مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵ (ص۷۹۲- ۷۸۱)

تأثیر بسته‌بندی‌های فویل آلومینیوم و کاغذ روغنی بر خواص فیزیکی‌شیمیایی، بافتی، میکروبی و حسی بستنی‌خشک

نگار راوش[۱]، جواد حصاری[۲*]، صدیف آزادمرد دمیرچی[۳] و سید عباس رأفت[۴]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۲. استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳. استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۴ .دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۵/ ۱۱/ ۱۳۹۴- تاریخ تصویب: ۳/ ۹/ ۱۳۹۵)

چکیده

بستنی‌خشک فرآورده لبنی بومی ایران است که مشابه محصولاتی مانند خوآ، خوآدندر، برفی، پدا، لعل‌پدا، پدای قهوه‌ای، دولسه‌دلچ در سایر کشورهاست. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر مواد مختلف بسته‌بندی بر خواص کیفی بستنی‌خشک بود. برای این منظور ابتدا بستنی‌خشک با افزودن شیر، شکر، گلوکز مایع و شورتنینگ تهیه شد و سپس در سه نوع ماده بسته‌بندی فویل‌آلومینیوم/مقوا، کاغذروغنی/مقوا و مقوا (کنترل) بسته‌بندی گردید و در سه دمای ۱۸-، ۸+ و ۲۸+ درجه سلسیوس به مدت ۶۰ روز نگهداری شد. در تمامی نمونه‌ها با گذشت زمان و افزایش دمای نگهداری، میزان رطوبت، pH و امتیازهای مربوط به ویژگی‌های حسی کاهش و مقادیر اسیدیته، عدد اسیدی، عدد پراکسید، سفتی، شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و شمارش کپک و مخمر، افزایش یافت. به طور کلی در تمامی دماها، بستنی‌خشک‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا دارای رطوبت، pH، شمارش کلی میکروارگانیسم، کپک و مخمر و امتیاز ویژگی‌های حسی، بالاتر و اسیدیته، عدد اسیدی، عدد پراکسید و سفتی کمتری نسبت به نمونه‌های دیگر بودند. در دماهای ۱۸- و ۲۸+ درجه سلسیوس، به ترتیب کمترین و بیشترین تغییرات در تمامی خواص بستنی‌خشک رخ داد. طبق نتایج، بستنی‌خشک‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا در دمای ۱۸- درجه سلسیوس بهترین خواص کیفی و بالاترین مدت ماندگاری را داشتند.

واژه‌های کلیدی: بستنی‌خشک، فرآورده بومی، بسته‌بندی، خواص کیفی، ماندگاری

مقدمه

امروزه مصرف شیر و فرآورده‌های آن به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه جوامع انسانی بیان می‌شود. با توجه به گزارشات، مصرف سرانه شیر در کشور بسیار پایین است. یکی از راه‌ها برای حصول به هدف افزایش مصرف سرانه، افزایش تولید و ایجاد تنوع در نوع محصولات می‌باشد. بسیاری از محصولات لبنی صنعتی که امروزه در کشورهای توسعه یافته تولید و به بازارهای جهانی عرضه می‌شوند، در گذشته نه چندان دور به صورت سنتی تولید می‌شد. اگرچه ایران از لحاظ فرآورده‌های لبنی سنتی به لحاظ تمدن کهن خود بسیار غنی است اما هنوز کار لازم چه در سطح تحقیقات و مطالعات علمی و چه در سطح صنعتی بر روی این محصولات انجام نگرفته است. بستنی‌خشک در واقع شیرینی بر پایه شیر است که از تغلیظ شیر به همراه افزودن شکر، گلوکز مایع و شورتنینگ حاصل می‌شود. در ارتباط با این محصول سنتی ارزشمند تا بحال مطالعه‌ای صورت نگرفته است و این پژوهش نخستین مطالعه علمی بر روی این محصول است. از محصولات مشابه بستنی‌خشک می‌توان به خوآ (محصول سنتی کشور هندوستان)، خوآدندر، برفی، پدا، لعل‌پدا، پدای قهوه‌ای، دولسه‌دلچ (محصول سنتی کشور آرژانتین) اشاره‌کرد (Bansal, 2011; Thakar & Joshi, 2002). پژوهش‌های اندکی در مورد دمای نگهداری محصولات مشابه بستنی‌خشک صورت گرفته است که در نتیجهٔ آن‌ها، دماهای ۴+ تا ۱۱+ درجه سلسیوس، در مقایسه با دماهای ۲۵+ تا ۳۷+ درجه سلسیوس، بهترین دماهای نگهداری انتخاب شدند (Jha *et al*., 2012; Pushpa & Acharya, 2010; Rajarajan *et al*., 2010; Sharma *et al*., 2001). همچنین در مورد بسته‌بندی محصولات مشابه بستنی‌خشک، مطالعاتی در مورد مواد مختلف بسته‌بندی اعم از پلی‌اتیلن، فویل‌آلومینیوم، لامینیت سه لایه، جعبه‌های مقوایی و در مورد اتمسفر بسته‌بندی اعم از

* نویسنده مسئول : jhesari@tabrizu.ac.ir

بسته‌بندی تحت اتمسفر معمولی، بسته‌بندی تحت خلاء، تزریق نیتروژن به داخل بسته، بسته‌بندی حاوی جاذب اکسیژن آزاد، اتمسفر اصلاح شده با ترکیب‌های مختلف گازی حاوی N_2 و CO_2 صورت گرفته است (Pushpa & Acharya, 2010; Sharma *et al*., 2001; Narasimhachar *et al*., 2005; Jha *et al*., 2013). بستنی‌خشک تولید شده به روش سنتی، به علت از دست دادن آب و نیز به علت کپک‌زدگی سطحی، مدت زمان ماندگاری کمی دارد، لذا امکان تولید در مقیاس صنعتی و نیز صادرات را برای این محصول دشوار کرده است. در این پژوهش، برای افزایش مدت ماندگاری از سه نوع ماده بسته‌بندی فویل‌آلومینیوم/مقوا، کاغذروغنی/مقوا و مقوا (کنترل) استفاده شد و اثرات زمان، دمای نگهداری و نوع بسته‌بندی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، میکروبی وحسی بستنی‌خشک بررسی شد.

مواد و روش‌ها

تولید بستنی‌خشک

تولید بستنی‌خشک مطابق روش سنتی مرسوم در تبریز انجام گرفت. برای این کار، ابتدا شیر پرچرب گاو و شکر به ترتیب با نسبت ۲ به ۱ مخلوط شدند و شورتنینگ به مقدار ۱٪ مخلوط، اضافه شد و سپس مخلوط حاصله تا رسیدن به غلظت مشخصی، تحت حرارت تغلیظ شد. در این مرحله گلوکز مایع به مقدار ۱۰٪ مخلوط اولیه شیر و شکر، به مخلوط غلیظ شده اضافه گردید و مخلوط حاصله تا رسیدن به غلظت مشخص، تحت حرارت بطور مرتب هم‌زده شد. بلافاصله پس از رسیدن به غلظت مناسب، مخلوط حاصله خنک گردید. پس از اینکه دمای مخلوط به دمای محیط نزدیک شد، پودر وانیل به مقدار ۱٪ مخلوط اولیه شیر و شکر اضافه شد. سپس مخلوط برای رسیدن به بافت مطلوب، توسط هم‌زن به مدت یک ساعت با دور آهسته هم‌زده شد. پس از این مرحله، مخلوط حاصله قالب‌گیری شد و به مدت ۲۴ ساعت در هوای معمولی قرار گرفته و خشک شد و سپس وارد مرحله بسته‌بندی گردید.

آماده‌سازی‌موادبسته‌بندی وبسته‌بندی نمونه‌های بستنی‌خشک

مواد بسته‌بندی شامل ورقه‌های آلومینیومی، کاغذروغنی و جعبه‌های مقوایی تحت اشعه ماوراء بنفش به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. سپس نمونه‌های بستنی‌خشک در اندازه‌های ۲۰۰ گرمی در سه ماده بسته‌بندی به شرح ذیل بسته‌بندی شدند.

