 نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود ناحیه گونه بیش‌ترین شعاع انحنا و جناح ساقه کم‌ترین شعاع

مشاهده می‌شود، با تغییرات نیرو، ظرفیت انرژی کرنشی، حالت ارتجاعی و پسماند مکانیکی نمونه‌ها در سطح 1 درصد اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند. اما برای اتلاف پسماند مکانیکی، همان‌طور که در جدول

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی گلابی رقم درگری

مشخصه‌های فیزیکی	انحراف معیار $\pm$ میانگین	حداکثر	حداقل
طول (mm)	84/ 162 $\pm$ 4/159	92/301	72/787
قطر میوه (mm)	73/ 729 $\pm$ 3/692	82/745	66/149
جرم (g)	188/ 8742 $\pm$ 16/2532	210/32	156/96
حجم cm^3	185/ 4037 $\pm$ 16/0680	206/2239	153/2012
جرم مخصوص حجمی g/cm^3	0/ 42759 $\pm$ 0/02166	0/45485	0/39948
جرم مخصوص حقیقی g/cm^3	1/ 01899 $\pm$ 0/00551	1/02773	1/00889
تاج	31/ 191 $\pm$ 4/013	39/463	18/891
شعاع انحنا میوه (mm)	77/ 701 $\pm$ 9/803	93/801	61/484
ساقه	24/ 633 $\pm$ 2/904	28/648	20/454
ضریب بسته بندی	0/ 42088 $\pm$ 0/02097	0/44746	0/39403
تخلخل (%)	57/92009 $\pm$ 2/09687	59769/60	55/25462



شکل 6- شعاع انحنا در نواحی مختلف

به‌طور تصادفی بین گروه‌ها تقسیم بندی شده‌اند، مشاهده می‌شود که نمونه‌های قرارگرفته در این گروه تقریباً دارای میانگین درجه کشسانی بیشتری (0/5210) نسبت به گروه‌های دیگر بوده که اثرپذیری از نیروها را کمتر خواهد کرد، از این رو می‌توان انتظار چنین نتیجه‌ای را داشت. تحقیق حاضر نتیجه‌ای مشابه با نتایج تحقیقات انجام‌شده توسط

با بررسی داده‌های جدول 7 مشاهده می‌شود مقادیر ظرفیت انرژی کرنشی، پسماند مکانیکی و اتلاف پسماند مکانیکی برای سطوح نیرویی 50 و 60 نیوتن در یک گروه قرار گرفته‌اند. به دنبال یافتن دلیل این پدیده، با مقایسه مقدار میانگین درجه کشسانی نمونه‌های گروه 60 نیوتن با گروه‌های دیگر نیرویی (جدول 2)، از آن جایی که نمونه‌ها

Blahovec و همکاران (2003) بر روی حساسیت ارقام مختلف میوه گلابی در مقابل بارگذاری‌های مختلف داشته است. به گونه‌ای که با افزایش نیروی بارگذاری، متغیرهای خواص مکانیکی گلابی شامل:

جدول 2- درجه کشسانی و مومسانی

مشخصه‌های مکانیکی	نیروی بارگذاری (N)	انحراف معیار $\pm$ میانگین	حداکثر	حداقل
درجه مومسانی	40	0/4474 $\pm$ 0/0332	0/4733	0/4100
	50	0/5175 $\pm$ 0/0139	0/6714	0/5050
	60	0/4789 $\pm$ 0/0718	0/5593	0/4211
	70	0/5208 $\pm$ 0/1187	0/6481	0/4129
	80	0/5954 $\pm$ 0/0487	0/6420	0/5448
	کل نمونه‌ها	0/5120 $\pm$ 0/0769	0/6481	0/4100
درجه کشسانی	40	0/5524 $\pm$ 0/0332	0/5899	0/5266
	50	0/4827 $\pm$ 0/0134	0/4949	0/4683
	60	0/5210 $\pm$ 0/0718	0/5789	0/4406
	70	0/4790 $\pm$ 0/1187	0/5870	0/3518
	80	0/4045 $\pm$ 0/0487	0/4551	0/3579
	کل نمونه‌ها	0/4879 $\pm$ 0/0769	5899/0	3518/0

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس برای ظرفیت انرژی کرنشی

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
ظرفیت انرژی کرنشی در واحد حجم ($J.m^{-3}$)	1988705	4	497176	94/12	0/000
خطا	52821	10	5282		
مجموع	2041526	14			

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس برای حالت ارتجاعی

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
پسماند مکانیکی ($J.m^{-3}$)	55656	4	41/976	74/86	0/000
خطا	1859	10	1859		
مجموع	57515	14			

جدول 5- نتایج تجزیه واریانس برای میانگین پسماند مکانیکی

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
پسماند مکانیکی ($J.m^{-3}$)	1414662	4	353665	82/48	0/000
خطا	42879	10	4288		
مجموع	1457540	14			

جدول 6- نتایج تجزیه واریانس برای میانگین اتلاف پسماند مکانیکی

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
پسماند مکانیکی ($J.m^{-3}$)	70272	4	175/54	2/43	0/116
خطا	721/1	10	72/11		
مجموع	1423/3	14			

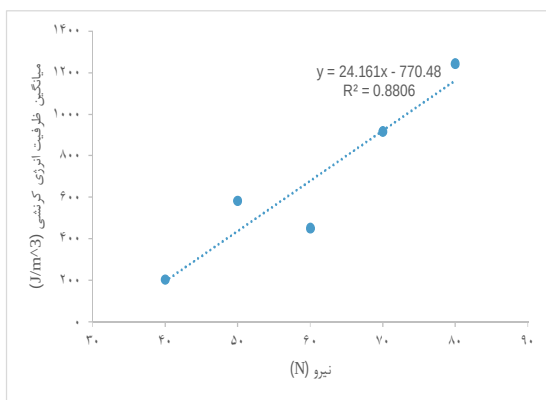
نشان دادند. میانگین مقادیر R^2 به‌دست آمده در سطوح مختلف بارگذاری، برای ظرفیت انرژی کرنشی برابر با 0/573، برای پسماند مکانیکی برابر با 0/853 و برای اتلاف پسماند مکانیکی برابر با 0/766 بود.

درجه کشسانی مستقل از میزان بارگذاری می‌باشد لذا نمودارهای رگرسیونی خطی برای تعیین ضریب همبستگی میان درجه کشسانی نمونه‌ها با ظرفیت انرژی کرنشی، پسماند مکانیکی و اتلاف پسماند مکانیکی در هر سطح نیرویی رسم شد. نمودارها رابطه خطی منفی را

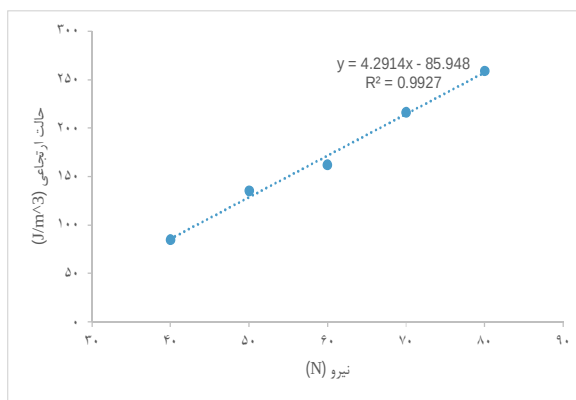
جدول 7- آزمون دانکن برای میانگین ظرفیت انرژی کرنشی، حالت ارتجاعی و پسماند مکانیکی

نیرو (N)	میانگین ظرفیت انرژی کرنشی در واحد حجم ($J.m^{-3}$)	میانگین حالت ارتجاعی ($J.m^{-3}$)	میانگین پسماند مکانیکی ($J.m^{-3}$)
80	1243/1 ^a	0/259 ^d	984/2 ^d
70	916/8 ^b	216/27 ^d	700/6 ^d
60	581/8 ^c	162/3 ^c	446/6 ^c
50	451/7 ^c	135/26 ^c	289/4 ^c
40	202/54 ^d	84/89 ^d	112/80 ^d

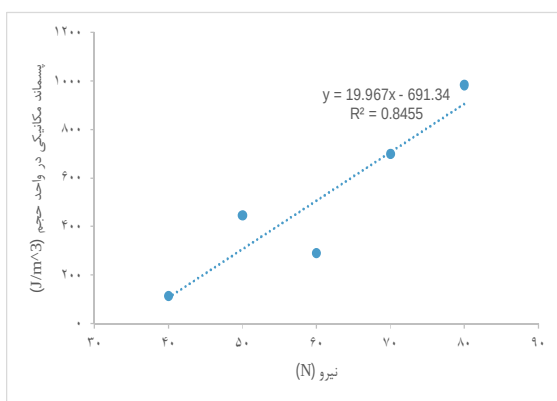
در هر ستون حروف متفاوت: داشتن تفاوت معنی دار در سطح LSD=0/01، حروف یکسان: نداشتن تفاوت معنی دار در سطح LSD= 0/05



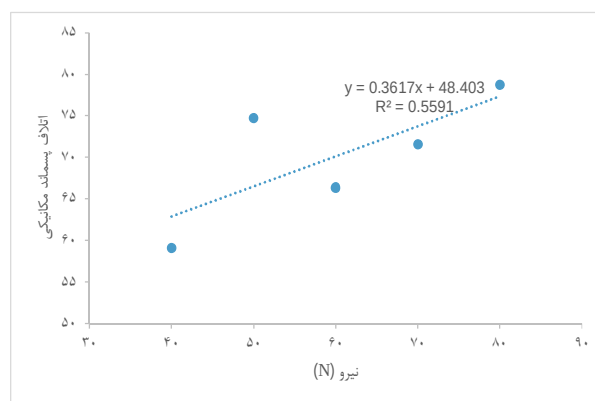
(ب) ظرفیت انرژی کرنشی نسبت به نیرو



(الف) حالت ارتجاعی نسبت به نیرو



(د) پسماند مکانیکی نسبت به نیرو



(ج) اتلاف پسماند مکانیکی نسبت به نیرو

شکل 7- نمودارهای رگرسیون خطی و مقادیر ضرایب همبستگی آن‌ها برای پارامترهای مکانیکی

مقدار 0/992 و پارامتر اتلاف پسماند مکانیکی به مقدار 0/5591 به دست آمد. همان طور که پیش تر بیان شد، انتظار می رفت نتیجه ای مشابه تحقیقات پیشین Blahovec و همکاران (2004 و 2005) به دست آید که دریافتند با افزایش نیرو، مقدار اتلاف پسماند مکانیکی افزایش می یابد و می تواند به عنوان شاخصی برای بیان میزان حساسیت گلابی به بارگذاری هادر نظر گرفته شود.

نتیجه گیری

مقادیر میانگین و انحراف معیار به دست آمده برای خواص فیزیکی نشان داد گلابی درگزی از یکنواختی نسبتاً خوبی برخوردار است. بدان معنا که ضریب تغییرات خصوصیات فیزیکی کمتر از 10 درصد بوده است. روش به کار گرفته شده در این تحقیق به منظور تعیین شعاع انحناء نمونه ها، دارای قدرت تشخیص بالایی حتی تا یک هزارم میلی متر بوده است. همچنین دامنه اندازه گیری آن محدود نمی باشد و محاسبه بزرگ ترین و کوچک ترین شعاع انحناءها را ممکن می سازد و به دلیل غیرتماسی بودن آن، امکان آسیب دیدگی میوه به حداقل می رسد. مشاهده شد، با افزایش نیروی بارگذاری، مقدار پارامترهای مکانیکی شامل؛ ظرفیت انرژی کرنشی، پسماند مکانیکی، اتلاف پسماند مکانیکی و حالت ارتجاعی نیز افزایش می یابد. حالت ارتجاعی (انرژی باربرداری) همبستگی زیادی ($P < 0/01$) با افزایش نیرو داشته است. با افزایش درجه کشسانی گلابی درگزی، پسماند مکانیکی و اتلاف پسماند مکانیکی کاهش می یابد. درجه کشسانی و پسماند مکانیکی می توانند شاخص مناسبی برای بیان حساسیت گلابی درگزی به نیروهای اعمالی در طول فرآیندهای برداشت، بسته بندی، حمل و نقل و انبارداری باشند. همچنین، برای نمونه هایی با شعاع انحناء بیشتر در ناحیه بارگذاری، ظرفیت انرژی کرنشی کمتری به دست آمد که می تواند دلیلی بر کاهش تمرکز تنش در ناحیه بارگذاری به دلیل کم شدن سطح بارگذاری باشد؛ لذا با کاهش شعاع انحنا در ناحیه بارگذاری، حساسیت نمونه نسبت به بارگذاری اعمال شده افزایش می یابد.

می توان بیان کرد میزان پسماند مکانیکی و اتلاف پسماند مکانیکی گلابی درگزی با درجه کشسانی آن رابطه خطی منفی دارد به گونه ای که با افزایش درجه کشسانی، مقادیر پسماند مکانیکی و اتلاف پسماند مکانیکی کاهش می یابد. Blahovec و همکاران (2004 و 2005) با استفاده از آزمون های فشاری بارگذاری - باربرداری، دریافتند با کاهش درجه کشسانی، مقدار اتلاف پسماند مکانیکی افزایش می یابد. همچنین، درجه کشسانی و اتلاف پسماند مکانیکی را شاخصی برای تعیین حساسیت گلابی به بارگذاری های مختلف بیان کردند. با مقایسه نتیجه به دست آمده از این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیق آن ها، می توان بیان کرد مقدار پسماند مکانیکی و اتلاف پسماند مکانیکی نمونه تابعی از درجه کشسانی آن می باشد. اما با توجه به نتایج تجزیه واریانس، نمی توان اتلاف پسماند مکانیکی را شاخصی برای بیان حساسیت نمونه ها به سطوح بارگذاری در نظر گرفت. همچنین، نمودارهای رگرسیون خطی برای تعیین ضریب همبستگی میان شعاع انحناء ناحیه بارگذاری نمونه ها که مستقل از میزان بارگذاری می باشد با ظرفیت انرژی کرنشی، پسماند مکانیکی و اتلاف پسماند مکانیکی رسم شد. نمودارها رابطه خطی منفی را نشان دادند. میانگین مقادیر R^2 به دست آمده در سطوح مختلف بارگذاری، برای ظرفیت انرژی کرنشی برابر با 0/775، برای پسماند مکانیکی برابر با 0/666 و برای اتلاف پسماند مکانیکی برابر با 0/442 بود. می توان نتیجه گرفت ظرفیت انرژی کرنشی گلابی درگزی رابطه خطی منفی با مقدار شعاع انحناء آن در ناحیه بارگذاری دارد و با کاهش شعاع انحناء، ظرفیت انرژی کرنشی افزایش می یابد که بیانگر حساسیت بیشتر نمونه به بار اعمالی در شعاع انحنا کوچک تر می باشد. نتیجه به دست آمده مشابه با نتایج حاصل از کار تحقیقاتی انجام شده توسط رستم پور و همکاران (2013) و باریکلو و همکاران (2013) برای آزمون ضربه می باشد. آن ها طی تحقیقاتی بر روی نمونه های سیب دریافتند با کاهش شعاع انحنا در ناحیه بارگذاری، حساسیت نمونه نسبت به بارگذاری اعمال شده افزایش می یابد. در شکل 7 نمودارهای رگرسیون خطی و ضرایب همبستگی برای پارامترهای مکانیکی نسبت به نیرو نشان داده شده است. بیشترین و کمترین ضریب همبستگی به ترتیب برای پارامتر حالت ارتجاعی، به

منابع

- جکسون، جان، ای، سیب و گلابی (بیولوژی پرورش) 1934. ترجمه: اصلانی، ا.، عبدالمی، حوشمسکیا، ف.، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، 1392. شابک: 978-964-9586-18-2.
- حزباوی، ع.، قاسمی، م.، کاظمی، ش.، قاسمی، ش.، مینایی، سعیدو خوش تقاضا، م.، ه.، 1387. مطالعه رفتار گلابی آسیایی تحت بارگذاری، هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، تهران.
- عبدالمی، ح.، گلابی (گیاه شناسی، ارقام و پایه ها)، انتشارات نشر آموزش کشاورزی، 1389. شابک: 978-964-520-204-8.
- گونزالس، رافائل سیوودز، ریچاردی. پردازش تصویر رقمی، (2002). ترجمه: خادمی، موجفری، د.، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، 1387.
- منیعی، ع.، گلابی و به و پرورش آن ها، چاپ اختر شمال، ناشر مؤلف، توزیع شرکت انتشارات فنی ایران، زمستان 1373.

