

تأثیر استفاده از صمغ دانه ریحان و زانتان بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی پنیر سفید کم چرب ایرانی

لیلا ناطقی*^۱

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۱۲

چکیده

با توجه به ارتباط بین مصرف غذاهای چرب و بیماری‌های قلبی-عروقی، کاهش چربی مواد غذایی توسط متخصصان پیشنهاد می‌شود. پنیرهای کم چرب یکی از محصولات لبنی می‌باشند که به دلیل داشتن بافت سفت و لاستیکی نیاز به بهبود بافت در آنها مشاهده می‌شود. استفاده از صمغ‌های گیاهی نظیر ریحان و صمغ زانتان به عنوان جایگزین چربی، می‌تواند سبب بهبود کیفیت محصولات کم‌چرب گردد. لذا، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر استفاده از صمغ زانتان و دانه ریحان بر خواص فیزیکوشیمیایی و بافتی پنیر کم چرب ایرانی بود. بنابراین صمغ زانتان و صمغ دانه ریحان در غلظت‌های (۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد) به طور جداگانه به شیر کم چرب ۱/۵ درصد جهت تولید پنیر سفید کم چرب ایرانی اضافه شد و پنیر شاهد نیز از شیر ۱/۵ درصد چربی تهیه شد. آزمونهای فیزیکوشیمیایی شامل تعیین اسیدیته، رطوبت، چربی، پروتئین، pH، ارزیابی حسی و ویژگی‌های بافتی طی ۶۰ روز نگهداری انجام شدند. نتایج نشان دادند با افزایش غلظت صمغ دانه ریحان و صمغ زانتان، میزان رطوبت و اسیدیته در پنیرها افزایش و میزان pH، چربی و پروتئین کاهش یافت. مطابق با نتایج استفاده از صمغ‌های زانتان و ریحان در پنیرهای مورد آزمون منجر به کاهش قابلیت جویدن، سختی، چسبندگی، قابلیت ارتجاعی، پیوستگی و صمغی بودن در مقایسه با نمونه شاهد شد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد با استفاده از ۰/۵ درصد صمغ ریحان در فرمولاسیون پنیر سفید ایرانی می‌توان پنیری کم‌چرب با خواص حسی مطلوب و قابل پذیرش برای مصرف‌کنندگان تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: پنیر کم چرب، خواص حسی، خواص فیزیکوشیمیایی، صمغ دانه ریحان، صمغ زانتان

*مسئول مکاتبات: leylanateghi@yahoo.com

۱-مقدمه

امروزه تاثیر رژیم غذایی بر حفظ و بهبود سلامتی، توسط مطالعات پزشکی به اثبات رسیده است، به همین دلیل توجه زیادی به محصولات غذایی با ویژگی‌های رژیمی و عملکردی که برای سلامت انسان مفید باشند، شده است. بر اساس مقررات تغذیه‌ای جدید لازم است میزان مصرف چربی کمتر از ۳۰ درصد و چربی‌های اشباع کمتر از ۱۰ درصد کل انرژی دریافتی باشد. سازمان قلب آمریکا توصیه کرده افرادی که کلسترول ال دی ال بالا یا بیماری‌های قلبی عروقی دارند، میزان مصرف چربی‌های اشباع خود را تا کمتر از ۷ درصد کل کالری دریافتی محدود کنند. امروزه یک سوم مردم دنیا چاق محسوب می‌شوند. چاقی با بیماری‌هایی مانند فشار خون بالا، دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی، تصلب شرایین، پوکی استخوان، دیابت نوع بزرگسالان و سرطان ارتباط دارد. به همین دلیل از قرن بیستم تمایل به مصرف غذاهای کم چرب یا غذاهای سبک افزایش یافته است (۱۷). پنیر سفید ایرانی مصرف قابل توجهی به عنوان جزء اصلی صبحانه دارد، این میان‌تلاش‌های زیادی برای کاهش چربی در این ماده غذایی بر اهمیت صورت گرفته، اما این تغییر آثار سوئی چون سفت شدن بافت و نامطلوب شدن آن را دنبال دارد، بی‌شک تولید پنیری که دارای ویژگی‌های بافتی مطلوب و در عین حال با میزان چربی کمتر باشد می‌تواند کمک اثرگذاری در کاهش بیماری‌های قلبی و عروقی داشته باشد. مطالعات نشان می‌دهد که وقتی میزان چربی پنیر کاهش پیدا می‌کند میزان رطوبت افزایش پیدا کرده و پروتئین نقش بیشتری را در ساختار و بافت پنیر ایفا می‌کند، این روند باعث تغییراتی در ویژگی‌های حسی، میکروبی و شیمیایی پنیر می‌شود، در ساختار پنیر کم‌چرب که پروتئین بخش غالب را تشکیل می‌دهد عیب‌های بافتی نظیر لاستیکی بودن و سختی بروز می‌کند، زیرا چربی به عنوان روانساز اصلی در بافت پنیر عمل می‌کند و با کاهش آن

جزء پروتئینی بیشتری در واحد حجم برای تغییر شکل در اثر تنشی که هنگام جویدن وارد می‌شود، وجود دارد (۲۵). برای بهبود بافت و طعم پنیر کم‌چرب معمولاً سه روش مرسوم می‌باشد: ۱- اصلاح تکنولوژی‌های معمول ساخت پنیر تا باعث حفظ رطوبت شوند و با استفاده از فن‌آوری جدید، ۲- استفاده از جانشین‌های چربی برای جبران کاهش بافت خامه‌ای، ۳- گزینش مایه کشت‌های مناسب (۲۴). هیدروکلوئیدها یا صمغ‌ها بیوپلیمرهای هیدروفیل با وزن مولکولی بالا هستند که در صنایع غذایی برای کنترل و بهبود خصوصیات عملکردی فرآورده‌های غذایی به کار می‌روند. مخلوط هیدروکلوئیدها معمولاً به منظور ایجاد خصوصیات رئولوژیکی جدید یا بهبود این خواص در فرآورده‌های غذایی به کار رفته و سبب کاهش هزینه‌های تولید می‌شود. کاربرد و اهمیت هیدروکلوئیدها به خواص عملکردی آنها بستگی دارد. خصوصیات عملکردی هیدروکلوئیدها نظیر تغلیظ‌کنندگی، حفظ و بهبود بافت محصولات غذایی، تشکیل ژل و فیلم، تثبیت کف، امولسیون‌ها، و دیسپرسیون‌ها به ساختار ملکولی هیدروکلوئید، دما و واکنش هیدروکلوئید با سایر ترکیبات، pH، غلظت هیدروکلوئید ترکیبات ماده غذایی مانند نمک‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، و پروتئین وابسته می‌باشد (۵). با توجه به اهمیت هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی و قیمت بالای این ترکیبات، توجه به صمغ‌های بومی به شدت گسترش یافته و در ایران به دلیل وفور منابع گیاهی، پژوهشگران به فکر جایگزینی صمغ دانه‌های بومی با نمونه‌های تجاری هستند. یکی از این ترکیبات پلی‌ساکارییدی، صمغ دانه ریحان می‌باشد که می‌توان آن را در فرمولاسیون‌های غذایی استفاده نمود (۹). دانه ریحان حاوی مقادیر زیادی هیدروکلوئید با خواص رئولوژیکی قابل توجه است. دانه این گیاه حاوی یک ساختار هتروپلی‌ساکارییدی شامل گلوکومانان و گلوکان می‌باشد. صمغ دانه ریحان هیدروکلوئیدی منحصر بفرد است. این گیاه در کنار استفاده در پزشکی، در صنایع غذایی نیز کاربرد فراوانی دارد. ریحان یک منبع مشهور چاشنی محسوب

علمی و تحقیقاتی اصفهان فرآیند تولید صمغ انجام شد. صمغ زانتان از شرکت فونگک^۱ (چین) تهیه شد. کشت آغازگر مصرفی (FRC-65) که حاوی گونه‌های لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه‌ی کرموریس، استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه‌ی بولگاریکوس بود همراه با کیموزین بدست آمده از تخمیر اسپرژیلوس نایجر وارپته آواموری^۲ (رنت استاندارد Chy-Max) از شرکت لبنی هنسن دانمارک خریداری شدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تولید صمغ دانه ریحان

برای انتخاب شرایط بهینه استخراج صمغ، درجه حرارت (۸۵-۲۵ درجه سانتی‌گراد)، pH (۴-۱۰) و نسبت دانه به آب (۱:۸۰ و ۱:۵۰) در نظر گرفته شد. شرایط بهینه استخراج صمغ دانه ریحان بر اساس بالاترین راندمان استخراج و ویسکوزیته دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، pH برابر با ۷، زمان خیساندن ۲۰ دقیقه و به نسبت دانه به آب، ۱:۵۰ بود. سپس جداسازی صمغ از دانه‌های متورم شده در آب مطابق با روش رضوی و همکاران (۲۰۰۹)، صورت گرفت (۳۰).

