

اثر صمغ کتیرا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی پنیر لیقوان طی دوره رسیدن

جعفر محمدزاده میلانی^{۱*}، شهره خدمتی^۲، آزاده قربانی حسن سرایی^۳، عبدالخالق گل کار^۴

۱- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

*نویسنده مسئول (jmilany@yahoo.com)

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد آیت الله آملی، آمل، ایران

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد آیت الله آملی، آمل، ایران

۴- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۱

چکیده

واژه‌های کلیدی
بافت
پنیر لیقوان
خصوصیات فیزیکوشیمیایی
دوره رسیدن
صمغ کتیرا

در این پژوهش، تأثیر صمغ کتیرا (*Astragalus gummifer*) در ۵ غلظت (۰/۰۵، ۰/۱۰، ۰/۱۵، ۰/۲۰ و ۰/۲۵) صمغ در کیلوگرم شیر مصرفی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی (رطوبت، خاکستر، pH، نمک، چربی و پروتئین)، رنگ و خصوصیات بافتی پنیر لیقوان طی ۹۰ روز دوره رسیدن (روزهای ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰) ارزیابی شد. نتایج نشان داد که افزودن صمغ کتیرا میزان چربی پنیر لیقوان را در مقایسه با نمونه شاهد کاهش داد. افزودن صمغ کتیرا منجر به افزایش رطوبت و پروتئین نمونه‌ها در مقایسه با شاهد شد. چربی، خاکستر، نمک و پروتئین پنیرهای لیقوان طی دوره رسیدن افزایش یافت. ویژگی‌های بافتی (سفتی، پیوستگی، قابلیت جویدن، صمغی بودن و فنریت) به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) با افزودن صمغ کتیرا تا ۰/۲۵ گرم در یک کیلوگرم شیر افزایش و در مقادیر بالاتر کاهش یافت. ویژگی‌های بافتی تمامی نمونه‌ها طی دوره رسیدن افت کرد. نتایج رنگ‌سنجی نمونه‌ها نشان داد که فاکتور L^* و b^* بهترین طی دوره نگهداری روند کاهشی و افزایشی نشان دادند. درنهایت، براساس خصوصیات بافتی، نمونه تولیدی با ۰/۰۵ گرم صمغ کتیرا در یک کیلوگرم شیر اولیه به عنوان بهترین فرمولاسیون انتخاب گردید.

(کیموزین طبیعی) باشد (میرزاوی و علیقلی نژاد، ۱۳۹۰). تولید این نوع پنیر شامل چندین مرحله است. ابتدا به شیر منعقدشده مایه پنیر در دمای ۳۲-۲۸ درجه سانتی‌گراد اضافه شده، سپس لخته را به قطعه‌هایی به اندازه گردو درآورده و به کیسه‌های مستطیلی شکل انتقال می‌دهند تا آب پنیر خارج گردد. در مرحله بعد، توده حاصله را به تکه‌های ۲۵×۲۵×۲۵ سانتی‌متر برش می‌دهند و در آبنمک ۲۲ درصد به مدت ۶ ساعت قرار می‌دهند. به منظور مرحله حذف آب پنیر ثانویه، پنیر به قالب‌های چوبی برای ۳-۵ روز

مقدمه

پنیر لیقوان به عنوان یک پنیر سفید رسیده در آبنمک بوده و از پرمصرف‌ترین پنیرهای سنتی ایران می‌باشد که در روستای لیقوان واقع در شمال غرب ایران تولید می‌گردد (Aminifar et al., 2013). در تولید این پنیر از شیرخام گوسفند و معمولاً با ۲۰-۳۰ درصد شیر بز تولید می‌شود. به علاوه، مایه کشت و هیچ فرایند حرارتی خاصی جهت تولید آن استفاده نمی‌شود و محتوای میکروبی آن می‌تواند ناشی از بار میکروبی طبیعی شیرخام به همراه مایه پنیر

عملکردی پنیر نیمه چرب را بهبود داد؛ اما اثر معنی‌داری بر خواص حسی نمونه‌ها نشان نداد. درصد کتیرا، سدیم کازئینات و کنسانتره پروتئین شیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ریزاساختاری و بافتی پنیر لیقوان تولیدی با شیر گاو را بررسی کردند. نتایج ارزیابی بافت نمونه‌ها نشان داد که پنیرهای تولیدی با سدیم کازئینات بافت مشابه پنیر لیقوان گوسفندی دارند. به علاوه، پنیرهای تولیدی با کنسانتره پروتئین آب‌پنیر از نظر ریزاساختاری مشابه پنیر لیقوان گوسفندی هستند.

صمغ کتیرا ترشحات صمغی خشکشده ساقه گونه‌های آسیایی آسترالالوس است. این صوغ متشکل از بخش محلول در آب یا تراگاکانتین ۳۰-۴۰ درصد، غیر محلول در آب یا باسورین (۶۰-۷۰ درصد) و بالای ۴ درصد پروتئین می‌باشد. صوغ کتیرا عموماً به عنوان تثبیت‌کننده، امولسیفایر و قوام‌دهنده در مواد غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی مورد مصرف قرار می‌گیرد (Azarikia & Abbasi, 2010).

باتوجه به مشکل نرم‌شدن بافت پنیرهای لیقوان طی دوره نگهداری و همچنین بهمنظور بازیابی پروتئین‌های شیر در فرایند لخته‌شدن (خارج شدن پروتئین به همراه آب‌پنیر) و همچنین کاهش میزان چربی پنیرهای تولیدی از صوغ کتیرا در تولید پنیر لیقوان استفاده شد. از این‌رو، در این تحقیق تأثیر صوغ کتیرا بر خواص فیزیکوشیمیایی و بافتی پنیر لیقوان طی دوره رسیدن و تعیین بهترین غلظت صوغ کتیرا در بهبود خواص بافتی آن جهت به حداقل رساندن ضایعات حاصل از بههم‌پاشیدن بافت پنیر بررسی شد.

مواد و روش‌ها

شیر گوسفند (۲/۷ درصد چربی) از منطقه روستای دربکنده شهرستان قائم‌شهر مازندران تهیه شد. تمامی پنیرها در یک روز تهیه شدند و برای هر تکرار تولید، ۴ کیلوگرم شیر در نظر گرفته شد. مایه پنیر و صوغ کتیرای پولکی به ترتیب از شرکت میتو سانگیو^۲ ژاپن و عطاری محلی در استان مازندران خریداری شدند. مایه

انتقال داده شده و درنهایت، در آبنمک ۱۰-۱۲ درصد بسته‌بندی می‌گردد. درنهایت، برای رسیدن پنیر در تغارهای طبیعی و یا ساخته‌شده به دست انسان برای ۴-۳ ماه با میانگین دمایی ۱۲-۱۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌کنند (Aminifar *et al.*, 2010).

نوع شیر بر خواص فیزیکوشیمیایی پنیر نهایی تأثیرگذار است و تراکم بافتی در پنیر تهیه‌شده از شیر گوسفند و مخلوط شیر گاو و گوسفند مشابه است و حتی بیشتر از شیر گاو نیز می‌باشد. پنیر تولیدی با شیر گوسفند سخت‌تر و دارای شکنندگی بیشتری نسبت به شیر گاو و یا ترکیب این دو است (Aminifar *et al.*, 2013). در طول دوره رسیدن پنیر لیقوان تهیه‌شده از شیر گوسفند ماده خشک، چربی و مقدار کلی نیتروژن کاهش یافته و لیپولیز، اندیس رسیدن، TCA-SN^۱ و نمک افزایش می‌یابد و مرحله رسیدن Shahab (Lavasan *et al.*, 2012) یک عامل اصلی بر خواص حسی پنیر است.