- بسته‌بندی در ورقه‌های آلومینیومی به ضخامت ۵ میکرون و در ابعاد ۱۵×۲۵ سانتی‌متر
- بسته‌بندی در کاغذهای روغنی به ابعاد ۱۵×۲۵ سانتی‌متر
- بسته‌بندی در جعبه‌های مقوایی (نمونه‌های کنترل)
- پس از بسته‌بندی، به غیر از بسته‌های مقوایی، تمامی بسته‌ها به‌صورت مجزا در داخل جعبه‌های مقوایی قرار داده شدند.

نگهداری و نمونه‌برداری

نمونه‌های بستنی‌خشک بعد از بسته‌بندی، در سه دمای ۲۸+، ۸+ و ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شدند و نمونه‌برداری از هر کدام، به ترتیب به فاصله ۵، ۱۰و ۱۵ روز یک‌بار، صورت گرفت.

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

اندازه‌گیری‌های رطوبت (خشک‌کردن در آون)، پروتئین (روش کلدال)، خاکستر، عدد اسیدی و عدد پروکسید مطابق روش‌های ارائه شده توسط Azadmard-Damirchi (2012)، چربی به روش ورنر اشمید مطابق Isiri, 760 (1977)، pH و اسیدیته مطابق Isiri, 2852,1 st.Edition (2006) و استخراج چربی بستنی‌خشک برای تعیین عدد اسیدی و عدد پروکسید مطابق Isiri, 37,6th.revision(1998) انجام گرفت.

ارزیابی بافت بستنی‌خشک

سفتی به عنوان ارزیابی بافت توسط ماشین آزمون عمومی (اینسترون) مدل ۱۱۴۰ به روش آزمون نفوذی[1] انجام شد. نمونه‌های بستنی‌خشک، به شکل مکعب با ضخامت ۱٫۵ سانتی‌متر برش داده شد و با پروب میله‌ای به قطر ۳ میلی‌متری تحت آزمایش نفوذ تا عمق ۵۰٪ ارتفاع اولیه قرار گرفت. سرعت حرکت پروب ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه و لودسل[2] مورد استفاده ۵۰ نیوتن بود. حداکثر نیروی لازم برای نفوذ میله به داخل نمونه در منحنی‌های رسم شده توسط دستگاه بدست آمد و در نهایت حداکثر نیروی لازم (برحسب نیوتن) برای نفوذ پروب دستگاه اینسترون به داخل بستنی‌خشک، به عنوان سفتی در نظر گرفته شد (Afoakwa, 2010).

آزمون‌های میکروبی بستنی‌خشک

شمارش‌کلی میکروارگانیسم‌ها توسط کشت روی محیط پلیت‌کانت‌آگار با شرایط انکوباسیون ۲۴-۴۸ ساعت در ۳۷ درجه سلسیوس مطابق Isiri, 5484 (1992) انجام شد. شمارش کپک و مخمر توسط کشت روی محیط کلرامفنیکل‌گلوکزآگار با شرایط انکوباسیون ۷-۵ روز در ۲۵ درجه سلسیوس مطابق Isiri, 10154, 1 st. Edition (2007) انجام گرفت.

1. Puncture test
2.Load cell

ارزیابی حسی بستنی‌خشک

ارزیابی ویژگی‌های حسی شامل ویژگی‌های ظاهری (رنگ و سطح)، ویژگی‌های بافتی (سفتی و احساس دهانی)، ویژگی‌های عطر و طعمی (طعم شیر و طعم تند شدن چربی[1]) و پذیرش کلی توسط ۱۵ نفر پانلیست نیمه‌ماهر به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (درجه بندی بر مبنای ۱-۵، ۱: خیلی ضعیف، ۲: ضعیف، ۳: متوسط، ۴: قوی و ۵ : خیلی قوی) انجام گرفت (Gazizadeh & Razegi, 1989).

آنالیز آماری

داده‌های حاصل از آزمایش بصورت طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شدند. اثر دو تیمار هر کدام در سه سطح (دمای نگهداری در سه سطح ۱۸-، ۸+ و ۲۸+ درجه سلسیوس و بسته‌بندی در سه سطح فویل‌آلومینیوم/مقوا، کاغذروغنی/مقوا و مقوا) به عنوان اثر ثابت و تکرار در زمان به عنوان اثر تصادفی در نظر گرفته شد. آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و بافتی در ۳ تکرار و آزمون‌های حسی در ۱۵ تکرار انجام گرفت و آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش توکی صورت گرفت و سطح احتمال خطای ($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری از مدل آمیخته Mixed نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ صورت گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

ترکیب شیمیایی بستنی‌خشک در روز اول نگهداری در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی بستنی‌خشک

ترکیب	مقدار (٪)
رطوبت	۱۴/۱۶ ±۰/۲۱۳
پروتئین	۴/۷۶ ± ۰/۲۱۷
چربی	۲/۴۸ ± ۰/۴۲۱
خاکستر	۱/۰۰ ±۰/۰۰۰

۳= تکرار :انحراف‌معیار± میانگین

تغییرات رطوبت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن ($P<۰/۰۰۰۱$) اثر بسته‌بندی، دما و زمان روی تغییرات رطوبت بود. رطوبت در تمامی نمونه‌های نگهداری شده در هر سه دما و در هر سه نوع بسته‌بندی در طول زمان کاهش یافت. این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش‌های Bhatele (1983) و Sharma *et al.* (2003) مطابقت داشت. کاهش رطوبت در دماها و بسته‌بندی‌های مختلف با سرعت‌های متفاوتی صورت گرفت به این صورت که سرعت کاهش رطوبت در نمونه‌های نگهداری شده در ۲۸+ درجه سلسیوس بعلت سرعت بالای تبخیر، نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در دماهای ۸+ و ۱۸- درجه سلسیوس بالاتر بود (Jha *et al*., 2012; Kumar *et al*., 1975). همچنین بیشترین سرعت کاهش رطوبت مربوط به نمونه‌های کنترل و نیز نمونه‌های بسته‌بندی شده در کاغذروغنی/مقوا بود. این مسئله می‌تواند ناشی از قدرت ممانعت‌کنندگی ضعیف کاغذروغنی و مقوا در مقابل خروج رطوبت، نسبت به فویل‌آلومینیوم باشد (Londhe *et al*., 2012). تغییرات میزان رطوبت نمونه‌های بستنی‌خشک در شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) آورده شده است.

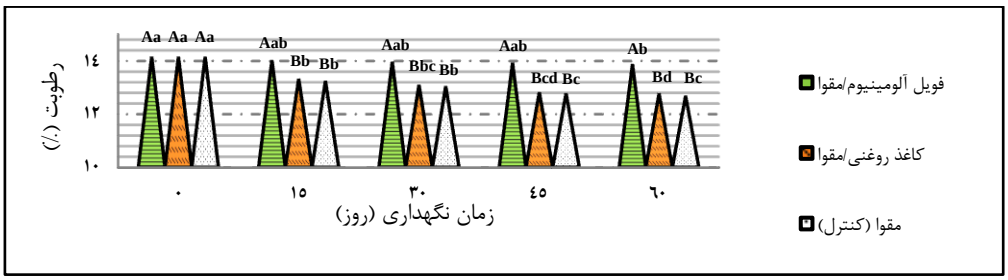
تغییرات pH

در مورد تغییرات pH نیز اثر بسته‌بندی، دما و زمان معنی‌دار بود ($P<۰/۰۰۰۱$). pH در تمامی نمونه‌ها در هر سه دما و در تمام انواع بسته‌بندی‌ها با گذشت زمان یک روند کاهشی داشت که این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش‌های Londhe *et al*. (2012) و Kumar *et al.* (1997) مطابقت داشت. بیشترین سرعت کاهش مربوط به نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۸+ درجه سلسیوس بود. از نظر بسته‌بندی، در هر سه دما، نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا دارای بیشترین pH و نمونه‌های کنترل دارای کمترین pH بودند. تغییرات pH نمونه‌های بستنی‌خشک در شکل‌های (۴)، (۵) و(۶) آورده شده است.

