نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 10، شماره 3، پاییز 1393، ص. 231-224

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 10, No. 3, Fall 2014, p. 224- 231

تاثیر بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته برخصوصیات فیزیکو شیمیایی گل زعفران طی زمان نگهداری

سودابه عین افشار [1*] - پروین شرایعی [2] - مژگان شورمیج [3] - راضیه نیازمند [4]

تاریخ دریافت:1391/10/28
تاریخ پذیرش:1392/6/17

چکیده

گیاه زعفران از مهمترین اقلام صادرات غیرنفتی ایران است. نگهداری گل زعفران در شرایط نامناسب، موجب افزایش آلودگی میکروبی و کاهش کیفیت زعفران می‌گردد. این تحقیق با هدف افزایش زمان ماندگاری گل زعفران در بسته بندی تحت اتمسفر اصلاح شده و به منظور ایجاد زمینه‌ای جدید در صادرات گل زعفران به صورت شاخه بریده انجام شد. به این منظور، گل‌های زعفران در بسته‌های از جنس پلی‌اتیلن- پلی‌آمید با ترکیبهای گاز متشکل از دی‌اکسیدکربن: اکسیژن: نیتروژن در سه ترکیب 30:5:65، 50:5:45 و 70:5:25 بسته‌بندی شدند. انواع بسته‌بندی شده و نمونه های شاهد (بدون بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته) در دمای 0 درجه سانتی‌گراد به مدت 15روز نگهداری شدند. هر سه روز یکبار غلظت گازهای اکسیژن و دی-اکسیدکربن درون بسته‌ها، میزان راندمان استحصال زعفران، خواص فیزیکی(درصدافت وزنی و درصدپژمردگی گل‌ها، طول و قطر کلاله)، خواص-شیمیایی (درصدرطوبت، مقدار کروسین، سافرنال و پیکروکروسین کلاله‌های خشک شده) اندازه‌گیری شد. همچنین‌آزمون‌های میکروبی وجود اشرشیاکلی و شمارش کپک و مخمر نیز انجام گردید. نتایج نشان داد بسته‌بندی گل‌ها تحت اتمسفر تغییر یافته به مدت 15روز خواص کیفی و فیزیکی گل‌ها را حفظ نمود. در حالی که خواص کیفی و فیزیکی نمونه‌های شاهد پس از 9 روز به شدت کاهش پیدا کرد. گل‌های بسته‌بندی شده با ترکیب گاز 50:5:45 در دمای صفر درجه سانتی‌گراد نتایج بهتری را از لحاظ راندمان استحصال زعفران، خواص فیزیکی و خواص شیمیایی نسبت به سایر تیمارها نشان دادند. وجود اشرشیاکلی در هیچ یک از نمونه‌ها مشاهده نشد. شمارش کپک و مخمر نیز نشان داد اکثر تیمارها با استاندارد ملی ایران (103cfu/gr) مطابقت داشت.

واژه‌های کلیدی: اتمسفر تغییریافته، بسته بندی، گل زعفران، نگهداری

مقدمه

زعفران با نام عمومی Saffron و نام علمی *Crocus Sativus* گیاهی علفی، چند ساله، نیمه گرمسیری، سرمادوست و از تیره زنبقیان[5] است (کافی و همکاران ، 1381). توجه به مسائل تولید، صادرات و بازاریابی زعفران به دلیل کاربردهای فراوان و گسترده زعفران، خواص ویژه دارویی، نقش خاص آن در زندگی کشاورزان استان‌های خراسان و فارس و همچنین ارزش افزوده بالای آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(بی‌نام، 1376). عواملی چون نگهداری گل زعفران پس از چیدن و قبل از خشک کردن در شرایط نامناسب، منجر به افزایش آلودگی میکروبی و کاهش کیفیت زعفران می‌گردد. در صورت عدم رعایت نکات بهداشتی و انباشته نمودن گل‌ها بر روی یکدیگر، در حین حمل و نقل گل‌ها فاسد شده پس از خشک شدن، کلاله‌های زعفران دچار آلودگی میکروبی و افت کیفیت زعفران استحصالی می‌شوند. در نگهداری گل زعفران به صورت شاخه بریده نیاز به نگهداری گل در دمای کم، تنظیم شدت تنفس، میزان رطوبت، تولید گاز اتیلن و اعمال بسته بندی مناسب است (Legnani, *et al.*, 2006).

دمای انبارهای سرد برای نگهداری گل‌ها معمولاً باید 0/5 تا 4

1، 2- استادیاران بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
3- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان
4- استادیار گروه شیمی مواد غذایی پژوهشکده علوم و صنایع غذایی
(* - نویسنده مسئول: Email: soodabeheyn@yahoo.com)

5 -Iridaceae

درجه سانتی‌گراد باشد. دمای 0/5 درجه سانتی گراد مناسبتر است چون با کاهش دما، شدت تنفس نیز کاهش می‌یابد (بی‌نام، 1376).

