نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ص. ۶۰-۵۰

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 9, No. 1, Spring 2013, p. 50-60

بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی نوشیدنی انگور قرمز غنی سازی شده با عصاره‌ی سبوس برنج

فاطمه رئیسی[۱]- محمد حجت الاسلامی[۲*]- سید هادی رضوی[۳]- مهدی بهمن[۴]- محمد علی شریعتی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۹

چکیده

در این پژوهش سه واریته از برنج طارم، عنبر بو و هاشمی انتخاب گردید، وضعیت فلزات سنگین آن‌ها بررسی شد و با استفاده از آب زیر نقطه بحرانی در دمای ۱۰۰ و ۱۲۰ درجه سانتی گراد از سبوس برنج عصاره گیری به عمل آمد و به منظور تهیه تیمارهای نوشیدنی مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد از عصاره در فرمولاسیون نوشیدنی انگور قرمز به کار رفت . نمونه‌های حاصله پس از بسته بندی و پاستوریزاسیون به مدت سه ماه در یخچال نگهداری شد. سپس ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه رئومتر بروکفیلید مدل LV-DV III در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج اندازه گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عصاره‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون آماری دانکن مورد بررسی قرار گرفت ($P<0/05$). نتایج نشان دادکه در روش عصاره گیری با استفاده از آب زیر نقطه بحرانی، با افزایش درجه حرارت میزان استخراج ترکیبات موجود در سبوس برنج افزایش می‌یابد. بررسی ویژگی های رئولوژیکی نمونه ها بیانگر این است که با افزایش مقدار عصاره‌ی سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی مقدار ضریب قوام تیمارهای نوشیدنی کاهش و اندیس جریان آن‌ها افزایش می‌یابد. در کلیه تیمارها میزان ضریب قوام هر نمونه در طی سه ماه یک روند افزایشی را طی کرد .

واژه های کلیدی: سبوس برنج، عصاره گیری، نوشیدنی انگور قرمز، ویژگی‌های رئولوژیکی

مقدمه

برنج یکی از محصولات کشاورزی تولیدی در کشور است و منبع نسبتاً مناسبی از ریبو فلاوین، نیاسین، فسفر، آهن، پتاسیم و کربوهیدرات‌ها تلقی می‌شود. از آنجا که برنج فاقد مواد آلرژی زا و گلوتن می باشد ماده غذایی مناسبی برای تغذیه افراد در نظر گرفته می‌شود (Manilal, 2005). قسمت خوراکی برنج توسط لایه‌ای به نام شلتوک پوشانده شده است (Hu *et al*. 2009) که در اثر جدا کردن آن برنج قهوه‌ای تولید می‌شود (Chanphrom, 2007) و رنگ قهوه‌ای برنج مربوط به لایه نازک سبوس روی سطح دانه می‌باشد (Sungsopa *et al*. 2009). سبوس برنج در حدود ۱۰ درصد از وزن دانه برنج را تشکیل می‌دهد (Z.Wang *et al*. 2005). در سال ۲۰۰۷ میزان تولید شلتوک ۶۳۶ میلیون تن و میزان تولید سبوس برنج ۳۱/۸ میلیون تن گزارش شده است (Wa *et al*. 2010). سبوس برنج از نظر تغذیه‌ای غنی از موادی نظیر پروتئین (۱۲ تا ۱۶ درصد)، چربی (۱۶ تا ۲۲ درصد)، فیبر خام (۸ تا ۱۲ درصد) می‌باشد (Pourali *et al*. 2010).

همچنین منبع غنی از ویتامین‌ها و مواد معدنی نظیر تیامین، نیاسین، آلومینیوم، کلر، آهن، منیزیم، فسفر، پتاسیم، سیلیسیوم، سدیم و روی به حساب می‌آید (Manilal,2005). علاوه بر آن منبع غنی از ویتامین E است و حاوی اکثر پیش سازهای ویتامین‌های E نظیر توکوفرولهای (آلفا، بتا، سیگما و گاما) وتوکوترینول (آلفا، بتا و سیگما) می‌باشد. بیشترین میزان ویتامین E موجود در سبوس برنج مربوط به آلفا توکوفرول می‌باشد. آلفا توکوفرول سبب کاهش ریسک بیماری‌هایی چون سرطان و بیماری‌های قلبی عروقی می‌گردد این ترکیب در کاهش بیماری آلزایمر و آلرژی نیز موثر می‌باشد(Siro *et al*. 2008). به طور کلی سبوس برنج دارای ویژگی‌های مناسبی

۱ و ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: (Email: Mohojjat@gmail.com
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴- کارشناس آزمایشگاه مواد خوراکی، آشامیدنی و بهداشتی معاونت غذا و دارو شهرکرد
۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات تهران

در ارتقاء سلامتی از طریق کاهش بیماری‌هایی نظیر سرطان، بیماری‌های قلبی، سنگ کلیه، چربی خون و دیگر بیماری‌ها دارد (Juan, 2006). امروزه می‌توان از برنج و سایر غلات در تولید غذاهای عملگر استفاده کرد و از آن به عنوان سوبسترای قابل تخمیر برای رشد میکرو ارگانیسم‌های پروبیوتیک بهره برد (Balandino *et al.* 2003). در سال ۲۰۰۹ در یک پژوهش از سبوس برنج برای تولید یک نوشیدنی ارگانیک استفاده گردید، نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که این نوشیدنی منبع مناسبی از مواد معدنی و اسیدهای چرب غیر اشباع و اسیدهای آمینه ضروری می‌باشد (Faccin, 2009). در سال ۲۰۱۰ در پژوهش دیگری از آب زیر نقطه‌ی بحرانی برای تولید ترکیبات مفید از سبوس برنج استفاده گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که انواع مختلفی از ترکیبات محلول در آب با استفاده از این روش تولید می‌گردند. در این روش تجزیه پروتئین به آمینو اسیدها سبب تولید آمینو اسیدهای ضروری و غیر ضروری در فاز آبی می‌گردد. (Pourali *et al.* 2010). با در نظر گرفتن اینکه عمده سبوس تولیدی در کشور به مصرف خوراک دام می‌رسد و سبب کاهش امکان بهره گیری مناسب از ترکیبات موجود در سبوس برنج می‌گردد و نیز با توجه به پتانسیل سبوس برنج، توجه به این فراورده به منظور استفاده از آن در مصارف صنعتی به خصوص صنایع غذایی ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

انتخاب نمونه سبوس مناسب برای تولید نوشیدنی

در این پژوهش به منظور انتخاب واریته‌ی مناسب برنج قهوه‌ای، سه نمونه سبوس از واریته‌های عنبر بو از استان خوزستان، طارم از استان مازندران و هاشمی از استان گیلان استفاده گردید و برای جداسازی باقی مانده‌ی دانه‌های برنج از سبوس برنج، از الک با روزنه‌های ۱۲۵ میکرون استفاده گردید. سپس پودر سبوس حاصل تا زمان استفاده در فریز ۱۸- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد. برای انتخاب واریته‌ی مناسب از بین سبوس‌های مورد آزمایش، میزان فلزات سنگین موجود در سبوس، با استفاده از دستگاه اتمیک ابزوربشن اسپکترومتر جذب اتمی (Varianمدل AA240 ساخت آمریکا) مورد بررسی قرار گرفت.