۲-۲-۲- روند تولید پنیر

۱۰ کیلوگرم شیر خام ۱/۵ درصد چربی فاقد جسم خارجی و آنتی‌بیوتیک برای هر نمونه تولیدی به صورت جداگانه در ظرف‌های خشک و تمیز توزین شد سپس شیرها تا دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد در پاستوریزاتور گرم شدند و صمغ‌های مصرفی پس از توزین در ۲۰۰ سی سی آب که تا دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد گرم شده بودند به وسیله میکسر (بلک اند-دکر، امریکا) حل شدند و سپس ۳ ساعت در بن ماری (مدل Memmert، آلمان)، ۴۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا ذرات صمغ به خوبی حل شدند، پس از آن به شیری که تا دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد گرم شده بود اضافه و هم زده

می‌شود (۵). امیری عقدایی و همکاران، (۱۳۸۹)، گزارش کردند می‌توان از موسیلاژ دانه ریحان جهت بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی ماست کم چرب استفاده نمود (۱). زانتان نیز یک پلی‌ساکارید خارج سلولی است که توسط انواعی از باکتری گزاتوموناس تولید می‌شود که خصوصیات رئولوژیکی ویژه‌ای دارد و در صنایع مختلف به عنوان پایدارکننده، امولسیون‌کننده، سوسپانسیون‌کننده و قوام‌دهنده کاربردهای گسترده‌ای دارد (۱۰). این هتروپلی‌ساکارید میکروبی به دلیل توانایی بالا در نگهداری رطوبت، از بهبود ویژگی‌های پنیر کم چرب برخوردار است. امینی فر و همکاران، (۱۳۹۳) گزارش کردند سختی بافت و فشردگی تجمع کازئینی پنیر کم چرب در حضور زانتان کاهش می‌یابد که این می‌تواند به دلیل توانایی بالای این هتروپلی‌ساکارید در نگهداری رطوبت در بافت پنیر کم چرب باشد (۲). رضوی و همکاران (۱۳۹۱)، از صمغ دانه ریحان و زانتان به‌عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون سس مایونز کم چرب استفاده نمودند و مشاهده کردند استفاده از هر دو صمغ در غلظت‌های ۰/۶۰ و ۰/۷۵ درصد باعث پایداری و عدم دو فاز شدن سس مایونز کم چرب طی ۳۰ روز نگهداری در یخچال شده است و بالاترین میزان امتیاز پذیرش کلی مربوط استفاده از ۰/۷۵ درصد صمغ دانه ریحان بود (۹). استفاده از صمغ‌های گیاهی نظیر ریحان و صمغ میکروبی زانتان به سبب طبیعی بودن، می‌تواند تأثیر مثبتی بر سلامت مصرف کنندگان و کیفیت فرآورده‌ها داشته باشد، لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و بافتی پنیر کم چرب حاوی صمغ دانه ریحان و زانتان بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

شیر خام کم چرب حاوی ۱/۵ درصد چربی از کارخانه پگاه تهران تهیه شد. دانه ریحان مورد نیاز جهت استخراج صمغ، از وزارت جهاد کشاورزی استان اصفهان تهیه شد و در شهرک

Stable Micro Systems-Ta.Xt Plus-Texture Analyser) با استفاده از یک پروب استوانه ای به قطر ۲ میلی متر با سر سوزنی با آزمون نفوذ، با سرعت حرکت پروب ۶۰ میلی متر در دقیقه و عمق نفوذ ۲ میلی متر در نمونه و تعداد هر سیکل آزمون یک بار اندازه گیری شد، نیروی لازم برای نفوذ بر حسب نیوتن به عنوان سفتی بافت در نظر گرفته شد. جهت انجام آزمایش ابتدا پروب ۳۰، به جهت اعمال نیروی مناسب به نمونه کالیبره شد، از هر نمونه ۴ قطعه با ابعاد ۱ سانتی متر در یک سانتی متر که بطور تصادفی برش داده شده، زیر پروب دستگاه قرار داده شد. نتایج ارزیابی بافت برای هر نمونه با پنج تکرار انجام شد (۱۱).

۲-۲-۵- ارزیابی حسی

نمونه های پنیر به طور تصادفی توسط یک گروه آموزش دیده ۱۰ نفره مورد ارزیابی قرار گرفتند. پنیرها از دیدگاه ظاهر، بافت، طعم و پذیرش کلی بر اساس آزمون چشایی به روش هدونیک پنج نقطه ای (یک=خیلی بد، ۵=خیلی خوب) مورد ارزیابی قرار گرفتند (۱۷).

۲-۲-۶- آنالیز آماری

در این پژوهش تیمارهای حاوی صمغ زانتان (۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۰۵ درصد) و همچنین تیمارهای حاوی صمغ ریحان (۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۰۵ درصد) و تیمارهای شاهد فاقد صمغ در سه تکرار تولید شدند و نتایج بر اساس طرح پایه کاملاً تصادفی مورد آزمون آماری قرار گرفتند. آنالیز واریانس یک طرفه و دوطرفه به کمک نرم افزار Minitab 16.1 انجام شد. مقایسه ی میانگین ها با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات شیمیایی شیر پنیر سازی

خصوصیات شیمیایی شیر بکار رفته برای تولید تیمارهای مختلف پنیر در جدول زیر نمایش داده شده است.

شدند، تا ذرات صمغ به خوبی حل شد. سپس شیرهای حاوی صمغ با فشار ۱۰۰ بار هموژن (مدل Epv، دانمارک) شدند و وارد پاستوریزاتور (مدل Elvo، ایتالیا) با دمای ۷۴ درجه- سانتی گراد و زمان ۳۰ ثانیه شد، پس از پاستوریزاسیون صبر کرده تا دمای شیر کاهش یابد، سپس استارتر لاکتیکی مزوفیل و ترموفیل به میزان ۱-۲٪ اضافه شد و به انکوباتور (مدل Memmert، آلمان) با دمای ۳۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه منتقل شد تا استارتر فعالیت خود را آغاز کند. سپس قالب ها را از انکوباتور بیرون آورده به آنها رنت به میزان ۰/۱ گرم به ازای هر کیلوگرم شیر مورد استفاده، اضافه شد. شیر حاوی استارتر و رنت هم زده شد تا رنت به طور یکنواخت در شیر پخش شد، سپس به انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت زمان یک ساعت منتقل شد تا لخته تشکیل شد. سپس لخته های تشکیل شده برش داده شدند و به صورت دستی همزده شدند تا خروج آب تسهیل شود و پس از آن به منظور خروج آب لخته در کرباس قرار داده شدند و وزنه ای ۱ کیلویی روی آنها قرار داده شد تا آب اضافی کاملاً خارج گردد. لخته ها به اندازه های ۱۰×۱۰×۱۰ سانتی متری برش داده شدند و پس از نگهداری در دمای ۲۳ الی ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت به ظرفهای غیر قابل نفوذ به هوایی که در آنها آب نمک ۱۳ درصد پاستوریزه بود انتقال داده شدند و بسته بندی شدند. لازم به ذکر است جهت تولید پنیر شاهد نیز از شیر ۱/۵ درصد چربی و بدون صمغ استفاده شد.

۲-۲-۳- آزمایش های فیزیکوشیمیایی

pH و اسیدیته نمونه های پنیر مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ (۳)، میزان چربی، مقدار پروتئین کل و رطوبت نمونه های پنیر مطابق با روش قنبری و همکاران (۱۴) تعیین شد.

۲-۲-۴- آزمایشات بافت (TPA)

ارزیابی بافت توسط دستگاه سنجش بافت

داشته نسبت به تیماری که حاوی صمغ کمتری بوده، که می‌توان دلیل این کاهش را، فعالیت باکتری‌ها در طی دوره نگهداری دانست. کاهش pH به علت تولید اسید توسط باکتری های اسید لاکتیکی و به طبع افزایش اسیدیته و تولید هیدروژن و همچنین واکنش های پروتئولیز و لیپولیز که در طی رسیدن پنیر اتفاق می‌افتد، می‌باشد. از طرف دیگر تشدید لیپولیز به علت بالا رفتن میزان رطوبت و تولید اسیدهای چرب و همچنین تبدیل کامل لاکتوز به اسید لاکتیک نیز در کاهش pH و افزایش اسیدیته موثر خواهد بود (۲). فراهانی و همکاران در سال ۱۳۹۲، به ارزیابی برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و بافتی پنیر سفید آب نمکی (پنیر گلپایگان) طی دوره رسیدن پرداختند، نتایج این تحقیق کاهش میزان pH در طی نگهداری را نیز نشان داده که این پژوهشگران دلیل این امر را نیز فعالیت باکتری‌ها در طی دوره رسیدن اعلام کردند، که نتایج این تحقیق با پژوهش حاضر برابری دارد (۱۳).

جدول ۱- خصوصیات شیر مصرفی جهت تولید پنیر

| | |
|-----------|-------|
| درصد چربی | ۱/۵ |
| رطوبت | ۹۱/۲۴ |
| پروتئین | ۳/۲۱ |
| pH | ۶/۶۱ |

۲-۳- نتایج تغییرات pH پنی‌های کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

مطابق با نتایج جدول (۲) pH نمونه‌ها به طور کلی در طی نگهداری روند کاهشی داشتند، با توجه به نتایج حاصله از آزمایشات این پژوهش می‌توان بیان کرد، pH شاهد در کلیه تیمارها در طی نگهداری بیشتر از سایر تیمارها بوده (pH تیمار شاهد در طی نگهداری نیز کاهش داشته) همچنین از نتایج حاصله می‌توان بیان کرد با افزایش میزان صمغ در تیمارها میزان pH کاهش یافته، به طور کلی تیماری که صمغ بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشته، میزان pH آن نیز بیشتر کاهش