اغلب گل‌ها در حرارت 2- تا 3- درجه سانتی‌گراد یخ می‌زنند لذا به منظور جلوگیری از یخزدگی گل‌ها آنها را در درجات بالاتر از نقطه یخزدگی نگهداری می‌نمایند (Reid and Lukaszewski, 1988). از سوی دیگر تنظیم میزان رطوبت نیز در بسته های حاوی گل های شاخه بریده بسیار مهم می باشد زیرا افت وزنی حاصل از تبخیر آب از گل به همراه عمل اتیلن یکی از عوامل اصلی افت کیفیت و محدودیت زمان ماندگاری گلها ی شاخه بریده می‌باشند. ازدست دادن آب موجب تغییرات نامطلوب در ظاهر گل می شود مثلا موجب پژمرده شدن آن و جدا شدن گل از شاخه می گردد (sandhya, 2010).

گل‌های بریده شده دارای مقدار قابل توجهی آب می‌باشند و اگر بعد از برداشت در رطوبت پائین قرار بگیرند به آسانی رطوبت خود را از دست داده و وزن آنها کاهش می‌یابد.رطوبت بالا و درجه حرارت‌های نسبتاً بالا، خطر آلودگی توسط بیماری‌های قارچی و باکتریایی را افزایش می‌دهند (ناصری و ابراهیمی، 1377).

مناسب‌ترین رطوبت نسبی جهت نگهداری گل‌های بریده 90 تا 95 درصد می‌باشد. تشکیل قطرات آب در هنگام نگهداری گل‌ها، شرایط برای رشد قارچ ها خصوصاً بوتریتیس[1] را فراهم می‌کند (Reid and Lukaszewski, 1988).از دست دادن آب و فعالیت اتیلن از مهمترین عواملی است که طول دوره قابل فروش گل‌های بریده شده را کاهش می‌دهد. از دست دادن آب باعث تغییرات نامطلوبی در ظاهر گل می‌شود. مانند خم شدگی، پوسیدگی، نرم شدن بافت، کاهش وزن، تغییر رنگ و همچنین تسریع پیری می‌شود (sandhya, 2010).

تنظیم میزان گاز اتیلن در گلهای شاخه بریده از اهمیت خاصی بر خوردار است زیرا بالا رفتن میزان گاز اتیلن موجب ریزش گل می شود و در اغلب موارد در گیاهان زینتی ایجاد مشکل می‌نماید در صورتیکه کم شدن غلظت اتیلن به طورکلی از ریزش گل یا برگ ممانعت می‌کند.اتیلن از یک سو گلدهی را در پیاز تحریک می‌نماید از سوی دیگر موجب رسیدگی گلها و شروع دوره پیری می گردد. آلودگی به اتیلن پیازهای لاله موجب خراب شدن محصول و ضایع شدن کل محموله می گردد. غلظت کم اکسیژن و غلظت زیاد دی‌اکسید کربن در اتمسفر انبار شدت تنفس و نیز تولید اتیلن را کاهش میدهد. تحقیقات قبلی به وضوح نشان داد که نگهداری گل زنبق در اتمسفر حاوی 1درصد اکسیژن کیفیت و زمان نگهداری را در مقایسه با نگهداری در اتمسفر معمول افزایش می‌دهد (Legnani, *et a*l., 2004).

اتیلن ناشی از گل‌های بریده، مشکل نگهداری گیاهان زینتی است، زیرا غلظت پایین آن می‌تواند موجب از دست دادن کامل برگ‌ها یا گل‌ها شود. غلظت‌های پایین اکسیژن و غلظت‌های بالای دی‌اکسیدکربن در ذخیره‌سازی ، میزان تنفس و تولید اتیلن را کاهش می‌دهد (Legnani, *et al*., 2004).

در مورد نگهداری گل زعفران در ایران و جهان تحقیقات دامنه داری صورت نگرفته است. تنها آذرپژوه و شرایعی شرایط مناسب نگهداری گل زعفران در سردخانه را دمای صفر درجه سانتی‌گراد و با ضخامت انباشتگی 10 سانتی‌متر تعیین نمودند و نشان دادند گل‌ها تا 7 روز نگهداری حداقل درصد پژمردگی و افت وزنی را داشتند و پس از خشک کردن نیز از نظر ویژگی‌های کیفی (قدرت رنگی، میزان سافرانال وحداقل تلخی) در محدوده استاندارد بودند (آذرپژوه و شرایعی، 1382).

بسته بندی گل زعفران به شناسایی این محصول در بازارهای جهانی کمک می‌کند لذا مناسبترین وسایل یا موادی که بتواند گلها را به طور سالم از نقطه تولید به نقطه مصرف نهایی برساند به عبارتی مهمترین حلقه رابط بین تولید و بازاررسانی بسته بندی مناسب آن است. از سوی دیگر بسته بندی گل زعفران زمینه‌ای جدید در عرضه این محصول استراتژیک به بازارهای هدف، در داخل یا خارج از کشور است.

هدف از این پژوهش افزایش زمان ماندگاری گل زعفران در بسته بندی مناسب ، حفظ خصوصیات کمی و کیفی گل زعفران و ایجاد زمینه‌ای جدید در صادرات گل زعفران به صورت شاخه بریده بود.

مواد و روش‌ها

مواد

مواد مورد استفاده در این پژوهش شامل: گل زعفران، پرمنگنات پتاسیم، سیلیکاژل، رقیق کننده پپتون واتر، محیط کشت میکروبی پوتیتودکستروز آگار، محیط کشت میکروبی لوریل سولفات. مواد شیمیایی و محیطهای کشت مورد استفاده از شرکت مرک با درجه خلوص 99/5 تهیه شدند.