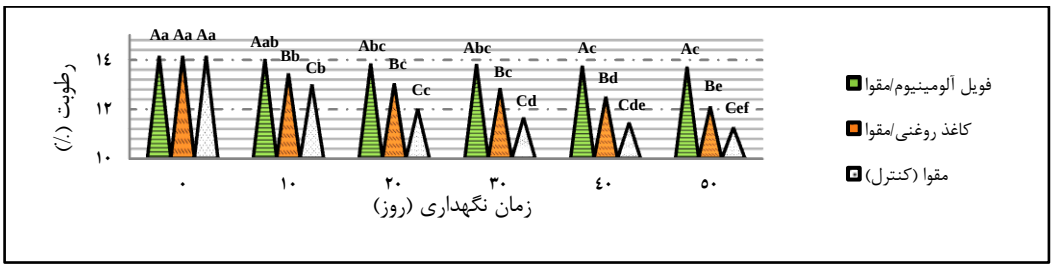
تغییرات اسیدیته

اثر بسته‌بندی، دما و زمان روی تغییرات اسیدیته معنی‌دار ($P<۰/۰۰۰۱$) بود. اسیدیته در مدت نگهداری در تمامی نمونه‌ها روند افزایشی داشت که با نتایج حاصل از پژوهش‌های *et al.* Kumar (1997) مطابقت داشت. سرعت افزایش اسیدیته در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۸+ درجه سلسیوس بیشترین و در نمونه‌های نگهداری شده در ۱۸- درجه سلسیوس، کمترین بود. در تمامی دماها، اسیدیته از بیشترین به کمترین مربوط به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا، کاغذروغنی/مقوا و مقوا بود. تغییرات میزان اسیدیته نمونه‌های بستنی‌خشک در شکل‌های (۷)، (۸) و(۹) آورده شده است.

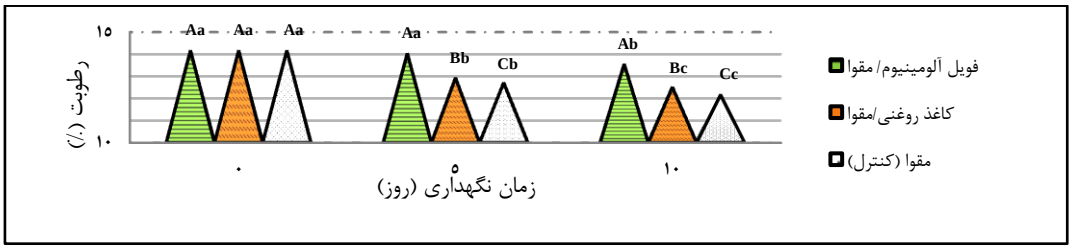
1.Rancidity



شکل ۱. تغییرات رطوبت بستنی خشک در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد



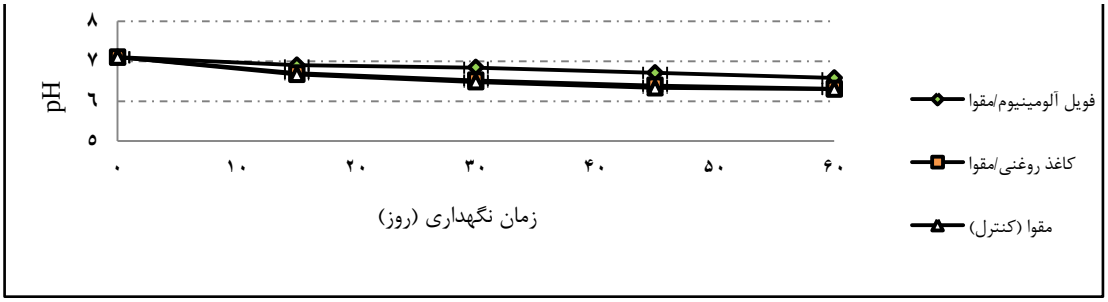
شکل ۲. تغییرات رطوبت بستنی خشک در دمای ۸+ درجه سانتی‌گراد



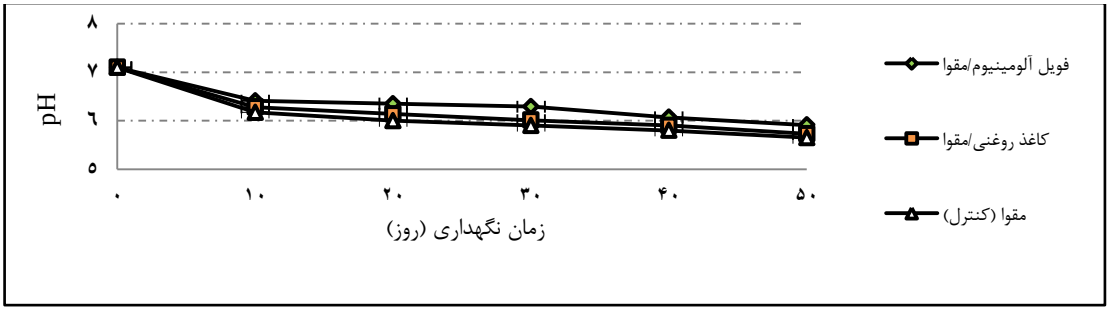
شکل ۳. تغییرات رطوبت بستنی خشک در دمای ۲۸+ درجه سانتی‌گراد

C,B,A : حروف غیرمشابه مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰/۰۵) بین بسته‌بندی‌های مختلف، در یک زمان نگهداری

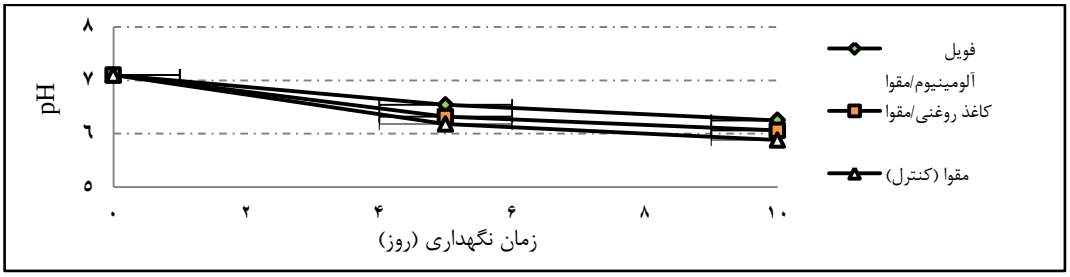
f,e,d,c,b,a: حروف غیرمشابه مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰/۰۵) بین زمان‌های مختلف نگهداری، در یک بسته‌بندی



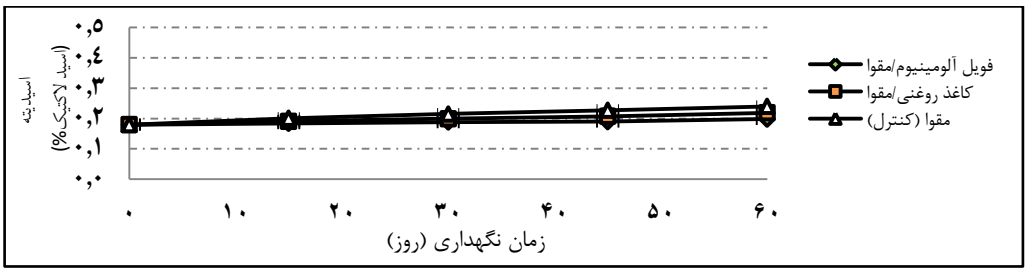
شکل ۴. تغییرات pH بستنی خشک در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد



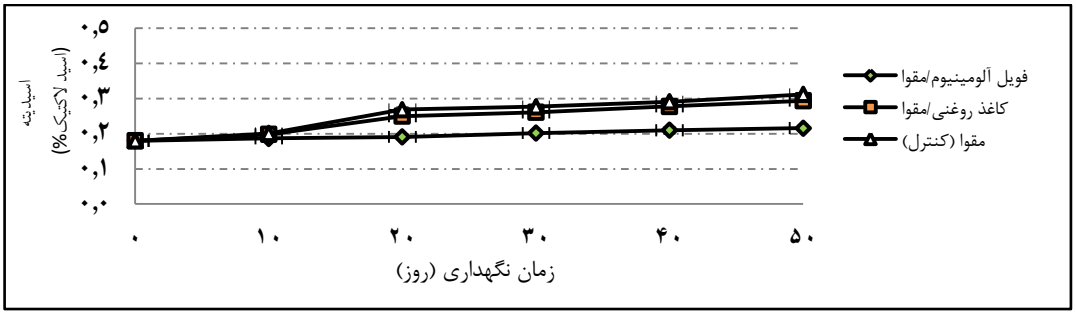
شکل ۵. تغییرات pH بستنی خشک در دمای ۸+ درجه سانتی‌گراد