جدول ۲- نتایج تغییرات pH پنی‌های کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد طی شصت روز نگهداری

| تغییرات pH در روزهای مختلف | | | | نمونه |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| ۶۰ | ۴۰ | ۲۰ | ۰ | |
| ۴/۲۰۰±۰/۰۰۰ ^{bD} | ۴/۵۳۳±۰/۰۵۷ ^{bC} | ۴/۸۳۳±۰/۰۵۷ ^{bB} | ۵/۰۳۳±۰/۰۵۷ ^{bA} | X ₁ (صمغ زانتان ۰/۰۱) |
| ۴/۱۳۳±۰/۰۵۷ ^{bcA} | ۴/۴۳۳±۰/۰۵۷ ^{bcA} | ۴/۵۰۰±۰/۰۰۰ ^{cA} | ۴/۸۰۰±۰/۰۰۰ ^{cA} | X ₂ (صمغ زانتان ۰/۰۳) |
| ۴/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{dD} | ۴/۲۰۰±۰/۰۰۰ ^{dC} | ۴/۴۳۳±۰/۰۵۷ ^{cB} | ۴/۶۳۳±۰/۰۵۷ ^{dA} | X ₃ (صمغ زانتان ۰/۰۵) |
| ۴/۲۳۳±۰/۰۵۷ ^{bD} | ۴/۵۳۳±۰/۰۵۷ ^{bC} | ۴/۸۰۰±۰/۰۰۰ ^{bB} | ۵/۰۳۳±۰/۰۵۷ ^{bA} | X ₄ (صمغ دانه ریحان ۰/۰۱) |
| ۴/۰۳۳±۰/۰۵۷ ^{cdD} | ۴/۴۰۰±۰/۰۰۰ ^{cC} | ۴/۵۳۳±۰/۰۵۷ ^{cB} | ۴/۹۰۰±۰/۰۰۰ ^{cA} | X ₅ (صمغ دانه ریحان ۰/۰۳) |
| ۴/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{dD} | ۴/۲۳۳±۰/۰۵۷ ^{dC} | ۴/۴۳۳±۰/۰۵۷ ^{cB} | ۴/۶۳۳±۰/۰۵۷ ^{dA} | X ₆ (صمغ دانه ریحان ۰/۰۵) |
| ۴/۵۰۰±۰/۰۰۰ ^{aD} | ۴/۹۰۰±۰/۰۰۰ ^{aC} | ۵/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{aB} | ۵/۲۰۰±۰/۰۰۰ ^{aA} | X ₇ (شاهد) |

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک اختلاف معنی‌دار را در هر ستون نشان می‌دهد (p ≤ ۰/۰۵).

حروف بزرگ اختلاف معنی‌دار را در هر سطر نشان می‌دهد (p ≤ ۰/۰۵).

رسیدن پنیر و همچنین خصوصیات رئولوژیکی پنیر و ارزیابی حسی آن اهمیت زیادی داشت (۲۸). کندیلی^۱ و همکاران، (۲۰۰۲) به بررسی تغییرات فیزیکوشیمیایی، لیپولیز و پروتئولیز پنیر کاشار^۲ بسته بندی شده تحت خلاء در طول رسیدن پرداختند این محققین نیز رسیدن پنیر را در طی ۵، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بررسی کردند، همچنین بیان کردند میزان اسیدیته در طول رسیدن افزایش داشته که علت این امر را تولید اسید لاکتیک و کاهش pH عنوان کردند که نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر برابری داشت (۲۴). فراهانی و همکاران در سال (۱۳۹۲)، به ارزیابی برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و بافتی پنیر سفید آب نمکی (پنیر گلپایگان) طی دوره رسیدن پرداختند، نتایج این تحقیق افزایش میزان اسیدیته در طی نگهداری را نیز نشان داده که این پژوهشگران دلیل این امر را نیز فعالیت باکتری ها در طی دوره رسیدن اعلام کردند، که نتایج این تحقیق با پژوهش حاضر برابری داشت (۱۳).

۳-۳- نتایج تغییرات اسیدیته پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

با توجه به نتایج حاصله در جدول (۳) می توان بیان کرد میزان اسیدیته تیمارهای پنیر در طول مدت نگهداری افزایش داشته، هم چنین نتایج بیانگر این می باشد که میزان اسیدیته در تیمار شاهد نیز افزایش داشته که این میزان افزایش از سایر تیمارها در طی نگهداری کمتر بود که علت آن را می توان میزان صمغ حاصله در تیمارها دانست بطوری که هر چه میزان صمغ تیمارها افزایش می یافت، میزان اسیدیته نیز بیشتر شد، که دلیل آن تولید اسید لاکتیک و هیدروژن بود که سبب افزایش اسیدیته و نیز کاهش pH می شد، همچنین می توان بیان کرد با افزایش میزان صمغ، غلظت کیموزین افزایش یافته که سبب تشدید پروتئولیز و آزاد شدن گروه های کربوکسیل اسیدی خواهد شد. به عبارت دیگر اسیدیته و pH رابطه معکوس دارند. مقادیر اسیدیته قابل تیتراسیون و pH پنیر، به سبب تاثیر آنها بر رشد میکروارگانیسم ها و فعالیت آنزیمی در طول مرحله

جدول ۳- نتایج تغییرات اسیدیته پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد در طی شصت روز نگهداری

| تغییرات اسیدیته در روزهای مختلف | | | | نمونه |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| ۶۰ | ۴۰ | ۲۰ | ۰ | |
| ۰/۵۲۰±۰/۰۰۰ ^{cA} | ۰/۵۰۰±۰/۰۰۰ ^{cB} | ۰/۴۹۰±۰/۰۰۰ ^{cC} | ۰/۴۷۰±۰/۰۰۰ ^{cD} | X ₁ (۰/۰۱ صمغ زانتان) |
| ۰/۵۵۳±۰/۰۰۵ ^{bA} | ۰/۵۳۳±۰/۰۰۵ ^{bB} | ۰/۵۱۳±۰/۰۰۵ ^{bC} | ۰/۴۹۳±۰/۰۰۵ ^{bD} | X ₂ (۰/۰۳ صمغ زانتان) |
| ۰/۵۸۳±۰/۰۰۵ ^{aA} | ۰/۵۷۰±۰/۰۱۰ ^{aAB} | ۰/۵۵۳±۰/۰۰۵ ^{aB} | ۰/۵۳۳±۰/۰۰۵ ^{aC} | X ₃ (۰/۰۵ صمغ زانتان) |
| ۰/۵۲۳±۰/۰۱۵ ^{cA} | ۰/۵۱۰±۰/۰۰۰ ^{cA} | ۰/۴۹۰±۰/۰۰۰ ^{cB} | ۰/۴۷۳±۰/۰۰۵ ^{cB} | X ₄ (۰/۰۱ صمغ دانه ریحان) |
| ۰/۵۶۰±۰/۰۰۰ ^{abA} | ۰/۵۴۰±۰/۰۰۰ ^{bB} | ۰/۵۱۳±۰/۰۰۵ ^{bC} | ۰/۴۹۰±۰/۰۰۰ ^{bD} | X ₅ (۰/۰۳ صمغ دانه ریحان) |
| ۰/۵۸۳±۰/۰۱۵ ^{aA} | ۰/۵۷۳±۰/۰۰۵ ^{aA} | ۰/۵۶۳±۰/۰۰۵ ^{aAB} | ۰/۵۴۳±۰/۰۰۵ ^{aB} | X ₆ (۰/۰۵ صمغ دانه ریحان) |
| ۰/۵۱۰±۰/۰۰۰ ^{cA} | ۰/۵۰۰±۰/۰۰۰ ^{cC} | ۰/۴۸۰±۰/۰۰۰ ^{cB} | ۰/۴۶۳±۰/۰۰۵ ^{cD} | X ₇ (شاهد) |

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک اختلاف معنی دار را در هر ستون نشان می دهد (p ≤ ۰/۰۵).

حروف بزرگ اختلاف معنی دار را در هر سطر نشان می دهد (p ≤ ۰/۰۵).

زانتان، افزایش پیدا کرد. فنیبری شدنی و همکاران در سال ۱۳۹۰ به بررسی اثر صمغ زانتان بر ویژگیهای بافتی و رئولوژیک پنیر سفید ایرانی کم چرب پرداختند که نتایج این تحقیق نیز روند افزایشی میزان رطوبت را در طی دوره رسیدن نشان داده است که نتایج این پژوهش با تحقیق حاضر مطابقت دارد (۸). امینی فر و همکاران در سال ۱۳۹۳ اثر زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده بر سختی، ریزساختار و رهائش استرها از بافت پنیر آب نمکی کم چرب مورد را بررسی قرار داده اند، این محققین بیان کردند زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده به ترتیب سبب افزایش و کاهش رطوبت پنیر کم چرب می شوند. نسبت نیتروژن کل به ماده خشک در طول رسیدن کاهش معنی داری نشان می دهد. نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر مطابقت دارد (۲). رومیه^۱ و همکاران تحقیقاتی را بر روی پنیر کم چرب سفید برآیند^۲ تولید شده از شیر گاو پرداختند، این پژوهشگران بیان کردند میزان رطوبت پنیهای پر چرب و کم چرب متفاوت بوده که احتمالاً بدلیل تفاوت در میزان پروتئین آنها می باشد، بطوری که بالا بودن میزان پروتئین در پنیهای با چربی کاهش یافته ممکن است همراه با بالا رفتن جذب آب در شبکه پروتئینی و در نتیجه افزایش رطوبت آنها گردد. نتایج این تحقیق نیز با تحقیق حاضر مطابقت دارد (۳۱).