دستگاههای مورد استفاده شامل: ترازوی دیجیتالی با دقت 0/001 گرم و ترازوی معمولی با دقت 0/1گرم، سنجش رطوبت مادون قرمز مدل MX-50 ، همزن مغناطیسی مدل L.T.1.8، آون‌الکتریکی مدل ، پمپ خلاء، گاز آنالایزر پرتابل مدل OXYBABY V O2/CO2، اسپکتروفتومتر مدل GEN ESYSI M، دستگاه بسته‌بندی هنکلمن مدل A200Gerhardt.

روش‌ها

حدود 12 کیلوگرم گل در هفته اول آبان ماه سال 1390 از یک مزرعه واقع در شهرستان مشهد (ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و

1- Botritis

منابع طبیعی خراسان) برداشت گردید. گل‌های برداشت شده، مراحل برداشت تا فرآوری را به صورت کاملا بهداشتی طی نمودند (برداشت با دستان تمیز و حداقل تماس گل با زمین، حمل و نقل در سبدهای پلاستیکی تمیز، نگهداری در جای سرد، تمیز و دور از نور خورشید). نمونه‌های گل در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی به صورت اتمسفر تغییر یافته بسته بندی شد.

تزریق گاز، بسته‌بندی و شرایط نگهداری

80 گرم گل زعفران در کیسه پلاستیکی از جنس پلی آمید پلی اتیلن با ضخامت 85 میکرون قرار گرفت و در داخل هر بسته پاکت های حاوی 20 گرم پرمنگنات پتاسیم به عنوان جاذب اتیلن و 20 گرم سیلیکاژل به عنوان جاذب رطوبت قرار گرفت.

بسته‌بندی نمونه‌ها با درصد گازهای دی اکسید کربن: اکسیژن: نیتروژن به صورت 30:5:65، 50:5:45 و 70:5:25 انجام شد و به ترتیب A1، A2 و A3 نامگذاری شد. نمونه شاهد بدون انجام بسته بندی تحت اتمسفرتغییر یافته در کیسه‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن قرار گرفت. سپس بسته‌ها در سردخانه در دمای 0 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نمونه‌های گل به مدت 15 روز هر3 روز یک بار از سردخانه خارج و پس از جدا کردن کلاله و خامه از هم و خشک شدن کلاله ها به مدت 24 ساعت در جریان هوای آزاد، آزمایشات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مورد نظر انجام شد. کلیه آزمایشات در 3 تکرار انجام گردید.

اندازه گیری غلظت گازهای موجود در بسته

غلظت گاز درون بسته به روش Ullsten t و Hedenquvis (2003) و Antmann و همکاران (2008) و با استفاده از دستگاه آنالایزر پرتابل ارزیابی شد. برای این کار سرنگ دستگاه را درون فضای بسته فرو کرده و سپس دستگاه 5 میلی‌لیتر از گاز داخل بسته را به داخل سیستم مکش می‌کند آنگاه به صورت اتوماتیک غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن داخل بسته را گزارش می کند

تغییرات فیزیکی گل زعفران طی زمان نگهداری

آزمون‌های فیزیکی شامل اندازه‌گیری درصد افت وزنی، درصد پژمردگی، طول و قطر کلاله گل زعفران بود که طی 15 روز هر 3 روز یک بار، انجام شد.

طول و قطر کلاله: با استفاده از کولیس محاسبه شد.

افت وزنی: با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت 0/001 محاسبه شد.

درصد پژمردگی و لهیدگی: گل‌های پژمرده و لهیده وزن شده و سپس در کل نمونه‌ها محاسبه شد.

تعیین میزان رطوبت

مقدار رطوبت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سنجش رطوبت به روش مادون‌قرمز (Moisture Analyzer & MX-50, Japan) در دمای 1± 105درجه‌ی سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت بدست آمد (Kaushik and ROOS, 2007).

راندمان استحصال زعفران از گل زعفران

راندمان استحصال زعفران از تقسیم وزن کلاله‌های خشک شده زعفران بر وزن اولیه ضرب در صد بدست آمد.

تعیین مقدار ترکیبات رنگی (پیکروکروسین، سافرانال و کروسین)

مقدار پیکروکروسین، سافرانال و کروسین بر مبنای ثبت تغییرات حاصل از چگالی نوری به ترتیب در طول موج‌های 270، 330و 440 نانومتر در دمای متوسط تعیین گردید. برای این منظور، ابتدا اطراف بالن‌های ژوژه‌ی 200 و 1000 میلی‌لیتری ورق آلومینیوم پوشانده شد تا از ورود نور و تخریب رنگدانه‌ها جلوگیری شود. 500 میلی‌گرم نمونه‌ی ساییده شده با ترازو با دقت 0/001وزن شد. سپس نمونه داخل بالن 1000 میلی‌لیتری قرار داده شد و حدود 900 میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. یک عدد مگنت بزرگ در بالن انداخته و محلول حدود 1 ساعت توسط همزن مغناطیسی(L.T.108, Iran) V.220, HZ.50, دور از نور همزده شد. سرعت همزدن 1000 دور در دقیقه بود. بعد از به حجم رساندن و یکنواخت کردن، بوسیله‌ی پیپت 20 میلی‌لیتری، 20 میلی‌لیتر از محلول به بالن ژوژه‌ی 200 میلی-لیتری انتقال داده‌شد و با آب مقطر تا خط نشانه، به حجم رسانیده شد. محلول به وسیله‌ی پمپ خلاء دور از نور و بسرعت صاف گردید تا محلول شفافی بدست آید. طیف‌سنج (Spectronic unicam Genesysim8, American) بر روی طول موج‌های مربوطه تنظیم شد و سپس تغییر جذب محلول صاف شده با استفاده از آب مقطر بعنوان مایع شاهد ثبت شد. مقادیر کروسین از فرمول زیر محاسبه شد:

$$(A\times 1000)/ 0.5 (100- H) \quad (1)$$

A=جذب خوانده شده،

A (440nm): جذب در حدود440نانومتر (کروسین)، 330 نانومتر (پیکروکروسین)، 270 نانومتر (سافرانال)،

H=رطوبت500میلی‌گرم زعفران (ISO, 2010).

آزمایشات میکروبی

جهت انجام آزمون‌های میکروبی در زعفران از استاندارد میکروبیولوژی زعفران- ویژگی‌ها (5689) استفاده گردید. بدین منظور از کلاله‌های خشک شده زعفران در زمان‌های مختلف نگهداری کشت میکروبی تهیه شد. آزمون‌های میکروبی شامل شمارش کپک و مخمر و آزمون وجود یا عدم وجود اشرشیاکلی بود. بدین منظور به ترتیب از محیط کشت‌های پوتیتودکستروزآگار و لوریل سولفات استفاده شد (بی‌نام، 1384).

شمارش کپک و مخمر

شمارش کپک و مخمر بر اساس استاندارد میکروبیولوژی و خوراک دام روش جامع برای شمارش کپک ها و مخمرها، قسمت دوم، روش شمارش کلنی در فراورده‌های با فعالیت آبی(a_w) مساوی یا کمتر از 95 درصد انجام شد (بی‌نام، 1385).

شمارش اشرشیاکلی

شمارش اشرشیاکلی بر اساس استاندارد میکروبیولوژی مواد غذایی و خورک دام- روش جستجو و شمارش اشرشیاکلی با استفاده از روش بیشترین تعداد احتمالی انجام شد (بی‌نام 1384).

تجزیه و تحلیل داده ها

کلیه‌ی آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از آزمایش فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. میانگینها با نرم‌افزار MStatC و بر اساس آزمون دانکن در سطح 5 درصد ($p<0/05$) مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اثر ترکیب گاز بر تغییر غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن موجود در داخل بسته‌ها

جدول 1مقایسه میانگین اثر ترکیب گاز بر تغییر غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن داخل بسته‌ها را نشان می دهد. همان‌طور که جدول نشان می‌دهد، ترکیب گاز اثری معنی‌دار بر تغییر غلظت گاز داشت ($p<0/05$). به طوری که بسته‌هایی که مقدار دی‌اکسیدکربن بیشتری به آنها تزریق شده بود حاوی دی‌اکسیدکربن بیشتری نیز بودند .

بسته‌های دارای ترکیب گازی50 درصد دی‌اکسیدکربن، 5 درصد اکسیژن (A_2) بیشترین میزان اکسیژن و ترکیب گازی30 درصد دی اکسیدکربن، 5 درصد اکسیژن (A_1) و ترکیب گازی70 درصد دی‌اکسید کربن، 5 درصد اکسیژن (A_3) بدون داشتن اختلاف معنی‌دار کمترین میزان اکسیژن را داشتند.علت اختلاف درصد اکسیژن در ترکیبهای گازی مختلف احتمالا به علت تفاوت در میزان رسیدگی گلهای بسته بندی شده در بسته های مربوطه بوده است. تفاوت در شدت تنفس هوازی محصولات کشاورزی تازه در مراحل مختلف رسیدگی و متعاقبا در طول نگهداری قبلا توسط Baile و Young (1981) گزارش شده بود.

جدول 1- اثر ترکیب گاز بر تغییر غلظت گازها در داخل بسته‌ها

ترکیب گاز	اکسیژن	دی‌اکسیدکربن
A۱	۴/۲۰۳ b	۲۷/۱۳۰ c
A۲	۵/۸۰۲ a	۳۵/۱۴۵ b
A۳	۴/۵۱۲ b	۴۰/۴۰۸ a

در هر ستون کمیت‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن $p<0/05$).

اثر زمان نگهداری بر تغییر غلظت گازها در داخل بسته‌ها

جدول 2 مقایسه میانگین اثر زمان نگهداری بر تغییر غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را نشان می دهد. این جدول نشان میدهد زمان نگهداری بر تغییر غلظت گاز در سطح 5 درصد اثری معنی‌دار داشت. مقدار گاز اکسیژن احتمالا به دلیل گرادیان غلظت بیشتر اکسیژن داخل بسته بندی و محیط، در روز سوم از محیط خارج بسته بندی وارد بسته شده و غلظت اکسیژن افزایش یافته است (Exema, *et al.*, 1993). مقدار اکسیژن موجود در بسته‌ها طی زمان نگهداری گل زعفران کاهش پیدا کرد. کاهش غلظت گاز اکسیژن به دلیل پدیده تنفس‌گل‌ها در داخل بسته‌ها می‌باشد که در اثر آن اکسیژن مصرف، و دی‌اکسیدکربن و بخارآب حاصل شده است.