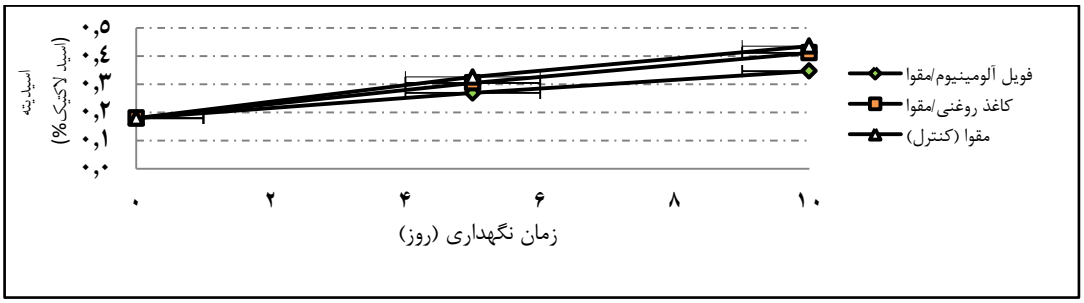
شکل ۶. تغییرات pH بستنی خشک در دمای ۲۸+ درجه سانتی‌گراد



شکل ۷. تغییرات اسیدیته بستنی خشک در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد



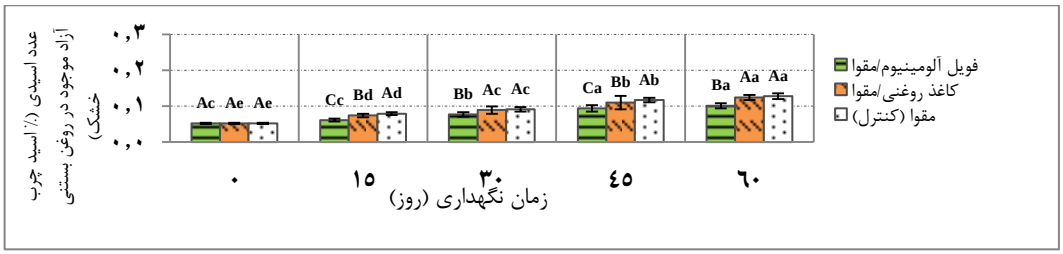
شکل ۸. تغییرات اسیدیته بستنی خشک در دمای ۸+ درجه سانتی‌گراد



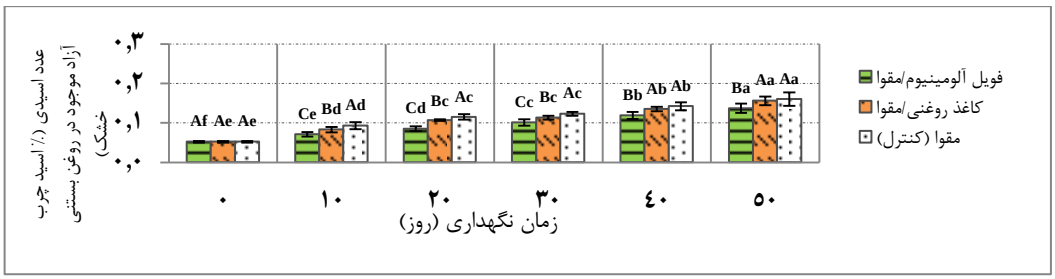
شکل ۹. تغییرات اسیدیته بستنی خشک در دمای ۲۸+ درجه سانتی‌گراد

تغییرات عدد اسیدی

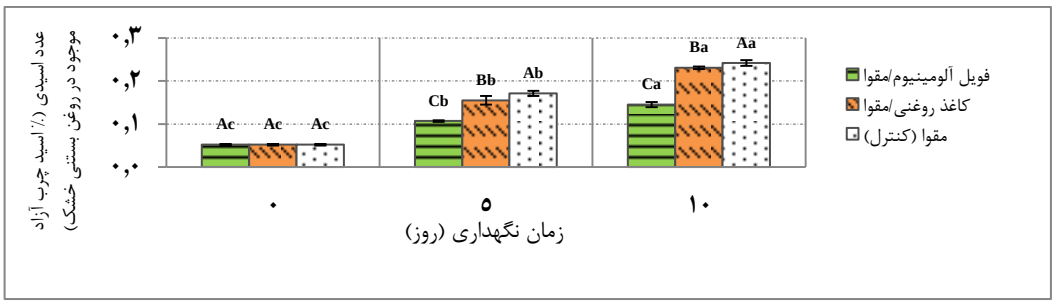
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مؤید معنی‌دار بودن ($P<0/0001$) اثر بسته‌بندی، دما و زمان روی تغییرات عدد اسیدی بود. در تمامی نمونه‌ها عدد اسیدی در طول زمان افزایش یافت. Jha *et al.* (1977) و Kumar *et al.* (2010) نیز شاهد افزایش معنی‌دار عدد اسیدی در طول زمان نگهداری بودند. در هر سه دما بین بسته‌بندی‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<0/05$). افزایش عدد اسیدی در نمونه‌های کنترل و نمونه‌های بسته‌بندی شده در کاغذروغنی/مقوا در هر دما، نسبت به بسته‌بندی فویل‌آلومینیوم/مقوا، با سرعت بیشتری صورت گرفت. همچنین افزایش عدد اسیدی در نمونه‌های نگهداری شده در ۲۸+ درجه سلسیوس، با سرعت بیشتری نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در ۸+ و ۱۸- درجه سلسیوس بود. این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش‌های Londhe *et al.* (2012)، Acharya & Pushpa (2010) منطبق بود. تغییرات عدد اسیدی نمونه‌های بستنی‌خشک در شکل‌های (۱۰)، (۱۱) و (۱۲) آورده شده است.



شکل ۱۰. تغییرات عدد اسیدی بستنی خشک در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد



شکل ۱۱. تغییرات عدد اسیدی بستنی خشک در دمای ۸+ درجه سانتی‌گراد



شکل ۱۲. تغییرات عدد اسیدی بستنی خشک در دمای ۲۸+ درجه سانتی‌گراد

C,B,A : حروف غیرمشابه مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰/۰۵) بین بسته‌بندی‌های مختلف، در یک زمان نگهداری

f,e,d,c,b,a: حروف غیرمشابه مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰/۰۵) بین زمان‌های مختلف نگهداری، در یک بسته‌بندی

تغییرات عدد پروکسید

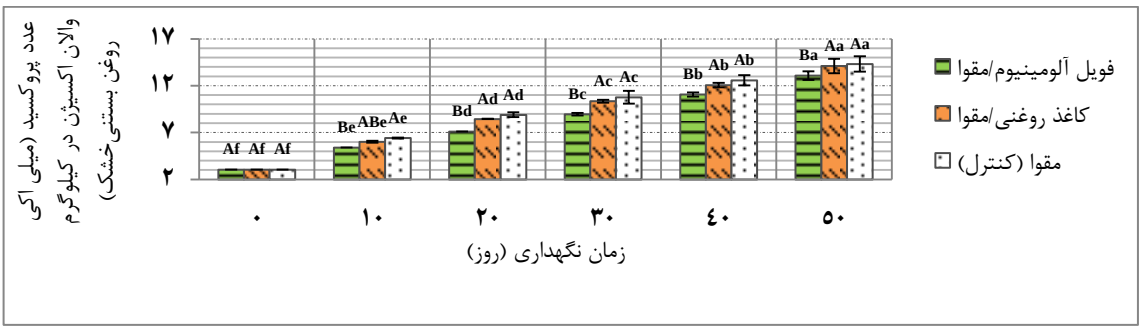
در مورد عدد پروکسید نیز اثر بسته‌بندی، دما و زمان معنی‌دار (P<۰/۰۰۰۱) بود. عدد پروکسید در تمامی نمونه‌ها روند افزایشی داشت که با نتایج حاصل از پژوهش‌های Pushpa & Acharya (2010) مطابقت داشت. در هر سه دما بیشترین اعداد پراکسید مربوط به نمونه‌های کنترل و کمترین اعداد پراکسید مربوط به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا بود و سرعت افزایش عدد پروکسید در دماهای ۱۸- و ۲۸+ درجه سلسیوس بترتیب، کمترین و بیشترین بود. افزایش عدد پروکسید در نمونه‌های کنترل در تمامی دماها، نسبت به نمونه‌های دیگر مربوط به سرعت عبور اکسیژن از مواد بسته‌بندی می‌باشد و از آنجایی که نمونه‌های کنترل فقط دارای یک لایه بسته‌بندی (مقوا) بودند، بنابراین نسبت به بسته‌بندی‌های دیگر، دارای مانع ضعیفی در برابر ورود اکسیژن بودند (Sharma *et al.*, 2001; Kumar & Srinivasan, 1978). بنابراین می توان گفت افزایش عدد پروکسید در نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا، در تمامی دماها به علت وجود مانع قوی در برابر ورود اکسیژن با سرعت کمتری نسبت به نمونه‌های بسته‌بندی شده در کاغذروغنی/مقوا و مقوا اتفاق افتاد. تغییرات عدد پروکسید نمونه‌های بستنی‌خشک در شکل‌های (۱۳)، (۱۴) و (۱۵) آورده شده است.