انتخاب روش مناسب عصاره گیری از سبوس

از آنجا که هدف از این پژوهش استفاده از عصاره‌ی سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی انگور قرمز می‌باشد با استفاده از آب زیر نقطه‌ی بحرانی از سبوس برنج عصاره گیری به عمل آمد و به منظور بررسی تأثیر دما بر میزان استخراج ترکیبات در این روش استخراج عصاره‌ی سبوس برنج در دمای ۱۰۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد تحت شرایط اعمال دما و فشار به مدت ۱۵ دقیقه در اتوکلاو (Aoutoclave steam sterilizer مدل ot-032 ساخت آلمان) انجام گردید.

اندازه گیری وزن مخصوص

اندازه گیری وزن مخصوص عصاره های حاصل از سبوس برنج با استفاده از پیکنومتر ۵۰ سی سی و بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ی ۲۶۸۵ انجام پذیرفت.

اندازه گیری ماده خشک

اندازه گیری ماده خشک عصاره های سبوس برنج با استفاده از آون (Memmert مدلUFE500 ساخت آلمان) و بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ی ۲۶۸۵ انجام گرفت.

اندازه گیری درجه ی بریکس عصاره های استخراجی

اندازه گیری درجه ی بریکس عصاره های استخراجی از سبوس برنج با استفاده از رفراکتومتر (atago refractometr مدل PA1- D A929262 سساخت ژاپن) و بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ی ۲۶۸۵ انجام پذیرفت.

اندازگیری پروتئین

برای اندازه گیری درصد پروتئین نمونه از دستگاه Kjeltec auto (مدل ۱۰۳۰ تکاتور سوئد) استفاده شد.

اندازه گیری چربی

چربی عصاره های استخراجی از سبوس برنج پس از رطوبت گیری از نمونه ها با دستگاه سوکسله و با استفاده از حلالn- هگزان[1] اندازه گیری شد.

اندازه گیری اسیدیته

به منظور مقایسه اسیدیته ی عصاره ی سبوس برنج از روش تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۱نرمال[2] و معرف فنل فتالئین استفاده گردید و اسیدیته ی حاصل بر حسب اسید استیک و بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ی ۲۶۸۵ اندازه گیری شد.

اندازه گیری pH

اندازه گیری pH عصاره های حاصل از سبوس برنج که توسط pH متر (Jenway مدل 3510 PH meter ساخت انگلستان) مورد اندازه گیری قرار گرفت.

اندازه گیری درصد خاکستر

1- No:104394 , Merck, Darmschtadt, Germany
2-No:106498 , Merck, Darmschtadt, Germany

برای تعیین درصد خاکستر مربوط به عصاره سبوس برنج نمونه های موجود در بوته ی چینی به مدت ۸-۶ ساعت در کوره ی دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد سپس درصد خاکستر حاصل محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت.

اندازه گیری کدورت

برای اندازه گیری کدورت عصاره های سبوس برنج از کدورت سنج (Micro processor Turbidity مدل Meter-HI 93703) استفاده گردید و کدورت عصاره های حاصله برحسب واحدNTU محاسبه گردید.

ویژگی های رئولوژیکی

ویژگی‌های رئولوژیکی عصاره‌های سبوس برنج با استفاده از دستگاه رئومتر بروکفیلید[1] (مدل LV -DV III ساخت آمریکا) در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت.

تهیه نوشیدنی انگور قرمز با استفاده از عصاره‌ی سبوس برنج

پس از استخراج عصاره‌ی سبوس برنج، عصاره‌ها با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره‌ی ۴۲ صاف گردید و از عصاره حاصل به میزان ۵ ، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در فرمولاسیون نوشیدنی انگور قرمز مورد استفاده قرار گرفت. برای ایجاد یکنواختی و کاهش میزان دو فاز شدگی نمونه‌ها از صمغ پکتین (۰/۱ درصد) استفاده گردید. نمونه‌ها پس از پاستوریزاسیون و بسته بندی در بطری‌های ۲۰۰ میلی لیتری به مدت سه ماه در یخچال نگهداری شد.

ویژگی‌های رئولوژیکی تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز در هر ماه نگهداری و در طی مدت سه ماه نگهداری

در این پژوهش به منظور بررسی رفتار رئولوژیکی عصاره‌ی سبوس برنج و تأثیر افزودن این عصاره در ویژگی‌های رئولوژیکی تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز و نیز به منظور بررسی رفتار رئولوژیکی هر یک از تیمارها در طی سه ماه نگهداری، ویژگی‌های رئولوژیکی عصاره‌های استخراجی از سبوس برنج و ویژگی‌های رئولوژیکی تیمارهای نوشیدنی با استفاده از دستگاه رئومتر بروکفیلید مدل LV-DV III در دمای ۵ درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج رئومتری با معادله قانون توان[2] انطباق داده شد:

$$\tau = K\dot{\gamma}^{n}$$

τ = تنش برشی[3] (Pa)

K = ضریب قوام[4] ($Pa.s^{n}$)

$\dot{\gamma}$ = سرعت برشی[5] (s^{-1})

n = شاخص رفتار جریان[6]

آنالیز آماری

نتایج به دست آمده از این پژوهش با استفاده از آزمون ANOVA و آزمون تعقیبی دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد از نظر وجود اختلاف معنی دار آماری بین نمونه ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین برای ترسیم نمودارها ی رئولوژیک از همین نرم افزار استفاده گردید.

نتایج و بحث

بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و رئولوژیکی عصاره‌های استخراجی از سبوس برنج

در این پژوهش برای انتخاب واریته ی مناسب برنج وضعیت فلزات سنگین عصاره ی استخراجی آن‌ها با استفاده از آب زیر نقطه‌ی بحرانی و نیز میزان ماده خشک استخراجی آن‌ها در این روش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه گیری فلزات سنگین در جدول ۱ نشان می دهد که سبوس برنج هاشمی و طارم فاقد سرب می‌باشد و میزان کادمیوم نمونه عنبر بو با مقدارppb ۳۵ به نسبت سایر نمونه‌ها بیشتر است .سه نمونه سبوس انتخابی از نظر میزان آرسنیک وضعیت یکسانی را نشان می دهند.