- Abbott, J. A., 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15, 207–225.
- Anonymous, 1394, [on-line], <http://allfruits.ir>. Available: 1392/03/18.
- Anonymous, 1394, [on-line], <http://baghdaranemazandaran.com>.
- Barikloo, Hand Ahmadi, E., 2013. Evaluation of impact effect and fruit properties on apple dynamic behavior. *AJCS*, 7(11):1661-1669.
- Blahovec, J., Vlckova, M and Paprstein, F., 2002. Static low-level bruising in pears. *RES. AGR. ENG.*, 48 (2): 41–46.
- Blahovec, J and Mares, V., 2003. Approximation of bruise spot volume in pears in plots against deformation parameters. *RES. AGR. ENG.*, 49, 2003 (2): 50–55.
- Blahovec, J., Vlckova, M and Paprstein, F., 2004. Static and dynamic tests of pear bruise sensivity. *RES. AGR. ENG.*, 50, 2004 (2): 54–60.
- Blahovec, Jand Paprstein, F., 2005. Suseptibility of Pear Varieties to Bruising. *Postharvest Biology and Technology*. 38, 231–238.
- FAO Statistical Yearbook, 2013. ISBN 978-92-5-107396-4.
- Hazbavi, 2013. DETERMINATION OF ENGINEERING PROPERTIES OF POMEGRANATE FRUIT TO CALCULATION THE HEIGHT OF BOX FOR HANDLING, *International Journal of Science Invesntions Today*., 2(6), 492-501.
- Karababa, E., Coskuner, Yand Aksay, S., 2004. Some Physical Fruit Properties of Cactus Pear (*Opuntia spp*) That Grow Wild in the Eastern Mediterranean Region of Turkey., *J. PACD*.
- Karpoora Sundra Pandian, N., Dhananchenzhiyan, P and Parveen, S., 2013. Physical and Engineering Properties of Tamarind Fruit, *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 2(11), 1083-1087.
- Keramat Jahromi, M., Rafiee, S., Ghasemi Bousejin, M. R., Mirasheh, R and Mohtasei, S. S., 2008. Some physical properties of date fruit (cv. Dairi), *International Agrophysics*., 22, 221-224.
- Mehinagic, E., Royer, G., Symoneaux, R., Bertrand, Dand Jourjon, F., 2004. Prediction of the sensory quality of apples by physical measurements. *Postharvest Biology and Technology* 34, 257–269.
- Mohsenin, N.N., 1986. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*, Edition 2. Gordon and Breach Science Publishers. ISBN 0-677-21370-0, 9780677213705.
- Mohsenin, N.N., 1970. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers, Inc, New York.
- Onuegbu, N. Candlhediohanma, N. C., 2008. Some Proximate Analysis of African Pear (*Dacryodes Edulis*). *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* March, Vol. 12(1) 83 - 85.
- Ozturk, I., Ercisli, S., Kalkan, Fand Demir, B., 2009. Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (4), pp. 687-693, 18.
- Rostampour, Vand Modares Motlagh, A., Komarizadeh, M. H., Sadeghi, M., Bernousi, I., Ghanbari, T., 2013. Using Artificial Neural Network (ANN) technique for prediction of apple bruise damage. *AJCS* 7(10):1442-1448.
- Stroshine, R. L., 1998. *Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products*. Perdue University, Indiana. pp: 296.
- Topuz, A., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, Iand Ozdemir, F., 2004. Physical and Nutritional Properties of Four Orange Varieties, *Journal of Food Engineering*, 66, 523–519.
- Wasala, W. M. C. B., Dharmasena, D. A. N., Dissanayake, T. M. R and Thilakarathne, 2012. Physical and Mechanical Properties of Three Commercially Grown Banana (*Musa acuminata Colla*) Cultivars in Sri Lanka., *Tropical Agricultural Research*., 24(1) , 42-53.



Some Physical and Mechanical Properties of Dargazi Pear

M. S. Razavi¹, A. Golmohammadi²

Received: 2016.01.02

Accepted: 2016.05.21

Introduction: Considering the importance of appearance quality and effect of some factors such as area, perimeter, diameters, uniformity and defects on fruits, in grading, acceptability and final price, lead to measurement of some physical and mechanical properties of fruits. Pear fruit, belongs to *Rosaceae* family and *Pomoideae sub-family*, is one of the most important susceptible fruits in the world. Most of the pear fruits are originated of *Pyrus Communis* species. Iran, has degree thirteen of producing pear in the world. Dargazi pears, in Iran, are planted in north of Khorasan. By knowing the properties (physical and mechanical) of pear fruit, we can control probable damages that they undertake during harvesting, handling, packing, cooling, cleaning, sorting, storage, transporting and processing. Also, this knowledge will be useful in designing of harvesting machines and postharvest technologies. Until now, there has been no research in measuring physical and mechanical properties of Dargazi pear. So, the aim of this study was investigation of some physical properties including geometrical (length, mean diameter, radius of curvature), gravitical (mass, volume, true density, bulk density) and mechanical properties (degree of elasticity, degree of plasticity, strain energy, resilience, hysteresis and hysteresis loss) of "Dargazi" pear.

Materials and methods: Pear fruits were hand-harvested from orchard, transported to laboratory and kept at temperature of 23°C for further measurements. To determine mechanical properties, the Universal Test Machine (model STM 5) equipped with a 50 N load-cell (model DBBP-500, BONGSHINE, precision 2 kg) was used. The tests were performed on 75 pear samples divided to five groups for applying five force-level (40, 50, 60, 70 and 80 N) in form of uniaxial loading-unloading tests under constant speed of 10 mm/min. Samples were loaded between two solid steel plates (bottom plate was fixed). Three replications were considered for each force level. For measuring physical properties: mass, volume, dimensions; balance with 0.01 g precision, submerging method and digital caliper were used. To determine radius of curvature at three regions (crown, chick, calyx), image processing using a Canon camera model Powershot G10 and ImageJ software were used. To maintain uniform picture acquisition environmental conditions, samples were put in an isolated square wooden box, equipped by the camera at the top, three fluorescent lamps around the camera, and a hatch for putting samples in the box. The camera was connected to laptop using USB port to control image capturing. Images were obtained and processed in RGB color space. Drawing a circle from at least 3 points on the boundary line of interested region (curvatures at crown, chick and calyx) was used to determine radius of the circle and consequently, the radii of curvature at interested regions.

Results and Discussion: Analysis was performed using SPSS software. Mechanical properties were analyzed in form of completely randomized design. ANOVA, Duncan test and regression were used for understanding and explaining the relation between force and mechanical parameters. The results showed with increasing loading force, the values of loading energy (strain energy capacity), unloading energy (resilience), hysteresis (absorbed energy) and hysteresis loss will be increased. Also, with increasing degree of elasticity and radius of curvature at loading region (in otherwise, concentrated stress will be reduced because of minimized loading area), hysteresis and strain energy will be reduced, respectively. Resilience and force had high linear correlation with $R^2 = 0.992$. Degree of elasticity and hysteresis can be used as indices for showing pear fruits susceptibility. Physical properties were analyzed using mean, maximum, minimum and standard deviation. The results of physical properties including mean length, mean diameter, mass, volume, true and bulk density, porosity and packaging coefficient are 84.162 mm, 73.729 mm, 188.8742 g, 185.4037 cm³, 1.01899 g/cm³ and 0.42759 g/cm³, 57.92009 and 0.42088, respectively. Also, the biggest and smallest radius of curvature were obtained at chick and calyx, 77.701 and 24.633 mm, respectively. The CV value of physical properties was less than 10 percent that shows the fruits uniformity. Dargazi pear has higher mean length, porosity and bulk density but smaller mean volume, mass and true density in comparison with Asian pear. Also, Dargazi pear has higher mean volume, porosity and true density

1 and 2. Ph.D Candidate and Associated Professor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili.

(* - Corresponding Author Email: shokouhiana@yahoo.com)

but smaller mean length, mass and bulk density in comparison with Santa Maria pear. The applied image processing technique to determine the radius of curvature, has no limitation in measurement ranges, it's possible to measure the biggest and smallest radii of curvature, also is nondestructive because of its non-contacting usage, so minimize possible damages.

Key Words: Loading-Unloading, Strain Energy, Hysteresis Loss, Resilience, Degree of Elasticity



تأثیر مدت زمان انبارمانی بر ویژگی فیزیکوشیمیایی اسنک اکستروژده حاوی پودر هسته انار

کوثر کاکایی¹- محمد نوشاد²- بهزاد ناصحی^{3*}- محمد حجتی⁴- شهرام بیرقی طوسی⁵

تاریخ پذیرش: 1397/02/22

تاریخ دریافت: 1397/05/22

چکیده

بهبود ارزش تغذیه‌ای اسنک‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین میان وعده‌ها در دنیا، امری ضروری می‌باشد. بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر افزودن پودر هسته انار (11/8 درصد) به عنوان منبع فیبر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی اسنک‌ها در طی (صفر، 30 و 60) روز انبارمانی بود. برای ارزیابی تأثیر افزودن پودر هسته انار بر ویژگی‌های اسنک‌ها، مقدار چربی، پروتئین، ترکیبات فنولی، خاصیت آنتی‌اکسیدانی، چگالی، سفتی، شاخص جذب روغن، شاخص حالیت، مقدار فیبر نامحلول، محتوی رطوبتی، شاخص جذب آب و ریزساختار اسنک‌های تولید شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن پودر هسته انار سبب افزایش حالیت، سفتی، دانسیته، شاخص رنگی a^* ، ترکیبات فنل کل، خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ارزش تغذیه‌ای (از نظر میزان آهن، روی، فیبر محلول و نامحلول، پروتئین و چربی) در نمونه‌ها شد. در حالی که میزان محتوی رطوبتی، شاخص جذب آب، شاخص‌های رنگی L^* و b^* و فعالیت آبی نمونه‌ها کاهش یافت. همچنین افزودن پودر هسته انار سبب کاهش تخلخل و ایجاد حفرات ناهمگن و نامنظم در ساختار اسنک‌ها شد. افزایش مدت زمان ماندگاری سبب افزایش محتوای رطوبتی، سفتی و شاخص‌های L^* و b^* و کاهش میزان ترکیبات فنلی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌ها شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، می‌توان از پودر هسته انار به عنوان منبع فراسومند برای افزایش خواص عملکردی اسنک‌ها استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: زمان ماندگاری، اسنک اکستروژده (حجیم) شده، پودر هسته انار، خصوصیات فیزیکوشیمیایی.

مقدمه

می‌شناسند (Larrea et al., 2005). اکستروژن که روشی بر مبنای دمای بالا - زمان کوتاه است به خوبی به عنوان یک تکنولوژی رایج در صنعت شناخته شده است که ویژگی‌های شاخص آن شامل مخلوط کردن، شکل‌دهی، پخت مداوم و تولید محصولات با کیفیت بالا به صورت مستقیم از مواد اولیه قابل انبساط می‌باشد (Bisharat et al., 2013). فواید اکستروژن شامل: دستیابی به شکل فیزیکی مطلوب، به حداقل رساندن اثر عوامل ضد تغذیه‌ای، افزایش ماندگاری، قابلیت هضم و مطلوبیت مواد مغذی می‌باشد (Liu et al., 2000)؛ (Mishra et al., 2012). از طرفی دیگر بیشتر اسنک‌های موجود در بازار بر پایه غلات هستند که دارای کربوهیدرات بالا و پروتئین پایینی هستند به همین دلیل بهبود ارزش تغذیه‌ای این محصولات به نحوی که خواص آن‌ها دستخوش تغییرات نامطلوب نگردد ضروری به نظر می‌رسد (Ali et al., 2016).

به مواد غذایی مورد مصرف در بین وعده‌های اصلی غذایی اسنک گفته می‌شود (Guy, 2001). اسنک‌های حجیم شده به دو نوع تقسیم می‌شوند: گروه اول شامل اسنک‌هایی هستند که موقع خروج از اکستروژر حجیم می‌شوند و گروه دوم شامل اسنک‌هایی هستند که طی سرخ کردن، گرمادهی با میکروویو یا هوای داغ حجیم می‌شوند (میلانی و همکاران، 1392). اسنک‌های اکستروژده به طور معمول دارای مقدار کالری و چربی بالا و پروتئین و فیبر پایین هستند، به همین دلیل مصرف‌کنندگان آن‌ها را به عنوان یک ماده غذایی ناسالم

1، 2 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران.
3- دانشیار، گروه مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
5- استادیار گروه پژوهشی فرآوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی، مشهد، ایران.

(* - نویسنده مسئول: Email: Nasehi.b@pnum.ac.ir)

تهیه فرمولاسیون مخلوط پایه برای اکستروژن

رطوبت بلغور ذرت و پودر هسته انار (اجزای مخلوط) ابتدا توسط دستگاه رطوبت سنج (AND، mx-50، ژاپن) پژوهشکده جهاد دانشگاهی خراسان رضوی اندازه گیری شد. برای یکنواخت شدن رطوبت نمونه ها از روش مربع پیرسون استفاده شد. پس از اختلاط، نمونه ها در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی و برای به تعادل رسیدن رطوبت، نمونه ها به مدت 24 ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند.

شرایط فرآیند اکستروژن

به منظور تهیه اسنک ها از دستگاه اکستروژر دو مارپیچه موجود در پایلوت اکستروژن پژوهشکده جهاد دانشگاهی خراسان رضوی (Jinan Saxin, DS56) استفاده شد. در ابتدا برای بهینه یابی میزان افزودن پودر هسته انار به اسنک ها، از روش سطح پاسخ استفاده شد. برای این منظور تأثیر افزودن پودر هسته انار (0-20 درصد)، دمای اکستروژر (120-160 درجه سانتی گراد) و سرعت چرخش مارپیچ (120-180 دور در دقیقه) با مقدار رطوبت خوراک ورودی (16 درصد) و سرعت خوراک دهی (40 کیلوگرم در ساعت) بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی اسنک ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از بهینه یابی نشان داد، اسنک با 11/8 درصد پودر هسته انار، دمای 160 درجه سانتی گراد و سرعت مارپیچ 147/1 دور در دقیقه دارای بهترین شرایط فیزیکوشیمیایی و عملکردی بود. پس از تهیه نمونه های بهینه و شاهد (نمونه بدون افزودن پودر هسته انار)، به منظور ارزیابی افزودن پودر هسته انار بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی اسنک ها، برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی اسنک های تولید شده در طی (صفر، 30 و 60) روز انبارمانی مورد ارزیابی قرار گرفت.