تغییرات بافتی

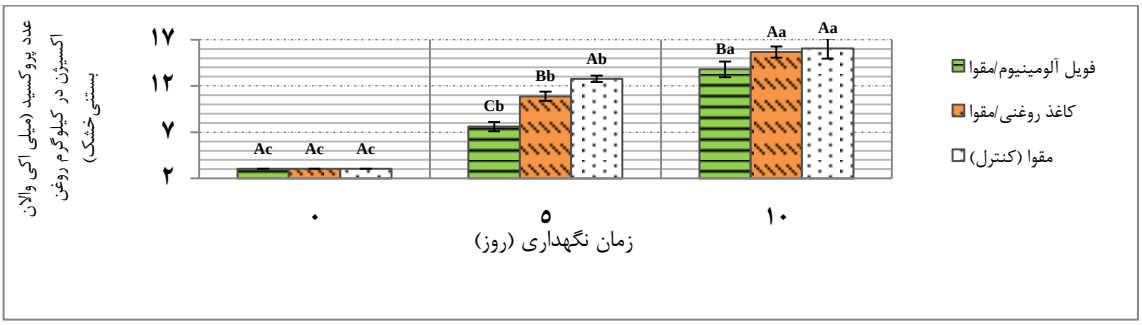
بسته‌بندی، دما و زمان روی تغییرات سفتی، اثر معنی‌داری (P<۰/۰۰۰۱) داشت. طبق نتایج میزان سفتی در تمامی نمونه‌ها با گذشت زمان به موازات کاهش رطوبت، افزایش یافت (Sachdeva, 1980; Bhatele, 1983). سرعت افزایش سفتی، در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۸+ درجه سلسیوس نسبت به دماهای ۱۸- و ۸+ درجه سلسیوس، بدلیل بالا بودن سرعت تبخیر در دمای ۲۸+ درجه سلسیوس و نیز نمونه‌های کنترل نسبت به نمونه‌های دیگر بدلیل عدم وجود مانع قوی در برابر خروج رطوبت، بالا بود (Londhe *et al.*, 2012; Gupta et al.,

1990). افزایش سفتی نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا در دماهای ۱۸-،۸+ و ۲۸+ درجه سلسیوس بترتیب تا روزهای ۶۰، ۴۰ و ۱۰ معنی‌دار نبود ($P>0.05$). بطور متوسط نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا و نمونه‌های کنترل به ترتیب دارای کمترین و بیشترین تغییرات سفتی (سرعت افزایش میزان سفتی) با گذشت زمان بودند و این مسئله به قدرت بالای ممانعت‌کنندگی خروج رطوبت بسته‌های فویل‌آلومینیومی نسبت به کاغذروغنی و مقوا بر می‌گردد. تغییرات میزان سفتی نمونه‌های بستنی‌خشک طی نگهداری در دماهای ۱۸-،۸+ و ۲۸+ درجه سلسیوس به ترتیب در در جداول (۲)، (۳) و (۴) آورده شده است.

شکل ۱۳. تغییرات عدد اسیدی بستنی خشک در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد



شکل ۱۴. تغییرات عدد پروکسید بستنی خشک در دمای ۸+ درجه سانتی‌گراد



شکل ۱۵. تغییرات عددپروکسید بستنی خشک در دمای ۲۸+ درجه سانتی‌گراد

C,B,A: حروف غیرمشابه مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ($P<0.05$) بین بسته‌بندی‌های مختلف، در یک زمان نگهداری

f,e,d,c,b,a: حروف غیرمشابه مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ($P<0.05$) بین زمان‌های مختلف نگهداری، در یک بسته‌بندی

جدول ۲. تغییرات سفتی (بر اساس نیوتن) بستنی‌خشک در دمای ۱۸°C-

بسته‌بندی زمان (روز)	فویل‌آلومینیوم/مقوا	کاغذ روغنی/مقوا	مقوا (کنترل)
۰	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Aa	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Ab	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Ac
۱۵	۰٫۱۷۶ ± ۰٫۰۱۴ Aa	۰٫۲۳۴ ± ۰٫۰۳۶ Aab	۰٫۲۶۱ ± ۰٫۰۵۶ Abc
۳۰	۰٫۲۴۱ ± ۰٫۰۲۸ Aa	۰٫۳۲۹ ± ۰٫۰۳۹ Aab	۰٫۳۶۴ ± ۰٫۰۶۱ Aabc
۴۵	۰٫۳۰۶ ± ۰٫۰۳۶ Aa	۰٫۴۶۳ ± ۰٫۰۴۶ Aab	۰٫۵۱۲ ± ۰٫۱۰۷ Aab
۶۰	۰٫۴۵۶ ± ۰٫۰۴۷ Aa	۰٫۶۲۶ ± ۰٫۲۲۴ Aa	۰٫۷۲۵ ± ۰٫۱۶۹ Aa

جدول ۳. تغییرات سفتی (بر اساس نیوتن) بستنی‌خشک در دمای ۸°C+

زمان (روز) / بسته‌بندی	فویل‌آلومینیوم/مقوا	کاغذ روغنی/مقوا	مقوا (کنترل)
۰	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Ab	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Ad	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Ae
۱۰	۰٫۱۰۶ ± ۰٫۰۰۶ Ab	۰٫۲۳۸ ± ۰٫۰۲۵ Ad	۰٫۴۳۰ ± ۰٫۱۱۴ Ade
۲۰	۰٫۱۹۴ ± ۰٫۰۱۴ Aab	۰٫۳۵۶ ± ۰٫۰۲۰ Ad	۰٫۵۹۷ ± ۰٫۱۲۷ Ad
۳۰	۰٫۲۳۵ ± ۰٫۰۱۶ Bab	۰٫۴۸۴ ± ۰٫۰۹۶ ABd	۰٫۷۰۹ ± ۰٫۲۰۳ Ad
۴۰	۰٫۴۱۳ ± ۰٫۲۰۷ Bab	۱۲٫۴۳۳ ± ۰٫۷۵۳ Ac	۱۲٫۷۷۰ ± ۱٫۰۱۷ Ac
۵۰	۰٫۶۲۱ ± ۰٫۱۹۷ Ca	۱۳٫۱۲۰ ± ۰٫۹۸۳ Bb	۱۳٫۸۶۵ ± ۰٫۵۱۹ Ab
۶۰	-	۱۴٫۴۳۲ ± ۰٫۳۱۵ Ba	۱۶٫۱۷۲ ± ۰٫۱۶۲ Aa

جدول ۴. تغییرات سفتی (بر اساس نیوتن) بستنی‌خشک دردمای ۲۸°C+

زمان (روز) / بسته‌بندی	فویل‌آلومینیوم/مقوا	کاغذ روغنی/مقوا	مقوا (کنترل)
۰	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Aa	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Ac	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Ab
۵	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Aa	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Ac	۰٫۰۷۹ ± ۰٫۰۰۰ Ab
۱۰	۰٫۳۹۲ ± ۰٫۰۱۹ Ca	۱٫۲۶۴ ± ۰٫۳۴۵ Bb	۲٫۴۶۰ ± ۰٫۵۶۷ Aa
۱۵	-	۱۴٫۱۸۴ ± ۱٫۱۷۴ a	-