جدول۱- میزان فلزات سنگین موجود در عصاره

نمونه سبوس	سرب (ppb)	کادمیوم (ppb)	آرسنیک (ppb)
سبوس برنج هاشمی	صفر	۴/۱۵	۱
سبوس برنج عنبر بو	۳۳/۴۷	۳۵	۱
سبوس برنج طارم	صفر	۳۱	۱

مقایسه‌ی میزان ماده خشک نمونه‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که بیشترین میزان ماده خشک عصاره استخراج شده مربوط به سبوس طارم با ماده خشک ۲/۷۱ گرم در صد گرم و کم‌ترین ماده‌ی خشک مربوط به سبوس هاشمی با ماده خشک ۱/۵ گرم در صد گرم می‌باشد.

1- Brookfield engineering, Middleton, USA
2- Ostwald de Waele
3-Shear stress
4- Consictency
5-Shear rate
6-Flow behavior index

جدول ۲- درصد ماده خشک عصاره سبوس استخراجی با استفاده از آب زیر نقطه‌ی بحرانی در دمای ۱۲۰ درجه

نمونه سبوس برنج	درصد ماده خشک عصاره
سبوس برنج هاشمی	۱/۵
سبوس برنج عنبر بو	۲/۲
سبوس برنج طارم	۲/۷۱

با توجه به وضعیت فلزات سنگین و نیز میزان ماده خشک عصاره‌ها حاصله از سبوس نمونه طارم، این نمونه به عنوان سبوس مورد نظر برای تولید نوشیدنی انتخاب گردید. پس از آن به منظور بررسی تاثیر درجه حرارت بر میزان ترکیبات استخراجی با استفاده از آب زیر نقطه‌ی بحرانی در دمای ۱۰۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد از عصاره ی سبوس برنج در اتوکلاو عصاره گیری به عمل آمد. نتایج ویژگی‌های حاصل از عصاره در جدول شماره‌ی ۳، آمده است.

نتایج اندازه گیری ویژگی های فیزیکی و شیمیایی عصاره های تولیدی نشان داد که با افزایش درجه حرارت از ۱۰۰ به ۱۲۰ مقدار ماده خشک از ۱/۹۵ به ۲/۷۱ گرم در صد گرم و بریکس عصاره از ۱/۴ به ۲/۲ افزایش می‌یابد. عصاره ی استخراجی در دمای ۱۲۰ همچنین دارای میزان خاکستر بیشتری به نسبت عصاره استخراجی در دمای ۱۰۰ درجه بود. افزایش درجه حرارت همچنین سبب افزایش میزان استخراج موادی مانند چربی و پروتئین گردید. کدورت نمونه نیز با افزایش دما افزایش یافت به طوری که در دمای ۱۰۰ درجه کدورت ۸۲۴ بر حسب NTU می‌باشد، در حالی که کدورت عصاره در دمای ۱۲۰ درجه ۹۵۷ بر حسب NTU است. از آنجا که با افزایش درجه حرارت در استفاده از آب زیر نقطه بحرانی امکان هیدرولیز حرارتی پلی ساکاریدهای موجود در سبوس برنج به مونوساکارید هایی چون فروکتوز و گلوکز فراهم می آید (Pourali *et al.* 2010). احتمال ایجاد کمپلکس میان ترکیبات قندی و پروتئین موجود در عصاره به افزایش می یابد. افزایش میزان کمپلکس قند و پروتئین می تواند سبب افزایش کدورت عصاره گردد. نتایج نشان می دهد که عصاره‌ی استخراجی در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، اسیدی‌تر از عصاره‌ی استخراج شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است و pHکمتری دارد.کاهش pH نمونه را می توان به تولید ترکیبات اسیدی طی فرآیند استخراج عصاره ی سبوس برنج با استفاده از آب زیر نقطه بحرانی نسبت داد. در شرایط استفاده از آب زیر نقطه بحرانی امکان شکسته شدن کمپلکس لیگنین- ترکیبات فنلی و کربوهیدرات ها وجود دارد که در این شرایط تولید ترکیبات فنلی می توان اسیدیته ی عصاره را تحت تاثیر قرار دهد . علاوه برآن در استفاده از آب زیر نقطه بحرانی امکان شکسته شدن پروتئین ها به آمینو اسیدها فراهم می آید .تولید آمینو اسیدها از عوامل دیگری است که می تواند بر این امر تاثیر گذار باشد. در استفاده از آب زیر نقطه بحرانی امکان تولید اسیدهای ارگانیک از سبوس برنج نیز وجود دارد و از آنجا که با افزایش درجه حرارت استخراج میزان ترکیبات استخراج شده افزایش پیدا کرده است امکان تولید ترکیبات ذکر شده و کاهش pH عصاره ی سبوس افزایش می یابد. (Pourali *et al.* 2010). وزن مخصوص عصاره ی استخراجی در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد بیشتر از وزن مخصوص عصاره ی استخراجی در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد می باشد که با توجه به بالاتر بودن بریکس عصاره ی ۱۲۰ درجه سانتیگراد می توان انتظار داشت که این تفاوت در وزن مخصوص وجود داشته باشد.

جدول ۳- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عصاره‌ی تولیدی با استفاده از آب زیر نقطه بحرانی در دمای ۱۰۰و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد

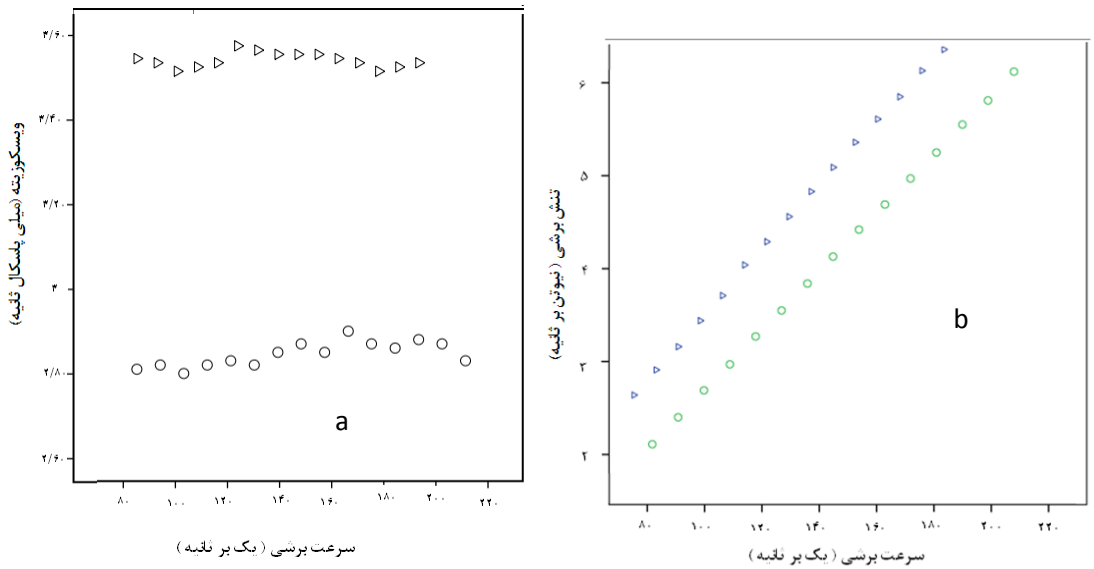
ویژگی های فیزیکی و شیمیایی عصاره ی استخراجی	آب زیر نقطه بحرانی در دمای ۱۰۰°C	آب زیر نقطه بحرانی در دمای ۱۲۰ °C
ماده خشک(گرم در صد گرم)	۱/۹۵a	^{b}۲/۷۱
بریکس(گرم در صد گرم)	۱/۴a	^{b}۲/۲
درصد خاکستر	۰/۲۶^{a}	۰/۳۲^{b}
درصد پروتئین	۰/۴۸^{a}	۰/۷۹^{b}
درصد چربی	۰/۱۳^{a}	۰/۲۱^{b}
اسیدیته (گرم در صد گرم)	۰/۲۶^{a}	۰/۲۷^{b}
pH	۴/۵۳^{a}	۴/۴۴^{b}
کدورت (NTU)	۸۲۴^{a}	۹۵۷^{b}
وزن مخصوص	۱/۰۱۰^{a}	۱/۰۱۳^{a}