جدول2- اثر زمان نگهداری بر تغییر غلظت گازها در داخل بسته‌ها

ترکیب گاز	کروسین	سافرانال	پیکروکروسین
A1	۲۳۷/۳۹۰ c	۳۲/۲۰۳ a	۶۴/۲۱۸ b
A2	۲۵۰/۴۹۵ a	۳۲/۴۶۷ a	۶۵/۹۳۵ a
A3	۲۴۶/۴۶۰ b	۱۷/۹۹۰ b	۵۱/۳۷۴ c

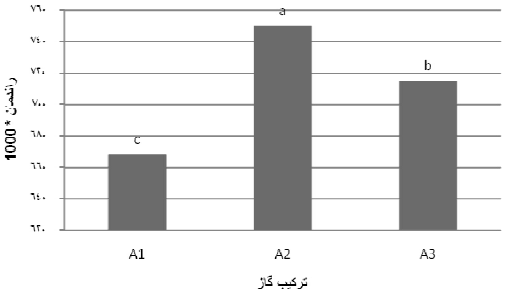
کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی-داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن $p<0/05$).

همچنین مشاهده شد که مقدار دی‌اکسیدکربن تا روز نهم کاهش سپس بدون داشتن اختلاف معنی‌دار افزایش پیدا کرد. کاهش

غلظت گاز دی‌اکسیدکربن احتمالا به دلیل نفوذپذیری بسته‌ها می باشد. عبور گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن از لایه‌های پلاستیکی برحسب نوع پلاستیک فرق می‌کند اما به طورکلی میزان نفوذپذیری لایه‌ها نسبت به دی‌اکسیدکربن 2 تا 4 برابر بیشتر از اکسیژن است (قریشی و نخچیان، 1382).

اثر ترکیب گاز بر راندمان استحصال زعفران

اثر ترکیب گاز بر راندمان استحصال زعفران در شکل1نشان داده شده است. همان‌طورکه در شکل1 نمایان است اثر ترکیب گاز بر - راندمان استحصال زعفران در سطح 5 درصد معنی‌دار می‌باشد به طوری که بیشترین میزان راندمان مربوط به ترکیب گازی50 درصد دی‌اکسیدکربن، 5 درصد اکسیژن (0/750 درصد) بود. و ترکیب گازی70 درصد دی‌اکسید کربن، 5 درصد اکسیژن (0/715 درصد) و ترکیب گازی30 درصد دی‌اکسیدکربن، 5 درصد اکسیژن (0/668 درصد) در رده‌های بعدی قرار گرفتند.



شکل1- اثر ترکیب گاز بر درصد راندمان

A1:30 درصد دی‌اکسیدکربن+ 5 درصد اکسیژن،A2: 50 درصد دی‌اکسیدکربن+ 5 درصد اکسیژن،A3:70 درصد دی‌اکسید کربن+ 5 درصد اکسیژن، میانگین با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نیستند.

اثر زمان نگهداری بر راندمان استحصال زعفران

مقایسه میانگین اثر زمان نگهداری بر درصد راندمان استحصال زعفران در جدول 3 نشان داده شده است. داده‌های جدول نشان می-دهد میزان استحصال زعفران با گذشت زمان به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. کاهش راندمان استحصال زعفران می‌تواند به علت افزایش شدت تنفس با گذشت زمان و در نتیجه افزایش افت کیفیت فیزیکی گل‌ها باشد (جدول3).

اثر زمان نگهداری بر مقدار رطوبت

مقایسات میانگین اثر زمان نگهداری بر درصد رطوبت زعفران خشک شده در جدول4 آمده است. نتایج نشان داد اثر زمان نگهداری بر میزان رطوبت نهایی در زعفران خشک شده معنی‌دار بود به طوری که در طول زمان نگهداری، میزان رطوبت کاهش یافت، بیشترین رطوبت در روز ششم (12/918 درصد) نمونه برداری و کمترین آن در روز پانزدهم (10/481 درصد) مشاهده شد. سالاری و همکاران (1388) کاهش محتوای رطوبت در طول دوره نگهداری را گزارش کردند.

جدول 3- اثر زمان نگهداری بر درصد راندمان

	روز سوم	روز ششم	روز نهم	روز دوازدهم	روز پانزدهم
راندمان (درصد)	۰/۷۸۳^{a}	۰/۵۴^{b}	۰/۷۰۹^{c}	۰/۶۷۴^{d}	۰/۶۳۶^{e}

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی-داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن$p<0/05$).

جدول4- اثر زمان نگهداری بر مقدار رطوبت زعفران

	روز سوم	روز ششم	روز نهم	روز دوازدهم	روز پانزدهم
رطوبت (درصد)	۱۱/۹۶^{b}	۱۲/۹۲^{a}	۱۱/۷۵^{c}	۱۱/۲۶^{d}	۱۰/۴۸۱^{e}

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی-داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن$p<0/05$).