(۳= تکرار): انحراف‌معیار± میانگین. C, B, A: حروف غیرمشابه در هر ردیف مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰٫۰۵).
e,d,c,b,a: حروف غیرمشابه در هر ستون مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰٫۰۵). -: غیر قابل نمونه‌برداری

تغییرات میکروبی

شمارش کلی میکروارگانیسم

اثر بسته‌بندی، دما و زمان روی تغییرات شمارش کلی معنی‌دار (P<۰٫۰۰۰۱) بود. در دمای ۱۸- درجه سلسیوس، شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها ابتدا افزایش و بدنبال آن کاهش یافت. ولی در دماهای ۸+ و ۲۸+ درجه سلسیوس، شمارش کلی تمامی نمونه‌ها از روز اول روند افزایشی داشتند. این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش‌های Mandokhot & Garg (1987)، Misra & Kuila(1988)، Sachdeva (1980) و Pushpa & Acharya(2010) منطبق بود. در طی روزهای اول در هر سه دما در بین بسته‌بندی‌ها، کمترین و بیشترین شمارش کلی بترتیب مربوط به نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا و نمونه‌های کنترل بود و در روزهای آخر نگهداری، کمترین و بیشترین شمارش کلی بترتیب مربوط به نمونه‌های کنترل و نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا بود. افزایش شمارش کلی میکروارگانیسم در نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا، احتمالاً به دلیل وجود رطوبت بالا در این بسته‌ها بود. در مورد نمونه‌های بسته‌بندی شده در کاغذروغنی/مقوا و مقوا، بالا بودن بار میکروبی احتمالاً به قدرت ممانعت‌کنندگی ضعیف این بسته‌بندی‌ها در برابر ورود میکروارگانیسم‌ها و نیز وجود محیط مملو از اکسیژن مربوط شود. تغییرات شمارش کلی نمونه‌های بستنی‌خشک در جداول (۵)، (۶) و (۷) آورده شده است.

جدول ۵. تغییرات شمارش کلی میکروارگانیسم‌های بستنی‌خشک (Log 10 cfu/g) در دمای ۱۸°C-

زمان (روز) / بسته‌بندی	فویل‌آلومینیوم/مقوا	کاغذ روغنی/مقوا	مقوا (کنترل)
۰	۲٫۳۰ ± ۰٫۳۰۱ Ac	۲٫۳۰ ± ۰٫۳۰۱ Abc	۲٫۳۰ ± ۰٫۳۰۱ Ad
۱۵	۲٫۸۸ ± ۰٫۰۳۳ Ba	۲٫۵۱ ± ۰٫۰۷۲ Cb	۳٫۴۷ ± ۰٫۰۰۸ Aa
۳۰	۲٫۶۳ ± ۰٫۰۵۵ Bb	۲٫۷۵ ± ۰٫۰۴۶ Ba	۳٫۰۲ ± ۰٫۰۲۳ Ab
۴۵	۲٫۵۱ ± ۰٫۰۷۲ Bbc	۲٫۲۰ ± ۰٫۱۷۳ Ccd	۲٫۶۶ ± ۰٫۰۵۵ Ac
۶۰	۲٫۴۱ ± ۰٫۱۰۱ Abc	۲٫۰۰ ± ۰٫۰۰۰ Bd	۲٫۰۰ ± ۰٫۰۰۰ Be

جدول ۶. تغییرات شمارش کلی میکروارگانیسم‌های بستنی‌خشک (Log 10 cfu/g) در دمای ۸°C+

بسته‌بندی / زمان (روز)	فویل‌آلومینیوم/مقوا	کاغذ روغنی/مقوا	مقوا (کنترل)
۰	۲٫۳۰ ± ۰٫۳۰۱ ^{Ae}	۲٫۳۰ ± ۰٫۳۰۱ ^{Ac}	۲٫۳۰ ± ۰٫۳۰۱ ^{Ad}
۱۰	۲٫۳۵ ± ۰٫۱۰۱ ^{Bde}	۲٫۶۶ ± ۰٫۰۵۵ ^{Ab}	۲٫۷۲ ± ۰٫۰۴۶ ^{Ac}
۲۰	۲٫۵۶ ± ۰٫۰۷۲ ^{Bcd}	۲٫۸۰ ± ۰٫۰۳۸ ^{Aab}	۲٫۸۶ ± ۰٫۰۳۳ ^{Abc}
۳۰	۲٫۷۷ ± ۰٫۰۷۳ ^{Bbc}	۲٫۸۵ ± ۰٫۰۸۸ ^{Bab}	۳٫۰۵ ± ۰٫۰۵۷ ^{Aab}
۴۰	۲٫۹۵ ± ۰٫۰۴۸ ^{ABb}	۲٫۸۸ ± ۰٫۰۶۲ ^{Bab}	۳٫۰۹ ± ۰٫۰۱۹ ^{Aa}
۵۰	۳٫۹۹ ± ۰٫۰۴۳ ^{Aa}	۲٫۹۲ ± ۰٫۰۲۹ ^{Ca}	۳٫۱۳ ± ۰٫۰۱۹ ^{Ba}
۶۰	-	۲٫۹۸ ± ۰٫۰۵۰ ^{Ba}	۳٫۲۰ ± ۰٫۰۲۷ ^{Aa}

جدول ۷. تغییرات شمارش کلی میکروارگانیسم‌های بستنی‌خشک (Log 10 cfu/g) دردمای ۲۸°C+

بسته‌بندی / زمان (روز)	فویل‌آلومینیوم/مقوا	کاغذ روغنی/مقوا	مقوا (کنترل)
۰	۲٫۳۰ ± ۰٫۳۰۱ ^{Ac}	۲٫۳۰ ± ۰٫۳۰۱ ^{Ad}	۲٫۳۰ ± ۰٫۳۰۱ ^{Ac}
۵	۲٫۸۸ ± ۰٫۰۳۳ ^{Ab}	۲٫۶۳ ± ۰٫۰۵۵ ^{Bc}	۲٫۹۸ ± ۰٫۰۷۰ ^{Ab}
۱۰	۳٫۳۱ ± ۰٫۰۱۲ ^{Aa}	۳٫۲۰ ± ۰٫۱۷۳ ^{Ab}	۳٫۲۵ ± ۰٫۲۴۱ ^{Aa}
۱۵	-	۳٫۴۳ ± ۰٫۰۴۴ ^{a}	-

(۳= تکرار) : انحراف‌معیار ± میانگین. C, B, A: حروف غیرمشابه در هر ردیف مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰٫۰۵).
e,d,c,b,a: حروف غیرمشابه در هر ستون مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰٫۰۵). -: غیر قابل نمونه‌برداری

شمارش کپک و مخمر

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها اثر بسته‌بندی، دما و زمان روی تغییرات شمارش کپک و مخمر معنی‌دار (P<۰٫۰۰۰۱) بود. با افزایش دمای نگهداری، شمارش کپک و مخمر نیز افزایش یافت. در هر سه دما در بین بسته‌بندی‌ها، اگرچه نمونه‌های کنترل در روزهای اول دارای بالاترین شمارش کپک و مخمر بودند، ولی در روزهای آخر نگهداری، نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل آلومینیوم/مقوا دارای بالاترین شمارش کپک و مخمر بودند. همچنین طبق نتایج، در هرسه دما در نمونه‌های بسته‌بندی شده در کاغذروغنی/مقوا و مقوا در روزهای آخر نگهداری، هیچ کلنی کپک و مخمری مشاهده نشد. بطور متوسط شمارش کپک و مخمر در نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا بیشترین و در نمونه‌های بسته‌بندی شده در کاغذروغنی/مقوا و مقوا کمترین بود. علت بالا بودن شمارش کپک و مخمر در نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا، رطوبت بالا در نمونه‌ها و وجود اکسیژن در محیط بسته‌بندی و در مقابل، علت پایین بودن شمارش کپک و مخمر در نمونه‌های بسته‌بندی شده در کاغذروغنی/مقوا و مقوا کاهش شدید رطوبت بود (Londhe, 2012). تغییرات شمارش کپک و مخمر نمونه‌های بستنی‌خشک در جداول (۸)، (۹) و (۱۰) آورده شده است.