یکی دیگر از ویژگی های مورد اندازه گیری عصاره ها ویژگی های رئولوژیکی آن می باشد. بررسی نسبت تنش برشی به سرعت برشی در دو عصاره‌ی مورد بررسی (شکل۱a) بیانگر این است که با افزایش میزان سرعت برشی، تنش برشی نیز در هر دو عصاره افزایش یافته و از آنجایی که این نسبت بیانگر مقدار ویسکوزیته می‌باشد. عصاره‌ی استخراج شده با استفاده از اتوکلاو ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد ویسکوزیته بیشتری به نسبت عصاره‌ی استخراجی در دمای ۱۰۰ درجه در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد دارد با توجه به (شکل 1b) که نمودار نسبت ویسکو زیته به سرعت برشی عصاره‌های استخراجی توسط اتو کلاو در دمای ۱۲۰ درجه (آب زیر نقطه بحرانی در دمای ۱۲۰ درجه و زمان ۱۵ دقیقه) و اتو کلاو ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است، مشخص می‌گردد که در هر دو عصاره استخراجی با افزایش مقدار سرعت برشی ویسکوزیته تقریباً ثابت مانده است.

اندازه گیری ضریب قوام (k) و شاخص رفتار جریان(n) عصاره ها که در معادله ۱ به آن اشاره شد بیانگر بیشتر بودن میزان قوام عصاره‌ی استخراج شده در دمای ۱۲۰ درجه (۲۷ /۳ $mPa.s^n$) نسبت به ضریب قوام عصاره ی استخراج شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد (۷/۷۷$mPa.s^n$) می‌باشد.شاخص رفتار جریان عصاره‌ی استخراج شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد (۰/۶۵) نیز کمتر از شاخص رفتار جریان عصاره‌ی استخراج شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد (۰/۷۵) بود. رفتار رئولوژیکی عصاره های ذکر شده به میزان ۹۹٪ با مدل قانون توان مطابقت دارند.

بررسی افزودن عصاره‌ی سبوس برنج بر ویژگی‌های رئولوژیکی تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز

به منظور تاثیر افزودن عصاره‌ی سبوس برنج بر ویژگی‌های رئولوژیکی تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز نسبت به یکدیگر ویژگی‌های رئولوژیکی این تیمارها در ماه سوم اندازه گیری گردید و با یکدیگر مقایسه شد. نتایج بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی مربوط به نوشیدنی انگور قرمز حاوی عصاره سبوس (جدول۴) نشان می‌دهد که افزودن پکتین و عصاره‌ی سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی انگور قرمز سبب می‌شود که نمونه‌ها رفتار یک سیال غیر نیوتنی را از خود نشان دهند. به نظر می رسد که استفاده از پکتین با ماهیت سودو پلاستیک خود رفتار کلی نمونه ها را تحت تاثیر قرار می دهد به طوری که در کلیه نمونه ها رفتار یک سیال شل شونده با برش مشاهده می گردد. مقایسه ی ضریب قوام تیمارها نیز بیانگر این است که. افزودن عصاره در فرمولاسیون نوشیدنی انگور قرمز تاثیر خود را در مقدار ضریب قوام نمونه ها نشان می دهد به طوری که با افزودن میزان عصاره در فرمولاسیون نوشیدنی ضریب قوام آن افزایش وشاخص رفتار جریان آن کاهش می یابد. به طوری که در بیشترین ضریب قوام مربوط به نمونه شاهد است و کم‌ترین مقدار آن مربوط به نمونه حاوی ۲۰ درصد عصاره می‌باشد. بررسی شاخص رفتار جریان نمونه‌ها نیز بیانگر این است که با افزایش میزان عصاره در فرمولاسیون شاخص رفتار جریان افزایش می‌یابد.



شکل ۱- نسبت ویسکوزیته به سرعت برشی در عصاره‌های استخراجی(a) و نسبت تنش برشی به سرعت برشی در عصاره‌های استخراجی (b) توسط اتوکلاو ۱۲۰ درجه ◇ و اتوکلاو ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد ○

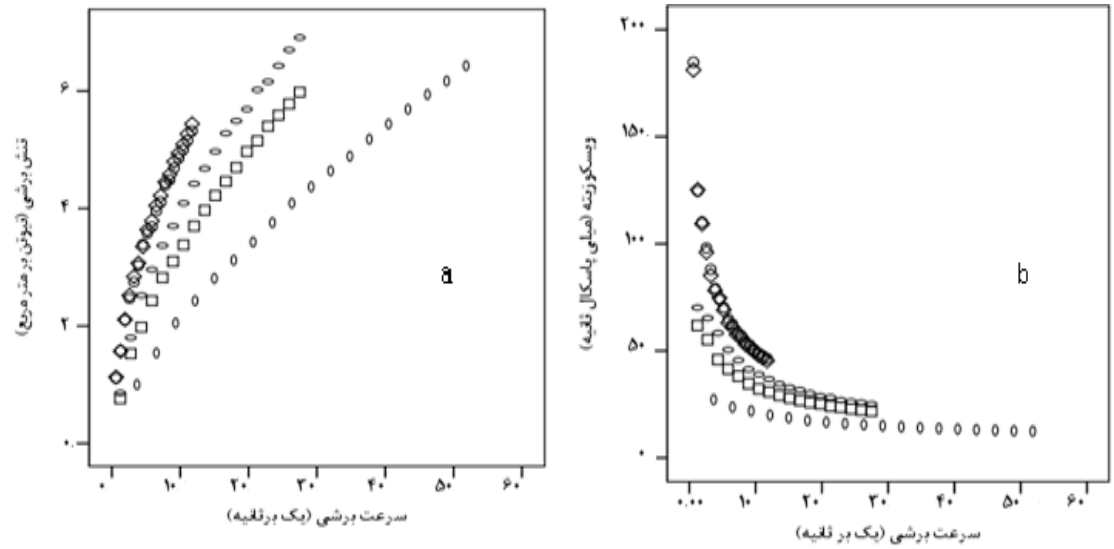
کم‌ترین شاخص رفتار جریان تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز مربوط به نمونه شاهد و بیشترین شاخص رفتار جریان مربوط به نمونه حاوی ۲۰ درصد عصاره می‌باشد. بررسی ویژگی های رئولوژیکی که نتایج آن در جدول شماره ی ۴ آمده است نشان می دهد که تقریباً در تمامی موارد نمونه‌ها در حدود ۹۹ درصد و در برخی موارد به میزان ۱۰۰ درصد با معادله قانون توان مطابقت دارند.