اثر ترکیب گاز بر خواص فیزیکی گل زعفران

جدول 5 مقایسه میانگین تغییرات فیزیکی گل زعفران در داخل بسته‌ها را نشان می دهد. همان طور که مشاهده می‌شود افت وزنی، درصد پژمردگی، طول و قطر کلاله تحت تاثیر ترکیب گاز به طور معنی‌داری تغییرکرد ($p<0/05$).

جدول5- اثر ترکیب گاز بر خواص فیزیکی گل زعفران

ترکیب گاز	افت وزنی (درصد)	پژمردگی (درصد)	طول کلاله (میلی‌متر)	قطرکلاله (میلی‌متر)
A1	۴/۰۵۳^{a}	۴۴/۸۸۴^{a}	۲۳/۶۰۴^{b}	۰/۶۸۲^{b}
A2	۳/۵۰۰^{b}	۱۵/۳۹۸^{c}	۲۴/۳۲۵^{a}	۰/۷۰۸^{a}
A3	۳/۴۵۲^{b}	۱۷/۰۳۱^{b}	۲۳/۸۷۱^{b}	۰/۶۹۷^{ab}

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی-داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن$p<0/05$).

با توجه به نتایج بیشترین افت وزنی در ترکیب گاز A_1 مشاهده شد. ترکیب‌های گازی A_2 و A_3 به طور یکسانی بر درصد افت وزنی

موثر بودند. درصد پژمردگی در بسته‌های حاوی ترکیب گازی A_1 به طور معنی‌داری بیشتر از دو ترکیب دیگر بود. کمترین میزان پژمردگی به نمونه‌های حاوی ترکیب گاز A_2 مربوط بود و پس از آن ترکیب گاز A_3 قرار داشت. همچنین مشاهده شد نمونه‌های گل زعفران نگهداری شده در ترکیب گاز A_2 بیشترین میزان طول و قطر کلاله را داشتند و به طور معنی‌داری از سایر ترکیبات گازی بیشتر بودند.

اثر زمان نگهداری بر خواص فیزیکی گل زعفران

مقایسه میانگین تغییرات فیزیکی گل زعفران در داخل بسته‌ها طی 15 روز زمان نگهداری در جدول 6 آمده است. جدول 6 نشان می دهد اثر زمان نگهداری بر افت وزنی، درصد پژمردگی، طول و قطر کلاله معنی‌دار بود($p<0/05$).

جدول6- اثر زمان نگهداری بر خواص فیزیکی گل زعفران

زمان نگهداری (روز)	درصد افت وزنی	درصد پژمردگی	طول کلاله (mm)	قطر کلاله (mm)
سوم	۲/۶۲۰^{a}	۹/۵۳۱^{e}	۲۴/۷۶۲^{a}	۰/۷۵۱^{a}
ششم	۳/۲۲۱^{d}	۱۶/۰۲۱^{d}	۲۴/۳۵۶^{b}	۰/۷۲۷^{b}
نهم	۳/۷۸۸^{c}	۲۴/۸۸۵^{c}	۲۳/۸۹۵^{c}	۰/۶۸۹^{c}
دوازدهم	۴/۱۱۴^{b}	۳۴/۳۷۴۳^{b}	۲۳/۳۹۴^{d}	۰/۶۶۳^{d}
پانزدهم	۴/۵۹۸^{a}	۴۳/۶۹۶^{a}	۲۳/۲۵۹^{d}	۰/۶۴۷^{d}

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی-داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن$p<0/05$).

همان طور که مشاهده می‌شود درصد افت وزنی و پژمردگی طی زمان نگهداری با گذشت زمان افزایش و طول و قطر کلاله کاهش یافت. فرجی هارمی (1367) وجود همبستگی مثبت زمان نگهداری با درصد پژمردگی و درصد کاهش وزن را گزارش کرده است.

اثر ترکیب گاز بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین

جدول7 نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر ترکیب گاز بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین اندازه‌گیری شده در زعفران خشک شده را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود اثر ترکیب گاز بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین زعفران معنی‌دار است ($p<0/05$). زعفران حاصل از گل‌های نگهداری شده در ترکیب گاز A_2 دارای بیشترین میزان کروسین (250/495)، وپس از آن انواع نگهداری شده در ترکیب گاز A_3 (246/460) و ترکیب گاز A_1 (237/390) بودند. همچنین بیشترین مقدار سافرانال و پیکروکروسین به ترتیب با 32/467 و 65/935 در نمونه‌های نگهداری شده تحت ترکیب گاز A_2 مشاهده شد لذا به نظر می‌رسد ترکیب گاز A_2 خواص کیفی زعفران را بهتر حفظ نمود. گلهای زعفران نگهداری شده در ترکیب گاز A_1 در مقایسه با ترکیب گاز A_3 دارای مقادیر بالاتری از سافرانال و پیکروکروسین بودند که احتمالا به علت غلظت بالای دی‌اکسیدکربن استفاده شده در ترکیب گاز A_3 می‌باشد.