۳-۴- نتایج تغییرات رطوبت پنیهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

در ارتباط با رطوبت در پنیها، مطابق جدول (۴)، نتایج نشان می دهند به طور کلی با افزایش غلظت صمغ زانتان و ریحان، مقدار رطوبت تیمارها در طی دوره ۶۰ روز نگهداری افزایش داشته است. درصد رطوبت تیمار X7 (شاهد) کمتر از سایر تیمارها بوده است که دلیل این امر را عدم وجود صمغ در تیمار X7 (شاهد) می توان عنوان کرد. در ماتریکس کازئینی بافت پنیر، چربی و رطوبت به عنوان پرکننده عمل می کنند، کاهش میزان چربی سبب افزایش رطوبت در تیمارها شده است، همچنین وجود صمغ ریحان و صمغ زانتان در تیمارها از دیگر عواملی هستند که سبب افزایش رطوبت در طی ۶۰ روز نگهداری می گردد که دلیل این امر ویژگی آب دوستی صمغ ها می باشد. مهمترین رخداد در حین رسیدن پنیر واکنش های پروتئولیتیک می باشد که در اثر آن کازئین شکسته شده و تبدیل به اجزاء کوچکتر شده که خود موجب تولید آمینو اسیدهای آزاد می شود و در نتیجه تعامل های متقابل اسید آمینه، اسید آمینه افزایش و جذب آب در سیستم افزایش یافت (۲). در این تحقیق با افزایش غلظت زانتان و ریحان میزان رطوبت در پنیهای حاوی این صمغ ها افزایش یافت. با افزایش جذب رطوبت توسط زانتان پروتئولیز تشدید شده و از سفتی پنیر کاسته شده است. رطوبت پنیر با افزایش غلظت

جدول ۴- نتایج تغییرات رطوبت پنیهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد طی شصت روز نگهداری

| تغییرات رطوبت در روزهای مختلف (میانگین \pm انحراف معیار) | | | | نمونه |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| ۶۰ | ۴۰ | ۲۰ | ۰ | |
| 64/710 \pm 0/01 ^{eA} | 64/200 \pm 0/00 ^{eB} | 62/083 \pm 0/072 ^{cC} | 61/063 \pm 0/092 ^{eD} | X ₁ (0/01 صمغ زانتان) |
| 67/930 \pm 0/000 ^{cA} | 67/503 \pm 0/020 ^{cB} | 65/540 \pm 0/020 ^{bC} | 64/220 \pm 0/088 ^{cD} | X ₂ (0/03 صمغ زانتان) |
| 73/977 \pm 0/006 ^{bA} | 73/023 \pm 0/025 ^{bB} | 71/780 \pm 0/010 ^{aC} | 70/226 \pm 0/055 ^{bD} | X ₃ (0/05 صمغ زانتان) |
| 61/013 \pm 0/006 ^{fA} | 60/366 \pm 0/005 ^{gB} | 58/790 \pm 0/000 ^{dC} | 57/723 \pm 0/112 ^{gD} | X ₄ (0/01 صمغ دانه ریحان) |
| 67/990 \pm 0/010 ^{cA} | 67/433 \pm 0/005 ^{dB} | 65/640 \pm 0/020 ^{bC} | 63/966 \pm 0/041 ^{dD} | X ₅ (0/03 صمغ دانه ریحان) |
| 77/073 \pm 0/045 ^{aA} | 75/630 \pm 0/000 ^{aA} | 71/976 \pm 1/058 ^{aB} | 71/056 \pm 0/066 ^{aB} | X ₆ (0/05 صمغ دانه ریحان) |
| 67/363 \pm 0/665 ^{dA} | 63/440 \pm 0/000 ^{fB} | 61/180 \pm 0/000 ^{cC} | 60/193 \pm 0/015 ^{fD} | X ₇ (شاهد) |

حروف کوچک اختلاف معنی دار را در هر ستون نشان می دهد ($p \leq 0/05$).

حروف بزرگ اختلاف معنی دار را در هر سطر نشان می دهد ($p \leq 0/05$).

1-Romieh

2-Brined

با استفاده از صمغ عربی و گوار پرداختند، بیان کردند که با کاهش چربی شیر، محتوای چربی پنیر هم پایین می‌آید. در ضمن، صمغ‌ها در سطوح پایین اثری بر روند تغییرات چربی ندارند، ولی در سطوح بالا هر دو اثرات معکوسی نشان دادند که در مورد اثر صمغ عربی شاید به دلیل این باشد که با حضور صمغ عربی و متراکم تر شدن بافت است که سهم چربی در پنیر کاهش می‌یابد، که نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر مطابقت دارد (۱۵). صالحی و همکاران در سال ۱۳۹۲، به بررسی تغییرات رئولوژیکی پنیر فتا کم چرب حاوی بیوپلیمر کفیران (۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ گرم) در طی رسیدن (۱، ۳۰، ۴۰ و ۶۰) پرداختند آنها بیان کردند با افزایش رطوبت میزان چربی و پروتئین کاهش یافته و رطوبت با چربی رابطه عکس داشته که نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر مطابقت دارد (۱۱).

۳-۵- نتایج تغییرات چربی پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

نتایج طبق جدول (۵) نشان می‌دهند که میزان چربی در طی ۶۰ روز نگهداری با افزایش غلظت زانتان و ریحان، کاهش یافته است بطوری که تیماری که بیشترین میزان صمغ را دارد درصد چربی آن کمتر از تیماری بوده است که درصد صمغ کمتری دارد. دلیل کاهش درصد چربی را در طی ۶۰ روز نگهداری می‌توان واکنش‌های لیپولیز دانسته که سبب کاهش pH و افزایش اسیدیته نیز گشته است، همچنین افزایش رطوبت منجر به کاهش میزان چربی در طی دوره نگهداری نیز می‌گردد، به عبارت دیگر می‌توان بیان کرد رطوبت و چربی رابطه معکوس دارند. لشکری و همکاران در سال ۱۳۸۷، به بررسی امکان تولید پنیر سفید ایرانی کم چربی و بهینه‌سازی ویژگی‌های آن

جدول ۵ - تغییرات چربی پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد طی شصت روز نگهداری

| تغییرات چربی در روزهای مختلف (میانگین \pm انحراف معیار) | | | | نمونه |
|---|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| ۶۰ | ۴۰ | ۲۰ | ۰ | |
| ۰/۹۴۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{bD} | ۱/۲۳۶ \pm ۰/۳۱۴ ^{aC} | ۱/۲۴۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{bB} | ۱/۳۴۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{bA} | X ₁ (۰/۰۱ صمغ زانتان) |
| ۰/۶۸۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{fD} | ۱/۰۰۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{abC} | ۱/۱۳۰ \pm ۰/۰۱۰ ^{dB} | ۱/۲۳۰ \pm ۰/۰۳۰ ^{cA} | X ₂ (۰/۰۳ صمغ زانتان) |
| ۰/۸۱۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{dC} | ۰/۹۶۰ \pm ۰/۰۳۴ ^{abB} | ۱/۰۰۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{fB} | ۱/۱۱۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{dA} | X ₃ (۰/۰۵ صمغ زانتان) |
| ۰/۹۱۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{cD} | ۱/۰۲۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{abC} | ۱/۱۵۶ \pm ۰/۰۱۱ ^{cB} | ۱/۲۷۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{cA} | X ₄ (۰/۰۱ صمغ دانه ریحان) |
| ۰/۶۸۰ \pm ۰/۰۱۰ ^{fD} | ۰/۹۹۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{abC} | ۱/۱۵۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{dA} | ۱/۱۵۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{dA} | X ₅ (۰/۰۳ صمغ دانه ریحان) |
| ۰/۷۰۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{eD} | ۰/۸۱۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{bC} | ۰/۹۱۰ \pm ۰/۰۱۷ ^{gB} | ۱/۰۲۶ \pm ۰/۰۶۴ ^{eA} | X ₆ (۰/۰۵ صمغ دانه ریحان) |
| ۱/۱۲۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{aD} | ۱/۲۵۰ \pm ۰/۰۲۰ ^{aC} | ۱/۴۱۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{aB} | ۱/۵۰۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{aA} | X ₇ (شاهد) |

حروف کوچک اختلاف معنی‌دار را در هر ستون نشان می‌دهد ($p \leq 0.05$).

حروف بزرگ اختلاف معنی‌دار را در هر سطر نشان می‌دهد ($p \leq 0.05$).

است همچنین نسبت رطوبت به پروتئین که یک فاکتور مهم در تولید پنیر می‌باشد (۲). در پنیرهای تولید شده با صمغ افزایش یافته است. بنابراین برای بهبود ویژگی‌های بافتی پنیر با چربی کاهش یافته، هدف افزایش نسبت رطوبت به پروتئین می‌باشد..