جدول ٤- بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز در ماه سوم

تیمار	ضریب قوام ($mPa.s^n$)	شاخص رفتار جریان	R^2
نمونه شاهد	۱۸۹	/۴۶	۱
نمونه حاوی٪ ۵ عصاره	۱۸۲	/۴۶	۱
نمونه حاوی٪ ۱۰ عصاره	۱۷۱	/۴۶	/۹۹
نمونه حاوی ٪۱۵ عصاره	۱۱۰/۵	/۵۳	۱
نمونه حاوی٪ ۲۰ عصاره	۴۸/۹	/۶	۱

بررسی نمودارهای نسبت تنش برشی به سرعت برشی و ویسکوزیته به سرعت برشی تیمارهای نوشیدنی در ماه سوم (شکل ۲) بیانگر این است که افزودن عصاره‌ی سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی سبب ایجاد تفاوت در نسبت تنش برشی به سرعت برشی و ویسکوزیته به سرعت برشی در تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز می‌گردد. بر طبق نمودار نسبت تنش برشی به سرعت برشی (شکل۲a) تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز در ماه سوم که این‌گونه استنباط می‌گردد که نمودار نمونه شاهد و نمونه حاوی ۵ درصد عصاره در ماه سوم تطابق زیادی دارند و شیب این دو نمودار بسیار به یکدیگر نزدیک می‌باشد. در سایر نمونه‌ها با افزایش میزان عصاره در فرمولاسیون شیب نمودار کاهش می‌یابد و نسبت تنش برشی به سرعت برشی کم می‌شود. در یک سرعت برشی ثابت نمودارهای نمونه شاهد و نمونه حاوی ۵ درصد عصاره تنش برشی بیشتری دارند و نمونه حاوی ۲۰ درصد عصاره کم‌ترین تنش برشی و بنابراین کم‌ترین ویسکوزیته را دارد.

نمودار نسبت ویسکوزیته به تنش برشی در تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز در ماه سوم (شکل۲b) بیانگر این است که در کلیه تیمارها با افزایش سرعت برشی ویسکوزیته کاهش می‌یابد. در یک سرعت برشی مشخص نمونه شاهد و نمونه حاوی ۵ درصد ویسکوزیته بیشتری دارند. با افزایش مقدار عصاره در فرمولاسیون خاصیت رقیق شوندگی نمونه افزایش می یابد و در یک سرعت برشی ثابت نمونه شاهد و ۵ درصد ویسکوزیته بیشتری دارند پس از آن نمونه حاوی ۱۰ درصد عصاره و نهایتاً نمونه حاوی ۱۵ درصد عصاره شیب کمتری دارد و کم‌ترین شیب نیز مربوط به نمونه حاوی ۲۰ درصد عصاره است.



شکل۲- نمودار نسبت تنش برشی به سرعت برشی(a)، و نمودار نسبت ویسکوزیته به سرعت برش (b)، تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز حاوی سبوس برنج در ماه سوم، شاهد ◊، ۵ درصد ○، ۱۰ درصد ⬭، ۱۵ درصد □ ۲۰ درصد ⬯

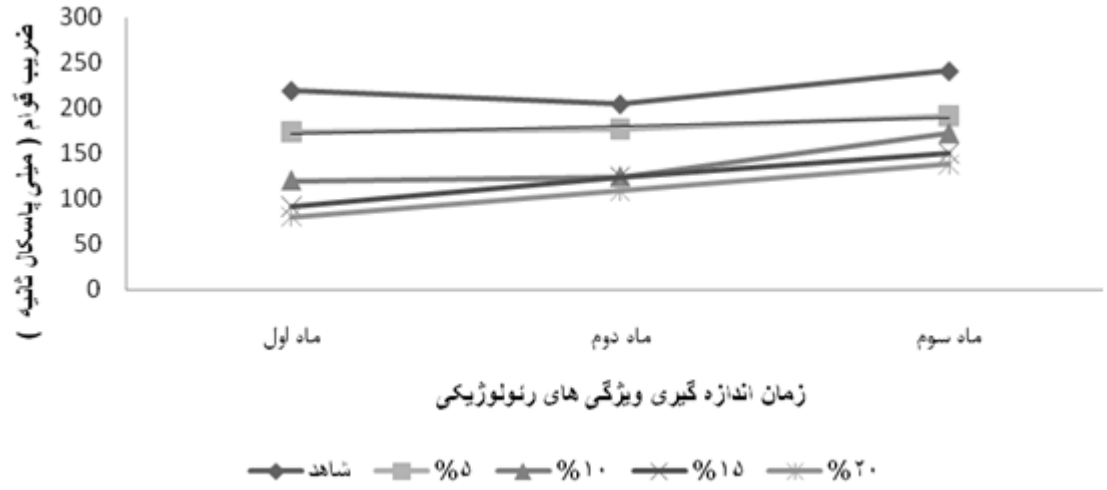
بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز در طی سه ماه نگهداری

بررسی نتایج ویژگی های رئولوژیکی نوشیدنی های انگور قرمز نشان می هد که کلیه تیمارها در طی ۳ ماه در حدود ۹۹ درصد با مدل قانون توان مطابقت داشتند و اندیس جریان در کلیه تیمارها کمتر از ۱ بود. مقایسه ی ضریب قوام نمونه های نوشیدنی انگور قرمز حاوی عصاره ی سبوس(شکل۳) بیانگر این است که در کلیه تیمارها میزان ضزیب قوام هر نمونه در طی سه ماه یک روند افزایشی را طی کرد به طوری که کمترین ضریب قوام هر نمونه مربوط به ماه اول و بیشترین ضریب قوام مربوط به ماه سوم بوده است.