جدول ۸. تغییرات شمارش کپک و مخمر بستنی‌خشک (Log 10 cfu/g) در دمای ۱۸°C-

بسته‌بندی / زمان (روز)	فویل‌آلومینیوم/مقوا	کاغذ روغنی/مقوا	مقوا (کنترل)
۰	۲٫۰۰ ± ۰٫۰۰۰ ^{Ab}	۲٫۰۰ ± ۰٫۰۰۰ ^{A}	۲٫۰۰ ± ۰٫۰۰۰ ^{A}
۱۵	*	*	*
۳۰	*	*	*
۴۵	*	*	*
۶۰	۲٫۳۵ ± ۰٫۱۰۱ ^{a}	*	*

جدول ۹. تغییرات شمارش کپک و مخمر بستنی‌خشک (Log 10 cfu/g) در دمای ۸°C+

زمان (روز) / بسته‌بندی	فویل‌آلومینیوم/مقوا	کاغذ روغنی/مقوا	مقوا (کنترل)
۰	۲/۰۰ ± ۰/۰۰۰ Ad	۲/۰۰ ± ۰/۰۰۰ Ab	۲/۰۰ ± ۰/۰۰۰ Ab
۱۰	۲/۳۰ ± ۰/۰۰۰ Ac	۲/۱۵ ± ۰/۲۷۵ Aa	۲/۳۱ ± ۰/۲۷۵ Aa
۲۰	۲/۴۱ ± ۰/۱۰۱ Abc	۲/۲۰ ± ۰/۱۷۳ Aa	۲/۳۵ ± ۰/۳۱۷ Aa
۳۰	۲/۷۱ ± ۰/۱۰۱ Abc	۲/۱۰ ± ۰/۱۷۳ Ba	۲/۱۵ ± ۰/۲۷۵ Ba
۴۰	۲/۹۸ ± ۰/۰۲۶ Aab	۲/۱۰ ± ۰/۱۷۳ Ba	*
۵۰	۳/۳۹ ±۰/۰۰۰ a	*	*
۶۰	-	*	*

جدول۱۰. تغییرات شمارش کپک و مخمر بستنی‌خشک (Log 10 cfu/g) دردمای ۲۸°C+

زمان (روز) / بسته‌بندی	فویل‌آلومینیوم/مقوا	کاغذ روغنی/مقوا	مقوا (کنترل)
۰	۲/۰۰ ± ۰/۰۰۰ Ac	۲/۰۰ ± ۰/۰۰۰ Ab	۲/۰۰ ± ۰/۰۰۰ Ab
۵	۲/۱۰ ± ۰/۱۷۳ Ab	۲/۲۰ ± ۰/۱۷۳ Aa	۲/۳۱ ± ۰/۲۷۵ Aa
۱۰	۲/۷۳ ± ۰/۳۶۹ a	*	*
۱۵	-	*	-

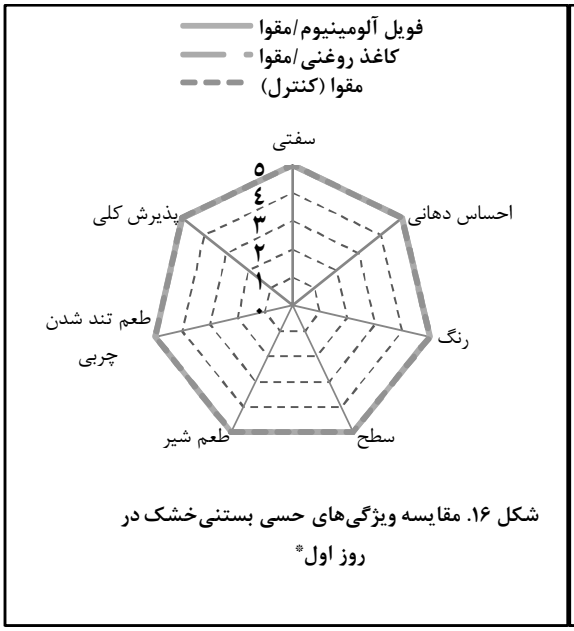
(۳= تکرار): انحراف‌معیار ± میانگین. B, A: حروف غیرمشابه در هر ردیف مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰/۰۵).
d,c,b,a: حروف غیرمشابه در هر ستون مبین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال (P<۰/۰۵). *: عدم مشاهده کپک و مخمر -: غیر قابل نمونه‌برداری

تغییرات حسی

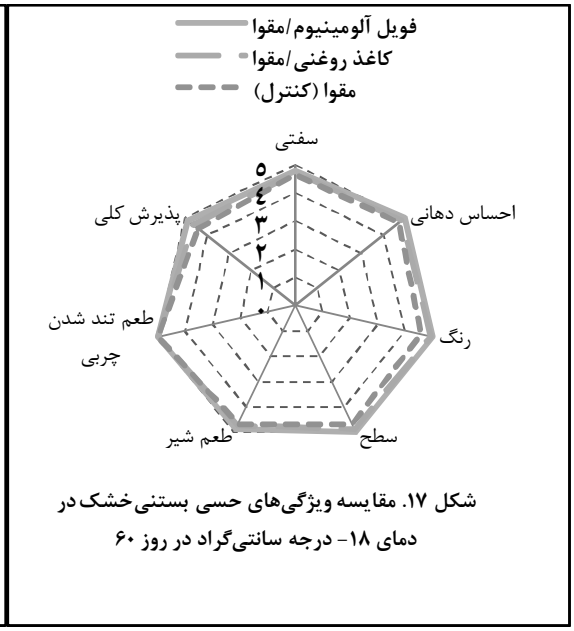
در تمامی نمونه‌ها امتیازات ویژگی‌های حسی در طول زمان نگهداری کاهش یافت که این ناشی از کاهش رطوبت، کاهش کیفیت بافتی (افزایش سفتی) و اکسیداسیون چربی با گذشت زمان بود (Jha *et al.*, 2013). نتایج مقایسه میانگین‌ها مؤید این بود که میزان کاهش امتیازات حسی در دماهای مختلف، متفاوت بود. بطوریکه میزان تفاوت در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سلسیوس کمترین و در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۸+ درجه سلسیوس بیشترین بود. همچنین نتایج نشان داد در هریک از دماهای نگهداری، نمونه‌های کنترل، کمترین و نمونه‌های بسته‌بندی شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا، بیشترین امتیازات حسی را بدست آوردند. نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های بستنی‌خشک در روز اول در شکل (۱۶) و در روزهای آخر طی نگهداری در دماهای ۱۸-، ۸+ و ۲۸+ درجه سلسیوس، بترتیب در شکل‌های (۱۷)، (۱۸) و (۱۹) آورده شده است.