تحقیق‌های زیادی در خصوصیات بهبود بافت پنیرهای مختلف با اصلاح روش‌های سنتی تولید پنیر و افزودن هیدروکلوفیدها به منظور افزایش میزان رطوبت و بهبود بافت، انجام شده است (Oliveira *et al.*, 2011; Korish & Elhamid, 2012; Cooke *et al.*, 2013; Nikjooy *et al.*, 2014; Aminifar *et al.*, 2016).

Rahimi و همکاران (۲۰۰۷) اثر صوغ کتیرا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی پنیر سفید کم‌چرب را بررسی کردند. نتایج نشان داد که با کاهش مقدار چربی، میزان پارامترهای بافتی (سفتی، چسبندگی، پیوستگی و غیره) افزایش یافته و ساختار فشرده‌تر می‌شود. همچنین، افزودن صوغ کتیرا به پنیر باعث افزایش مقدار رطوبت و بهبود خصوصیات حسی می‌گردد.

Cooke و همکاران (۲۰۱۳) اثر صوغ کتیرا بر خصوصیات رئولوژیکی و عملکردی پنیر چدار چرب و نیمه‌چرب طی دوره نگهداری را مطالعه کردند. صوغ کتیرا منجر به کاهش سختی و افزایش نرمی پنیر طی دوره رسیدن شد. به علاوه، صوغ کتیرا خواص بافتی و

² Meito Sangyo

^۱ Trichloricetic acid-Soble nitrogen

درنهایت، با آبنمک ۱۲ درصد ظروف پر شد و به اندازه ۲/۵ سانتی‌متر بالای آن خالی مانده تا از بادکردن ظرف جلوگیری شود. طی دوره نگهداری، نمونه‌ها در محیط تاریک با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت.

آزمایش‌های شیمیایی

اندازه‌گیری pH توسط pH متر دیجیتال (مدل pH ۸۲۷ Lab، ساخت سوئیس)، رطوبت به روش آون‌گذاری، چربی به روش زربر، اندازه‌گیری پروتئین به روش کجلدال با ضربی پروتئین ۶/۳۸، نمک به روش موهر^۱ و خاکستر با کوره الکتریکی انجام شد (پروانه، ۱۳۷۵).

رنگ‌سنجی نمونه‌ها

برای سنجش رنگ از دستگاه رنگ‌سنج هانترلب^۲ (مدل Colorflex، آلمان) استفاده گردید و شاخص رنگی L* (روشنایی)، a* (سبزی-قرمزی) و b* (آبی-زردی) تعیین شد (Rahimi *et al.*, 2007).

سنگش بافت

برای سنجش بافت نمونه‌ها تست آنالیز پروفایل بافت^۳ و با دستگاه آنالیز بافت (مدل M08-373، ساخت آمریکا) و پروب استوانه‌ای با قطر ۳۸ میلی‌متر انجام شد. نمونه‌ها بلافتاصله قبل از آزمایش از یخچال خارج شدند و استوانه‌ای به قطر ۱ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۸ سانتی‌متر از پنیر تهیه شد. سرعت حرکت پروب دستگاه ۳۰ میلی‌متر در دقیقه بود. این عمل در طی ۲ بار عمل رفت‌وپرگشت انجام شد و تنش لازم برای فشردن در مرحله اول تا رسیدن به ۷۰ درصد ارتفاع اولیه از نمونه وارد گردید و بعد از ۵ ثانیه دوباره این نیرو وارد شد (Aminifar *et al.*, 2013).

تحلیل آماری

این تحقیق شامل ۵ تیمار (۵ سطح مختلف کتیرا) و ۶ دوره زمانی (روز ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰) است. کلیه آزمون‌ها حداقل در ۳ تکرار انجام شدند. برای

پنیر به میزان ۰/۰۴ گرم به ازای هر کیلوگرم شیر مورد استفاده قرار گرفت. برای مطالعه اثر غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا ۵ تیمار درنظر گرفته شد که به صورت زیر کدبندی گردید:

X0.00: پنیر تولیدی بدون کتیرا

X0.25: پنیر حاوی ۰/۲۵ گرم کتیرا در یک کیلوگرم شیر

X0.50: پنیر حاوی ۰/۵۰ گرم کتیرا در یک کیلوگرم شیر

X0.75: پنیر حاوی ۰/۷۵ گرم کتیرا در یک کیلوگرم شیر

X1.00: پنیر حاوی ۱/۰۰ گرم کتیرا در یک کیلوگرم شیر

روش تهیه پنیر

تهیه پنیر مطابق روش تحقیق قبلی انجام شد (Aminifar *et al.*, 2013) که در ادامه خلاصه‌ای از روش تولید بیان شده است. ۴ کیلوگرم شیر تا دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد گرم شد، سپس مایه پنیر را که از قبل با آب رقیق شده، اضافه گردید و شیر به مدت ۶۰ دقیقه نگهداشته شد تا دلمه تشکیل شود. برای نمونه‌های حاوی صمغ، غلظت‌های مختلف کتیرا در ۱۰۰ میلی‌لیتر شیر حل شد و به مدت ۳ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و قبل از افزودن مایه پنیر، محلول صمغی به شیر اضافه شد. شیر به مدت ۲۰ دقیقه به آرامی هم‌زده شد تا صمغ به خوبی در شیر حل گردد. دلمه‌های تشکیل شده را خردکرده و سپس محتوای دیگ به داخل جعبه‌های چوبی سوارخدار به ابعاد ۱۵×۱۵×۵ سانتی‌متر منتقل گردید. پارچه کتان دو لایه‌ای داخل جعبه‌های چوبی به منظور زهکشی کامل آب قرارداده شد و وزنِ سنگینی (۴ کیلوگرم) روی لخته قرار گرفت. سپس قطعه‌های بزرگ با چاقو به قطعه‌های کوچک‌تر (۳۰×۳۰×۳۰ میلی‌متر) خرد شدند. قطعه‌های خردشده در تشت‌های کم‌عمق قرار گرفت و آبنمک ۱۸ درصد روی آن ریخته شد و به مدت ۶ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. مقداری نمک خشک روی آنها پاشیده شد (۵ درصد وزنی پنیر آب‌گیری شده) و با احتیاط، قطعه‌های پنیر نمک‌زده در ظروف پلاستیکی قرار گرفت.

¹ Mohr

² Hunterlab

³ Texture Profile Analysis

خاکستر تقریباً یک روند افزایشی معنی دار ($P<0.05$) را نسبت به روز صفر داشت. قبلًا در مطالعه دیگری، افزایش میزان خاکستر پنیر لیقوان طی ۹۰ روز دوره نگهداری گزارش شد (میرزایی و علیقی نژاد، ۱۳۹۰).

افزایش میزان خاکستر می تواند ناشی از افزایش میزان نفوذ نمک در بافت پنیر طی دوره نگهداری باشد.