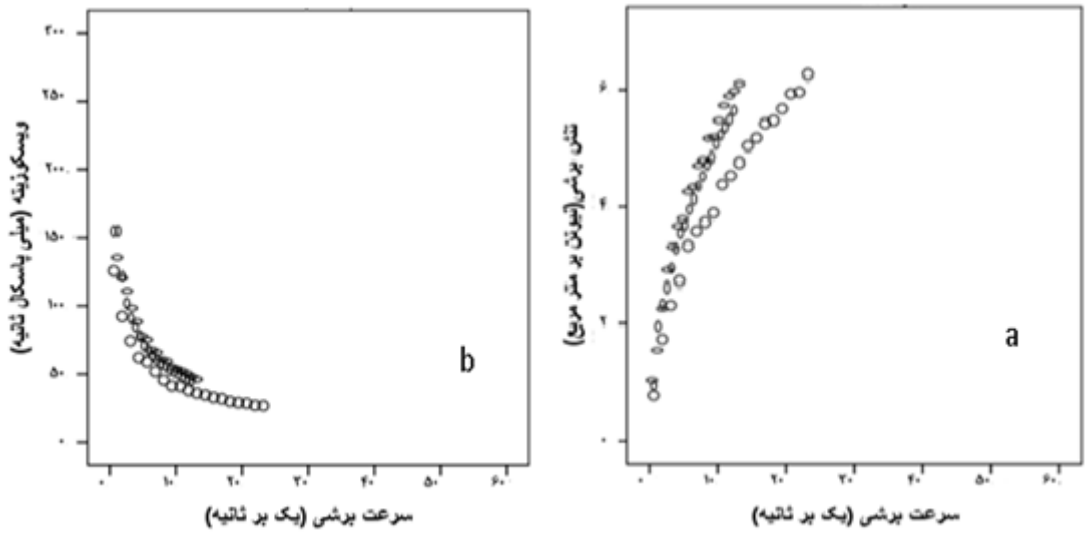
به منظور بررسی وضعیت تنش برشی به سرعت برشی و نیز ویسکوزیته به سرعت برشی ویژگی‌های هر تیمار در طی سه ماه نگهداری اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرار گرفت. بر طبق نمودار مربوط به نسبت تنش برشی به سرعت برشی(شکل ۴a) اینگونه استنباط می‌گردد که کمترین شیب نمودار تنش برشی به سرعت برشی مربوط به نمونه شاهد در ماه اول می باشد و بیشترین شیب مربوط به نمونه شاهد در ماه سوم است بنابراین ویسکوزیته این نمونه در طی سه ماه مقداری افزایش از خود نشان می دهد. از مقایسه‌ی نسبت ویسکوزیته به تنش برشی (شکل ۴b) اینگونه بر می آید که نمونه شاهد در طی هر سه ماه رفتار یک سیال رقیق شونده را نشان می دهد. همانطور که از شکل مشخص است در یک سرعت برشی مشخص نمونه شاهد در ماه سوم ویسکوزیته بیشتری نسبت به ماه دوم و نمونه شاهد در ماه دوم ویسکوزیته بیشتری نسبت به ماه اول دارد و نسبت ویسکوزیته به سرعت برشی نمونه در ماه اول نسبت به ماه دوم و سوم کاهش بیشتری را نشان می دهد.

بررسی ویژگی های رئولوژیکی تیمار حاوی ۵ درصد عصاره بیانگر این است که تیمار نوشیدنی انگور قرمز حاوی ۵ درصد سبوس نیز یک سیال رقیق شونده می باشد. بررسی وضعیت تنش برشی به سرعت برشی نمونه حاوی ۵ درصد عصاره (شکل۵a) نیز بیانگر این است که با افزایش مقدار سرعت برشی مقدار تنش برشی نیز افزایش می یابد. نمونه ماه اول ویسکوزیته کمتری نسبت به دو ماه دیگر دارد . نمونه مربوط به ماه دوم و سوم در بسیاری از نقاط مربوط به نمودار همپوشانی دارند و شیب این دو نمودار نزدیک یکدیگر است و مقدار ویسکوزیته ی این دو نمودار تفاوت زیادی ندارد. با افزایش سرعت برشی ویسکوزیته نمونه کاهش می یابد. همانگونه که از شکل مشخص است (شکل ۵b) بخش زیادی از این نمودارها بریکدیگر منطبق می باشد و این بیانگر این است که ویسکوزیته نمونه در سه ماه تفاوت زیادی ندارد.

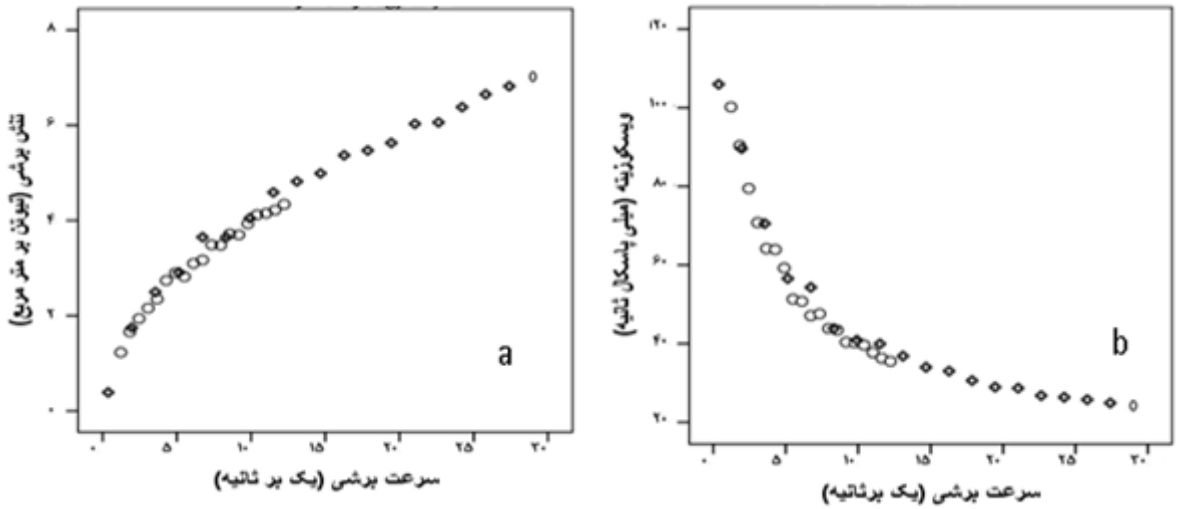
بررسی نسبت تنش برشی به سرعت برشی نمونه حاوی ۱۰ درصد عصاره (شکل ۶a) نشان می دهد در نمونه حاوی ۱۰ درصد عصاره با افزایش مقدار سرعت برشی در نمونه مربوط به هر سه ماه مقدار تنش برشی نیز افزایش می یابد. نسبت تنش برشی به سرعت برشی نمونه ماه سوم بیشترین مقدار می باشد و در یک سرعت برشی ثابت نمونه ماه سوم ویسکوزیته بیشتری از خود نشان می دهد. بررسی نسبت ویسکوزیته به سرعت برشی نوشیدنی حاوی ۱۰ درصد عصاره‌ی سبوس (شکل ۶b) برنج طی سه ماه بیانگر این است که با افزایش مقدار سرعت برشی مقدار ویسکوزیته در هر سه ماه کاهش می یابد. نسبت ویسکوزیته به سرعت برشی برای نمونه ماه سوم نسبت به سایر نمونه ها بیشتر است و خاصیت رقیق شوندگی کمتری نسبت به نمونه حاوی ۱۰ درصد عصاره در دو ماه دیگر دارد.