اندازه گیری خصوصیات شیمیایی اسنک حجیم شده

اندازه گیری رطوبت، پروتئین، چربی، فیبر محلول و نامحلول به ترتیب با روش استانداردهای 12-46 AACC، 16-44 AACC، 25-30 AACC، 43-99 AOAC انجام شد.

آنالیز بافت

آنالیز پروفایل بافت با استفاده از دستگاه بافت سنج (Stable TA.XT2i Micro Systems, Goldalming, UK) انجام شد. اسنک کامل با پروب استوانه ای 6 میلی متر، با سرعت 1 میلی متر بر ثانیه تا 70 درصد ضخامت اسنک فشرده شد. بیشترین نیرو که

فیبرهای رژیمی¹ بخش خوارکی گیاهان یا کربوهیدرات های مشابه را تشکیل می دهد و نقش مهمی در سلامت انسان دارد، فیبرها در روده کوچک انسان هضم نمی شوند و بخشی از آن ها در روده بزرگ تخمیر می شوند، کمبود فیبرها در رژیمی غذایی انسان باعث بیماری هایی از قبیل یبوست، قلبی عروقی و سرطان می شوند (Anli, 2016). به طور کلی فیبر موجود در میوه ها بیشتر از فیبر غلات هستند، مصرف فیبرها به علت دارا بودن ترکیبات زیست فعال مانند فلاونوئیدها، پلی فنل ها و کاروتن ها ضروری نظر می رسد (معززی و همکاران، 1394). به علت این که بسیاری از محصولات جانبی جایگاه خاصی ندارند، امکان دارد به طور نامناسب دفع شوند و باعث مسائل زیست محیطی شوند، بنابراین استفاده مجدد از این محصولات در صنعت از نظر اقتصادی حائز اهمیت فراوانی است (Selani et al., 2014). از سوی دیگر این پسماندها حاوی ترکیبات آنتی اکسیدانی، اسیدهای چرب ضروری و مواد معدنی هستند که از نظر تغذیه ای و عملکردی مطلوب می باشند (Laufenberg et al., 2003).

میوه انار دارای ترکیبات ارزشمندی مانند فلاونوئیدها می باشد که فعالیت رادیکال های آزاد را مهار و از گسترش فعالیت آنزیم ها جلوگیری می کند. از آنجایی که نیمی از انار تولیدی به کارخانجات فرآوری برای تولید کنساره و آب میوه فرستاده می شود و حدود 14% از پسماند انار را هسته تشکیل می دهد یک منبع پیشنهادی خوب از مواد مغذی و آنتی اکسیدان ها می باشد که می تواند دوباره به چرخه تولید بازگردانده شود (رئوفی راد و همکاران، 1392; Selani et al., 2014). باتوجه به این که تاکنون پژوهشی در زمینه استفاده از پودر هسته انار در اسنک های حجیم شده انجام نگرفته است هدف از این پژوهش بررسی تأثیر استفاده از پودر هسته انار به عنوان یک مکمل فیبری - پروتئینی، بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و عملکردی اسنک اکستروژ شده بود.

مواد و روش ها

بلغور ذرت از کارخانه ذرت طلایی خراسان رضوی تهیه گردید. هسته انار از انار تازه آبگیری شده واریته باغ ملک رقم سرخ تهیه، سپس با استفاده از آون (UT 5042, Germany- Heraeus) در دمای 50 درجه سانتی گراد به مدت 48 ساعت خشک گردید بعد از این مراحل با استفاده از آسیاب (آسان توس شرق، 3000) به پودر تبدیل و جهت یکنواختی ابعاد ذرات از الک با مش 35 عبور داده شد.

ریخته شدند. بعد از 30 دقیقه، لوله‌ها به مدت 25 دقیقه در 3000 g سانتی‌یفوژ شدند. پس از جدا کردن روغن قرار گرفته روی سطح نمونه، میزان جذب روغن از تقسیم گرم روغن جذب شده بر گرم وزن نمونه خشک اندازه‌گیری شد (Sutivisedsak et al., 2013).

اندازه‌گیری فعالیت آبی

فعالیت آبی با استفاده از دستگاه واتراکتیویته‌متر (Novasina ms 1-aw Axair Ltd، سوئیس) در دمای 25 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری ترکیبات فنولی

0/01 گرم از نمونه چربی‌زدایی شده با 1 میلی‌لیتر آب یا متانول مخلوط شد. سپس در سانتی‌یفوژ با 15000g به مدت 15 دقیقه سانتی‌یفوژ شد. 200 میکرولیتر از عصاره تهیه شده با 12/5 میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتیو، 37/5 میلی‌لیتر سدیم کربنات 20% مخلوط شد. نمونه تهیه شده به مدت دو ساعت در محیط تاریک نگهداری شد. سپس جذب آن آن به وسیله دستگاه جذب در طول موج 760 نانومتر قرائت شد. در نهایت مقدار فنل کل به عنوان معادل اسید گالیک از کالبراسیون منحنی با استفاده از محلول استاندارد اسید گالیک (0/1 میلی‌گرم / میلی‌لیتر) محاسبه شد (Wang et al, 2017).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش Williams و همکاران (2017)، با اندکی تغییرات انجام شد. ابتدا 0/1 میلی‌لیتر از عصاره متانولی با 2/9 میلی‌لیتر DPPH 0/1 میلی‌مولار در متانول مخلوط و به مدت نیم ساعت در تاریکی نگهداری شدند جذب نمونه‌ها پس از نیم ساعت در مقابل نمونه بلانک (متانول) در طول موج 515 نانومتر با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. سپس فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$(1) \quad 100 \times (\text{نمونه شاهد}) / (\text{نمونه اصلی} - \text{نمونه شاهد}) = \text{فعالیت آنتی‌اکسیدانی}$$

عکس‌برداری

در این پژوهش، از دستگاه SEM، مدل Philips XL30 ساخت کشور هلند استفاده شد. برای میکروسکوپ الکترونی روبشی، قطعات اسنک بهینه و شاهد روز اول، به صورت معکب (2×2×2 cm) برش داده شد. سپس نمونه‌ها توسط نیتروژن مایع منجمد و در آون تحت

نشان‌دهنده اولین گسیختگی در بافت اسنک است، به عنوان سفتی بافت در نظر گرفته شد (Wani and Kumar, 2018).

آزمون رنگ‌سنجی

آزمون رنگ‌سنجی برای هر نمونه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (CR-400, Konica Minolta, USA) و با 5 تکرار انجام شد. فاکتور L^* در سیستم رنگ‌سنجی نماینده میزان روشنایی است به طوری که عدد صفر حداکثر تیرگی و 100 حداکثر روشنایی را نشان می‌دهند؛ فاکتور a^* نماینده میزان سبزی - قرمزی است، به صورتی که بازه 100- تا صفر برای بیان سبزی و بازه صفر تا 100 برای بیان میزان قرمزی به کار می‌رود. فاکتور b^* نیز نشان‌دهنده میزان آبی - زرد بودن است که بازه 100- تا صفر نماینده میزان آبی بودن و بازه صفر تا 100 نماینده میزان زردی نمونه می‌باشد (Shah et al, 2017).

دانسیته

دانسیته هر قطعه اسنک حجیم از تقسیم جرم نمونه به حجم آن محاسبه شد. حجم نمونه‌ها با استفاده از ارزن و بر اساس روش جابه‌جایی اندازه‌گیری شد. به این صورت که از هر تیمار 10 نمونه به طور تصادفی انتخاب شد، حجم هر نمونه و وزن آن به صورت جداگانه اندازه‌گیری شده و دانسیته میانگین برای هر تیمار تعیین شد (Shah et al, 2017).

اندازه‌گیری شاخص جذب آب (WAI) و شاخص حلالیت

(WSI)

برای تعیین WAI و WSI، ابتدا نمونه‌های اکستروود شده آسیاب شده و از الک با مش 40 عبور داده شد تا اندازه ذرات یکنواخت شود. سپس نمونه های آسیاب شده با آب مقطر مخلوط شده و در دمای اتاق به مدت 30 دقیقه با سرعت متوسط همزده شد و در 3000 (g) به مدت 15 دقیقه سانتی‌یفوژ شدند. مایع رویی در پتری دیش‌هایی که به وزن ثابت رسیده بودند، ریخته شدند و در آون با دمای 105 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. WAI از تقسیم وزن ژل باقیمانده پس از ریختن مایع رویی بر واحد وزن ماده‌ی خشک اصلی و WSI از تقسیم وزن ذرات جامد حاصل از مایع رویی خشک شده بر وزن خشک ماده اصلی به دست آمد (Sharma et al., 2017).

اندازه‌گیری شاخص جذب روغن (OAI)

0/5 گرم از نمونه آسیاب شده با 6 میلی‌لیتر از روغن آفتابگردان در یک لوله سانتی‌یفوژ (Z206A، آلمان) که از قبل توزین شده است،

خلاً خشک شدند. نمونه‌های خشک شده، با طلا- پالادیوم پوشش داده شدند و با بزرگ نمایی 100 عکس‌برداری شد (Bisharat et al., 2013).

اندازه‌گیری املاح

اندازه‌گیری املاح معدنی (آهن، روی و منگنز) اسنک حجیم‌یافته بر اساس روش استاندارد ملی ایران با شماره 9266 با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Analytic jena, ContrAA300, German) انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

نتایج و بحث

محتوی رطوبتی

نتایج به‌دست آمده (جدول 1) نشان داد که افزودن پودر هسته انار و دوره ماندگاری اثر معنی‌داری ($P < 0/05$) بر محتوی رطوبتی نمونه‌ها داشت.

جدول 1- نتایج آنالیز واریانس محتوی رطوبت، سفتی، دانسیته، OAI، WAI، WSI

منابع	درجه آزادی	محتوی رطوبت	WSI	WAI	OAI	سفتی	دانسیته
هسته انار	1	1/9764***	3/3391***	3/2033**	0/1163***	19/523***	0/0003*
زمان ماندگاری	2	36/8909***	14/2451**	8/6544***	2/8704***	118/969***	0/0006**
اثر متقابل	2	0/3263 ^{ns}	0/0992 ^{ns}	0/3588 ^{ns}	0/0182 ^{ns}	6/839 ^{ns}	0/0001*
خطا	6	0/2537	0/9181	0/5432	0/0261	1/037	0/00007
R-sq	-	99/36	95/10	95/74	99/35	99/29	93/95
R-adj	-	98/82	91/01	92/20	98/81	98/70	89/42

NS عدم معنی‌داری در سطح 95 درصد؛ * معنی‌داری در سطح 95 درصد؛ ** معنی‌داری در سطح 99 درصد؛ *** معنی‌داری در 99/9 درصد

مدت زمان انبارمانی اثر معنی‌داری ($p < 0/05$) بر شاخص حلالیت نمونه‌ها داشت. افزودن پودر هسته انار باعث افزایش میزان حلالیت نمونه‌ها شد. این امر احتمالاً به دلیل تأثیر فرآیند اکستروژن در تغییر دادن ساختار مولکولی فیبرها و ایجاد پیوندهای عرضی بین گروه‌های هیدروفیل مانند -OH و -NH با مولکول‌های نشاسته و ایجاد ترکیباتی با وزن مولکولی پایین‌تر در نمونه‌هاست (Chanlat et al., 2011; Sing et al., 2016). در حالی که افزایش زمان انبارمانی باعث کاهش حلالیت در نمونه‌ها شد.

شاخص جذب آب

افزودن پودر هسته انار و مدت زمان ماندگاری اثر معنی‌داری ($P < 0/05$) بر شاخص جذب آب نمونه‌ها داشت. نتایج نشان داد، افزودن پودر هسته انار سبب کاهش میزان جذب آب توسط نمونه‌ها شد که این امر احتمالاً به دلیل وجود فیبرهای نامحلول در پودر هسته انار و ترکیبات آب‌گریزی مانند چربی و کاهش میزان نشاسته نمونه‌ها به دلیل جایگزینی با پودر هسته انار می‌باشد (مظفرپور و همکاران،

افزودن پودر هسته انار باعث کاهش رطوبت محصول شد، پودر هسته انار به دلیل داشتن فیبر نامحلول بالا آن باعث کاهش آب در دسترس برای انبساط گازها (خروج بخار آب) و به دنبال آن سبب کاهش رطوبت محصول نهایی می‌گردد (Moraru and , 2003). Kokini. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با پژوهش‌های Shah و همکاران (2017) در اضافه کردن آرد سویا- خلر به اسنک بر پایه ذرت که باعث کاهش محتوی رطوبت نمونه‌ها شد مطابقت داشت. همچنین، افزایش مدت زمان دوره‌ی نگهداری سبب افزایش میزان محتوی رطوبتی در نمونه‌ها شد که ممکن است به دلیل قابلیت جذب رطوبت محیط به‌وسیله اسنک اکستروژن شده به دلیل پایین بودن میزان محتوی رطوبتی آن‌ها باشد. (جدول 1)، آنالیز واریانس داده‌های حاصل از رطوبت را نشان می‌دهد.

شاخص حلالیت

شاخص جذب آب و حلالیت، نشانگر تغییرات فیزیکی و شیمیایی نشاسته در طول فرآیند اکستروژن می‌باشد (Sing et al., 2016). باتوجه به نتایج آنالیز واریانس (جدول 1) افزودن پودر هسته انار و

می‌شود که همین امر سبب کاهش حجم و افزایش دانسیته در نمونه‌ها می‌شود (Hashemi, 2016; Chanlat and Gogus, 2008). *et al* همچنین افزایش میزان رطوبت نمونه‌ها در طی انبارمانی دلیل احتمالی افزایش دانسیته نمونه‌ها در طی انبارمانی می‌باشد.

آنالیز رنگ

نتایج حاصل از این پژوهش در جدول 2 نشان داد که افزودن پودر هسته انار و مدت زمان انبارمانی تأثیر معناداری بر شاخص‌های a^* ، L^* و b^* داشتند. با توجه به این که پودر هسته انار دارای مقادیری قند و پروتئین است بنابراین سبب افزایش واکنش مایلارد در طول فرایند اکستروژن می‌شود که در نتیجه، ایجاد رنگدانه‌های قهوه‌ای باعث کاهش شاخص L^* در نمونه‌ها می‌شود و کاهش شاخص b^* و افزایش شاخص a^* در نمونه‌ها احتمالاً به دلیل افزایش فیبر نمونه‌ها و پیگمان‌های موجود در پودر هسته انار است (Sing et al., 2016, Jozinovic et al., 2016). همچنین افزایش محتوی رطوبتی نمونه‌ها در مدت زمان انبارمانی احتمالاً دلیل افزایش شاخص‌های L^* و b^* در نمونه‌ها می‌باشد.

ترکیبات فنل کل

مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که ترکیبات فنلی طبیعی به‌طور عمده از طریق آنتی‌اکسیدان به مزایای سلامتی خود و فعالیت در برابر بسیاری از بیماری‌ها کمک می‌کنند (Xu et al., 2016). بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول 2)، افزودن پودر هسته انار و زمان ماندگاری اثر معنی‌داری بر میزان فنل کل نمونه‌ها داشت. به‌طوری که نمونه حاوی پودر هسته انار دارای ترکیبات فنولی بیشتری نسبت به نمونه شاهد بود. صمدلویی و همکاران (2007) گزارش کردند که هسته انار حاوی مقادیر زیادی از ترکیبات فنلی است. همچنین طی دوره‌ی ماندگاری میزان ترکیبات فنولی نمونه‌ها کاهش یافت که احتمالاً به‌دلیل واکنش‌های اکسیداتیو می‌باشد.

خاصیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج آنالیز واریانس در جدول 2 نشان داد که افزودن پودر هسته انار و مدت زمان ماندگاری بر قدرت مهارکنندگی DPPH نمونه‌ها در سطح $p < 0/05$ معنادار شدند. با توجه به این که انار یک منبع طبیعی سرشار از ترکیباتی همچون تانن، پلی‌فنل‌ها، فلاونوئیدها و ویتامین C است، بنابراین افزودن پودر هسته انار سبب افزایش قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های بهینه شد (Samadloui et al., 2007).

1395, Sing et al, 2016). افزایش دوره انبارمانی سبب افزایش شاخص جذب آب نمونه‌ها شد.

شاخص جذب روغن

شاخص جذب روغن مواد غذایی به آرایش فضایی، میزان آبدوستی و آبگریزی پروتئین‌ها و حضور کربوهیدرات‌های آبدوست بستگی دارد (Chen et al., 2013). نتایج آنالیز واریانس (جدول 1) نشان داد افزودن پودر هسته انار اثر معنی‌داری ($P < 0/05$) بر شاخص جذب روغن نمونه‌ها داشت. این امر احتمالاً به دلیل تشکیل بیشتر مولکول‌هایی با وزن مولکولی پایین‌تر و افزایش ترکیبات هیدروفوب مانند اسیدهای چرب در هنگام استفاده از پودر هسته انار در نمونه‌ها می‌باشد.

ارزیابی سفتی اسنک حجیم‌یافته

خواص بافتی یکی از مهم‌ترین مشخصه محصولات اکستروود شده می‌باشد (Shah et al., 2017). همچنین بررسی جدول آنالیز واریانس (جدول 1) نشان داد که افزودن پودر هسته انار و مدت زمان ماندگاری تأثیر معنادار ($P < 0/05$) بر سفتی بافت نمونه‌ها داشت. افزایش سفتی در نتیجه افزایش پودر هسته انار احتمالاً به دلیل اتصالاتی که بین پودر هسته انار یا گرانول‌های نشاسته ذرت ایجاد شده است می‌باشد که مانع ژلاتینه شدن نشاسته و از هم گسیختگی دیواره سلولی و ضخیم شدن دیواره‌های سلولی در هنگام شکل‌گیری حباب‌های هوا می‌باشد زیرا فیبر در تشکیل حباب هوا تداخل ایجاد کرده و ضخامت دیواره سلولی را افزایش می‌دهد (Ainsworth et al., 2013). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با پژوهش‌های Ogumuyiwa و همکاران (2017) در اضافه کردن مکمل فیبری (نشاسته کاساوا و آرد سیوس ذرت) مطابقت داشت. همچنین افزایش مدت زمان ماندگاری باعث سفتی بافت نمونه‌ها شد.

دانسیته

دانسیته می‌تواند معیار مناسبی از انبساط حجمی نمونه‌ها باشد (Meng et al., 2010). نتایج آنالیز واریانس در جدول 1 نشان داد که افزودن پودر هسته انار و مدت زمان ماندگاری بر دانسیته نمونه‌ها تأثیر معناداری ($p < 0/05$) بر دانسیته نمونه‌ها داشت. افزایش میزان پودر هسته انار باعث افزایش دانسیته نمونه‌ها شد که به دلیل کاهش حجمی است که در نمونه‌ها رخ می‌دهد. افزودن پودر هسته انار باعث کاهش خروج آب از نمونه‌ها در هنگام خروج از دستگاه اکستروود

همچنین رثوفی راد و همکاران (1392) گزارش کردند افزودن روغن هسته انار سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و پایداری اکسیداتیو روغن ماهی حاصل از کلیکای معمولی شد. همچنین طی دوره

ماندگاری میزان خاصیت آنتی اکسیدانی نمونه ها کاهش یافت که احتمالاً به دلیل واکنش های اکسیداتیو می باشد.

جدول 2- نتایج آنالیز واریانس شاخص های رنگی، ترکیبات فنولی و آنتی اکسیدانی

منابع	درجه آزادی	L*	a*	b*	فنولی	آنتی اکسیدانی
هسته انار	1	77/06**	57/816***	59/319***	3/0000***	7193/2***
زمان ماندگاری	2	429/53***	4/638***	169/816***	2/3150**	1935/0***
اثر متقابل	2	1/12 ^{ns}	0/644**	1/810 ^{ns}	0/1050 ^{ns}	214/2***
خطا	6	10/45	0/062	1/237	0/3800	1/5
R-sq		97/98	99/90	99/63	93/45	99/95
R-adj		96/30	99/82	99/32	87/99	97/99

ns عدم معناداری در سطح 95 درصد؛ * معناداری در سطح 95 درصد؛ ** معناداری در سطح 99 درصد؛ *** معناداری در 99/9 درصد

میزان املاح

اندازه گیری میزان املاح نمونه های شاهد و بهینه نشان داد که افزودن پودر هسته انار سبب افزایش املاحی مانند آهن و منگنز در نمونه های بهینه شده است (جدول 3).

پودر هسته انار کمتر از نمونه شاهد بود. فعالیت آبی فاکتور مناسبی برای ارزیابی عمر ماندگاری و پایداری میکروبیولوژیکی مواد غذایی محسوب می گردد (Kaur et al., 2015). بنابراین انتظار می رود که عمر ماندگاری نمونه بهینه بیشتر از نمونه شاهد باشد.

فعالیت آبی

باتوجه به (جدول 3)، افزودن پودر هسته انار سبب کاهش فعالیت آبی نمونه ها شد به طوری که میزان فعالیت آبی نمونه غنی شده با

میزان فیبرهای محلول و نامحلول
باتوجه به جدول 3 میزان فیبرهای محلول و نامحلول اسنک غنی شده با پودر هسته انار بیشتر از نمونه شاهد می باشد.

جدول 3- داده های حاصل از املاح، فیبر محلول و نامحلول و فعالیت آبی

تیمار	Cu	Fe	Mn	فیبر محلول	فیبر نامحلول	aw
بهینه	1/124	0/2282	0/0433	0/52	2/08	0/110
شاهد	0/0284	0/1231	0	0/08	0/03	0/124

فیبرهای محلول و نامحلول تأثیر متفاوتی بر ویژگی های اسنک حجیم شده دارند. فیبرهای نامحلول، باعث کاهش حجم، افزایش دانسیته و ایجاد سفتی در اسنک حجیم شده می گردند. باتوجه به نتایج آزمون فیبر محلول و نامحلول، و بالابودن میزان فیبر نامحلول در پودر هسته انار می توان چنین بیان کرد که افزودن پودر هسته انار سبب افزایش دانسیته و سفتی بافت در نمونه های بهینه شده است.

محتوی چربی و پروتئین

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش (جدول 4)، جایگزینی پودر هسته انار با بلغور ذرت باعث افزایش میزان پروتئین و

چربی در نمونه های بهینه شد. لازم به ذکر است که پودر هسته انار مورد استفاده در این پژوهش حاوی $1/5 \pm 22\%$ درصد پروتئین بود. Choi و همکاران (2006) گزارش کردند هسته انار غنی از اسیدهای چرب از جمله پونیسیک اسید، لینولئیک اسید، اولئیک اسید، پالمیتیک اسید، استئاریک اسید می باشد.

جدول 4- محتوی پروتئین و چربی نمونه شاهد و بهینه

تیمار	چربی	پروتئین
بهینه	8/1±0/1	1/35±0/05
شاهد	6/7±0/2	1/15±0/1

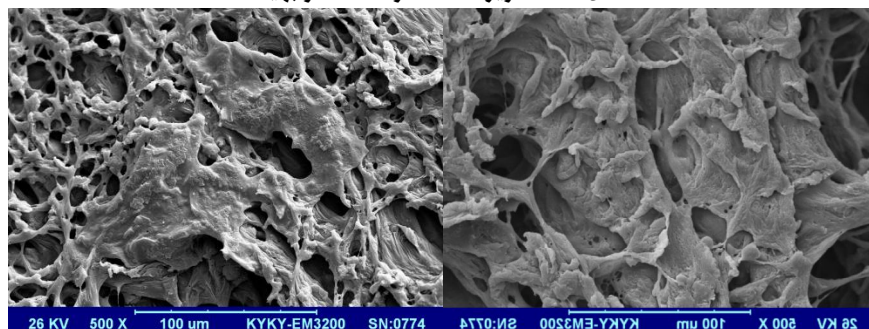
SEM

برای بررسی ریزساختمان نمونه‌ها از عکس‌های SEM استفاده شد. بر اساس تصاویر (شکل 1) به‌دست آمده، افزودن پودر هسته انار سبب کاهش تخلخل و ایجاد حفرات ناهمگن و نامنظم در ساختمان اسنک‌ها شده است. افزودن پودر هسته انار احتمالاً سبب کاهش قابلیت انبساط دیواره حباب‌های ایجاد شده در طی خروج نمونه‌ها از دستگاه اکسترودر می‌شود که همین امر باعث ایجاد بافت متراکم‌تری در نمونه‌های بهینه نسبت به نمونه شاهد شده است. Lue و همکاران (1990) تأثیر افزودن جو و سیوس گندم بر ریزساختار محصولات اکسترودر شده را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن این ترکیبات باعث تولید محصولی متراکم با اندازه حفرات کوچک‌تری شد.

نتیجه‌گیری

مصرف بالای اسنک‌های اکسترود شده مبین توجه در باب افزایش کیفیت تغذیه‌ای این محصولات می‌باشد، از طرفی دیگر امکان دفع نامناسب محصولات جانبی حاصل از فرآوری مواد غذایی در کارخانه‌جات صنایع غذایی و به‌وجود آوردن مسائل زیست‌محیطی و همچنین سرشار بودن این محصولات از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، مواد معدنی و غیره، اهمیت پژوهش در زمینه تولید محصولات جایگزین و سالم را نشان می‌دهد. با توجه به خواص تغذیه‌ای موجود در پودر هسته انار و هدر رفتن قسمت عمده این محصول جانبی به‌عنوان پسماند، و بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، می‌توان از پودر هسته انار به‌عنوان منبع فراسومند برای افزایش خواص عملکردی اسنک‌ها استفاده کرد که باعث جلوگیری از هدر رفتن این محصول جانبی با ارزش و برگرداندن پسماند به چرخه تولید شد.

شکل 1- تصاویر SEM نمونه شاهد و بهینه



بهبوده

شاهد

منابع

- رثوفی‌راد، م.، رضایی، م. و شویک لو، ا. 1392. بررسی برخی اثرات آنتی‌اکسیدانی روغن هسته‌ای انار بر روند اکسیداسیونی روغن ماهی حاصل از کلیکای معمولی. بهره‌برداری و پرورش آبزیان. 3(2): 19-25.
- مظفرپور، ر.، کوچکی، آ.، میلانی، ا. و وریدی، م. 1395. بررسی اثر متغیرهای دمایی و رطوبتی فرآیند اکسترودر بر برخی خواص عملکردی و پرامترهای رنگ کنسانتره پروتئین‌های سویا. مجله علوم و صنایع غذایی. 14 (79): 223-229.
- معززی، ش.، سیدین اردبیلی، س. م. و عیوض زاده، ا. 1394. تأثیر بهبود دهنده امولسیفایر SSL در خواص رئولوژیکی خمیر. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. 47(2): 97-108.
- میلانی، ا.، حصاری نژاد، م.، گلی موحد، غ.، کوچکی، آ. و بیرقی طوسی، ش. 1392. ارزیابی تأثیر متغیرهای فرآیند اکسترودر بر ویژگی‌های عملکردی اسنک حجیم بر پایه آرد خمر جوانه زده. بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران. شیراز، ایران. 9-7 آبان.
- Ainsworth, P., İbanoğlu, Ş., Plunkett, A., İbanoğlu, E., & Stojceska, V. (2007). Effect of brewers spent grain addition and screw speed on the selected physical and nutritional properties of an extruded snack. *Journal of Food Engineering*, 81(4), 702-709.

- Ali, H. A., Mansour, E. H., Osheba, A. S., & El-Bedawey, A. A. (2016). Evaluation of extruded products prepared from corn grits–corn starch with common carp fish. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 3(5), 102-108.
- Anil, M. (2007). Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in breadmaking. *Journal of Food Engineering*, 80(1), 61-67.
- Bisharat, G. I., Oikonomopoulou, V. P., Panagiotou, N. M., Krokida, M. K., & Maroulis, Z. B. (2013). Effect of extrusion conditions on the structural properties of corn extrudates enriched with dehydrated vegetables. *Food research international*, 53(1), 1-14.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.L.W.T., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), pp.25-30.
- Chanlat, N., Songsermpong, S., Charunuch, C., & Naivikul, O. (2011). Twin-Screw Extrusion of Pre-Germinated Brown Rice: Physicochemical Properties and Aminobutyric Acid Content (GABA) of Extruded Snacks. *International journal of food engineering*, 7(4).
- Chen, J., Khandelwal, N., Liu, Z., & Funami, T. (2013). Influences of food hardness on the particlesize distribution of food boluses. *Archives of oral biology*, 58(3), 293–298..
- Choi, D.W., Kim, J.Y., Choi, S.H., Jung, H.S., Kim, J.H., Cho, Y.S., Kang, S.C. and Chang, S.Y. (2006), “Identification of steroid hormones in pomegranate using HPLC and GC-mass spectrometry”, *Food Chemistry*, Vol. 96 No. 4, pp. 562-571.
- Guy, R. 2001. Extrusion Cooking: Technologies and Application, Pp.3–5.
- Hashemi, N., Mortazavi, S. A., Milani, E., & Tabatabai Yazdi, F. (2017). Microstructural and textural properties of puffed snack prepared from partially defatted almond powder and corn flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), 1-12.
- Jozinović, A., Šubarić, D., Ačkar, Đ., Babić, J., & Miličević, B. (2016). Influence of spelt flour addition on properties of extruded products based on corn grits. *Journal of food engineering*, 172, 31-37.
- Kaur, S., Kumar, S., & Bhat, Z. F. (2015). Utilization of pomegranate seed powder and tomato powder in the development of fiber-enriched chicken nuggets. *Nutrition & Food Science*, 45(5), 793-807.
- Koca, I., Tekguler, B., Yilmaz, V. A., Hasbay, I., & Koca, A. F. (2018). The use of grape, pomegranate and rosehip seed flours in Turkish noodle (erişte) production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1).
- Larrea, M. A., Chang, Y. K., & Bustos, F. M. (2005). Effect of some operational extrusion parameters on the constituents of orange pulp. *Food Chemistry*, 89(2), 301-308.
- Laufenberg, G., Kunz, B. and Nystroem, M. 2003. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations, *Bioresource technology*. 87, 167- 198.
- Liu, Y., Hsieh, F., Heymann, H., & Huff, H. E. (2000). Effect of Process Conditions on the Physical and Sensory Properties of Extruded Oat-Corn Puff. *Journal of Food Science*, 65(7), 1253-1259.
- Lue, S., Hsieh, F., Peng, I., & Huff, H. (1990). Expansion of corn extrudes containing dietary fiber a microstructure study. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technology*, 23(2); 165-173.
- Meng, X., Threinen, D., Hansen, M., & Driedger, D. (2010). Effects of extrusion conditions on system parameters and physical properties of a chickpea flour-based snack. *Food Research International*, 43(2), 650-658.
- Mishra, A., Mishra, H. N., & Srinivasa Rao, P. (2012). Preparation of rice analogues using extrusion technology. *International journal of food science & technology*, 47(9), 1789-1797.
- Moraru, C. I., & Kokini, J. L. (2003). Nucleation and expansion during extrusion and microwave heating of cereal foods. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 2(4), 147-165.
- Ogunmuyiwa, O. H., Adebowale, A. A., Sobukola, O. P., Onabanjo, O. O., Obadina, A. O., Adegunwa, M. O., & Keith, T. (2017). Production and quality evaluation of extruded snack from blends of bambara groundnut flour, cassava starch, and corn bran flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5).
- Samadloiy, H.R., Azizi, M.H., and Barzegar, M. 2007. Antioxidative effect of pomegranate seed phenolic componends on soybean oil. *J. Agricultural Sciences and Natural Resources*. 14: 4. [In Persian]
- Selani, M. M., Brazaca, S. G. C., dos Santos Dias, C. T., Ratnayake, W. S., Flores, R. A., & Bianchini, A. (2014). Characterisation and potential application of pineapple pomace in an extruded product for fibre enhancement. *Food chemistry*, 163, 23-30.
- Shah, F. U. H., Sharif, M. K., Butt, M. S., & Shahid, M. (2017). Development of protein, dietary fiber, and micronutrient enriched extruded corn snacks. *Journal of texture studies*, 48(3), 221-230.