جذب نمک در پنیر در طول مرحله تولید و طی دوره رسیدن انجام می گیرد و معمولاً بعد از اتمام مرحله تخمیر لاکتوز نیز ادامه دارد. درصد نمک به طور مستقیم و نیز از طریق تأثیر بر فعالیت میکروفلور و آنزیم های موجود بر ویژگی های مختلف پنیر از جمله طعم، عطر و بو، بافت و بر ویژگی های بیوشیمیایی و زمان ماندگاری پنیر تأثیر دارد (میرزایی و علیقی نژاد، ۱۳۹۰). درخصوص میزان نمک نمونه ها، روند مشخصی با افزایش صمغ و نیز طی دوره رسیدن نشان نداد؛ اما به طور کلی در طی دوره رسیدن پنیر، نمک در روزهای اولیه بعد از تولید روند افزایشی داشت. به علاوه، نمونه های حاوی صمغ نسبت به نمونه شاهد میزان نمک کمتری از خود نشان دادند (به جزء نمونه $X0.75$). میزان نمک نمونه ها در روز صفر نشان داد که نمونه $X1.00$ در مقایسه با بقیه نمونه ها کمترین میزان نمک را به خود اختصاص داد. میزان نمک نمونه ها در محدوده $2/0.8-2/34$ درصد تعیین شدند. به طور کلی، نفوذ نمک در بافت پنیر طی مراحل ابتدایی رسیدن بیشتر است. نفوذ نمک در بافت پنیر به واسطه اختلاف غلظت نمک در آبنمک و آب موجود در تکه های پنیر می باشد. از آنجایی که اختلاف غلظت نمک در روزهای اول تولید بیشتر است، بنابراین انتظار بر این است که شیب افزایش درصد در روزهای ابتدایی رسیدن بیشتر باشد. Shahab Lavasani و همکاران (۲۰۱۲) افزایش نمک پنیر به میزان $3/69$ درصد طی دوره رسیدن گزارش کردند. در مطالعه ای دیگر، درصد نمک نمونه های پنیر لیقوان در انتهای دوره رسیدن $4/71$ درصد گزارش شد (میرزایی و علیقی نژاد، ۱۳۹۰). مطابق استاندارد ایران به شماره ۱-۲۳۴۴، مقدار نمک در پنیر سفید رسیده در آبنمک حداقل ۳ و حداکثر ۵ درصد بر حسب وزن پنیر می تواند باشد (استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۳۴۴، ۱۳۹۵).

تعیین معنی دار بودن داده ها، از آنالیز واریانس دو طرفه (ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چندامنثه دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد با نرم افزار SAS نسخه ۹ انجام شد. کلیه نمودارها با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel 2010 رسم شدند.

نتایج

خصوصیات فیزیکوشیمیایی

خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه ها در جدول (۱) گزارش شده است. نتایج نشان داد که با افزایش صمغ کتیرا از صفر به ۱ درصد، میزان چربی کاهش یافت به طوری که چربی از $10/16\pm1/75$ درصد به $7/0.0\pm1/00$ درصد کاهش یافت (در روز 0°). در حقیقت، صمغ کتیرا کاهش معنی داری ($P<0.05$) بر چربی نمونه ها از خود نشان داد. جذب رطوبت با افزایش میزان صمغ می تواند دلیلی بر کاهش میزان چربی باشد. طی دوره رسیدن پنیر لیقوان، چربی هر کدام از نمونه ها روند افزایشی داشت که این روند (به جزء نمونه $X1.00$) در طی زمان معنی دار نبود ($P>0.05$). همچنین، صمغ کتیرا بر میزان چربی نمونه ها در روز 90° تغییر معنی داری نشان نداد. افزایش میزان چربی پنیر لیقوان طی ۹۰ روز دوره نگهداری گزارش شده است (میرزایی و علیقی نژاد، ۱۳۹۰). کاهش میزان رطوبت طی دوره نگهداری می تواند دلیلی بر افزایش میزان چربی باشد. همچنین در مطالعه دیگری روند عکس آن گزارش شده است. Shahab Lavasani و همکاران (۲۰۱۲) گزارش دادند که مقدار چربی کلی پنیر لیقوان در آغاز رسیدن $20/19$ درصد و در طی رسیدن به $17/0/9$ درصد کاهش یافت که علت این کاهش را کاهش مقدار ماده خشک و نیز لیپولیز و انتشار اسیدهای چرب از پنیر به آبنمک بیان کردند.

باتوجه به جدول (۱)، افودن صمغ کتیرا منجر به افزایش خاکستر نمونه ها شد اما این تفاوت بین نمونه ها در روز صفر و 90° معنی دار ($P<0.05$) نبود (به جزء نمونه $X0.075$). میزان خاکستر تمامی نمونه ها طی دوره نگهداری افزایش معنی دار ($P<0.05$) نشان داد. در طی دوره رسیدن پنیر،

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر لیقوان حاوی درصدهای مختلف صمغ کتیرا طی دوره نگهداری