شکل۳- تغییرات ضریب قوام تیمارهای نوشیدنی انگور قرمز طی سه ماه اندازه گیری



شکل٤- نمودار نسبت تنش برشی به سرعت برش (a) و ویسکوزیته به سرعت برشی (b) نمونه شاهد نوشیدنی انگور قرمز در طی سه ماه نگهداری. یک ماه نگهداری ○، دو ماه نگهداری ◇، سه ماه نگهداری ⬭



شکل۵- نمودار نسبت تنش برشی به سرعت برش (a) و ویسکوزیته به سرعت برشی(b) نمونه ۵ درصد نوشیدنی انگور قرمز در طی سه ماه نگهداری. یک ماه نگهداری ○، دو ماه نگهداری ◇، سه ماه نگهداری ⬭

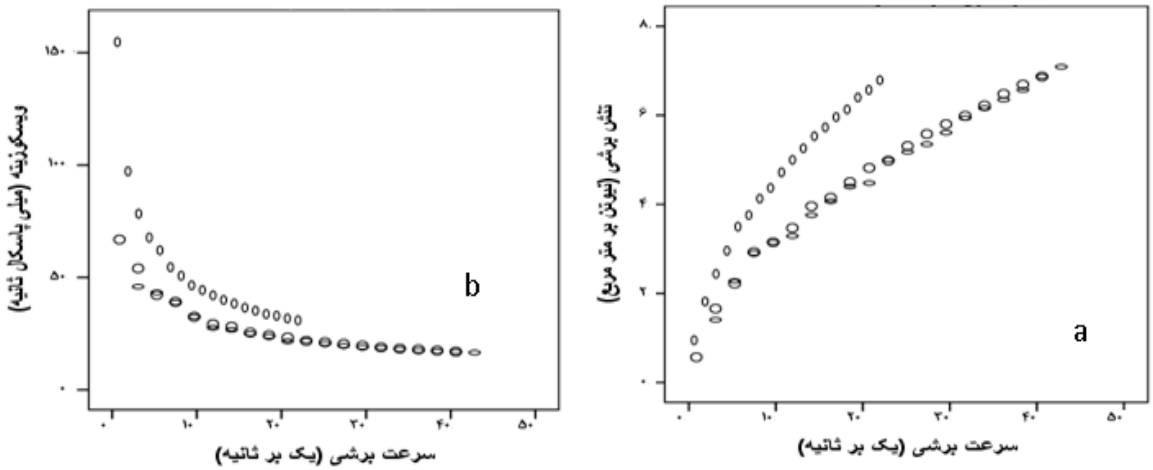
بررسی نمودار تنش برشی به سرعت برشی نمونه نوشیدنی حاوی ۱۵ درصد عصاره (شکل 7a) نشان می‌دهد با افـزایش مقـدار سـرعت برشی، تنش برشی برای هر سـه نمونـه افـزایش مـی یابـد. در یـک سرعت برشی ثابت بیشترین مقدار تنش برشی مربوط بـه نمونـه مـاه سوم می باشد. شیب نمودار تنش برشی به سرعت برشی در ماه سـوم بیشترین مقدار می باشد بنابراین ویسکوزیته ماه سوم بیشـترین مقـدار را دارد. با توجه به نمودار نسبت ویسکوزیته بـه سـرعت برشـی بـرای نوشیدنی انگور قرمز حاوی ۱۵ درصد عصاره (شـکل 7b) بـا افـزایش مقدار سرعت برشی در نمونه مربوط به هر سه ماه ویسکوزیته کـاهش می یابد. نسبت ویسکوزیته به سرعت برشی نمونه ماه اول نسـبت بـه دو نمونه دیگر کمتر می باشد و نمونه ماه اول بیشترین مقدار کـاهش ویسکوزیته را نشان می دهد.

نمودار مقایسه‌ی تنش برشی به سرعت برشـی تیمـار حـاوی ۲۰ درصد (شکل 8a) عصاره بیانگر این است که باافزایش سرعت برشی تنش برشی نیز افزایش می یابد. شیب تنش برشی به سـرعت برشـی برای ماه سوم بیشتر است و در یک سرعت برشی ثابت نمونه ماه سوم

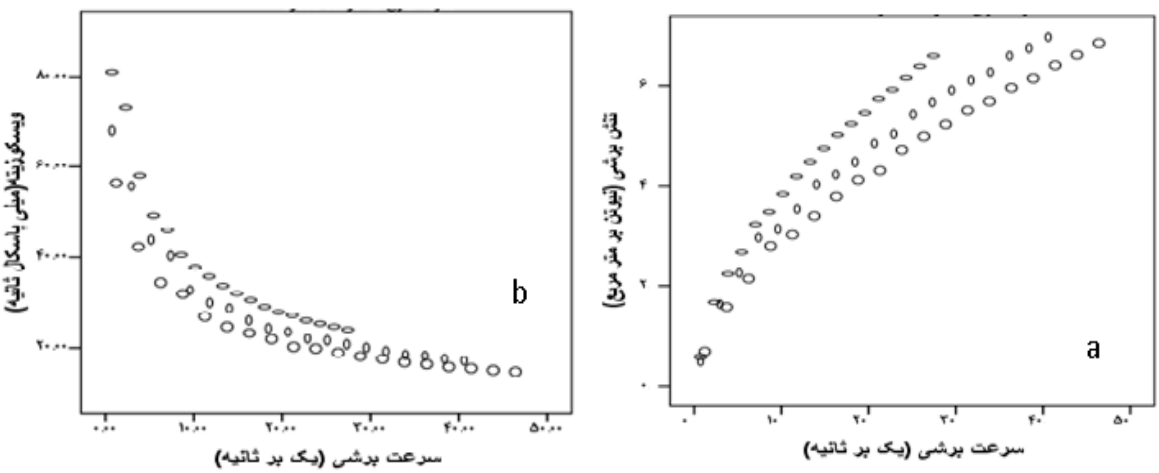
تنش برشی بیشتری را دارد. در بررسی نمودار نسبت ویسکوزیته به سرعت برشی در نمونه حاوی ۲۰ درصد نوشیدنی(شکل 8b) با افزایش سرعت برشی مقدار ویسکوزیته برای هر سه ماه کاهش میابد.نسبت ویسکوزیته به سرعت برشی ماه سوم به نسبت سایر ماه ها بیشتر می باشد و نمودار این ماه نسبت به سایر ماه ها شیب بیشتری را نشان می دهد.