نتیجه‌گیری کلی

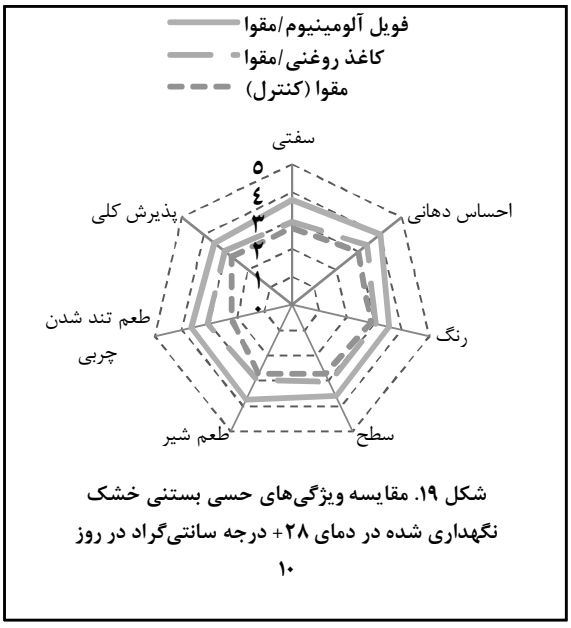
در تمامی نمونه‌های بستنی‌خشک با گذشت زمان و افزایش دمای نگهداری، میزان رطوبت و pH، کاهش و مقادیر اسیدیته، عدد اسیدی، عدد پراکسید، سفتی، شمارش کلی میکروارگانیسم و شمارش کپک و مخمر، افزایش یافت و نیز درمورد ویژگی‌های حسی، امتیازات مربوط به ویژگی‌های رنگ، سطح، سفتی، احساس دهانی، طعم شیر، طعم تند شدن چربی و پذیرش کلی، با افزایش دمای نگهداری و گذشت زمان، کاهش یافت. نتایج این پژوهش نشان داد، اگرچه بسته‌بندی فویل‌آلومینیوم/مقوا نسبت به بسته‌بندی‌های دیگر، مناسب‌ترین بسته‌بندی ازنظر ویژگی‌های حفظ رطوبت، pH، اسیدیته، عدد اسیدی، عدد پراکسید، سفتی و ویژگی‌های حسی بود اما شمارش کلی میکروارگانیسم و شمارش کپک و مخمر بالاتری داشت. بسته‌بندی مقوا (کنترل) از نظر تمامی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، میکروبی و حسی نامناسب‌ترین بسته‌بندی بود. دمای ۱۸- درجه سلسیوس، نسبت به دماهای ۸+ و ۲۸+ درجه سلسیوس، به عنوان بهترین دمای نگهداری ازنظر حفظ خواص کیفی و ماندگاری بستنی‌خشک بود. طبق نتایج، بستنی‌خشک‌های بسته‌بندی‌شده در فویل‌آلومینیوم/مقوا در دمای ۱۸- درجه سلسیوس بهترین خواص کیفی و بالاترین مدت ماندگاری را داشتند.



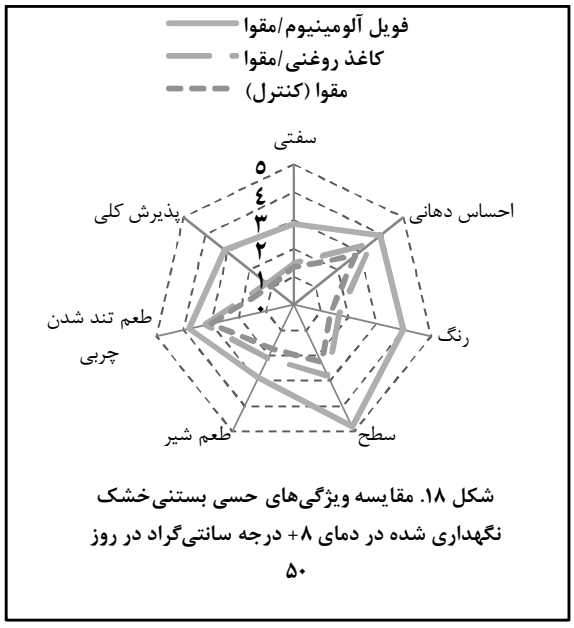
شکل ۱۶. مقایسه ویژگی‌های حسی بستنی‌خشک در روز اول*



شکل ۱۷. مقایسه ویژگی‌های حسی بستنی‌خشک در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در روز ۶۰



شکل ۱۹. مقایسه ویژگی‌های حسی بستنی خشک نگهداری شده در دمای ۲۸+ درجه سانتی‌گراد در روز ۱۰



شکل ۱۸. مقایسه ویژگی‌های حسی بستنی‌خشک نگهداری شده در دمای ۸+ درجه سانتی‌گراد در روز ۵۰

داده‌ها میانگین ۱۵ تکرار می‌باشند.

*: تمامی ویژگی‌های حسی (رنگ، سطح، سفتی، احساس دهانی، طعم شیر، طعم تند شدن چربی و پذیرش کلی) در روز اول (بعد از تولید قبل از بسته‌بندی) امتیاز ۵ گرفتند.

REFERENSES

Afoakwa, E. O. (2010) Chocolate since and technology.

Azadmard-Damirchi, S. (2012), *Food chemistry and analysis*. Tabriz, Amidi Press (In Farsi).

Bansal, N. 2011. Concentrated dairy products/ Khoa. *Journal of Dairy Science*, 881-886.

Bhatele, I. (1983). *Studies on the production, packaging and preservation of burfi*. Ph.D. dissertation, University of Kurukshetra, Kurukshetra.

Garg, S. R., & Mandokhot, U. V. (1987). Survival and growth of micro-organisms in burfi and pera during storage. *Indian Journal of Dairy Science*, 40 (1), 119-121.

Gazizadeh, M., Razegi, S. A. (1989). *Basic sensory methods for food evaluation international development research* ***center.*** National nutrition and food technology research institute press (Translated in Persian).

Gupta, K., Patil, G., Patel, A., Garg, F., & Rajorhia, G. (1990). Instron texture profile parameters of khoa as influenced by composition. *Journal of Food Science and Technology*, 27 (4), 209-213.

Isiri, 760:1977, Determination of fat content of cheese and melted cheese (In Farsi).

Isiri, 5484, 1992, Milk and milk product- Enumeration of colony- forming units of micro - organisms - colony count technique at 30 ºC (In Farsi).

Isiri, 37,6th. revision: 1998, *Biscuit- Specifications and test methods* (In Farsi).

Isiri, 2852,1 st. Edition: 2006, Milk and milk products- Determination of titrable acidity and value pH- Test method (In Farsi).

Isiri, 10154, 1 st. Edition: 2007, Milk and milk products– Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds-colony- Count technique at 25°C (In Farsi).

Jha, A., Singh, S., Singh, S. (1977). Effect of antioxidants and antimicrobial substances on keeping quality of khoa. *Indian Journal Dairy Science* 30:1–6.

Jha, A., Kumar, A., Jain, P., Om, H., Singh, R., Bunkar, D. 2012. Physico-chemical and sensory changes during the storage of lal peda. *Journal Food Science Technology*, 51(6): 1173-1178.

Jha, A., Kumar, A., Jain, P., Gautam, A., Rasane, P. 2013. Effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of lal peda. *Journal Food Science Technology*.

Kumar, A., Rajorhia, G., Srinivasan, M. (1975). Effect of modern packaging materials on the keeping quality of khoa. *Journal of Food Science and Technology* (12) 172–177.

Kumar, A., Srinivasan, M. (1978). Suitability of selected packaging materials for storage of khoa. *International Dairy Congress*, 996–997.

Kumar, A., Bandyopadhyay, P., Punjrath, J. (1997). Shelf life extension of peda using different packaging techniques. *Indian Journal Dairy Science* 50:40–49.

Kumar, A., Beniwal, B., Rai, D. (2010). Effect of antioxidant on shelf life of khoa under refrigerated conditions. *Egyptian Journal Dairy Science* 38:211–218.

Londhe, G., Pal, D., Raju, P. 2012. Effect of packaging techniques on shelf life of brown peda, a milk-based confection. *Food Science and Technology*, 47: 117-125.

Misra, A. K., & Kuila, R. K. (1988). Microbiological quality of burfi and sandesh. *Asian Journal of Dairy Research*, 7(1), 51–55.

Narasimhachar, S., Akshmi, V., Ambuga, R., Ramma, I., Viswanath, P., Dattatreya, A., Kumar, K. (2005). Extension of the shelf life of burfi by packaging. *Journal of Food Quality*, 28, 121-136.

Pushpa, P., Acharya, A. 2010. Effect of packaging materials and modified atmosphere packaging on the shelf-life of khoa. *Nepal Journal of Science and Technology*, 11: 87-94.

Rajarajan, G., Kumaresan, G., Annal, R., Pandiyan, C. 2010. Extending the shelf life of Khoa using antifungal agents. *International Journal Chemistry Science*, 8 (5): 560-563.

Sachdeva, S. (1980). *Studies in the technology and shelf life of burfi*. M.Sc. dissertation, University of Kurukshetra, Kurukshetra.

Sharma, H., Singhal, R., Kulkarni, P. 2001. Effect of packaging under vacuum or under nitrogen on the keeping quality of Danedar khoa. *International Journal of Dairy Technology*, 107- 110.

Sharma, H., Singhal, R., Kulkarni, P. (2003). Effect of modified atmosphere packaging on the keeping quality of malai peda. *Journal of Food Science and Technology*, 40 (5), 543-545.

Thakar, P., Joshi. N. 2002. Concentrated milk products/ Khoa. *Journal of Dairy Science*, 510-516.