۳-۶- نتایج تغییرات پروتئین پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

طبق جدول (۶) میزان پروتئین در طی نگهداری کاهش یافته که این میزان کاهش جزئی بوده است. تیمارهایی که حاوی صمغ بوده اند دارای میزان پروتئین کمتری نسبت به شاهد که فاقد صمغ است می‌باشند. دلیل این امر افزایش پروتئولیز بوده

جدول ۶- تغییرات پروتئین پنی‌های کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد طی شصت روز نگهداری

| تغییرات پروتئین در روزهای مختلف (میانگین \pm انحراف معیار) | | | | نمونه |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| ۶۰ | ۴۰ | ۲۰ | ۰ | |
| ۱۱/۴۱۳ \pm ۰/۰۱۱ ^{eD} | ۱۲/۴۵۳ \pm ۰/۰۰۵ ^{eC} | ۱۳/۰۰۳ \pm ۰/۰۰۵ ^{eB} | ۱۳/۷۰۶ \pm ۰/۰۱۱ ^{dA} | X ₁ (۰/۰۱ صمغ زانتان) |
| ۱۱/۱۲۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{fD} | ۱۲/۰۰۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{fC} | ۱۲/۱۹۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{fB} | ۱۲/۶۵۳ \pm ۰/۰۰۵ ^{eA} | X ₂ (۰/۰۳ صمغ زانتان) |
| ۹/۳۸۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{gD} | ۱۰/۰۴۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{gC} | ۱۰/۷۹۳ \pm ۰/۰۰۵ ^{gB} | ۱۱/۱۵۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{fA} | X ₃ (۰/۰۵ صمغ زانتان) |
| ۱۴/۴۰۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{aD} | ۱۵/۳۶۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{aC} | ۱۶/۰۹۳ \pm ۰/۰۰۵ ^{aB} | ۱۶/۷۹۰ \pm ۰/۰۳۰ ^{aA} | X ₄ (۰/۰۱ صمغ دانه ریحان) |
| ۱۳/۰۱۳ \pm ۰/۰۱۵ ^{bD} | ۱۴/۲۴۳ \pm ۰/۰۰۵ ^{bC} | ۱۵/۰۰۳ \pm ۰/۰۰۵ ^{bB} | ۱۵/۴۱۰ \pm ۰/۰۴۰ ^{bA} | X ₅ (۰/۰۳ صمغ دانه ریحان) |
| ۱۲/۵۷۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{cD} | ۱۳/۱۷۳ \pm ۰/۰۰۵ ^{dC} | ۱۳/۸۹۳ \pm ۰/۰۰۵ ^{dB} | ۱۴/۳۵۰ \pm ۰/۰۴۳ ^{cA} | X ₆ (۰/۰۵ صمغ دانه ریحان) |
| ۱۲/۴۹۰ \pm ۰/۰۱۷ ^{dD} | ۱۳/۸۴۶ \pm ۰/۰۰۵ ^{cC} | ۱۴/۰۵۰ \pm ۰/۰۰۰ ^{cB} | ۱۴/۳۲۳ \pm ۰/۰۱۱ ^{cA} | X ₇ (شاهد) |

حروف کوچک اختلاف معنی‌دار را در هر ستون نشان می‌دهد ($p \leq 0/05$).

حروف بزرگ اختلاف معنی‌دار را در هر سطر نشان می‌دهد ($p \leq 0/05$).

درصد صمغ زانتان، کمترین امتیاز پذیرش کلی را داشتند. تیمار X₆ با غلظت ۰/۰۵ درصد صمغ ریحان بیشترین میزان پذیرش کلی را داشت، سپس تیمار X₅ با ۰/۰۳ درصد صمغ ریحان دومین تیمار از لحاظ پذیرش کلی بوده است که تیمار شاهد بسیار نزدیک به این تیمار نیز می‌باشد. به طور کلی می‌توان بیان کرد تیمارهایی که حاوی صمغ ریحان بوده‌اند مطلوبتر از تیمارهایی که حاوی صمغ زانتان بوده‌اند می‌باشند. در بین تیمارهایی که حاوی صمغ زانتان بوده‌اند تیمار X₁ با حداقل میزان صمغ زانتان (۰/۰۱ درصد) مطلوبتر از تیمارهای X₃ با ۰/۰۵ درصد صمغ زانتان و X₂ با غلظت ۰/۰۵ درصد صمغ زانتان بوده‌اند. تیمار شاهد نیز از نظر پذیرش کلی بسیار نزدیک به تیمار X₅ بوده است.

۷-۳- نتایج تغییرات ارزیابی حسی (طعم، ظاهر، بافت و پذیرش کلی) پنی‌های کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

با توجه به جدول (۷) که تغییرات ارزیابی حسی در روز صفر را نشان می‌دهد، می‌توان بیان کرد بین طعم کلیه تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، همچنین با بررسی کلیه تیمارها می‌توان عنوان کرد بیشترین میزان طعم مربوط به تیمار X₆ که حاوی ۰/۰۵ درصد صمغ ریحان بود، می‌باشد و کمترین میزان مربوط به تیمارهای X₁ و X₃ بوده است و بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تیمار X₆ با غلظت ۰/۰۵ درصد صمغ ریحان، از لحاظ پذیرش کلی بیشترین امتیاز و تیمارهای X₁ و X₂ با غلظت ۰/۰۱ و ۰/۰۳

جدول ۷- نتایج ارزیابی حسی (طعم، ظاهر، بافت و پذیرش کلی) نمونه های پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد در روز صفر پس از تولید

| نمونه | تغییرات حسی | | |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | طعم | ظاهر | بافت |
| X ₁ (۰/۰۱ صمغ زانتان) | ۳/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{bc} | ۳/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{ab} | ۳/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{ab} |
| X ₂ (۰/۰۳ صمغ زانتان) | ۲/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^c | ۳/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{ab} | ۲/۶۶۶±۰/۵۷۷ ^b |
| X ₃ (۰/۰۵ صمغ زانتان) | ۳/۰۰۰±۱/۰۰۰ ^{bc} | ۲/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^b | ۲/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^b |
| X ₄ (۰/۰۱ صمغ دانه ریحان) | ۳/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^{abc} | ۳/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{ab} | ۳/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^{ab} |
| X ₅ (۰/۰۳ صمغ دانه ریحان) | ۴/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{ab} | ۳/۶۶۶±۰/۵۷۷ ^a | ۴/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^a |
| X ₆ (۰/۰۵ صمغ دانه ریحان) | ۴/۶۶۶±۰/۵۷۷ ^a | ۳/۶۶۶±۰/۵۷۷ ^a | ۴/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^a |
| X ₇ (شاهد) | ۳/۶۶۶±۰/۵۷۷ ^{abc} | ۴/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^a | ۳/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{ab} |

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک اختلاف معنی دار را در هر ستون نشان می دهد (p ≤ ۰/۰۵).

۳-۸- نتایج تغییرات ارزیابی بافتی (قابلیت جویدن ، سختی، چسبندگی) پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

قابلیت جویدن یا حالت آدامسی عبارت از انرژی لازم برای جویدن یک ماده غذایی جامد تا هنگامی که آماده بلع شود و یا تعداد جویدن های لازم برای بلعیدن مقدار مشخصی از ماده غذایی است که مقدار عددی آن از حاصل ضرب مقدار حالت فیزی در حالت صمغی به دست می آید (۸). در این تحقیق، کاهش مقدار چربی باعث کاهش حالت آدامسی شد. همانطور که در جدول (۸) مشاهده می گردد، تیمار X₇ (شاهد) دارای بیشترین مقدار حالت آدامسی بود و اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت که به دلیل بالاتر بودن مقدار حالت فیزی و صمغی آن بوده است. اثر متغیر صمغ زانتان و ریحان بر مقدار حالت آدامسی معنی دار بود (p ≤ ۰/۰۵) و نمونه هایی که دارای صمغ بودند حالت آدامسی کمتری داشتند. همچنین تیمارهای X₃ و X₆ که بیشترین میزان صمغ را دارا بودند، کمترین میزان قابلیت جویدن را به خود اختصاص دادند. صمغ عامل مهمی در تشکیل و استحکام پیوندهای درونی ساختار پروتئینی پنیر است (۷)،

همچنین با کاهش مقدار چربی، حالت آدامسی کاهش یافت. مشابه موارد ذکر شده در مورد حالت صمغیت، مقدار رطوبت زیاد و چربی کم نمونه ها منجر به ضعف پیکره و پیوندهای سازنده ساختار آنها شد و این نمونه ها با صرف نیروی کمتری خرد شدند. میزان سختی در واقع حداکثر ارتفاع منحنی نیرو در طی نفوذ اول می باشد. نتایج حاصل آمده از تجزیه واریانس در مورد سختی پنیر نشان می دهد که اثر دوره رسیدن بر سختی معنی دار بوده است (p ≤ ۰/۰۵). به طور کلی با گذشت زمان به دلیل افزایش میزان رطوبت و کاهش میزان پروتئین تیمارها، میزان سختی آنها نیز کاهش داشته است. با توجه به جدول (۸) نتایج میزان سختی در طی ۴۵ روز، می توان بیان کرد تیمارهایی که حاوی صمغ زانتان و ریحان بیشتری هستند از میزان سختی کمتری برخوردار بوده، همچنین از مقایسه تیمارها با تیمار X₇ (شاهد) نیز می توان به این نتیجه دست یافت که افزودن صمغ زانتان و ریحان باعث کاهش میزان سختی نیز خواهد شد. به طور کلی با افزایش صمغ زانتان و ریحان سختی کاهش یافته هم چنین با مقایسه میزان سختی در روز صفر و در روز ۴۵ می توان بیان کرد با گذشت زمان نیز میزان سختی کاهش خواهد یافت. دلیل این امر را این گونه

شاهد (X7) با سایر تیمارها نیز بیانگر این مطلب بود که میزان صمغ زانتان و ریحان بر روی چسبندگی تاثیر داشته که سبب کاهش میزان چسبندگی بود. تیمار X7 بیشترین میزان چسبندگی را داشته که این اختلاف معنی دار بوده است ($p \leq 0/05$). در بین سایر تیمارها تیمار X4 که حاوی 0/01 درصد صمغ ریحان می باشد بیشترین میزان چسبندگی را داشته همچنین به طور کلی با توجه به جدول (3-8) می توان بیان کرد صمغ ریحان به دلیل ساختار شیمیایی که دارد میزان چسبندگی بیشتری را در پنیر ایجاد خواهد کرد. کاهش مقدار چربی و صمغ زانتان و ریحان هر دو باعث کاهش چسبندگی شد. مقدار چسبندگی در پنیر پر چرب به طور کلی بیشتر است زیرا با افزایش مقدار چربی در پنیر، ساختار ماتریکس پروتئینی بازتر و سست تر می شود که موجب افزایش چسبندگی می شود در حالی که در پنیرهای کم چرب، ماتریکس پروتئینی متراکم تر می شود و چسبندگی آن کاهش می یابد (8).