- Sharma, C., Singh, B., Hussain, S. Z., & Sharma, S. (2017). Investigation of process and product parameters for physicochemical properties of rice and mung bean (*Vigna radiata*) flour based extruded snacks. *Journal of Food Science and Technology*, 1-10.
- Singh, J. P., Kaur, A., Shevkani, K., Singh, N., & Singh, B. (2016). Physicochemical characterisation of corn extrudates prepared with varying levels of beetroot (*Beta vulgaris*) at different extrusion temperatures. *International journal of food science & technology*, 51(4), 911-919.
- Sutivisedsak, N., Singh, M., Liu, S., Hall, C., & Biswas, A. (2013). Extrudability of four common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5), 676-683.
- Wang, S., Kowalski, R. J., Kang, Y., Kiszonas, A. M., Zhu, M. J., & Ganjyal, G. M. (2017). Impacts of the particle sizes and levels of inclusions of cherry pomace on the physical and structural properties of direct expanded corn starch. *Food and Bioprocess Technology*, 10(2), 394-406.
- Wani, S. A., & Kumar, P. (2016). Fenugreek enriched extruded product: optimization of ingredients using response surface methodology. *International Food Research Journal*, 23(1).
- Xu, E., Wu, Z., Pan, X., Long, J., Wang, F., Xu, X., & Jiao, A. (2016). Effect of enzymatic (thermostable α -amylase) treatment on the physicochemical and antioxidant properties of extruded rice incorporated with soybean flour. *Food chemistry*, 197, 114-123.
- Yagci, S. and Gogus, F., 2008. Response surface methodology for evaluation of physical and functional properties of extruded snack foods developed from food-by-products. *Journal of Food Engineering*, 86: 122-132.



Effect of storage time on physicochemical properties of extruded snacks containing pomegranate powder

K. Kakaei¹, M. Noshad¹, B. Nasehi^{2*}, M. Hojjati¹, SH. Beiraghi- Toosi³

Received: 2018.05.12

Accepted: 2018.08.13

Introduction: In the past years, snack consuming in all age groups, special children have increased due to their low cost and eating readiness. Generally, these products have high starch content, but low nutrients such as vitamins, minerals, amino acids and fiber. In fact, most of the snacks are known as foods with high energy content and glycemic index, but low nutritional value. Adding fruits processing by-products to extruded snacks improves the nutritional value of snacks due to their high content of dietary fiber, bioactive compounds and minerals. Pomegranate (*Punica granatum* L.) is a perennial plant and is generally cultivated in tropical and subtropical regions the pomegranate seed is one of the pomegranate processing by-products including approximately 15-20% of total fruit. Pomegranate seed contains 36.5-42.4% fiber, 13.5-16.9% lipid, 8.5-11.3% protein and 24.09-33.41% carbohydrates. Therefore, pomegranate by-products rich in bioactive compounds and dietary fiber can be used as a functional ingredient. Since no research have been performed on using the pomegranate seed powder in making snacks yet, this research aimed to investigate the effect of pomegranate powders as a fiber supplement on the extruded physicochemical properties.

Material and Methods: The fruit of pomegranate were purchased from Khuzestan province in Iran. After peeling of pomegranate fruits, arils were pressed. The remaining pomaces were dried at 50 °C for 48h. Dried pomace was powdered using a mixer grinder. The corn grits (Golden Corn Company, Iran) were prepared. The moisture and chemical component of raw materials were analyzed. The two screw extruders (model DS56, Jinan Saxin Company) was used to formulate and prepare snacks. First, response surface methodology (RSM) was used to optimize the amount of pomegranate powder to be added to the snacks. For this purpose, the influence of adding the pomegranate seed powder (0-20 %), extruder temperature (120-160 °C) and screw rotation speed (120-180 rpm) on the physicochemical properties of extruded samples were considered. For this reason, the moisture level of the input food was adjusted to 15 % and the feeding speed was 40 (kg/hr). The obtained results from optimization of the snacks formulation and process conditions shows that the optimum amount of factors are following addition of fiber supplementary 11.8 %, the temperature of the extruder 160 °C, the screw speed of 147.1 rpm. After preparing optimal and control samples (without adding pomegranate powder), in order to evaluate the addition of pomegranate powder to the physicochemical properties of snacks, for this purpose, the effect of adding pomegranate powder on fat and protein content, total phenolic compounds, antioxidant activity, density, hardness, water and oil absorbance index, solubility index, soluble and in soluble fiber content, moisture content and microstructure of the produced snacks during 60 days of storage were investigated.

Results and discussion: By adding the pomegranate seed powder, the product moisture content decreased, which is probably due to high insoluble fiber content of pomegranate seed powder like apple residue. Moreover, by adding the pomegranate seed powder, the oil absorption index increased, which is probably due to presence of non-polar amino acids in the pomegranate seed powder. Existence of greater quantities of non-polar amino acids and presence of non-polar side chains in the extruded products may absorb oil hydrocarbon chains, leading to increase oil absorption index. Based on results, adding the pomegranate seed powder increases the hardness of

1. Department of Food Science & Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Mollasani, Iran

2. Department of Agricultural Engineering and Technology, Payame Noor University (PNU), Iran

3. Department of Food Processing, Food Science and Technology Research Institute, Iranian Academic Centre for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran

(* - Corresponding Author Email: Nasehi.b@pnum.ac.ir)

the samples, which is probably due to the high amounts of oil and protein in the pomegranate seed powder. Researchers have reported that the use of food ingredients with high fat, protein, and fiber content increase the product tissue hardness. Also, the addition of pomegranate powder reduced water absorption of samples, which is probably due to the presence of insoluble water compounds such as fat and insoluble fibers in pomegranate powder and the reduction in the starch content of the samples due to the replacement of pomegranate powder. According to the results, addition of pomegranate powder increased the total phenol content and antioxidant properties of samples. While increasing the storage time, the total phenol content in the samples was reduced, which is probably due to the oxidation reactions that occur during storage. The results of this study showed that the addition of pomegranate powder increased the density, a * value, and nutritional value (such as iron, zinc, soluble and insoluble fiber, protein and fat content) in samples. While L* and b* values and water activity of the samples was reduced. Also, the addition of pomegranate powder decreased porosity and created heterogeneous and irregular cavities in the texture of snacks.

Keywords: Shelf life, Extruded snacks, Pomegranate powder, Physicochemical properties.



کوتاه پژوهشی

مقایسه فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره پوست کیوی (*Actinidia deliciosa* L.) استخراج شده به دو روش حمام و پروب فراصوت

مهسا علیخانی فرادنبه¹ - رضا اسماعیل زاده کناری^{2*} - مریم قادری قهفرخی³

تاریخ دریافت: 1396/09/22

تاریخ پذیرش: 1397/08/10

چکیده

گیاهان منبع غنی از ترکیبات فنولی هستند که مهمترین آنتی اکسیدانهای طبیعی به شمار می آیند. آنتی اکسیدانها از عوامل اصلی خنثی کننده رادیکالهای آزاد می باشند، که از شیوع بیماریهای مزمن و تخریب بسیاری از مواد غذایی جلوگیری می کنند. این ترکیبات از پوست کیوی نیز قابل استخراج هستند. پس از تهیه پودر پوست کیوی، عصاره ها به دو روش پروب و حمام فراصوت استخراج شدند. ابتدا میزان فنول و فلاونوئید کل عصاره ها اندازه گیری و بعد برای ارزیابی خواص آنتی اکسیدانی عصاره های استخراج شده از دو روش دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) و قدرت احیا کنندگی (FRAP) استفاده و با غلظت 0/1 میلی گرم در میلی لیتر آنتی اکسیدان مصنوعی TBHQ مقایسه شد. نتایج نشان داد که میزان فنول و فلاونوئید کل در عصاره استخراج UPAE-KP بیشتر از UBAAE-KP است. نتایج آزمون به دام اندازی رادیکالهای آزاد DPPH نشان داد که غلظت مهار 50% UPAE-KP و UBAAE-KP به ترتیب دارای مقادیر 0/28±0/035 و 0/2±0/067 میلی گرم در میلی لیتر است. همچنین در قدرت احیا کنندگی، میزان جذب برای UPAE-KP بیشتر از UBAAE-KP بود. عصاره های پوست کیوی استخراج شده با هر دو روش فراصوت، فعالیت آنتی اکسیدانی قابل قبولی را نشان دادند، با این تفاوت که UPAE-KP نسبت به UBAAE-KP فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری را داشت. بنابراین، عصاره پوست کیوی می تواند به عنوان منبع مفیدی برای تأمین آنتی اکسیدانهای طبیعی باشد.

واژه های کلیدی: فراصوت، پوست کیوی، ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی اکسیدانی.

مقدمه

افزایش یافته است. ویژگی های سلامتی بخش آنتی اکسیدانها و نقش آنها در پیشگیری از بیماریها دلایل عمده این افزایش بوده است. در واقع آنتی اکسیدانها از فرایند اکسیداسیون که از عوامل بروز بیماریهایی همچون سرطان است پیشگیری کرده و از این جهت اثرات خود را بر سلامت انسان می گذارند (Shi et al., 2005). پوست میوه ها حاوی ترکیبات بسیار مفید هستند که در مقایسه با دیگر بخش های میوه دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتر می باشند (Lim Y et al., 2006). ترکیبات زیست فعال طبیعی در میوه ها مانند کاروتنوئیدها، مشتقات کوئرستین، اسیدهای فنولیک و ساپونین ها موجود است که در اصل غلظت این ترکیبات در پوست نسبت به گوشت بالاتر می باشد (Goulas et al., 2012, Fattouch et al., 2008, Wolfe et al., 2003). مطالعات اخیر میزان بالاتر ترکیبات

معمولا قسمت هایی از گیاه مانند (بذر، پوست، ساقه، برگ و ...) دور انداخته می شوند که در حال حاضر به یک مشکل جدی در صنایع غذایی و کشاورزی تبدیل شده است (Ghasemi et al., 2009). در دهه های اخیر علاقه محققین به بررسی حضور ترکیبات آنتی اکسیدانی در محصولات کشاورزی به ویژه میوه ها و سبزیجات به طور چشمگیری

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
3- استادیار، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

(* - نویسنده مسئول: Email: reza_kenari@yahoo.com)

DOI: 10.22067/ifstrj.v15i1.69405

فنولی و اسید اسکوربیک در پوست نسبت به پالپ را در بسیاری از میوه‌ها تایید کردند (Jeong et al., 2004). امروزه از روش‌های متفاوتی از جمله غرقابی، فراصوت، سیال فوق بحرانی، آب فوق بحرانی و میکروویو برای استخراج ترکیبات فنولی استفاده می‌شود. استخراج ترکیبات با هریک از این روش‌ها مستلزم کنترل پارامترهایی از جمله نوع حلال، دما، زمان، نسبت نمونه به حلال است (Oroian et al., 2015, Burin et al., 2014). در روش عصاره‌گیری با استفاده از امواج فراصوت، نفوذ حلال به بافت گیاهی به خوبی صورت می‌گیرد و در مقایسه با سایر روش‌ها، این روش از کارایی و سرعت بالاتری برخوردار است. بنابراین تخریب سلولی کارآمد و انتقال جرم مؤثر، دو فاکتور اصلی هستند که باعث افزایش استخراج با فراصوت می‌شوند (Chen et al., 2015). در این روش امواج با فرکانس بالاتر از 20 کیلوهرتز به داخل ماده نفوذ کرده، موجب خروج سریع مواد از داخل سلول‌ها به خارج از آن می‌شوند. به علاوه این امواج می‌توانند موجب تخریب دیواره سلول‌های زیستی و تسهیل خروج مواد گردند. سازوکار اصلی استخراج با امواج فراصوت به پدیده حفره‌زایی¹ مربوط می‌شود که طی آن حباب‌های بسیار ریزی در توده مایع تشکیل شده و به سرعت تا یک اندازه بحرانی رشد می‌کنند و سپس منفجر می‌گردند. انفجار این حباب‌ها اغلب با آزاد شدن مقدار زیادی انرژی همراه است که به شکل تنش برشی به محیط اطراف اعمال می‌شود. امواج صوتی می‌توانند دمای فرآیند را کاهش و اجازه استخراج ترکیبات ناپایدار حرارت را بدهند (Shotipruk et al., 2001). سیستم‌های پروب و حمام دو روش رایج استفاده از امواج فراصوت هستند. در پروب فراصوت نمونه به‌طور مداوم در تماس با پروب قرار می‌گیرد و قابلیت تکرارپذیری کمی دارد. علاوه بر این، خطر آلودگی نمونه و تولید کف بیشتر است اما حمام فراصوت می‌تواند بر طیف وسیعی از نمونه‌ها به‌طور همزمان عمل کند و قابلیت تکرارپذیری بالایی دارد (Luque-Garcia et al., 2003).