جدول7 - اثر ترکیب گاز بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین

ترکیب گاز	کروسین	سافرانال	پیکروکروسین
A1	۲۳۷/۳۹۰^{c}	۳۲/۲۰۳^{a}	۶۴/۲۱۸^{b}
A2	۲۵۰/۴۹۵^{a}	۳۲/۴۶۷^{a}	۶۵/۹۳۵^{a}
A3	۲۴۶/۴۶۰^{b}	۱۷/۹۹۰^{b}	۵۱/۳۷۴^{c}

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی-داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن$p<0/05$).

اثر زمان نگهداری بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین

مقایسه میانگین اثر زمان نگهداری بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین در جدول8 نشان داده شده است. همان طور که پیداست اثر زمان نگهداری بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین در سطح 5 درصد معنی‌دار بود. مقدار کروسین و پیکروکروسین درطول زمان نگهداری کاهش پیدا کرد به طوری که مقدار کروسین از 265/718 واحد به 218/114 و مقدار پیکروکروسین از 90/054 واحد به 35/024 واحد کاهش پیدا کرد.

آلونسو و همکاران (2006) گزارش کردند با گذشت زمان میزان قدرت رنگی(کروسین) و تلخی (پیکروکروسین) زعفران در طول دوره نگهداری تحت شرایط دمایی40 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 75 درصد، کاهش یافت.سالاری و همکاران (1388) تغییرات فیزیکوشیمیایی و میکروبی زعفران طی دوره‌ی نگهداری یکساله را مطالعه و گزارش کردند مقدار کروسین و پیکروکروسین در طول دوره نگهداری کاهش پیدا کرد. نتایج پژوهش حاضر با گزارش محققین فوق منطبق است.

جدول8- اثر زمان نگهداری بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین

زمان نگهداری	کروسین	سافرانال	پیکروکروسین
روز سوم	۲۶۵/۷۱۸ a	۳۲/۲۸۰ b	۹۰/۰۵۴ a
روز ششم	۲۵۹/۹۲۰ b	۳۳/۲۲۵ a	۸۴/۵۷۰ b
روز نهم	۲۴۶/۶۵۸ c	۲۷/۴۸۶ c	۵۱/۱۵۹ c
روز دوازدهم	۲۳۳/۵۰۰ d	۲۴/۱۰۷ d	۴۱/۷۳۷ d
روز پانزدهم	۲۱۸/۱۱۴ e	۲۰/۶۷۰ e	۳۵/۰۲۴ e

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی-داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن$p<0/05$).

همان طور که در جدول 7 مشاهده می‌شود مقدار سافرانال تا روز ششم به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد سپس با گذشت زمان این مقدار کاهش پیدا کرد. افزایش میزان سافرانال طی مدت نگهداری احتمالا به دلیل تجزیه پیکروکروسین (غیر فرار) به آلدئید فرار سافرانال می‌باشد. ضرغامی و هینس (1971) گزارش نمودند میزان هیدرولیز پیکروکروسین و یا تشکیل سافرانال در زعفران به روش خشک کردن و همچنین همچنین شرایط محیطی نگهداری آن بستگی دارد.

نتایج آزمون های میکروبی نمونه های زعفران

آزمون‌های میکروبی شامل آزمون تعیین وجود اشرشیاکلی و شمارش کپک و مخمر بر روی نمونه‌های زعفران خشک شده انجام شد. ویژگیهای میکروبی نمونه‌های زعفران خشک شده نشان داد رشد اشرشیاکلی در کلیه تیمارها منفی بود (داده ها نشان داده نشد). جدول9 اثر ترکیب گاز بر شمارش کپک و مخمر در زمان‌های مختلف نگهداری را نشان می‌دهد. باتوجه به نتایج، اکثر تیمارها با استاندارد ملی ایران(10^3cfu/gr) مطابقت داشتند. به طور کلی خشک کردن با کاهش فعالیت آبی سبب طولانی شدن فاز کمون میکروارگانیسم‌ها می‌شود و در مرحله بعد این عامل سبب می‌شود تا از سرعت رشد و اندازه پیکره میکروارگانیسم ها نیز کاسته شود. بعلاوه کاهش فعالیت آبی موجب تقلیل نفوذ آب به درون سلول شده و کاهش فعالیت‌های متابولیسمی را در پی خواهد داشت(مرتضوی، 1372). بنابراین همان طور که در جدول 9 مشاهده می‌شود شمارش کلی کپک و مخمر در روزهای سوم و ششم بیشتر از سایر تیمارها بوده که احتمالا به دلیل درصد بالای رطوبت در زعفران حاصل از گل‌های نگهداری شده در این روزها بود. میزان آلودگی میکروبی در طی مدت نگهداری کاهش یافته است این نتیجه احتمالا به دلیل فعالیت پایین آبی در کلاله‌های خشک شده می‌باشد. سالاری و همکاران (1388) بیان کردند میزان آلودگی میکروارگانیسمی زعفران با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

جدول 9- اثر ترکیب گاز، بر شمارش کپک و مخمر در زمان-های مختلف نگهداری

ترکیب گاز	روز سوم	روز ششم	روز نهم	روز دوازدهم	روز پانزدهم
۱	۱۰×۱۰^۳	۱۹×۱۰^۳	منفی	۸×۱۰^۳	منفی
۲	۲×۱۰^۳	۲۳×۱۰^۳	منفی	منفی	منفی
۳	۸×۱۰^۳	۶×۱۰^۳	منفی	منفی	منفی
شاهد	۲۳×۱۰^۳	۱۶×۱۰^۳	ND	ND	ND