می توان بیان کرد که چربی و رطوبت (عوامل پرکننده در ماتریکس پروتئینی) باعث نرمی و روان سازی پنیر می شود، کاهش در مقدار پروتئین در ساختار پنیر در طی رسیدن در اثر پروتئولیز می تواند توجیهی برای کاهش مقادیر سختی پنیرها در طی رسیدن باشد (8). چسبندگی از دیدگاه حسی عبارت از نیروی لازم برای جداکردن غذا از سقف دهان در حین خوردن و از دیدگاه مکانیکی کار لازم برای غلبه بر نیروهای چسبندگی بین سطح غذا و سطح سایر موادی که غذا با آنها در تماس است می باشد. میزان چسبندگی را می توان مساحت ثانویه تقسیم بر مساحت اولیه بیان کرد (7)، که با توجه به جدول (8) که تغییرات میزان چسبندگی را طی 45 روز نشان می دهد، می توان بیان کرد که به صورت یک روند عمومی با افزایش میزان صمغ زانتان و ریحان در کلیه تیمارها میزان چسبندگی کاهش داشته، همچنین در طی 45 روز نگهداری نیز میزان چسبندگی به مقدار جزئی کاهش خواهد داشت. با کاهش چربی مقدار چسبندگی یا کار لازم برای جدا کردن پروب از نمونه کاهش یافت، مقایسه تیمار

جدول 8- ویژگی بافتی قابلیت جویدن پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

| پارامتر مورد بررسی | نمونه | روز 0 | روز 60 |
|--------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | X1 (0/01 صمغ زانتان) | 0/520 ± 0/017 ^{ba} | 0/473 ± 0/023 ^{abB} |
| | X2 (0/03 صمغ زانتان) | 0/463 ± 0/011 ^{cdA} | 0/376 ± 0/023 ^{cdB} |
| | X3 (0/05 صمغ زانتان) | 0/423 ± 0/011 ^{dA} | 0/300 ± 0/017 ^{eB} |
| قابلیت جویدن | X4 (0/01 صمغ دانه ریحان) | 0/593 ± 0/011 ^{aA} | 0/500 ± 0/017 ^{aB} |
| | X5 (0/03 صمغ دانه ریحان) | 0/470 ± 0/017 ^{cA} | 0/420 ± 0/020 ^{bcB} |
| | X6 (0/05 صمغ دانه ریحان) | 0/430 ± 0/017 ^{cdA} | 0/333 ± 0/023 ^{deB} |
| | X7 (شاهد) | 0/430 ± 0/017 ^{cdA} | 0/500 ± 0/017 ^{aB} |

حروف کوچک اختلاف معنی دار را در هر ستون نشان می دهد ($p \leq 0/05$) و حروف بزرگ اختلاف معنی دار را در هر سطر نشان می دهد ($p \leq 0/05$).

افزایش میزان رطوبت و کاهش میزان پروتئین تیمارها، میزان سختی آنها نیز کاهش داشته است. با توجه به جدول (9) نتایج میزان سختی در طی 60 روز، می توان بیان کرد تیمارهایی که حاوی صمغ زانتان و ریحان بیشتری هستند از میزان سختی

میزان سختی در واقع حداکثر ارتفاع منحنی نیرو در طی نفوذ اول می باشد. نتایج حاصل آمده از تجزیه واریانس در مورد سختی پنیر نشان می دهد که اثر دوره رسیدن بر سختی معنی دار بوده است ($p \leq 0/05$). به طور کلی با گذشت زمان به دلیل

خواهد یافت. دلیل این امر را این گونه می توان بیان کرد که چربی و رطوبت (عوامل پرکننده در ماتریکس پروتئینی) باعث نرمی و روان سازی پنیر می شود، کاهش در مقدار پروتئین در ساختار پنیر در طی رسیدن در اثر پروتولیز می تواند توجیهی برای کاهش مقادیر سختی پنیرها در طی رسیدن باشد (۸).

کمتری برخوردار بوده، همچنین از مقایسه تیمارها با تیمار X7 (شاهد) نیز می توان به این نتیجه دست یافت که افزودن صمغ زانتان و ریحان باعث کاهش میزان سختی نیز خواهد شد. به طور کلی با افزایش صمغ زانتان و ریحان سختی کاهش یافته هم چنین با مقایسه میزان سختی در روز صفر و در روز ۶۰ می توان بیان کرد با گذشت زمان نیز میزان سختی کاهش

جدول ۹- ویژگی بافتی سختی پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

| روز ۶۰ | روز ۰ | نمونه | پارامتر مورد بررسی |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| ۴/۳۲۶±۰/۰۴۷ ^{dB} | ۸/۰۶۶±۰/۰۳۰ ^{cA} | X ₁ (۰/۰۱ صمغ زانتان) | |
| ۳/۸۴۳±۰/۰۳۰ ^{eB} | ۷/۳۱۶±۰/۰۲۳ ^{eA} | X ₂ (۰/۰۳ صمغ زانتان) | |
| ۳/۲۲۰±۰/۰۲۶ ^{gB} | ۵/۶۸۳±۰/۰۲۵ ^{gA} | X ₃ (۰/۰۵ صمغ زانتان) | |
| ۴/۹۵۶±۰/۰۲۳ ^{bB} | ۸/۶۹۰±۰/۰۱۷ ^{bA} | X ₄ (۰/۰۱ صمغ دانه ریحان) | سختی |
| ۴/۶۲۰±۰/۰۲۶ ^{cB} | ۷/۹۶۶±۰/۰۲۰ ^{dA} | X ₅ (۰/۰۳ صمغ دانه ریحان) | |
| ۴/۶۲۰±۰/۰۲۶ ^{cB} | ۵/۹۴۶±۰/۰۲۳ ^{fA} | X ₆ (۰/۰۵ صمغ دانه ریحان) | |
| ۷/۷۴۶±۰/۰۱۱ ^{aB} | ۱۱/۹۳۳±۰/۰۲۳ ^{aA} | X ₇ (شاهد) | |

حروف کوچک اختلاف معنی دار را در هر ستون نشان می دهد (p ≤ ۰/۰۵) و حروف بزرگ اختلاف معنی دار را در هر سطر نشان می دهد (p ≤ ۰/۰۵).

چسبندگی تاثیر داشته که سبب کاهش میزان چسبندگی بود. تیمار X₇ بیشترین میزان چسبندگی را داشته که این اختلاف معنی دار بوده است (p ≤ ۰/۰۵). در بین سایر تیمارها تیمار X₄ که حاوی ۰/۰۱ درصد صمغ ریحان می باشد بیشترین میزان چسبندگی را داشته همچنین به طور کلی با توجه به جدول (۸-۳) می توان بیان کرد صمغ ریحان به دلیل ساختار شیمیایی که دارد میزان چسبندگی بیشتری را در پنیر ایجاد خواهد کرد. کاهش مقدار چربی و صمغ زانتان و ریحان هر دو باعث کاهش چسبندگی شد. مقدار چسبندگی در پنیر پر چرب به طور کلی بیشتر است زیرا با افزایش مقدار چربی در پنیر، ساختار ماتریکس پروتئینی بازرتر و سست تر می شود که موجب افزایش چسبندگی می شود در حالی که در پنیرهای کم چرب، ماتریکس پروتئینی متراکم تر می شود و چسبندگی آن کاهش می یابد (۸).

چسبندگی از دیدگاه حسی عبارت از نیروی لازم برای جدا کردن غذا از سقف دهان در حین خوردن و از دیدگاه مکانیکی کار لازم برای غلبه بر نیروهای چسبندگی بین سطح غذا و سطح سایر موادی که غذا با آن ها در تماس است می باشد. میزان چسبندگی را می توان مساحت ثانویه تقسیم بر مساحت اولیه بیان کرد (۷)، که با توجه به جدول (۱۰) که تغییرات میزان چسبندگی را طی ۶۰ روز نشان می دهد، می توان بیان کرد که به صورت یک روند عمومی با افزایش میزان صمغ زانتان و ریحان در کلیه تیمارها میزان چسبندگی کاهش داشته، همچنین در طی ۶۰ روز نگهداری نیز میزان چسبندگی به مقدار جزئی کاهش خواهد داشت. با کاهش چربی مقدار چسبندگی یا کار لازم برای جدا کردن پروب از نمونه کاهش یافت، مقایسه تیمار شاهد (X₇) با سایر تیمارها نیز بیانگر این مطلب بود که میزان صمغ زانتان و ریحان بر روی

جدول ۱۰- ویژگی بافتی چسبندگی پنی‌های کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

| پارامتر مورد بررسی | نمونه | روز ۰ | روز ۶۰ |
|--------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| چسبندگی | X ₁ (۰/۰۱ صمغ زانتان) | ۱/۰۳۶±۰/۰۱۱ ^{ba} | ۰/۸۶۰±۰/۰۳۰ ^{abB} |
| | X ₂ (۰/۰۳ صمغ زانتان) | ۰/۹۱۳±۰/۰۲۰ ^{cdA} | ۰/۸۶۰±۰/۰۳۰ ^{abB} |
| | X ₃ (۰/۰۵ صمغ زانتان) | ۰/۸۰۳±۰/۰۲۰ ^{ea} | ۰/۵۰۰±۰/۰۱۷ ^{bcdB} |
| | X ₄ (۰/۰۱ صمغ دانه ریحان) | ۱/۰۵۶±۰/۰۱۱ ^{ba} | ۰/۹۰۶±۰/۰۱۵ ^{aB} |
| | X ₅ (۰/۰۳ صمغ دانه ریحان) | ۰/۹۳۶±۰/۰۲۳ ^{ca} | ۰/۸۱۰±۰/۰۲۰ ^{abcB} |
| | X ₆ (۰/۰۵ صمغ دانه ریحان) | ۰/۸۸۳±۰/۰۱۱ ^{da} | ۰/۴۴۰±۰/۰۲۶ ^{cdB} |
| | X ₇ (شاهد) | ۱/۲۷۶±۰/۰۲۳ ^{aA} | ۱/۱۰۰±۰/۰۲۶ ^{aB} |

حروف کوچک اختلاف معنی‌دار را در هر ستون نشان می‌دهد ($p \leq 0/05$) و حروف بزرگ اختلاف معنی‌دار را در هر سطر نشان می‌دهد ($p \leq 0/05$).