زمان نگهداری (روز)							تیمار	شاخص
۹۰	۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	.			
۱۱/۳۳±۲/۰ آA	۱۱/۳۳±۲/۰ آa	۱۱/۱۶±۲/۲۶a	۱۱/۰۰±۱/۰۰a	۱۰/۳۳±۱/۰۲a	۱۰/۱۶±۱/۰۵aA	X0.00		
۱۰/۶۶±۲/۴۷aA	۷/۸۳±۲/۰۲a	۷/۸۳±۲/۰۲a	۸/۳۳±۱/۰۳a	۸/۳۳±۱/۰۳a	۸/۳۳±۱/۰۳aAB	X0.25		
۹/۱۶±۳/۲۱aA	۸/۰۰±۳/۱۲a	۸/۰۰±۲/۶۴a	۷/۶۸±۲/۳۶a	۷/۶۷±۲/۳۶a	۷/۳۳±۲/۰ آaAB	X0.50	چربی (درصد)	
۸/۸۳±۰/۷۶aA	۷/۸۳±۰/۳۸b	۷/۸۳±۰/۲۸b	۸/۰۰±۰/۰۵b	۷/۳۳±۰/۲۸b	۷/۳۳±۰/۲۸bAB	X0.75		
۸/۱۶±۲/۰۲aA	۷/۱۶±۱/۰۷a	۸/۰۰±۰/۱۶a	۸/۰۰±۱/۰۰a	۷/۰۰±۱/۰۰a	۷/۰۰±۱/۰۰aB	X1.00		
۴/۴۲±۰/۳۳abAB	۴/۱۱±۰/۰bc	۳/۷۱±۰/۰۹c	۳/۸۸±۰/۰۲c	۴/۷۰±۰/۰۲a	۳/۷۷±۰/۰۰cA	X0.00		
۴/۹۶±۰/۱۶aA	۵/۰۰±۰/۱۳a	۴/۸۰±۰/۰۴a	۴/۰۹±۰/۰۷ab	۴/۹۶±۰/۰۳a	۳/۹۰±۰/۰۴bA	X0.25	خاکس	
۴/۸۰±۰/۰۲۹aA	۴/۴۲±۰/۰۶a	۴/۶۲±۰/۰۴a	۴/۰۰±۰/۰۴a	۴/۴۲±۰/۰۶a	۴/۱۹±۰/۰۴aA	X0.50	تر	
۴/۱۴±۰/۱۲abB	۴/۳۵±۰/۰۱a	۴/۲۲±۰/۰۱ab	۳/۸۷±۰/۰۱ab	۴/۳۶±۰/۰۱a	۳/۵۷±۰/۰۸bA	X0.75	(درصد)	
۴/۶۴±۰/۰۵aAB	۴/۰۹±۰/۰۷a	۴/۳۲±۰/۰۳a	۴/۰۵±۰/۰۳a	۴/۱۲±۰/۰۱a	۴/۰۳±۰/۰۶aA	X1.00		
۳/۴۵±۱/۰۱abA	۳/۴۵±۱/۰۱ab	۲/۸۲±۰/۰۷b	۳/۸۸±۰/۰۷ab	۴/۸۹±۰/۰۶a	۲/۴۱±۰/۰۱b	X0.00		
۲/۶۹±۰/۰۷aB	۲/۷۷±۰/۰۲a	۲/۰۰±۰/۰۳b	۲/۹۵±۰/۰۶a	۳/۴۸±۰/۰۲a	۲/۱۴±۰/۰۱bB	X0.25		
۲/۷۲±۰/۰۴bcA	۳/۴۷±۰/۰۳ab	۴/۰۰±۰/۰۷a	۳/۶۱±۰/۰۲a	۲/۳۲±۰/۰۳ab	۲/۱۵±۰/۰۱cB	X0.50	نمک (درصد)	
۳/۰۱±۰/۰۴abA	۳/۳۶±۰/۰۴b	۳/۴۷±۰/۰۰a	۳/۹۹±۰/۰۰a	۳/۳۱±۰/۰۱b	۲/۳۴±۰/۰۰a	X0.75		
۳/۶۴±۰/۰۵abA	۳/۷۱±۰/۰۱ab	۳/۸۹±۰/۰۰ab	۴/۱۴±۰/۰۳a	۳/۲۸±۰/۰۵b	۲/۰۸±۰/۰۰cB	X1.00		
۷۲/۳۳±۱/۰۰abA	۷۰/۴۵±۰/۰۲b	۷۰/۰۰±۰/۰۱b	۶۹/۷۹±۰/۰۹b	۷۰/۰۲۵±۱/۰۰b	۷۳/۷۹±۰/۰۰aA	X0.00		
۶۹/۸۹±۲/۰۵ab	۷۲/۶۲±۰/۰۵ab	۷۱/۷۹±۰/۰۱ab	۷۲/۰۰۷±۰/۰۲ab	۷۲/۳۲±۰/۰۰ab	۷۵/۱۷±۰/۰۰aA	X0.25		
۷۴/۲۹±۴/۰۷aA	۷۶/۴۶±۰/۰۶a	۷۱/۰۰±۰/۰۳a	۷۲/۰۰۱±۰/۰۱a	۷۳/۸۹±۰/۰۰a	۷۴/۱۹±۰/۰۴aA	X0.50	رطوبت (درصد)	
۷۲/۴۹±۱/۰۱bcA	۷۳/۱۳±۰/۰۷b	۷۰/۰۰۲±۰/۰۱cd	۶۸/۸۸±۰/۰۵d	۷۳/۷۹±۰/۰۰ab	۷۶/۰۰۴±۰/۰۵aA	X0.75		
۶۷/۳۷±۰/۰۷abB	۶۹/۰۰۲±۰/۰۴b	۶۹/۶۲±۰/۰۳b	۷۴/۰۰۲±۰/۰۰a	۷۴/۰۰۵±۰/۰۰a	۷۳/۰۰۴±۰/۰۰aA	X1.00		
۶/۷۹±۰/۰۰aA	۶/۲۸±۰/۰۲b	۵/۷۳±۰/۰۳c	۵/۰۱±۰/۰۲a	۵/۴۱±۰/۰۳a	۶/۰۰۲±۰/۰۰bb	X0.00		
۶/۷۶±۰/۰۰aA	۶/۳۵±۰/۰۰b	۵/۹۷±۰/۰۰cd	۵/۰۰۷±۰/۰۰d	۶/۰۰۷±۰/۰۰a	۶/۰۰۲±۰/۰۰aA	X0.25		
۶/۷۴±۰/۰۰aA	۶/۴۱±۰/۰۰ab	۶/۰۰۰±۰/۰۰bc	۶/۰۰۰±۰/۰۰a	۵/۰۰۱±۰/۰۰c	۶/۰۰۱±۰/۰۰aA	X0.50	pH	
۶/۶۸±۰/۰۰aA	۶/۲۸±۰/۰۰ab	۵/۰۰۰±۰/۰۰bc	۵/۰۰۰±۰/۰۰a	۵/۰۰۰±۰/۰۰c	۶/۰۰۰±۰/۰۰aA	X0.75		
۵/۹۶±۰/۰۱abB	۵/۹۲±۰/۰۰ab	۵/۰۰۱±۰/۰۰bc	۵/۰۰۰±۰/۰۰a	۵/۰۰۰±۰/۰۰b	۶/۰۰۰±۰/۰۰aA	X1.00		
۲۰/۷۳±۲/۰۲abA	۱۷/۹۵±۰/۰۴bc	۲۵/۰۰۰±۰/۰۰a	۲۱/۰۰۰±۰/۰۰b	۱۸/۹۸±۰/۰۰a	۱۶/۰۰۰±۰/۰۰cBC	X0.00		
۲۴/۴۸±۰/۰۲aA	۲۳/۰۰۷±۰/۰۲ab	۲۵/۰۰۰±۰/۰۰a	۲۳/۰۰۰±۰/۰۰ab	۲۱/۰۰۰±۰/۰۰a	۱۹/۰۰۰±۰/۰۰aAB	X0.25		
۲۲/۱۳±۱/۰۴abcA	۲۰/۰۰۶±۰/۰۰c	۲۷/۰۰۸±۰/۰۰a	۲۶/۰۰۰±۰/۰۰ab	۲۳/۰۰۰±۰/۰۰abc	۲۱/۰۰۰±۰/۰۰bcA	X0.50	پروتئین (درصد)	
۲۱/۷۲±۰/۰۶abA	۱۸/۰۰۴±۰/۰۰b	۲۳/۰۰۰±۰/۰۰a	۲۳/۰۰۰±۰/۰۰a	۱۹/۰۰۰±۰/۰۰ab	۱۷/۰۰۰±۰/۰۰bBC	X0.75		
۲۲/۰۵۹±۰/۰۶abA	۱۹/۰۰۶±۰/۰۰c	۲۳/۰۰۰±۰/۰۰ab	۲۵/۰۰۰±۰/۰۰a	۱۸/۰۰۰±۰/۰۰cd	۱۶/۰۰۰±۰/۰۰dC	X1.00		

- حروف غیر مشابه کوچک برای هر تیمار نشان دهنده معنی دار بودن طی دوره نگهداری، در سطح 0.05 است.

- حروف غیر مشابه بزرگ برای هر پارامتر و به طور جداگانه نشان دهنده معنی دار بودن تیمار در روز صفر و 90 در سطح 0.05 است.

است که ناشی از فشار اسمزی بالای نمک در آب نمک است (Aminifar et al., 2013). رطوبت پنیرها در روز صفر نشان داد که میزان رطوبت با افزودن صمغ، افزایش یافت. Aminifar و Emam-Djome (۲۰۱۶) افزایش رطوبت در پنیرهای لیقوان تولیدی با 0.02 درصد صمغ کتیرا در مقایسه با نمونه بدون صمغ، گزارش کردند. همچنین Korish و Elhamid (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزودن کربوکسی متیل سلولز و

باتوجه به جدول (۱)، صمغ کتیرا اثر معنی داری بر میزان رطوبت نمونه ها در روز صفر نداشت ($P > 0.05$)؛ اما اثر صمغ بر میزان این پارامتر در روز 90 معنی دار بود. در روز صفر، نمونه های $X0.75$ بود. در روز صفر، تمامی نمونه ها بیشترین و $X1.00$ کمترین رطوبت را به خود اختصاص دادند. طی دوره رسیدن، تمامی نمونه ها روند کاهشی معنی دار در میزان رطوبت نشان دادند. کاهش رطوبت به دلیل انتقال آب از پنیر به آب نمک

Lavasani و همکاران (۲۰۱۲) کاهش pH پنیر لیقوان طی دوره نگهداری ۹۰ روزه تا ۴/۹۸ گزارش کردند. براساس استاندارد ایران به شماره ۲۲۴۴-۱، مقدار pH پنیر رسیده در آبنمک حداکثر برابر ۴/۸ است (استاندارد ملی ایران به شماره ۲۲۴۴-۱). (۱۳۹۵). Korish و Elhamid (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزودن کربوکسی متیل سلولز و پکتین به پنیر کارئیش، منجر به کاهش اندکی pH نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد شده است که با آنچه در خصوص افزودن کتیرا Aminifar در پنیر لیقوان مشاهده شد همخوانی دارد. Emam-Djome و Lycow تویلیدی با ۰/۰۲ درصد صمغ کتیرا در روز اول تولید در مقایسه با نمونه بدون صمغ، مشاهده کردند. استفاده از کتیرا باعث افزایش مقدار پروتئین در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۰۵ درصد شد و در طی دوره رسیدن نیز پروتئین نمونه‌ها تا ۴۵ روز، روند افزایشی داشت؛ اما در روزهای ۶۰ و ۹۰ کاهش نشان داد. با افزایش بیشتر صمغ کتیرا تا غلظت ۰/۷۵ و ۱/۰۰ در کیلوگرم شیر، میزان پروتئین پنیر کاهش یافت. آنالیز آماری داده‌های پروتئین نمونه‌ها در روز صفر نشان داد که X0.50 بالاترین میزان پروتئین را داشته که تنها در مقایسه با نمونه X1.00 معنی دار (P<۰/۰۵) بود.