کیوی با نام علمی *Actinidia deliciosa* میوه‌ای نیمه گرمسیری متعلق به خانواده *Actinidiaceae* است. این میوه سرشار از ویتامین C، E، مواد فنولی، فلاونوئیدی، رنگرزه‌های مختلف و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد (Duh, 1999, Tavarini et al., 2008). ترکیبات زیست‌فعال موجود در پوست کیوی که باعث می‌شود تا از آن به‌عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدان طبیعی استفاده شود شامل: کاتچین²،

اپی‌کاتچین³، کلروژنیک اسید⁴، کافئیک اسید⁵، کوماریک اسید⁶، روتین⁷ و کوئرستین⁸ می‌باشد (Kim et al., 2009). Iwasawa و همکاران (2011) بیان داشتند که میوه کیوی دارای اثر آنتی‌اکسیدانی قوی‌تری نسبت به پرتقال و گریپ فروت بوده است و این میوه بخاطر اثر آنتی‌اکسیدانی قوی، توسعه بیماری‌هایی را که به‌وسیله فشار اکسایشی ایجاد می‌شود را محدود کرده است. پژوهش‌های فراوانی در ارتباط با استخراج عصاره گیاهان مختلف از جمله میوه داغداغان (نصیری‌فر و همکاران، 1392)، چای سبز (آریان‌فر و همکاران، 1394)، زعفران (احمدی کوچک سرابی و همکاران، 1394 و روحانی و همکاران، 1394)، پوست سیب‌زمینی (محققی ثمرین، 1390)، رازیانه (قربانی و همکاران، 1396) و دانه‌های خار شیر (Silybum marianum) (Saleh et al., 2015) با امواج فراصوت انجام شده است. اکثر پژوهش‌های انجام شده در ارتباط با استخراج عصاره‌های گیاهی با امواج فراصوت تحت شرایط متفاوت استخراج از جمله: زمان، حلال، دما و شدت صوت مختلف و در مقایسه با سایر روش‌های سنتی استخراج صورت گرفت و بررسی‌های مختلف نشان داد که تا کنون مطالعه‌ای در ارتباط با تأثیر دو روش حمام و پروب فراصوت تحت شرایط یکسان (دما، حلال، زمان و فرکانس) بر استخراج عصاره و مقایسه این دو روش انجام نشده است. هدف از این پژوهش، مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست کیوی (KPE)⁹ استخراج شده به دو روش حمام و پروب فراصوت تحت شرایط یکسان استخراج از نظر دما، حلال، زمان و فرکانس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

کیوی رقم هایوارد از باغات شهرستان تنکابن خریداری شد. کیوی‌ها پس از خریداری شسته و پوست‌گیری شدند. سپس پوست کیوی‌ها به مدت یک هفته تا رسیدن به وزن ثابت در سایه (دمای 25-27 درجه سانتی‌گراد) خشک شدند (Middha et al., 2013). پوست‌های خشک شده به‌وسیله آسیاب برقی (پارس خزر، ایران) پودر و از الک با مش 40 عبور داده شدند و سپس در بسته‌های نایلونی به‌منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمایش

3 Epicatechin
4 Chlorogenic acid
5 Caffeic acid
6 Coumaric acid
7 Rutin
8 Quercetin
9 Kiwifruit Peel Extract

1 Cavitation
2 Catechin

معادل کوثرستین در گرم نمونه خشک بیان گردید (Nabavi et al., 2012).

آزمون مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH)¹

این آزمون مطابق روش توضیح داده شده توسط اسماعیل‌زاده کناری و همکاران (2014) انجام شد. درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردید:

$$\% I = (A \text{ blank} - A \text{ sample} / A \text{ blank}) \times 100 \quad (1)$$

A blank جذب نوری بلانک را که فاقد عصاره می‌باشد و A sample میزان جذب نوری غلظت‌های مختلف عصاره را در طول موج 517 نانومتر بیان می‌کند.

اندازه‌گیری قدرت احیاکنندگی (FRAP)

این آزمون مطابق روش اسماعیل‌زاده کناری و همکاران (2014) مورد ارزیابی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

کلیه آزمایش‌ها در طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد و نتیجه به‌صورت میانگین با انحراف معیار گزارش شد. آنالیز آماری تیمارها توسط جدول آنالیز واریانس با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 16 صورت گرفت. تفاوت معنی‌داری میانگین‌ها برای آزمون‌های راندمان استخراج، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی کل بر اساس T-Test (مقایسه دوتایی) و سایر آزمون‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح 0/05 تعیین شد. نمودارها با نرم‌افزار Microsoft Excel ترسیم شدند. در این تحقیق برای رسم بهتر اشکال و نیز اختصار در بیان نتایج، عصاره پوست کیوی استخراج شده به روش پروب و حمام فراصوت به‌ترتیب با علایم اختصاری UPAE-KP² و UBAE-KP³ نشان داده شده است.

نتایج و بحث

مقدار کل ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و راندمان استخراج

عصاره‌ها

نتایج آنالیز آماری نشان داد که نوع روش مورد استفاده جهت استخراج تأثیر معنی‌داری ($P < 0/05$) بر مقدار ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و همچنین راندمان استخراج عصاره‌ها دارد. جدول 1

در فریزر در دمای 18- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Dahmoune et al., 2015, Chirinos et al., 2011). کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت‌های مرک و سیگما با بالاترین درجه خلوص تهیه شدند.

استخراج با حمام فراصوت

10 گرم نمونه (پودر پوست کیوی) با 100 میلی‌لیتر از اتانول: آب (80:20) در دمای (45 درجه سانتی‌گراد) و زمان (20 دقیقه) در حمام فراصوت (Elma Sonic S30H, آلمان) در فرکانس 20 KHz عصاره‌گیری انجام شد. سپس محلول‌ها با کاغذ واتمن شماره 1 صاف و حلال‌ها با آون تحت خلأ (VS-1202-V5, Vision scientific, کره جنوبی) در دمای کمتر از 40 درجه سانتی‌گراد تبخیر شدند. عصاره حاصله تا زمان آزمایش در دمای 18- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Esmaeilzadeh Kenari et al., 2014).

استخراج با پروب فراصوت

10 گرم نمونه با 100 میلی‌لیتر از اتانول: آب (80:20) در دمای (45 درجه سانتی‌گراد) و زمان (20 دقیقه) در فرکانس 20 KHz با قطر پروب 1 سانتی‌متر و دامنه نوسان 45 درصد در پروب فراصوت (VCX 250, Sonics & Materials, Inc, آمریکا) عصاره‌گیری انجام شد. سپس محلول‌ها با کاغذ واتمن شماره 1 صاف و حلال‌ها با آون تحت خلأ در دمای کمتر از 40 درجه سانتی‌گراد تبخیر شدند. عصاره حاصله تا زمان آزمایش در دمای 18- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Ince et al., 2012).

محاسبه راندمان استخراج

بعد از تبخیر حلال در آون تحت خلأ با محاسبه وزن اولیه پلیت و وزن نهایی آن که حاوی ماده خشک بر جای مانده است، مقدار کل ماده خشک استخراج شده محاسبه شد و به‌صورت درصد (میلی‌گرم بر گرم نمونه خشک) بیان گردید (Pratt et al., 1964).

اندازه‌گیری ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی کل

میزان ترکیبات فنولی کل در عصاره‌ها بر اساس روش فولین سیوکالچو اندازه‌گیری شد و مقدار کل ترکیبات فنولی بر مبنای میلی‌گرم اسید گالیک موجود در گرم نمونه خشک، گزارش گردید (Vajic et al., 2015). مقدار ترکیبات فلاونوئیدی کل با استفاده از روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلرید اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌گرم

1 2 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl

2 Ultrasound Probe Assisted Extract of Kiwifruit Peel

3 Ultrasound Bath Assisted Extract of Kiwifruit Peel

مقایسه میانگین مقدار ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و راندمان استخراج عصاره‌های حاصل از دو روش استخراج فراصوت (پروب و حمام) را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار ترکیبات فنولی در UPAE-KP حاصل گردید و با UBAE-KP از نظر وجود این ترکیبات اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) داشت.

جدول 1- مقایسه میانگین مقادیر کل فنولی، فلاونوئیدی و بازده استخراج در UPAE-KP و UBAE-KP

نمونه	مقدار کل ترکیبات فنولی (mg GAE g ⁻¹ DW)	مقدار کل ترکیبات فلاونوئیدی (mg QUE g ⁻¹ DW)	راندمان استخراج (درصد وزنی/وزنی)
UPAE-KP	320 ± 0/32 ^a	4/593 ± 0/5 ^a	25/92 ± 0/17 ^a
UBAE-KP	271 ± 0/17 ^b	4/437 ± 0/29 ^a	17/22 ± 0/41 ^b

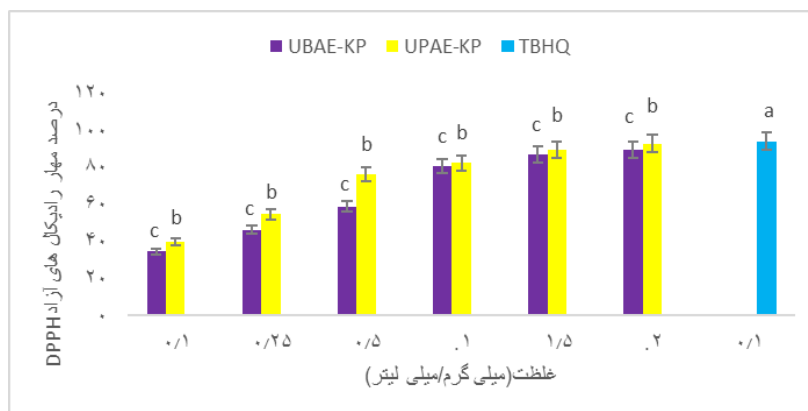
حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5٪ می‌باشد.

می‌گردد. این روند منجر به تشدید انتقال جرم و بهبود نفوذ حلال به بافت گیاه می‌شود. با این وجود شرایط استخراج (به‌عنوان مثال زمان، دما، حلال و نوع گیاه) تا حد زیادی در بهره‌وری استخراج از ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها در بافت گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Da Porto et al., 2015). می‌توان علت اختلاف مشاهده شده در مقدار ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و همچنین راندمان استخراج KPE استخراج شده با دو روش (پروب و حمام) فراصوت در تحقیق حاضر را به این نسبت داد که، پروب فراصوت در استخراج ترکیبات فنولی به‌طور متوسط 100 برابر قدرتمندتر از حمام فراصوت عمل می‌کند. به دلیل قدرت بالاتر پروب نسبت به حمام، آسیب بیشتری به میتوکندری سلول‌های گیاه وارد می‌کند و باعث تراوش بیشتر مواد به خارج از سلول می‌شود (Bendicho et al., 2000). بازده پایین‌تر حمام نسبت به پروب فراصوت را می‌توان به انتقال غیرمستقیم انرژی فراصوت به محیط استخراج نسبت داد.

میزان توانایی مهار رادیکال‌های آزاد DPPH در عصاره‌های پوست کیوی

سنجش فعالیت مهار DPPH به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی توانایی ترکیبات در مهار رادیکال‌های آزاد و یا اهداء هیدروژن به آنها، و برای تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در غذاها استفاده می‌شود (Bidchol et al., 2011). نتایج آنالیز آماری اثر غلظت‌های KPE را بر میزان درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH معنی‌دار نشان داد ($P < 0/05$). (شکل 1).

Hijin و همکاران (2013) در پژوهش خود راندمان استخراج عصاره اتانولی KPE را در روش استخراج سنتی با حلال، 7/9 درصد گزارش کردند. اسماعیل‌زاده کناری و همکاران (1396) در روش استخراج ماسراسیون با حلال متانول، Soquetta و همکاران (2016)، El Zawawy (2015) در روش استخراج ماسراسیون با حلال اتانول و Afsharnezhad و همکاران (2017) در روش استخراج سنتی با حلال (متانول 85٪) به‌ترتیب مقدار ترکیبات فنولی پوست کیوی را 236/37، 1273/41، 78/60 و 5/89 میلی‌گرم اسید گالیک در گرم نمونه خشک بیان کردند که با نتایج این تحقیق متفاوت بودند، این تفاوت می‌تواند مربوط به دوره بلوغ، نوع رقم، شرایط آب و هوایی، نوع حلال مورد استفاده و روش استخراج باشد. همچنین El Zawawy (2015) و Afsharnezhad و همکاران (2017) مقدار فلاونوئید کل برای KPE را به‌ترتیب 0/06 و 4/13 میلی‌گرم کوئرستین در گرم خشک نمونه گزارش کردند. با توجه به نتایج، راندمان استخراج UPAE-KP نیز نسبت به UBAE-KP بیشتر بود. نوع روش به‌کار رفته برای استخراج و عصاره‌گیری، به بافت گیاهی مورد استفاده، نوع ماده جداسازی و مقاومت ماده جداسازی در دمای به‌کار رفته بستگی دارد و انتخاب یک روش مناسب می‌تواند از تخریب آنتی‌اکسیدان‌ها جلوگیری کند (Suhaj et al., 2006). استخراج جامد- مایع با استفاده از فراصوت در شکل‌گیری به حباب‌های حفره‌زایی کمک کرده است، با فروپاشی این حباب‌ها در نزدیکی دیواره‌های سلول باعث افزایش نفوذپذیری حلال به داخل سلول‌های گیاهی و افزایش انتقال جرم و به دنبال آن افزایش بازدهی استخراج



شکل 1- درصد مهار رادیکال های آزاد DPPH در UPAE-KP و UBAE-KP و مقایسه آن با آنتی اکسیدان مصنوعی TBHQ

Melo و همکاران (2008) بیان کردند ظرفیت آنتی اکسیدانی می تواند قوی، متوسط و ضعیف در نظر گرفته شود وقتی که درصد مهارکنندگی رادیکال های آزاد DPPH به ترتیب به مقدار بالاتر از 70%، 50-70% و کمتر از 50% باشد. بنابراین با توجه به درصد مهارکنندگی KPE در تحقیق حاضر (32 تا 96 درصد) می توان گفت که این عصاره دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی قوی می باشد. مقدار IC50 پایین تر نشان دهنده فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتر است. به این ترتیب مقادیر بالاتر از 25 میلی گرم در میلی لیتر، دارای پتانسیل آنتی اکسیدانی کم هستند. Fiorentino و همکاران (2009) بیان کردند فعالیت آنتی اکسیدانی KPE نسبت به عصاره پالپ آن بیشتر می باشد و در پژوهش خود مقدار IC50 را برای عصاره پوست و پالپ کیوی به ترتیب 0/1 و 0/5 میلی گرم در میلی لیتر عنوان کردند. Bernardes و همکاران (2011)، Park و همکاران (2015) در روش استخراج ماسراسیون با حلال اتانول و El Zawawy (2015) در پژوهش های خود درصد مهار رادیکال های آزاد DPPH برای KPE را به ترتیب 95/69، 92/90 و 53/50 درصد بیان کردند. در تحقیق Soquetta و همکاران (2016) درصد مهارکنندگی رادیکال های آزاد DPPH KPE رقم موتنی بین 10/60 و 72/04 درصد متغیر بود. همچنین مقدار IC50 را، 6/69 میلی گرم در میلی لیتر بیان کردند و نشان دادند که KPE از پتانسیل آنتی اکسیدانی بالایی برخوردار است. این تفاوت ها را می توان به تخریب ترکیبات زیست فعال در طول استخراج عصاره با روش های مختلف بیان کرد (Ayala-Zavala et al., 2004). همچنین این تفاوت را می توان به اختلاف در نوع رقم کیوی، شرایط آزمون و نوع حلال مورد استفاده نسبت داد. ارتباط مؤثر و معنی داری بین مقدار ترکیبات فنولی و فعالیت مهار رادیکال

در هر دو روش استخراج با افزایش غلظت، مهار رادیکال های آزاد DPPH هم افزایش یافته است. همچنین UPAE-KP فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتر و در نتیجه درصد مهار رادیکال آزاد بیشتری از DPPH را نسبت به UBAE-KP نشان داد و غلظت 2 میلی گرم در میلی لیتر UPAE-KP بالاترین درصد مهارکنندگی (94/11 درصد) را در بین همه غلظت های عصاره ها در دو روش استخراج داشت. TBHQ با غلظت 0/1 میلی گرم در میلی لیتر (با درصد مهارکنندگی 88/04±0/5) فعالیت مهارکنندگی رادیکالی بهتری نسبت به عصاره های پوست کیوی در غلظت های پایین داشت (شکل 1). UPAE-KP در غلظت های 1/5 و 2 میلی گرم در میلی لیتر و UBAE-KP در غلظت 2 میلی گرم در میلی لیتر عملکرد بهتری در مهار رادیکال های آزاد نسبت به آنتی اکسیدان مصنوعی TBHQ نشان دادند. جدول 2 مقادیر IC50 عصاره ها را نشان می دهد. IC50 بیانگر غلظتی از عصاره است که برای مهار 50 درصد از رادیکال های DPPH مورد نیاز است. در بین عصاره ها، UPAE-KP IC50 0/2±0/670 میلی گرم در میلی لیتر بود که دارای تفاوت معنی دار با UBAE-KP بود (P>0/05). لازم به ذکر است که شاخص IC50 نسبت معکوسی با فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس ها یا عصاره ها دارد (Molyneux, 2004).