۹-۳- نتایج تغییرات ارزیابی بافتی (فنی، پیوستگی و صمغی بودن) پنی‌های کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

به طور کلی حالت فنی یا قابلیت ارتجاع میزان طول ثانویه تقسیم بر طول اولیه خواهد بود (۷). از دیدگاه حسی عبارت است از درجه یا شدتی که نمونه بعد از فشار جزئی بین زبان و سقف دهان به شکل و اندازه اولیه خود برمی‌گردد و از دیدگاه مکانیکی مقدار تغییر شکلی است که یک نمونه تغییر شکل یافته بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه‌اش برمی‌گردد (۷). با توجه به جدول (۱۱) که تغییرات حالت ارتجاعی یا فنی تیمارها را نشان می‌دهد، بیشترین حالت ارتجاعی را می‌توان به تیمار X₇ اختصاص داد که به دلیل نقش غالب پروتئین بافت محصول سفت و ارتجاعی خواهد بود و تیمارهای X₃ و X₆ کمترین میزان حالت فنی را به خود اختصاص داده‌اند، هم‌چنین نشان می‌دهد که این اختلافات معنی‌دار بوده است ($p \leq 0/05$). هم‌چنین با توجه به جدول (۱۱) می‌توان بیان کرد میزان حالت ارتجاعی در طی ۶۰ روز نگهداری کاهش یافت و نیز با افزایش میزان صمغ این کاهش کاملاً قابل مشاهده بود به طوری که با مقایسه تیمار X₇ (شاهد) با سایر تیمارها می‌توان به این نتیجه رسید که با افزایش میزان صمغ، حالت ارتجاعی نیز کاهش خواهد یافت. دلیل این امر را می‌توان این‌گونه بیان

کرد که با کاهش چربی، حالت ارتجاعی یا فنی کاهش یافته بود. با توجه به افزایش رطوبت و کاهش سفتی پنیر و تاثیر آن بر ساختار ماتریکس پروتئینی و ضعف آن و در نتیجه کاهش توانایی آن برای برگشت به شکل اولیه پس از برداشتن فشار می‌توان بیان کرد (۸)، متغیر صمغ اثر معنی‌داری بر حالت فنی داشت که سبب کاهش آن نیز شد. در تحقیقی که رشیدی و همکاران (۱۳۹۰)، انجام دادند، با کاهش چربی، الاستیسیته کاهش یافت. آنها گزارش کردند متغیر کلرید کلسیم اثر معنی‌داری بر الاستیسیته داشته است و افزودن کلرید کلسیم باعث افزایش مقدار الاستیسیته شده است (۸). در پژوهشی دیگر رشیدی (۱۳۹۴)، گزارش نمودند با افزودن پودر پروتئین شیر، به شیر پنی‌سازی ساختار پروتئینی دلمه قوی‌تر شده و حالت فنی در پنی‌های افزایش یافته و توانایی آن برای برگشت به حالت اولیه پس از برداشتن فشار بیشتر شده است (۷). پیوستگی، مساحت ثانویه تقسیم بر مساحت اولیه می‌باشد. پیوستگی بیانگر مقدار تغییر شکلی است که در یک نمونه هنگام فشردن شدن توسط دندان‌های آسیاب، قبل از پارگی روی می‌دهد و وابسته به شدت پیوندهای داخلی سازنده بدنه محصول است (۷). با توجه به جدول (۱۱) و نتایج حاصله می‌توان بیان کرد که صمغ‌ها اثر معنی‌داری بر میزان پیوستگی داشتند. تیمار X₄ بیشترین میزان پیوستگی را داشته

طی ۶۰ روز نگهداری میزان حالت صمغی بودن کاهش یافت هم‌چنین با افزایش میزان صمغ ریحان و زانتان نیز این مقدار کاهش یافت به طوری که تیمار X7 (شاهد) به دلیل نبودن صمغ بیشترین مقدار صمغی بودن را به خود اختصاص داده است و تیمار X3 کمترین میزان صمغی بودن را داشت که دلیل آن سختی کمتر آن نیز بود. هم‌چنین می‌توان بیان کرد که اختلاف موجود در بین تیمارها نیز معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). احتمالاً دلیل این کاهش را بدین صورت می‌توان بیان کرد که در تیمارها به دلیل کاهش میزان چربی، مقادیر حالت صمغیت هم کاهش داشت. رشیدی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی اثر دو متغیر چربی و کلرید کلسیم در پنیر کم‌چرب مشاهده کردند با افزایش چربی حالت صمغی افزایش می‌یابد. علاوه بر چربی، مقدار رطوبت، مواد جامد و نسبت بین پروتئین و رطوبت نیز از دیگر عوامل تعیین‌کننده مقدار پارامترهای مکانیکی بافت هستند. متغیر کلرید کلسیم بر مقدار حالت صمغی اثر افزاینده معنی‌داری داشته‌است که به دلیل افزایش سفتی بافت در نتیجه افزودن کلرید کلسیم بوده‌است (۸). در بررسی رشیدی (۱۳۹۴) تولید پنیر سفید کم‌چرب از شیر استاندارد شده با پودر پروتئین شیر، مشاهده شد با افزایش مقدار پروتئین و کاهش مقدار چربی شبکه پروتئینی تشکیل‌دهنده دلمه متراکم‌تر شده و حرکت نسبی دو فاز پروتئین و چربی نسبت به همدیگر کمتر و سخت‌تر می‌شود. به این ترتیب نیروی بیشتری برای خرد کردن پنیر در دهان لازم است (۷). طبق گزارش رومیه و همکاران، استفاده از Simples-D100 سبب کاهش حالت صمغی در پنیر شده است (۳۱).

که در مقایسه با تیمار X7 (شاهد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. علت این پدیده را ضعف پیوندهای داخلی در ساختار پنیرهای با رطوبت بیشتر و دارای بافت نرم‌تر می‌دانند، که در نتیجه پنیر در برابر فشار وارده توسط دستگاه سنجش بافت به آسانی و به صورت غیر قابل برگشت تغییر شکل می‌دهد. رشیدی و همکاران (۱۳۹۰)، با بررسی اثر دو متغیر چربی و کلرید کلسیم در پنیر کم‌چرب، اثر معنی‌داری بر پیوستگی نمونه‌های پنیر مشاهده نکردند و تیمارهای شاهد با تیمارهای با چربی و کلرید کلسیم کاهش یافته فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (۸). در تحقیقی دیگر رشیدی (۱۳۹۴) با استفاده از تولید پنیر سفید کم‌چرب از شیر استاندارد شده با پودر پروتئین شیر دریافت افزایش مقدار پروتئین و کاهش مقدار چربی منجر به افزایش استحکام پیوندهای داخلی ذرات دلمه می‌شود و نمونه در برابر فشارهای وارده به آسانی تغییر شکل نمی‌دهد (۷). در تحقیقی که نپی زاده و همکاران (۱۳۹۵)، در ارتباط با اثر صمغ کتیرا در پنیر چدار انجام دادند دریافتند که کاهش پیوستگی در اثر افزودن صمغ کتیرا احتمالاً به علت تجزیه فیزیکی ماتریکس کازئین توسط صمغ کتیرا می‌باشد (۱۸). دادرس و همکاران (۱۳۹۳) دریافتند که استفاده از پلی ساکاریدهای اینولین و کاراگینان سبب کاهش پیوستگی در پنیر تقلیدی می‌گردد که این کاهش در پیوستگی ناشی از کاهش چربی بود (۶). حالت صمغی عبارت است از انرژی لازم برای خرد کردن یک ماده غذایی نیمه جامد تا هنگامی که آماده بلع شود. مقدار آن از حاصل ضرب مقادیر سفتی در پیوستگی به دست آمده و با واحد گرم و یا نیوتن نشان داده می‌شود (۷). همان‌گونه که در جدول (۱۱) مشاهده می‌گردد، در تیمارها