ND: نمونه به علت افت کیفیت آزمون نشد

نتایج و بحث

این تحقیق نشان داد زمان نگهداری گل زعفران را می توان با استفاده از سیستمهای کنترل اتمسفر با استفاده از بسته بندی به طور مناسبی افزایش داد بدون اینکه دچار افت کیفیت گردد. در این خصوص ترکیب گازی دی ا کسید کربن، اکسیژن و نیتروژن (45: 5: 50 %) در دمای صفر درجه سانتیگراد موجب حفظ کیفیت و راندمان استحصال زعفران از گلهای زعفران بسته بندی شده در بسته های پلی آمید پلی اتیلن گردید

منابع

آذرپژوه، ا.، و شرایعی، پ.، 1382، تاثیر شرایط مختلف نگهداری بر ویژگیهای کیفی گل زعفران، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان.

بی‌نام،1387، آمارنامه کشاورزی، سال زراعی 89-1388، انتشارات وزارت کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و پشتیبانی، اداره کل آمار و اطلاعات، نشریه شماره 88/06..

بی‌نام ، 1385، استاندارد ملی ایران شماره 2-10899، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام-روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها قسمت دوم: روش شمارش کلنی در فراورده‌های با فعالیت آبی (aw) مساوی یا کمتر از 0/95. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

بی‌نام. 1376. مدیریت گلخانه (جلد دوم). سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران.

بی‌نام، 1384، استاندارد ملی ایران شماره 2946، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام-جستجو و شمارش اشرشیاکلی با استفاده از روش بیشترین تعداد احتمالی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

بی‌نام، 1387، استاندارد ملی ایران شماره 5689، میکروبیولوژی زعفران-ویژگیها. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

سالاری ر. حبیبی نجفی م.ب. کاراژیان ح. وزیر زاده ب. 1388. ارزیابی تغییرات فیزیکوشیمیایی و میکروبی زعفران طی دوره نگهداری یکساله. مجله علوم و فناوری غذایی. سال دوم. شماره اول. صفحات 36-43.

فرجی هارمی، ر.،1367، علوم وتکنولوژی میوه‌ها وسبزی ها، مرکز نشر دانشگاه تهران.

قریشی، غ.ر.، نخچیان ،ح.، 1382، نگهداری میوه‌ها و سبزیها در اتمسفرکنترل شده، ناشر، تیهو، صفحات 115-135

کافی م. باقری ع.ر. حاجیان شهری م. راشد محصل م.ح. سنوئی م. علیزاده ا. کرباسی ع. محمودی ا. 1381. زعفران: فناوری تولید و فرآوری. ناشر زبان و ادب.

مرتضوی ع. 1372. میکروبیولوژی غذای مدرن. جلد اول (ترجمه) انتشارات مشهد.

ناصری م. ابراهیمی ت.م. 1377. فیزیولوژی گلهای پیازی. انتشارات جهاد دانشگاهی

Alonso, G.L., Salinas, M.R., Snchez-Fernandez, M.A., Garij, J., 2001, Safranal content in spanish saffron, Food science and Technology International, 7(3):225-229.

Antmann, G., Ares, G., Lema, P., Lareo, C., 2008, Influence of modified atmosphere packaging on sensory quality of shiitake mushrooms, Postharvest Biology and Technology ,49:164-170.

Baile, J. B. and Young, R. E., 1981, Respiration and ripening in fruits- retrospect and prospect, In recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables. Friend, J. and Rhodes, M. J. C. (eds) Academic Press, London.

Exama, A., Arul, J. Lencki, R., Li. Z., 1993. Suitability of various plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: gas transfer properties and effedt of temperature fluctuation. Acta Horticultural. 343, 175-180.

ISO. 2010, Spices-saffron(Crocus sativus L.), ISO 3632-2, Part2: Test methods, International Standard.

Kaushik, V., Roos, Y.H. 2007. Limonene encapsulation in freeze-drying of gum rabic-sucrose -gelatin systems. LWT, 40:1381-1391.

Legnani, G., Watkins, C.B., Miller, W.B., 2004, Low oxygen affects the quality of Asiatic hybrid lily bulbs during dry sea storage and subsequent forcing, Postharvest Biology and Technology, 32:223–233.

Legnani, G., Watkins, C. B., & Miller, W. B. 2006. Tolerance of dry-sale lily bulbs to elevated carbon dioxide in both ambient and low oxygen atmospheres, Postharvest Biology and Technology, 41(2):198–207.

Reid, M.S., Lukaszewski, T.A., 1988, Post-harvest care and handling of cut flowers, florist Green, and Potted Plants, Timber press. Inc., Portland, Oregon.

Sandhya, 2010, Modified atmosphere packaging of fresh produce, LWT- Food Science and Technology 43: 381–392.

Ullsten, N.H., and Hedenquvist, M.S., 2003, Anew test method based on head space analysis to determine permeability to oxygen and carbon dioxide of flexible packaging, Polymer Testing, 22:291-295.

Zarghami, N.S., Heinz, D.E., 1971. Monoterpene aldehydes and isophone – related compounds of saffron. Phytochemistry. 10: 2455- 2761.