افزایش میزان پروتئین در نمونه‌های دارای صمغ تا ۰/۵ درصد، می‌تواند ناشی از اتصال الکترواستاتیکی بین صمغ و پروتئین‌های شیر باشد که مانع از هدررفتن پروتئین و درنتیجه افزایش میزان آن می‌گردد. در غلظت‌های بالاتر صمغ ناسازگاری بین پروتئین‌های شیر و میزان بالای صمغ می‌تواند باعث کاهش میزان پروتئین پنیر در روز اول تولید شود. با اسیدی‌شدن pH محیط این برهم‌کنش الکترواستاتیکی بین صمغ و پروتئین شدیدتر خواهد بود که به‌واسطه بارالکتریکی مثبت‌تر پروتئین‌های شیر در pH اسیدی است. مقایسه میزان پروتئین نمونه‌ها در روز صفر و ۹۰ نشان از افزایش مقدار پروتئین طی دوره رسیدن است. این نتایج با افزایش میزان پروتئین پنیر لیقوان طی ۹۰ روز دوره نگهداری در مطالعه دیگر مطابقت دارد (میرزاچی و علیقلی‌نژاد، ۱۳۹۰). افزایش میزان پروتئین می‌تواند ناشی از

پکتین به پنیر کارئیش^۱ مصری، رطوبت را افزایش داد. در مجموع، برهم‌کنش بین هیدروکلولئیدها و پروتئین‌های شیر شبکه ژل‌مانندی در پنیر پدید می‌آورد که توانایی جذب آب بالایی دارد و رطوبت محصول بالا می‌رود.

تجزیه لاکتوز آغاز تمام تبدیل‌ها، تولید اسید و تنظیم pH مناسب در پنیر است که این امر در هنگام رسیدن طبیعی پنیر، باعث هدایت پروتولیز در مسیر صحیح و مانع فساد آن می‌شود. میزان اسیدیته و pH محیط لخته روی میزان خروج آب در مرحله تولید، فعالیت فلور میکروبی و آنزیم‌های مختلف در طول تولید و دوره رسیدن، قوام و طعم پنیر تأثیرگذار است (میرزاچی و علیقلی‌نژاد، ۱۳۹۰). اثر صمغ بر pH نمونه‌ها معنی دار بود (P<۰/۰۵) به‌گونه‌ای که با افزایش میزان صمغ تا ۰/۲۵ درصد، pH نمونه‌ها افزایش یافت. این روند به‌گونه‌ای است که در ادامه با افزایش میزان صمغ کاهش یافت که احتمالاً ناشی از بار منفی گروه کربوکسیلیک صمغ کتیراست. pH نمونه‌ها طی دوره رسیدن تا ۳۰ روز کاهش و سپس تا ۹۰ روز، روند افزایشی داشت؛ به‌گونه‌ای که در اکثر موارد تفاوت معنی داری (P>۰/۰۵) بین pH نمونه‌ها در روز صفر و ۹۰ مشاهده نشد. این موضوع می‌تواند به‌دلیل عدم تجزیه لاکتوز یا به علت دوشش‌های اولیه شیر در فصل بهار باشد (Cooke et al., 2013). بعلاوه، افزایش pH می‌تواند ناشی از جذب آب توسط صمغ کتیرا باشد که مانع از افت pH در پنیر شده است. همچنین، احتمالاً کاهش اندک pH می‌تواند ناشی از اثر غلظت نمک بر بازداری فعالیت باکتری‌ها و قارچ‌ها باشد. از بین تمامی pH‌های گزارش شده، نمونه X1.00 در روز ۳۰ با ۰/۰۵ ± ۰/۳۶ کمترین میزان را در مقایسه با سایر نمونه‌ها از خود نشان داد. میرزاچی و علیقلی‌نژاد (۱۳۹۰) تغییر pH پنیر لیقوان را طی ۹۰ روز دوره رسیدن از ۰/۱۶ ± ۰/۱۱ به ۰/۱۱ ± ۰/۳۳ تغییر کردند (میرزاچی و علیقلی‌نژاد، ۱۳۹۰). Aminifar و همکاران (۲۰۱۳) pH نهایی پنیر لیقوان طی ۹۰ روز نگهداری Shahab را در حدود ۴/۴۵ گزارش کردند. همچنین،