جدول 2- IC50 به دام اندازی رادیکال های آزاد DPPH (mg/ml)

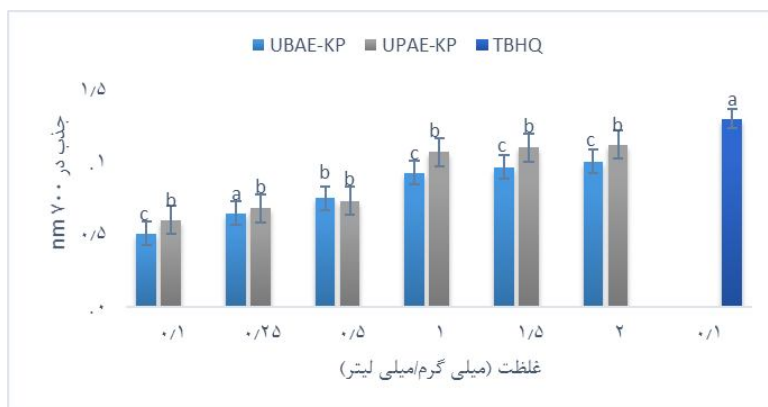
نمونه	UBAE-KP	UPAE-KP
IC ₅₀ (میلی گرم در میلی لیتر)	0/3±0/035 ^b	0/2±0/067 ^a

حروف غیرمشابه در هر سطر بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5% می باشد.

آزمون قدرت احیاکنندگی

نتایج آنالیز آماری نشان داد که تأثیر غلظت بر قدرت احیاکنندگی عصاره‌ها و در نتیجه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها معنی‌دار است ($P>0/05$). افزایش در جذب مخلوط واکنش بیانگر قدرت بالای احیاکنندگی نمونه‌ها است. در این روش با افزایش غلظت عصاره‌ها قدرت احیاکنندگی عصاره‌ها و در نتیجه فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها افزایش یافت (شکل 2).

آزاد DPPH وجود دارد. در نتیجه عصاره با مقدار ترکیبات فنولی بالاتر توانایی آنتی‌اکسیدانی بالاتری خواهد داشت. توانایی مهارکنندگی فنول‌ها به دلیل گروه‌های هیدروکسیل ($\text{OH}-$) و گروه‌های قابل تعویض متوکسی (OCH_3-) در مولکول‌ها می‌باشد (Cai *et al.*, 2006). نتایج تحقیق حاضر با نتایج Young Kil و همکاران (2009)؛ Shukla و همکاران (2009)؛ Sun و همکاران (2011) همسو است. این محققان گزارش کردند که فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH عصاره‌های گیاهی به غلظت بستگی دارد و با افزایش غلظت اثر مهارکنندگی شدت می‌یابد.



شکل 2- میزان جذب یا قدرت احیاکنندگی عصاره‌های UPAE-KP و UBAE-KP و مقایسه آن با آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ

در روش قدرت احیاکنندگی، IC_{50} برابر با غلظتی است که در آن، عصاره جذب 0/5 را نشان دهد. UPAE-KP با IC_{50} کمتر ($0/09 \pm 0/07$) نسبت به UBAE-KP قدرت احیاکنندگی بیشتری را نشان داد. در این تحقیق با افزایش غلظت عصاره‌ها قدرت احیاکنندگی عصاره‌ها و در نتیجه فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها افزایش یافت (شکل 2). UPAE-KP دارای قدرت احیاکنندگی بیشتری نسبت به UBAE-KP بود. Soquetta و همکاران (2016) قدرت احیاکنندگی KPE در ارقام مختلف را بین 47/88 تا 413/84 میکرومول آهن در 100 گرم نمونه خشک بیان کردند. قدرت احیاکنندگی KPE در تحقیق Park و همکاران (2015) به‌طور متوسط 2033 میکرومول آهن در 100 گرم نمونه خشک به‌دست آمد. Afsharnezhad و همکاران (2017) قدرت احیاکنندگی KPE را 0/023 میلی‌مول سولفات آهن در گرم نمونه خشک بیان کردند. با افزایش غلظت عصاره‌ها به دلیل افزایش میزان ترکیبات فنولی موجود در عصاره، قدرت احیاکنندگی آن بیشتر می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌هایی با قدرت احیاکنندگی بالاتر، از توانایی بیشتری در پایان دادن به

در تمام غلظت‌ها به‌جز در غلظت 0/5 میلی‌گرم در میلی‌لیتر که عصاره‌ها بدون تفاوت معنی‌دار بودند ($P>0/05$), UPAE-KP دارای قدرت احیاکنندگی بیشتری نسبت به UBAE-KP بود. TBHQ با غلظت 0/1 میلی‌گرم در میلی‌لیتر (با میزان جذب 1/304) قدرت احیاکنندگی بیشتری نسبت به عصاره‌های پوست کیوی در تمام غلظت‌ها به‌جز غلظت 2 میلی‌گرم در میلی‌لیتر UPAE-KP داشت (شکل 2). UPAE-KP در غلظت 2 میلی‌گرم در میلی‌لیتر جذب بالاتر از آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ داشت. جدول 3 مقادیر IC_{50} عصاره‌ها را نشان می‌دهد.

جدول 3- IC_{50} آزمون قدرت احیاکنندگی (mg/ml)

نمونه	UBAE-KP	UPAE-KP
IC_{50} (میلی گرم در میلی لیتر)	$0/15 \pm 0/04$ ^b	$0/09 \pm 0/07$ ^a

حروف غیرمشابه در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5% می‌باشد

نتیجه گیری

با توجه به نتایج و با مقایسه دو روش و عصاره استخراج شده از آنها، روش پروب نسبت به حمام فراصوت عملکرد بهتری داشت، UPAE-KP نسبت به UBAAE-KP دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری بود. در این مطالعه استخراج KPE با هر دو روش فراصوت از نظر راندمان و فعالیت آنتی اکسیدانی عملکرد قابل قبولی داشت با این تفاوت که پروب نسبت به حمام فراصوت برتری داشت. همچنین KPE از نظر فعالیت آنتی اکسیدانی قابل رقابت با آنتی اکسیدان مصنوعی TBHQ بود. بنابراین با توجه به نتایج می توان از KPE به عنوان منبع مفیدی برای تأمین آنتی اکسیدان های طبیعی استفاده و پروب را در مقایسه با حمام فراصوت، روش بهتری در استخراج ترکیبان فنولی KPE عنوان کرد.

واکنش های مخرب زنجیره ای برخوردارند (Wanasundara and Shahidi, 2005). در بین ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها ترکیبات آنتی اکسیدانی قوی تری محسوب می شوند. افزایش تعداد گروه های هیدروکسیل با قدرت آنتی اکسیدانی ترکیبات فلاونوئیدی رابطه مستقیم دارد (Koda et al., 2008). نتایج اندازه گیری قدرت مهارکنندگی رادیکال های آزاد با نتایج اندازه گیری قدرت احیاکنندگی آهن نسبت مستقیم داشت و عصاره های با قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد بالاتر، دارای قدرت احیاکنندگی بیشتری بودند. که با نتایج Solomon و همکاران (2006) مطابقت داشت. Alothman و همکاران (2006) نیز وجود ارتباط مستقیم بین میزان ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی اکسیدانی را تأیید کردند.

منابع

- احمدیان کوچکسرای، م و نیازمند، م. 1395. استخراج ترکیبات موثره گلبرگ زعفران به کمک امواج فراصوت و بهینه سازی شرایط استخراج آن. فصلنامه فناوری های نوین غذایی. 13: 121-135.
- آریان فر، ا، شهیدی، ف، کدخدایی، ر. و وریدی، م. 1394. بررسی عوامل موثر بر استخراج پلی فنول ها و فعالیت آنتی اکسیدانی چای سبز. نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران. 4: 285-295.
- اسماعیل زاده کناری، ر، مهدی پور س ز. و رضوی ر. 1396. بررسی تغییرات اسیدهای چرب و خصوصیات آنتی اکسیدانی عصاره پوست کیوی (*Actinidia deliciosa*) در پایداری سازی روغن آفتابگردان طی شرایط حرارتی. علوم صنایع غذایی. 14: 135-125.
- روحانی، ر، عین افشار، س. و احمدزاده، ر. 1394. استخراج ترکیبات آنتوسیانینی و آنتی اکسیدانی پرچم گل زعفران به کمک فناوری امواج فراصوت. نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران. 2: 161-170.
- قربانی، م، ابونجمی، م، قربانی جاوید، م. و عرب حسینی، ا. 1396. تأثیر شرایط عصاره خواص گیری با امواج فراصوت بر عملکرد و آنتی اکسیدانی عصاره گیاه رازیانه (*Foeniculum vulg*). علوم و صنایع غذایی. 14: 63-73.
- محققی ثمرین، ا، پورآذرنک، ه، الهامی راد، ا. و دزاشیبی، ز. 1387. استخراج ترکیبات فنولیک پوست سیب زمینی راموس با دو روش فراصوت و پرکولاسیون و ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره آن در روغن سویا. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. 8: 81-91.
- نصیری فر، ز، صادقی ماهونک، ع. و کمالی، ف. 1392. تاثیر شرایط عصاره گیری به کمک فراصوت بر میزان استخراج ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی از میوه داغداغان (*Celtis australis*). نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی. 2: 115-130.
- Afsharnezhad, M., Shahangian, S.S., Panahi, E. and Sariri, R. 2017. Evaluation of the antioxidant activity of extracts from some fruit peels. *Caspian Journal Environ science*. 3: 213-222.
- Alothman M., Bhat R. and Karim A.A. 2009. Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Selected Tropical Fruits from Malaysia, Extracted with Different Solvents. *Food Chemistry*. 115: 785-788.
- Ayala-Zavala J.F., Wang S.Y., Wang C.Y., and González-Aguilar G.A. 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *LWT-Food Science and Technology*. 37: 687-695.
- Bendicho, C. and Lavilla, I. 2000. Ultrasound Extractions Universidad de Vigo. *Journal of Facultad de Ciencias* (QuO and mica). 1448-1454.
- Bernardes N.R., Talma S.V., Sampaio S.H., Nunes C.R., de Almeida J.A.R. and de Oliveira D.B. 2011. Atividade antioxidante e fenois totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ. *Biológicas and Saúde*, 1: 53-59.
- Bidchol, A.M., Wilfred, A., Abhijna, P. and Harish, R. 2011. Free radical scavenging activity of aqueous and ethanolic extract of Brassica oleracea L. var. italica. *Food and Bioprocess Technology*. 4: 1137-1143.

- Burin, V.B., Ferreira, N.E., Panceri, C.P. and Bordignon-Luiz, M.T. 2014. Bioactive compounds and antioxidant activity of vitis vinifera and vitis labrusca grapes: Evaluation of different extraction methods. *Microchemical Journal*. 114:155-163.
- Cai Y.Z., Sun M., Xing J., Luo Q. and Corke H. 2006. Structure-radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. *Life Science*. 78: 2872-88.
- Chen, M. and Zhao, Yu. sh. 2015. Optimisation of ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants, and anthocyanins from sugar beet molasses. *Food Chemistry*. 172:543-550.
- Chirinos, R., Huaman, M., Betalleluz-Pallardel, I., Pedreschi, R. and Campos, D. 2011. Characterisation of phenolic compounds of Inca muna (*Clinopodium bolivianum*) leaves and the feasibility of their application to improve the oxidative stability of soybean oil during frying. *Food Chemistry*. 128:711-716.
- Dahmoune, F., Nayak, B., Moussi, K., Remini, H. and Madani, K. 2015. Optimization of microwaveassisted extraction of polyphenols from Myrtus communis L. leaves. *Food Chemistry*. 166: 585-595.
- Da Porto, C., Porretto, E. and Decorti, D. 2013. Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds. *Journal of Ultrasonics sonochemistry*. 20: 1076-1080.
- Duh, P.D. 1999. Antioxidant activity of water extract of four Harng Jyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) varieties in soybean oil emulsion. *Food Chemistry*. 66:471-476.
- El Zawawy, N.A. 2015. Antioxidant, Antitumor, Antimicrobial Studies and Quantitative Phytochemical Estimation of Ethanolic Extracts of Selected Fruit Peels. *International Journal Current Microbiogyl Aplication Science*. 4: 298-309.
- Esmailzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh, F. and Raftani Amiri, Z. 2014. Antioxidant activity and total phenolic compound of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound assisted extraction methods. *Food Science and Nutrition*. 2: 426-435.
- Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C., Angioni, A., Dessi, S., Marzouki, N. and Cabras, P. 2008. Comparative analysis of polyphenolic profiles and antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian pome fruit pulp and peel aqueous acetone extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 1084-1090.
- Fiorentino A., Mastellone C., D'Abrosca B., Pacifico S., Scognamiglio M., Cefarelli G. and Monaco, P. 2009. D-Tocomononol: A new vitamin E from kiwi (*Actinidiachinensis*) fruits. *Food Chemistry*. 115: 187-192.
- Ghasemi, K., Ghasemi, Y. and Ebrahimzadeh, M.A. 2009. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 22: 277-281.
- Goulas, V. and Manganaris, G., 2012. Exploring the phytochemical content and the antioxidant potential of Citrus fruits grown in Cyprus. *Food Chemistry*. 131: 39.
- Ince, A. E., Sahin, S. and Sumnu, S. G. 2012. Extraction of phenolic compounds extraction of phenolic compounds from wheat bran. *Food Chemistry*. 106: 804-810.
- Iwasawa, H., Morita, E.Yuis, s. and Yamazaki, M . 2011. Anti-oxidant effects of kiwi fruit in vitro and in vivo, Bio pharm bull. *Biological and Pharmaceutical Bulletin - Journal*. 34: 128-34.
- Jeong, S.M., Kim, S.Y., Kim, D.R., Jo,S.C., Nam, K.C., Ahn, D.U. and Lee, S.C. 2004. Effect of Heat Treatment on the Antioxidant Activity of Extracts from Citrus Peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 3389-339.
- Kim, J.G., Beppu, K. and Kataoka, I. 2009. Varietal differences in phenolic content and astringency in skin and flesh of hardy kiwifruit resources in Japan. *Scientia Horticulturae*. 120: 551-554.
- Lim Y.Y. and Quah, E.P.L. 2006. Antioxidant properties of different cultivars of Portulaca oleracea. *Food Chemistry*. 103: 734-740.
- Luque-Garcia, J. L., and Luque de Castro, M. D. 2003. Where is microwave based analytical treatment for solid sample pretreatment going, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 22: 90-99.
- Melo A.E., Maciel M.I.S., de Lima V.L.A.G. and do Nascimento R.J. 2008. Capacidade antioxidante de frutas. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 44: 193-201.
- Middha, S.K., Usha, K. and Pande, V. 2013. A Review on Antihyperglycemic and Antihepatoprotective Activity of Eco-Friendly Punica granatum Peel Waste. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 1-10.
- Molyneux P.H. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Food Science and Technology*. 26: 211 - 29.
- Nabavi, S.M., Nabavi, S.F. and Ebrahimzadeh, M.A. 2012. Free radical scavenging and antioxidant activities of Dorema aitchisonii. *Journal of Food and Drug Analysis*. 20: 34-40.
- Oroian, M. and Escriche, I. 2015. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International*. 74:10-36.