نتیجه گیری

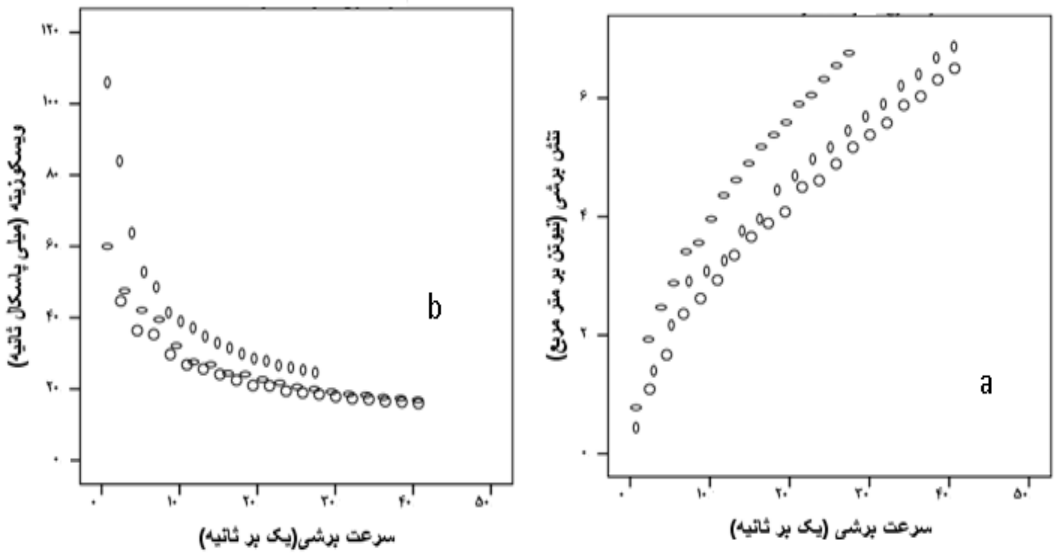
نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر این است که در روش عصاره گیری از سبوس برنج با استفاده از آب زیر نقطه‌ی بحرانی، افزایش دما سبب افزایش میزان استخراج ترکیبات موجود در سبوس برنج می‌گردد به طوری که عصاره‌ی استخراج شده با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد دارای درصد ماده خشک، خاکستر، پروتئین و چربی بالاتری به نسبت عصاره‌ی استخراج شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است .



شکل٦- نمودار نسبت تنش برشی به سرعت برش (a) و ویسکوزیته به سرعت برشی(b) نمونه ۱۰ درصد نوشیدنی انگور قرمز در طی سه ماه نگهداری. یک ماه نگهداری ○، دو ماه نگهداری ◯، سه ماه نگهداری ⬭



شکل ۷- نمودار نسبت تنش برشی به سرعت برش (a) و ویسکوزیته به سرعت برشی(b) نمونه ۱۵ درصد نوشیدنی انگور قرمز در طی سه ماه نگهداری. یک ماه نگهداری ○، دو ماه نگهداری ◯، سه ماه نگهداری ⬭



شکل ۸- نمودار نسبت تنش برشی به سرعت برش (a) و ویسکوزیته به سرعت برشی(b) نمونه ۲۰ درصد نوشیدنی انگور قرمز در طی سه ماه نگهداری. یک ماه نگهداری ○، دو ماه نگهداری ◯، سه ماه نگهداری ⬭

بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه ها بیانگر این است استفاده از این عصاره به همراه پکتین در ساختار نوشیدنی انگور قرمز سبب تغییر رفتار نوشیدنی انگور قرمز از یک سیال نیوتنی به یک سیال غیر نیوتنی می‌گردد به نظر می‌رسد پکتین با ماهیت سو دو پلاستیک خود رفتار کلی تیمارها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و رفتار کلیه‌ی تیمارهای نوشیدنی را از یک سیال نیوتنی به یک سیال رقیق شونده تغییر می‌دهد و افزودن عصاره‌ی سبوس برنج تأثیر خود را بر میزان ضریب قوام نوشیدنی نشان می‌دهد به طوری که با افزایش میزان عصاره‌ی سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی مقدار ضریب قوام نمونه کاهش وشاخص رفتار جریان آن افزایش می‌یابد. بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی هر تیمار در طی سه ماه نیز بیانگر این است که در کلیه تیمارها میزان ضریب قوام هر نمونه در طی سه ماه یک روند افزایشی را طی کرد به طوری که کمترین ضریب قوام هر نمونه مربوط به ماه اول و بیشترین ضریب قوام مربوط به ماه سوم بوده است.

منابع

استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۵ « آب میوه‌ها – روش ها و آزمون ها"

Balandino, A., AL-Asseri, M. E., Pandiella, S., & Webb, C., 2003, Cereal –based fermented food and beverages. *Food Research International*. vol. 36, no. 6, pp. 527-543.

Chanphrom , P., 2007, Antioxidants and Antioxidant Activities of Pigmented Rice Varieties and Rice Bran . MS Thesis. Mahidol University. pp 1-137.

Faccin, G. L., Viera, D. M., Miotto, L. A., Barreto, P. L. M., & Amante, E. R., 2009, Chemical, sensorial and rheological properties of a new organic rice bran beverage Rice Science. vol. 16, no. 3, pp. 226-234.

Hu, G., Huang, S., Cao, S., & Ma, Z., 2009, Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread . *Journal of Food Chemistry*. vol. 115, no. 3, pp. 839-842.

Juan, P., 2006, Preparation of rice bran enzymatic extracts whit potential use as functional food. *Food Chemistry* vol. 98, no. 4, pp. 742-748.

Manilal, P., 2005, Super critical fluid extraction of rice bran with adsorption on rice hull ash. Thesis of PHD louisiana state university and Agricul and Mechanical College , pp 1-170.

Pourali, O., 2010, Production of valuable materials from rice bran biomass using subcritical water. Thesis of PHD. Osaka Prefecture University, pp 1-131.

Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., & Lugasia, A., 2008, Functional food product development, marketing and consumer, acceptance –A review. Appetite vol. 51, no. 3, pp. 456-467.

Sungsopa, J., Moongngarm, A., Kanesakoo, R., 2009, Application of germinate and enzymatic treatment to improve the concentration of bioactive compounds and antioxidant activity of rice bran. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* vol. 3, no. 4, pp. 3653-3661

Wa, Y., 2010, Optimized extraction soluble defatted rice fiber and its application for microencapsulation of Fish Oil. Thesis of Master of Science of Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. pp 1-130.

Z.Wang, A ,Chou, M. Y., Liu, C., Lai, C. C., & Wang , C. S., 2005, Proteomic characterization of rice bran. 1-16 . Available on the http://nchu.creatop.com