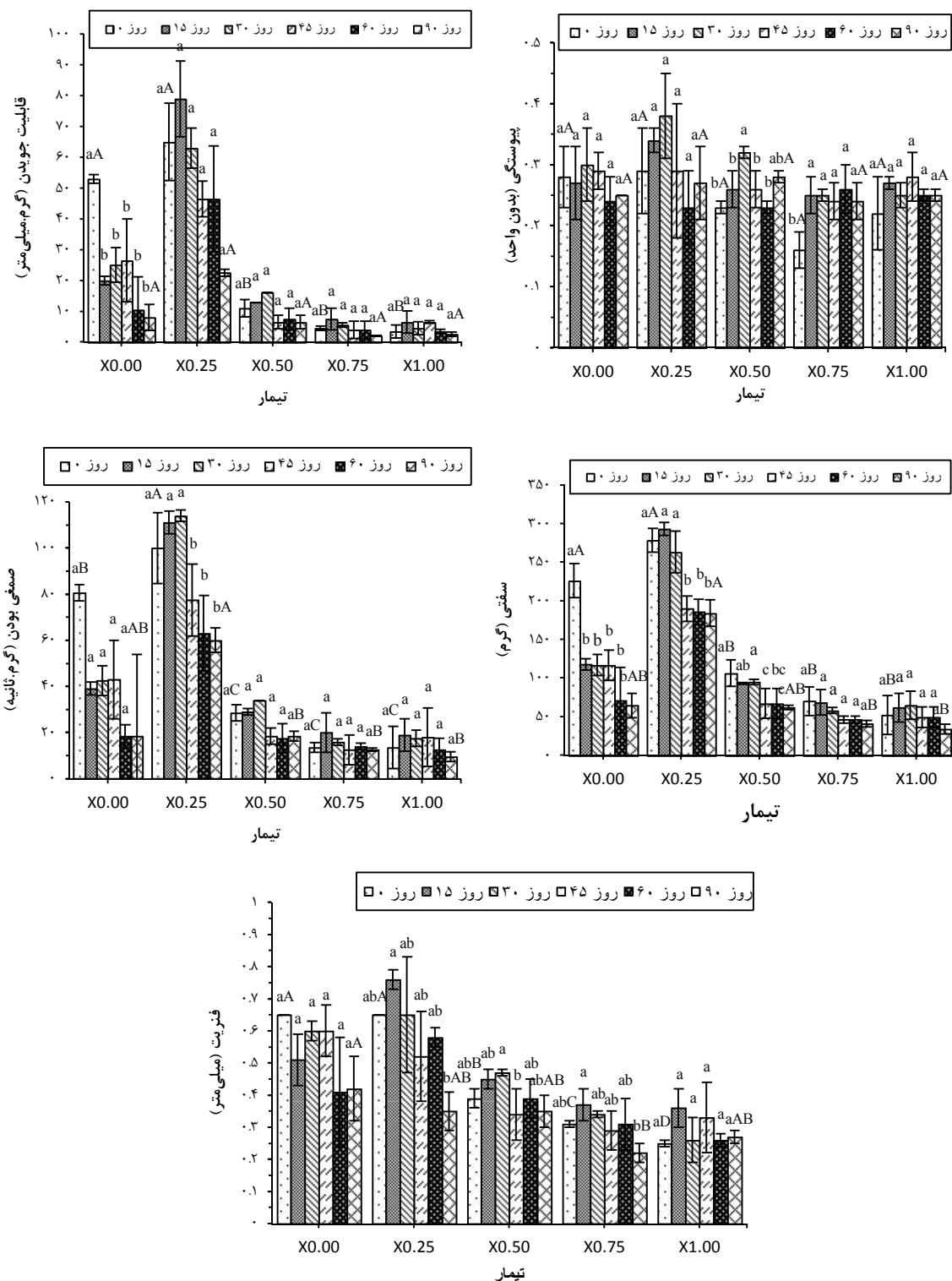
^۱ Kariesh

کردند که افزودن صمغ کتیرا سفتی پنیرهای لیقوان تولیدی با شیر گاو را در مقایسه با نمونه بدون صمغ، کاهش داد اما بر روند کاهشی آن تأثیری نداشت. بهطورکلی، سفتی پنیر طی دوره نگهداری در آبنمک به دو عامل اصلی بستگی دارد: کاهش رطوبت طی نگهداری در آبنمک که سفتی افزایش می‌یابد و پروتئولیز که بهدلیل شکست کازئین، سفتی را کاهش می‌دهد. احتمالاً کاهش سفتی نمونه‌های حاوی صمغ در غلظت‌های بالا ناشی از افزایش رطوبت نمونه‌ها در پنیر باشد. افزایش رطوبت منجر به تضعیف شبکه هیدروکلریک و کازئین‌های شیر شده و سفتی پنیر را کاهش می‌دهد. درخصوص کاهش سفتی در طی رسیدن می‌توان اینگونه بیان کرد که در طی رسیدن پنیر و با کاهش pH، فسفات کلسیم به صورت محلول در می‌آید و درنتیجه کاهش میزان کلسیم متصل به میسل‌های کازئینی، نیروهای دافعه بین کازئین بالا می‌رود و منجر به تضعیف پیوندهای ساختاری پنیر می‌گردد که این پدیده می‌تواند دلیلی برای نرم شدن پنیر طی دوره رسیدن باشد (Cooke *et al.*, 2013).

پیوستگی نمونه‌ها در روز صفر، برای نمونه X0.25 در مقایسه با نمونه شاهد افزایش داشت؛ اما این افزایش در مقایسه با سایر نمونه‌ها اثر معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$). نمونه‌های پنیر طی دوره نگهداری تغییرات معنی‌داری در پارامتر پیوستگی نشان ندادند و تقریباً در تمامی نمونه‌ها، پیوستگی تا روز ۳۰ روند افزایشی و بعد از آن افت کرد. پیوستگی با افزایش غلظت صمغ تا ۰.۲۵ گرم در یک کیلوگرم شیر افزایش داشت و در غلظت‌های بالاتر کاهش نشان داد. در تحقیق دیگری، افزایش پیوستگی پنیر کارئیش مصری در حضور پکتین در مقایسه با نمونه شاهد گزارش شد (Korish & Elhamid, 2012). افزایش میزان پیوستگی در غلظت کمتر صمغ کتیرا بهدلیل برهم‌کنش صمغ با پروتئین‌های شیر در بافت پنیر است.

کاهش رطوبت پنیرها طی دوره نگهداری و درنتیجه افزایش ماده خشک آن باشد. Korish و Elhamid (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزودن کربوکسی‌متیل‌سلولز و پکتین به پنیر کارئیش مصری، منجر به کاهش پروتئین در مقایسه با شاهد می‌گردد.

پارامترهای بافتی نمونه‌ها طی دوره نگهداری بافت یکی از مهم‌ترین خصوصیات برای پذیرش محصول توسط مصرف‌کننده است. بافت پنیر تحت تأثیر عواملی همچون نوع شیر، تکنولوژی فرایند، دمای فرایند، زمان رسیدن و غیره است. رسیدن پنیر یک فرایند پیچیده است که شامل یکسری واکنش‌های بیوشیمیایی بوده که لخته چرمی به پنیر رسیده با بافت مطلوب تبدیل می‌گردد. پنیر لیقوان نیز طی فرایند رسیدن دچار تغییرات بسیاری می‌گردد (Aminifar *et al.*, 2013). از این‌رو، بررسی تغییرات پارامترهای بافتی پنیر لیقوان طی دوره نگهداری حائز اهمیت است. تغییرات پارامترهای بافتی در شکل (۱) نشان داده شده است. نتایج آنالیز آماری سفتی بافت نمونه‌های پنیر نشان داد که با افزایش میزان صمغ کتیرا تا ۰.۲۵ گرم در کیلوگرم شیر، سفتی در مقایسه با نمونه شاهد (بدون صمغ) افزایش یافت؛ اما تفاوت معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). سفتی نمونه X0.00 و X0.25 در مقایسه با بقیه نمونه‌ها از تفاوت معنی‌داری برخوردار بودند (روز ۰). در غلظت‌های بالاتر صمغ کتیرا، سفتی کاهش پیدا کرد. تمامی نمونه‌ها در طی دوره نگهداری دچار نرم شدن بافت شدند که در نمونه X0.25 و X0.00 اختلاف معنی‌داری بین سفتی بافت نمونه‌ها در روز صفر و ۹۰ مشاهده شد. Aminifar و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که سفتی پنیر لیقوان طی ۹۰ روز نگهداری کاهش یافت. همچنین، Korish و Elhamid (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزودن پکتین به پنیر کارئیش مصری، منجر به کاهش سفتی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد. Emam-Djome و Aminifar (۲۰۱۶) بیان



شکل ۱- تغییرات پارامترهای بافتی (سفنتی، پیوستگی، صفحی بودن، قابلیت جو بودن و فنریت) نمونه های پنیر لیقوان حاوی صمغ کثیرا طی دوره نگهداری. تیرک های ترسیم شده روی نمودارها، نشان دهنده انحراف استاندارد داده های اندازه گیری شده است (حروف غیر مشابه کوچک برای هر تیمار نشان دهنده معنی دار بودن طی دوره نگهداری، در سطح 0.05% است. همچنین، حروف غیر مشابه بزرگ نشان دهنده معنی دار بودن تیمار در روز صفر و 90° به طور جداگانه، در سطح 0.05% است).