- Park, Y. S., Leontowicz M., Leontowicz H., Ham K.S., Kang S.G., Park Y.K. and Gorinstein S. 2015. Fluorescence and ultraviolet spectroscopic evaluation of phenolic compounds, antioxidant and binding activities in some kiwi fruit cultivars. *Spectroscopy Letters*. 48: 586–592.
- Pratt, D. E. and Watts, B. M. 1964. The antioxidant activity of vegetables extracts I. flavone aglycones. *Journal of Food Science*. 29: 27-33.
- Saleh, I., Vinatoru, M., Mason, T.J., Abdel-Azim, N.S., Aboutabl, E.A., and Hammouda, F.M. 2015. Ultrasonic-Assisted Extraction and Conventional Extraction of Silymarin from Silybum marianum seeds; A Comparison. *Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 6: 709-717.
- Shi, J., Nawaz, H., Pohorly, J. and Mittal, G. 2005. Extraction of Polyphenolics from Plant Material for Functional Foods—Engineering and Technology. *Food Reviews International*. 21: 1–12.
- Shotipruk, A., Kaufman, B. and Wang, Y. 2001. Feasibility study of repeated harvesting of menthol from biologically viable mentha x piperata using ultrasonic extraction. *Biotechnol Progress*. 17: 924-928.
- Shukla Sh., Mehta A., Bajpai V.K. and Shukla S. 2009. In vitro antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic leaf extract of Stevia rebaudiana Bert. *Food Chemical Toxicol*. 47: 2338-43.
- Solomon A., Golubowicz S., Yablowicz Z., Grossman S., Bergman M., Gottlieb H.E., Altman A., Kerem Z. and Flaishman M.A. 2006. Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 5: 7717-23.
- Soquetta, M.B., Stefanello, F.S., Huerta, K.M., Monteiro, S.S., Rosa, C.S. and Terra, N.N. 2016. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). *Food Chemistry*. 199: 471–478.
- Suhaj, M. 2006. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: A review. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 531-7.
- Sun L., Zhang J., Lu X., Zhang L. and Zhang Y. 2011. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. *Food Chemical Toxicol*. 49: 2689-96.
- Tavarini, S., Degl 'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., and Guidil, R. 2008. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward Kiwi fruit. *food chemistry*. 107:282-288.
- Vajic, U.J., Grujic-Milanovic, J., Zivkovic, J., Savikin, K., Godevac, D., Miloradovic, Z., Bugarski, B. and Mihailovic-Stanojevic, N. 2015. Optimization of extraction of stinging nettle leaf phenolic compounds using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*. 74: 912-917.
- Wanasundara P.K. and Shahidi F. 2005. Antioxidants: science, technology, and applications. In Bailey, S industrial oil and fat products. *Journal of Food Science and Technology*. 6: 431–489.
- Wolfe, K., Wu, X., Liu, R.H. 2003. Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 609–614.
- Young Kil H., Seong E.S., Ghimire B.K., Chung I.M., Kwon S.S. and Goh E.J. 2009. Antioxidant and antimicrobial activities of crude sorghum extract. *Food Chemistry*. 115: 1234-9.



Comparison of Antioxidant Activity of Kiwifruit (*Actinidia Deliciosa* L.) Peel's extract extracted by Ultrasound Bath and Probes

M. Alikhani Faradonbeh¹, R. Esmailzadeh Kenari^{2*}, M. Ghaderi Ghahfarokhi³

Received: 2017.12.13

Accepted: 2018.11.01

Introduction: The peel of fruits, in particular, are an abundant source of natural compounds and contain the higher amount of phenolics compared to the edible portions. Ultrasound-assisted extraction (UAE) is an ideal extraction method capable of producing high quantities of bioactive compounds with a shorter extraction time. Probe and bath systems are the two most common ways of applying ultrasound waves to the sample. Probe sonicators are constantly in contact with the sample and make reproducibility and repeatability difficult. In addition, the risk of sample contamination and foam production is higher. Bath sonicators can act on a range of samples simultaneously and allow for higher reproducibility. Kiwifruit belongs to family Actinidiaceae and genus *Actinidia*. Kiwifruit is characterized by a high content of vitamin C and other useful compounds such as vitamin E, flavonoids, and minerals. Phenolic compounds present in Kiwifruit peel are catechin, epicatechin, chlorogenic acid, caffeic acid, coumaric acid, and rutin. Several studies have been done on the extraction of various plants with ultrasonic waves. Most of the research on the extraction of plant extracts by ultrasound-assisted under various conditions of parentage such as time, solvent, temperature, and intensity of the sound obtained matched with other traditional methods of extraction and different studies have shown that there was never study on the effects of ultrasound bath and probes under the same conditions (temperature, solvent, time and frequency) on obtained extract and comparison of both two methods has been done. The aim of this study was comparing the antioxidant activity of Kiwifruit peel extract (KPE) obtained by two extraction methods ultrasound bath and probe techniques in same conditions temperature, solvent, time and frequency.

Materials and Methods: Hayward Kiwifruit variety was purchased from gardens in Tonekabon City. The peels were dried in the shadow at 25-27°C, and then they were finely ground in a laboratory grinder. The dried peels were pulverized and sieved through a 40-mesh sieve to obtain the powdered samples. The dry plant material was then packed in the plastic bag and stored in a freezer at -18° C. 10 g of Kiwifruit peel powder was extracted with 100 mL of a mixture of ethanol–water 80% (v/v) at two methods Ultrasound Bath Extraction by using a 25 kHz ultrasonic system (model Elma Sonic S30H, Germany), temperature (45°C), time (20 min) and Ultrasound Probe Extraction by using a 25 kHz ultrasonic system (model VCX 250, Sonics & Materials, Inc., USA), temperature (45°C), time (20 min), amplitude of 45% with a probe of 1 cm in diameter was used. After obtaining extracts, an efficiency of extraction, total phenolic and flavonoid compounds, scavenging activity of 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical, and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay were measured and concentration of 0.1 mg/ml of synthetic antioxidant TBHQ was as the control sample. All data were reported as mean ± standard deviation of three replicates. The results were compared by analysis of variance (ANOVA) using SPSS for Windows [version 16]. Mean differences were significant for extraction efficiency, total phenolic and flavonoid compounds based on T-test (binary comparison) and other tests based on Duncan's test at 0.05. Charts were drawn with Microsoft Excel version 2016.

Discussion & Results: These results showed that the highest amount of phenolic compounds, flavonoids, extraction efficiency, and antioxidant activity were obtained in UPAE-KP. In both extraction methods, with

1 and 2. Master student and Associated Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

(* - Corresponding Author Email: reza_kenari@yahoo.com)

increasing KPE concentration, DPPH free radicals scavenging and ferric reducing antioxidant power also increased. The concentration of 2 mg/ml UPAE-KP extracted the highest percentage of inhibition (94.11%) in all of the concentrations of the extracts in two methods. UPAE-KP at concentrations of 1.5 and 2 mg/ml and UBAE-KP at a concentration of 2 mg/ml showed better performance in scavenging free radicals than TBHQ. Among the extracts, IC_{50} UPAE-KP was 0.2 ± 0.06 mg/ml which was significantly different from UBAE-KP ($P < 0.05$). TBHQ at a concentration of 0.1 mg/ml (with a percentage of inhibition of 88.04 ± 0.5) showed a better radical inhibitory activity than the low concentrations of Kiwifruit Peel extracts. UPAE-KP with a lower IC_{50} (0.09 ± 0.07) showed more reducing antioxidant power than UBAE-KP. TBHQ at a concentration of 0.1 mg/ml (with an absorption rate of 304/1) had greater reducing antioxidant power than the Kiwifruit Peel extracts at all concentrations except the concentration of 2 mg/ml UPAE-KP. In this study, the extraction of KPE with both ultrasound methods was acceptable in terms of efficiency and antioxidant activity, with the difference that the probe superior to the ultrasound bath. Therefore, according to the results, KPE was competitive with TBHQ activity. KPE can be used as a useful source to provide natural antioxidant, and the probe compared with the ultrasound bath is a better way of extracting the KPE phenolic compounds.

Keywords: Kiwifruit Peel, Ultrasound, Antioxidant activity, Phenolic compounds.

Contents

The effect of fat replacement by aloe Vera gel on physicochemical, technological and sensory properties of sausage containing 40 % red meat	10
SH. Kianiani, M. J. M. Varidi, M. Varidi	
Improvement of the Oxidative Stability of Canola Oil Using Carum copticum fruit extracts as a Natural Antioxidant	23
F. Tooryan, M. Azizkhani	
Effect of Aspergillus niger protease on beef tenderness	34
SH. Mahdikhani, N. Esmailkhani, A. Mohammadi	
Evaluation of lactic acid on textural characteristics and proteolytic pattern of biceps femoris muscle of camel	53
M Irajifar, M. J. Varidi, M. Varidi, Y. Zahedi	
Effects of locust bean gum and xanthan gum as a fat substitute on the physicochemical, rheological and sensory properties of oil cake	64
M. Zaeri, S. Asadollahi, M. Hashemiravan	
Effect of using apple and pimento on Physicochemical and Rheological of donut	76
S. Aryaee majd, M. Salehi far	
Effect of Edible Coating and Time and Temperature of Drying on Properties of Dried Fig	88
P. Gholipour Shahraiki, M. Fazel	
Optimization of Ultrasound-assisted Extraction of Pectin from Tomato Pomace Using Response Surface Methodology	104
M. Zahedi, Z. Hamidi-Esfahani, H. Ahmadi-Gavlighi	
Feasibility of producing milk chocolate containing flaxseed powder and evaluating its physicochemical and organoleptic properties	119
N. Ravatab, S. Asadollahi, M. R. Eshaghi	
The effect of substitution of egg white with licorice on some of physicochemical properties of mousse	130
H. Arefi, H. Karazhiyan	
Effect of oven and infrared roasting on some physicochemical and quality properties of soybeans	144
F. Ghoulami, S. Ansari	
The effect of packaging in various polymer coatings on some quality and quantity indices of Ahmad Ahaghi dried pistachio cultivar during storage period	156
M. Hashemi, A. Mirzaalian Dastjerdi, A. Shakerardekani, S. H. Mirdehghan	
Effect of Putrescine and Aloe Vera gel on biochemical indices of peach fruit var. red top during storage life	169
N. Derakhshan, A. A. Shokouhian, B. Fathi Achachlouei	
Possibility production of saffron gaseous beverage with proper physico chemical, microbial and sensory properties	876
F. S. Mirza Khalili, P. Rajaei, M. Hashemiravan	
Investigation of physicochemical, microbial and sensory properties of low-fat jug cheeses containing β-glucan powder and ethanolic extract of menthe longifolia	197
B. Hasas, L. Nateghi, A. R. Shahab Lavasani	
Some Physical and Mechanical Properties of Dargazi Pear	209
M. S. Razavi, A. Golmohammadi	
Effect of storage time on physicochemical properties of extruded snacks containing pomegranate powder	220
K. Kakaei, M. Noshad, B. Nasehi, M. Hojjati, SH. Beiraghi- Toosi	
Comparison of Antioxidant Activity of Kiwifruit (<i>Actinidia Deliciosa</i> L.) Peel's extract extracted by Ultrasound Bath and Probes	232
M. Alikhani Faradonbeh, R. Esmaeilzadeh Kenari, M. Ghaderi Ghahfarokhi	

Iranian Food Science and Technology Research Journal

Vol. 15

No. 1

2018

Published by: Ferdowsi University of Mashhad

Executive Manager: Shahnoushi, N.

Editor-in-Chief: Tabatabaei yazdi, F

Executive Director: Taghizadeh, M.

Editorial Board:

Ehsani, M.R.	Prof. in Dairy Technology
Farahnaki, A.	Assoc. Prof. in Food Engineering
Farhoosh, R.	Prof. in Food Chemistry
Fazli Bazzaz, S.	Prof. in Microbiology
Habibi najafi, M.	Prof. in Microbiology
Kadivar, M.	Assoc. Prof. in Food Chemistry
Kashaninejad, M.	Assoc. Prof. in Food Engineering
Khomeiri, M.	Assoc. Prof. in Microbiology
Khosroshahi, A.	Prof. in Dairy Technology
Mortazavi, Seyed A.	Prof. in Microbiology and Biotechnology
Pourazerang, H.	Prof. in Food Chemistry
Razavi, Seyed M. A.	Prof. in Food Engineering
Sahari, M. A	Prof. in Food Chemistry
Sedaghat, N.	Assoc. Prof. in Food Packaging
Shahidi, F.	Prof. in Microbiology
Varidi, M.J.	Assoc. Prof. in Food technology

Printed by: Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran.

Address: The Iranian Food Science & Technology Research Journal, Scientific Publication Office, Food Science and Technology Department, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

P.O.BOX: 91775- 1163

Phone: (98)511-8795618-20(321)

Fax: (98)511-8787430

E-Mail: ifstrj@um.ac.ir

Web Site: http://jm.um.ac.ir/index.php/food_tech/index

This journal is indexed in ISC, SID, and MAGIRAN.



Ferdowsi University
of Mashhad

Vol.15

No.1

2019

Iranian Food Science and Technology Research Journal



ISSN:1735-4161

Contents

The effect of fat replacement by aloe Vera gel on physicochemical, technological and sensory properties of sausage containing 40 % red meat	10
SH. Kianiani, M. J. M. Varidi, M. Varidi	
Improvement of the Oxidative Stability of Canola Oil Using Carum copticum fruit extracts as a Natural Antioxidant	23
F. Tooryan, M. Azizkhani	
Effect of Aspergillus niger protease on beef tenderness	34
SH. Mahdikhani, N. Esmailkhani, A. Mohammadi	
Evaluation of lactic acid on textural characteristics and proteolytic pattern of biceps femoris muscle of camel.....	53
M Irajifar, M. J. Varidi, M. Varidi, Y. Zahedi	
Effects of locust bean gum and xanthan gum as a fat substitute on the physicochemical, rheological and sensory properties of oil cake.....	64
M. Zaeri, S. Asadollahi, M. Hashemiravan	
Effect of using apple and pimento on Physicochemical and Reological of donut	76
S. Aryaee majd, M. Salehi far	
Effect of Edible Coating and Time and Temperature of Drying on Properties of Dried Fig.....	88
P. Gholipour Shahraki, M. Fazel	
Optimization of Ultrasound-assisted Extraction of Pectin from Tomato Pomace Using Response Surface Methodology	104
M. Zahedi, Z. Hamidi-Esfahani, H. Ahmadi-Gavligi	
Feasibility of producing milk chocolate containing flaxseed powder and evaluating its physicochemical and organoleptic properties	119
N. Ravatab, S. Asadollahi, M. R. Eshaghi	
The effect of substitution of egg white with licorice on some of physicochemical properties of mousse	130
H. Arefi, H. Karazhiyan	
Effect of oven and infrared roasting on some physicochemical and quality properties of soybeans	144
F. Ghoulami, S. Ansari	
The effect of packaging in various polymer coatings on some quality and quantity indices of Ahmad Ahaghi dried pistachio cultivar during storage period.....	156
M. Hashemi, A. Mirzaalian Dastjerdi, A. Shakerardekani, S. H. Mirdehghan	
Continue Content in cover	