دارد. در محصولات جامدی نظیر پنیر نور از لایه‌های سطحی عبور کرده و بخش اعظم آن توسط گلbulوهای چربی شیر و همچنین حفره‌های آب‌پنیر پخش می‌شوند (Rahimi *et al.*, 2007). نتایج ارزیابی رنگ پنیرهای لیقوان همکاران، (۱۳۹۰). نشان داده شده است. با افزودن صمغ کتیرا در شکل بدون و دارای درصدهای مختلف صمغ کتیرا در شکل (۲) نشان داده شده است. با افزودن صمغ تا ۰/۲۵٪، میزان روشنایی نمونه‌ها کاهش و با افزایش ۰/۵٪ و بالاتر، روشنایی افزایش یافت (روز ۰). این در حالی است که کلاً روشنایی نمونه‌های حاوی صمغ در مقایسه با نمونه بدون صمغ کمتر بود و اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) بین نمونه‌ها در روز اول وجود نداشت. در تمامی نمونه‌های تولیدی طی دوره رسیدن، میزان روشنایی کاهش یافت که برای هر نمونه به طور جداگانه از اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) بین روز صفر و ۹۰ وجود داشت. این کاهش روشنایی می‌تواند ناشی از ساختار فشرده‌تر پنیر با افزودن صمغ کتیرا باشد.

درخصوص فاکتور b^* (آبی-زردی)، با افزایش میزان صمغ کتیرا زردی نمونه‌ها افزایش یافت؛ اما این افزایش در روز صفر، اختلاف معنی‌داری ($P > 0/05$) بین نمونه‌ها نشان نداد. همچنین، نتایج حاکی از آن است که طی دوره رسیدن ۹۰ روز، فاکتور زردی برای هر نمونه افزایش معنی‌داری داشت و در این بین فاکتور b^* نمونه‌ها در روز ۹۰، بالاترین مقدار را به خود اختصاص داده است. این اتفاق می‌تواند ناشی از تغییرات ترکیبات شیمیایی پنیر طی دوره نگهداری باشد که بر ویژگی‌های ساختاری پنیر مؤثر است.

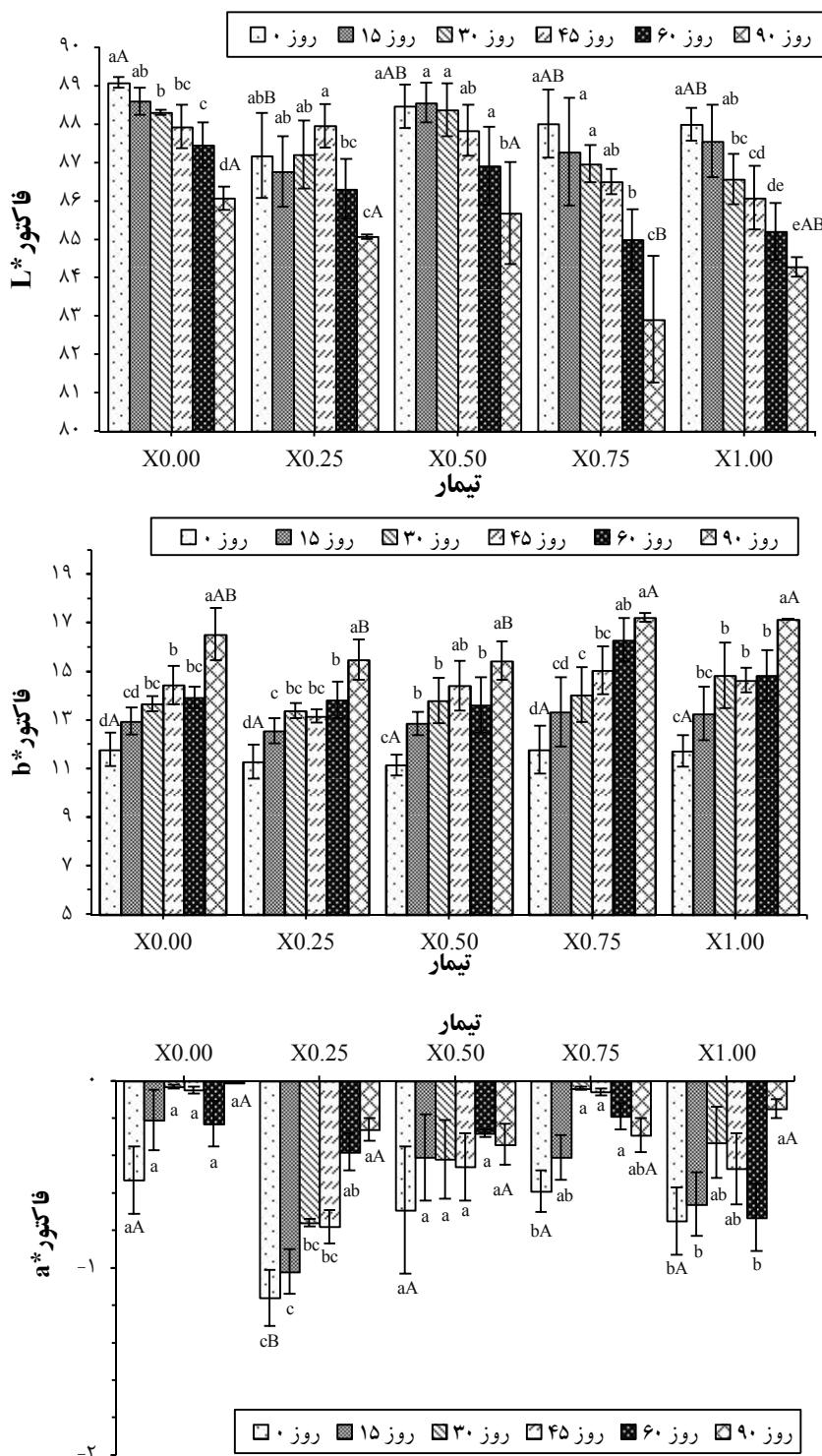
فاکتور a^* و یا به عبارتی فاکتور سیزی-قرمزی نمونه‌ها با افزودن صمغ افزایش یافته و در این بین نمونه X0.25 بالاترین میزان را دارد که در مقایسه با بقیه اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) نشان داد. درخصوص اثر دوره رسیدن بر پارامتر قرمزی می‌توان بیان کرد که مقدار آن برای هر نمونه کاهش یافت و اختلاف معنی‌داری در برخی نمونه‌ها نشان داد.

صمغ‌بودن و قابلیت جویدن دو پارامتر بافتی هستند که همانند سفتی از یک جنس هستند و روند آنها مشابه روند تغییرات سفتی نمونه‌های است. میزان این دو پارامتر با افزایش میزان صمغ تا ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم شیر در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت و با افزایش بیشتر صمغ، کاهش نشان داد. مقایسه پارامتر صمغ‌بودن نمونه‌ها در روز اول نشان داد که نمونه X0.25 با اختلاف معنی‌داری بیشترین میزان را به خود اختصاص داده است و بعد از آن، نمونه شاهد قرار دارد. اثر دوره نگهداری بر پارامتر صمغ‌بودن نمونه‌ها هم حاکی از آن است که میزان این پارامتر طی دوره رسیدن افت کرد و تنها در مردم نمونه X0.25 تغییرات معنی‌دار است. بعد از ۹۰ روز رسیدن، باز هم نمونه X0.25 بالاترین میزان صمغ‌بودن را دارد. درخصوص پارامتر قابلیت جویدن، باز هم نمونه X0.25 در روز صفر بالاترین میزان را دارد و تغییرات آن طی دوره رسیدن معنی‌دار نیست ($P > 0/05$). نتایج با گزارش‌های Elhamid و Korish (۲۰۱۲) درخصوص کاهش قابلیت جویدن پنیر کارئیش مصری در حضور پکتین همخوانی دارد.

باتوجه به شکل (۱)، فنریت نمونه‌ها در روز صفر با افزایش میزان صمغ تا ۰/۲۵ گرم در ۱ کیلوگرم شیر در مقایسه با نمونه شاهد افزایش و در ادامه روند کاهشی نشان داد. نمونه X0.00 و X0.25 از تفاوت معنی‌داری در مقایسه با بقیه برخوردار بودند. فنریت نمونه‌ها طی دوره نگهداری روند منظمی نشان نداد ولی به طور کلی با مقایسه فنریت هر نمونه در روز صفر و ۹۰، می‌توان کاهش میزان آن را بیان کرد. در روز صفر، نمونه X1.00 کمترین میزان فنریت را نشان داد. Elhamid و Korish (۲۰۱۲) بیان کردند که افزودن پکتین به پنیر کارئیش مصری، منجر به کاهش فنریت نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد شده است.

ارزیابی رنگ

پراکنده‌گی نور در هر سیستمی به یکنواختی مولکول‌های آن سیستم و سطوح ریزساختاری بستگی



شکل ۲- تغییرات پارامترهای رنگ‌سنجی (L*, a* و b*) نمونه‌های پنیر لیقوان حاوی صمغ کتیرا طی دوره نگهداری. تیرک‌های ترسیم شده روی نمودارها، نشان دهنده اندکی از تغییر استاندارد داده‌های اندازه‌گیری شده است. (حروف غیر مشابه کوچک برای هر تیمار نشان دهنده معنی دار بودن طی دوره نگهداری، در سطح ۰/۰۵ است. همچنین، حروف غیر مشابه بزرگ نشان دهنده معنی دار بودن تیمار در روز صفر و ۹۰ به طور جداگانه، در سطح ۰/۰۵ است).

افزودن صمغ کتیرا میزان چربی پنیر لیقوان را در مقایسه با نمونه شاهد کاهش و میزان رطوبت و پروتئین را افزایش داد. ویژگی‌های بافتی به طور

نتیجه گیری
پنیر لیقوان از نظر روند تغییرات و ویژگی‌های شیمیایی خصوصیات منحصر به فردی دارد. نتایج نشان داد که

باعث افزایش مقدار رطوبت در بافت شده و مقدار چربی را کاهش می‌دهد و با کاهش چربی خواص تغذیه‌ای بهبود می‌یابد. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که به کارگیری صمغ کتیرا به عنوان بهبوددهنده بافت پنیر لیقوان در غلظت X0.25 پیشنهاد می‌شود.

معنی‌داری ($P < 0.05$) با افزودن صمغ کتیرا تا ۰/۲۵ گرم در یک گیلوگرم شیر بهبود و در مقادیر بالاتر کاهش نشان داد. ویژگی‌های بافتی تمامی نمونه‌ها طی دوره رسیدن افت کرد و فاکتور *L و b* کلیه نمونه‌ها به ترتیب طی دوره نگهداری روند کاهشی و افزایشی نشان دادند. از آنجایی که افزودن کتیرا به پنیر لیقوان

منابع

- ۱- پروانه، و. ۱۳۷۵. کنترل کیفی و آنالیزهای شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۹۵. پنیر رسیده در آب‌نمک- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۲۳۴۴، تجدید نظر اول.
- ۳- قنبری‌شندی، ا.، خسروشاهی اصل، ا.، مرتضوی، ع. و توکلی پور، ح. ۱۳۹۰. اثر صمغ زانتان بر ویژگی‌های بافتی و رنولوژیک پنیر سفید ایرانی کم‌چرب. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۳۳(۱): ۳۵-۴۵.
- ۴- میرزایی، ح. و علیقلی‌نژاد، ع. ۱۳۹۰. مطالعه تغییرات ویژگی‌های شیمیایی پنیر لیقوان در طول مراحل تولید و دوره رسیدن. مجله آسیب‌شناسی درمانگاهی دامپزشکی (دامپزشکی تبریز)، ۲۵(۲): ۱۱۶۱-۱۱۶۸.
- 5- Aminifar, M., Hamedi, M., Emam-Djomeh, Z., & Mehdinia, A. 2010. Microstructural, compositional and textural properties during ripening of lighvan cheese, a traditional raw sheep cheese. Journal of Texture Studies, 41(4):579-593
- 6- Aminifar, M., Hamedi, M., Emam-Djomeh, Z., & Mehdinia, A. 2013. The effect of ovine and bovine milk on the textural properties of lighvan cheese during ripening. International Journal of Dairy Technology, 66(1):45-53.
- 7- Aminifar, M., & Emam-Djomeh, Z. 2016. Investigation on the microstructural and textural properties of lighvan cheese produced from bovine milk fortified with protein and gum tragacanth during ripening. International Journal of Dairy Technology, 69(2): 225-235.
- 8- Azarikia, F., & Abbasi, S. 2010. On the stabilization mechanism of doogh (iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. Food Hydrocolloids, 24(4):358-363.
- 9- Cooke, D.R., Khosroshahi, A., & Mcsweeney, P.L.H. 2013. Effect of gum tragacanth on the rheological and functional properties of full-fat and half-fat cheddar cheese. Dairy Science and Technology, 93(1):45-62.
- 10-Korish, M., & Elhamid, A.M.A. 2012. Improving the textural properties of Egyptian *kariesh* cheese by addition of hydrocolloids. International Journal of Dairy Science, 65(2):237-242.
- 11-Nikjooy, S. Ghaye Joo, M., & Safi Jahanshahi, S. 2015. The effect of various concentrations of salep gum on physicochemical characteristics of low-fat white cheese. International Journal of Agricultural and Crop Sciences, 8(2):136-141.
- 12-Oliveira, N.M., Dourado, F.Q., Peres, A.M., Silva, M.V., Maia, J.M. & Teixeira, J.A., 2011. Effect of guar gum on the physicochemical, thermal, rheological and textural properties of green edam cheese. Food and Bioprocess Technology, 4(8):1414-1421.
- 13-Rahimi, J., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., & Aziznia S. 2007. Texture of low-fat iranian white cheese as influenced by gum tragacanth as fat replacer. Journal of Dairy Science, 90(9):4058-4070.
- 14-Shahab Lavasani, A.R., Ehsani, M.R., Mirdamadi, S., & Ebrahim Zadeh Mousavi, M.A. 2012. Changes in physicochemical and organoleptic properties of traditional iranian cheese *lighvan* during ripening. International Journal of Dairy Technology, 65(1):64-70.

The Effect of Tragacanth Gum in Physicochemical and Textural Properties of Lighvan Cheese during Ripening

Jafar Mohammadzadeh Milani^{1*}, Shohreh Khedmati², Azadeh Ghorbani Hasansarai³, Abdolkhalegh Golkar⁴

1- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

* Corresponding author (jmilany@yahoo.com)

2- M.Sc. Graduated, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Branch of Ayatolah Amoli, Amol, Iran

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Branch of Ayatolah Amoli, Amol, Iran

4- Ph.D. Student, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Abstract

In this research, the effect of tragacanth gum (*Astragalus gummifer*) at five different concentrations of 0.25, 0.5, 0.75 and 1 gram of gum per 1 kg of consumed milk on physicochemical (moisture, ash, pH, salt, fat and protein), colorimetric measurement and textural properties of Lighvan cheese during 90 days of ripening (0, 15, 30, 45, 60 and 90 days) was evaluated. The results showed that gum addition, decreased the fat content of Lighvan samples in comparison of control one. Gum increased the moisture and protein of samples in comparison with control. Fat, ash, salt and protein of Lighvan cheese increased during ripening. Textural properties (hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness and springiness) significantly ($P<0.05$) increased with addition of 0.25 gram of gum in one kilogram of primary milk before cheese-making; however, these parameters decreased at higher gum concentrations. All textural parameters of cheese decreased during 90 days of ripening. Colorimetric observation revealed that L^* and b^* parameters decreased and increased during ripening, respectively. Finally, based on textural properties of Lighvan cheese, X0.25 sample was selected as the best formula in five produced cheeses.

Keywords: Lighvan cheese, Physicochemical properties, Ripening period, Texture, Tragacanth Gum