جدول ۱۱- ویژگی های بافتی شامل حالت فیزیکی و صمغی بودن پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان و زانتان و شاهد

| پارامتر مورد بررسی | نمونه | روز ۰ | روز ۶۰ |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| حالت فیزیکی یا ارتجاعی | X ₁ (۰/۰۱) صمغ زانتان | ۰/۸۲۳±۰/۰۲۵ ^{cA} | ۰/۶۶۶±۰/۰۲۸ ^{bB} |
| | X ₂ (۰/۰۳) صمغ زانتان | ۰/۷۸۰±۰/۰۱۷ ^{cA} | ۰/۳۳۳±۰/۰۲۵ ^{dB} |
| | X ₃ (۰/۰۵) صمغ زانتان | ۰/۶۸۶±۰/۰۰۵ ^{dA} | ۰/۲۰۰±۰/۰۱۰ ^{eB} |
| | X ₄ (۰/۰۱) صمغ دانه ریحان | ۰/۸۹۳±۰/۰۰۵ ^{bA} | ۰/۷۲۰±۰/۰۳۶ ^{bB} |
| | X ₅ (۰/۰۳) صمغ دانه ریحان | ۰/۸۰۶±۰/۰۱۱ ^{cA} | ۰/۵۰۳±۰/۰۱۵ ^{eB} |
| | X ₆ (۰/۰۵) صمغ دانه ریحان | ۰/۶۱۳±۰/۰۲۳ ^{eA} | ۰/۳۵۶±۰/۰۲۸ ^{dB} |
| | X ₇ (شاهد) | ۱/۱۳۳±۰/۰۲۳ ^{aA} | ۰/۸۵۶±۰/۰۲۳ ^{aB} |
| پیوستگی | X ₁ (۰/۰۱) صمغ زانتان | ۰/۵۲۰±۰/۰۱۷ ^{bA} | ۰/۴۷۳±۰/۰۲۳ ^{abB} |
| | X ₂ (۰/۰۳) صمغ زانتان | ۰/۴۶۳±۰/۰۱۱ ^{cdA} | ۰/۳۷۶±۰/۰۲۳ ^{cdB} |
| | X ₃ (۰/۰۵) صمغ زانتان | ۰/۴۲۳±۰/۰۱۱ ^{dA} | ۰/۳۰۰±۰/۰۱۷ ^{eB} |
| | X ₄ (۰/۰۱) صمغ دانه ریحان | ۰/۵۹۳±۰/۰۱ ^{aA} | ۰/۵۰۰±۰/۰۱۷ ^{aB} |
| | X ₅ (۰/۰۳) صمغ دانه ریحان | ۰/۴۷۰±۰/۰۱۷ ^{cA} | ۰/۴۲۰±۰/۰۲۰ ^{bcB} |
| | X ₆ (۰/۰۵) صمغ دانه ریحان | ۰/۴۳۰±۰/۰۱۷ ^{cdA} | ۰/۳۳۳±۰/۰۲۳ ^{deB} |
| | X ₇ (شاهد) | ۰/۵۵۶±۰/۰۲۵ ^{abA} | ۰/۵۰۰±۰/۰۱۷ ^{aB} |
| صمغی بودن | X ₁ (۰/۰۱) صمغ زانتان | ۴/۱۹۳±۰/۱۲۴ ^{cA} | ۲/۰۴۳±۰/۰۸۵ ^{eB} |
| | X ₂ (۰/۰۳) صمغ زانتان | ۳/۲۸۶±۰/۲۶۵ ^{dA} | ۱/۴۴۰±۰/۰۸۷ ^{dB} |
| | X ₃ (۰/۰۵) صمغ زانتان | ۲/۴۰۰±۰/۰۷۰ ^{eA} | ۰/۹۶۰±۰/۰۶۰ ^{eB} |
| | X ₄ (۰/۰۱) صمغ دانه ریحان | ۵/۱۵۳±۰/۰۹۸ ^{bA} | ۲/۴۵۶±۰/۰۸۷ ^{bB} |
| | X ₅ (۰/۰۳) صمغ دانه ریحان | ۳/۷۴۰±۰/۱۴۷ ^{cdA} | ۱/۹۳۶±۰/۰۹۰ ^{eB} |
| | X ₆ (۰/۰۵) صمغ دانه ریحان | ۲/۵۵۳±۰/۱۱۰ ^{eA} | ۱/۲۴۶±۰/۰۸۹ ^{dB} |
| | X ₇ (شاهد) | ۶/۶۳۶±۰/۳۰۳ ^{aA} | ۳/۸۷۰±۰/۱۳۰ ^{aB} |

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

حروف کوچک اختلاف معنی دار را در هر ستون نشان می دهد (p ≤ ۰/۰۵).

حروف بزرگ اختلاف معنی دار را در هر سطر نشان می دهد (p ≤ ۰/۰۵).

کم چرب سفید ایرانی معنی دار بود (p ≤ ۰/۰۵). با توجه به فاکتور F، اثر زمان نگهداری بر روی تغییرات خواص فیزیکوشیمیایی نسبت به سایر فاکتورها معنی دار تر بود.

مطابق جدول (۱۲) نوع نمونه ها، مدت زمان نگهداری و هم اثر متقابل آنها بر روی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه های پنیر

جدول ۱۲- تعیین میزان معنی داری ($p \leq 0.05$) هر یک از متغیرهای مستقل با استفاده از P value و F ratio بر روی خواص فیزیکوشیمیایی پنیرهای کم چرب حاوی صمغ ریحان، زانتان و شاهد

| متغیرهای مستقل | | | متغیرها |
|--------------------|----------------------|---------------|---------|
| اثر متقابل (A × B) | مدت زمان نگهداری (A) | نوع نمونه (B) | |
| ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۵/۷۱ | ۱۱۲۵/۴۰ | ۲۹۱/۹۳ | F ratio |
| ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۱/۹۳ | ۳۰۰/۲۱ | ۳۲۲/۷۸ | F ratio |
| ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۲/۰۹ | ۱۵۷/۵۵ | ۷۵/۹۸ | F ratio |
| ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۸/۸۴ | ۴۵۸/۱۵ | ۴۰/۰۸ | F ratio |
| ۰/۰۳۱ | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۵۹۶/۶۹ | ۷۵۱۶۳/۱۴ | ۱۷۲۹۳۶/۲۳ | F ratio |

*اختلاف معنی دار ($p \leq 0.05$)

جدول ۱۳- تعیین میزان معنی داری ($p \leq 0.05$) هر یک از متغیرهای مستقل با استفاده از P value و F value روی خصوصیات بافتی

| متغیرهای مستقل | | | متغیرها |
|--------------------|--------------|-----------|---------|
| اثر متقابل (A × B) | زمان نگهداری | نوع نمونه | |
| ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۱۰۹۷/۱۶ | ۱۶۱۱۲۸/۷۰ | ۲۶۴۸۲/۲۴ | F ratio |
| ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۵/۸۹ | ۹۴/۱۴ | ۳۰/۵۰ | F ratio |
| ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | ۷۲۳/۰۷ | p value |
| ۵۰/۰۷ | ۱۹۸۴/۵۰ | ۴۸۰/۰۶ | F ratio |
| ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۳/۵۷ | ۱۹۰/۰۴ | ۸۹/۵۸ | F ratio |
| ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۲۳/۹۰ | ۲۰۵۹/۶۰ | ۴۴۶/۷۵ | F ratio |
| ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | ۰/۰۰۰* | p value |
| ۷۵/۲۷ | ۲۶۴۷/۱۰ | ۷۲۳/۰۷ | F ratio |

*اختلاف معنی دار ($p \leq 0.05$)

بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی حسی و رلوزیکی ماست کم‌چرب. مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، جلد دوم، شماره ۴، ص ۱۷-۱.

۲. امینی فر، م.، امام جمعه، ز. و بلقیسی، س. ۱۳۹۳. اثر زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده بر سختی، ریز ساختار و رهایش استرها از بافت پنیر آب نمکی کم چرب. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال نهم، شماره ۱، ص ۸۲-۷۳.

۳. بیگ محمدی، م.، بلندی، م.، قدوسی، ح. ۱۳۹۴. بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی پنیر لور. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۴۹، دوره ۱۲، ص ۴۹-۴۱.

۴. حبیبی نجفی، م.، شعبانی، ج.، میرزایی، ح.، جعفری، م.، عزتی، ر.، نجف زاده، م. و دیگران. ۱۳۹۱. مدل سازی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر پروسس گسترده بر پایه پنیر فتای ایرانی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی، سال هفتم، شماره ۵، ص ۳۶۲-۳۵۵.

۵. حسینی پرور، ه.، مرتضوی، ع.، رضوی، م.ع.، مرینول.، معتمدزادگان، ع. ۱۳۸۸. رفتار رئولوژیکی جریان مخلوط صمغ دانه ریحان با صمغ های گوار و لویا لوکاست. مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، جلد اول، شماره ۲، ص ۸۴-۶۹.

۶. دادرس مقدم، م.، مهربان سنگ آتش، م.، مرتضوی، ع.، رحیمی، ن. ۱۳۹۳. بررسی خصوصیات بافتی پنیر تقلیدی حاوی اینولین و نشاسته. همایش ملی علوم و فناوریهای نوین در صنایع غذایی.

۷. رشیدی، ح. ۱۳۹۴. ویژگیهای شیمیایی، حسی و فیزیکی پنیر سفید کم چرب، تولید شده از شیر

مطابق جدول (۱۳) نوع نمونه‌ها، مدت زمان نگهداری و هم اثر متقابل آنها بر روی خصوصیات بافتی (سختی، چسبندگی، حالت فبری، پیوستگی، صمغی بودن و قابلیت جویدن) نمونه‌های پنیر کم چرب سفید ایرانی معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). با توجه به فاکتور F، اثر زمان نگهداری بر روی خصوصیات بافتی نسبت به سایر فاکتورها معنی‌دار تر بود.

۵- نتیجه گیری

در این پژوهش با افزایش میزان صمغ‌ها، شاهد افزایش رطوبت پنیر به دلیل آب‌دوستی این بیوپلیمرها بودیم که منجر به کاهش پروتئین و کاهش آب‌اندازی در طی دوره نگهداری شد. کاهش میزان پروتئین سبب کاهش سختی و تنش شد. نتایج حاصل از فشردن تک محوری حاکی از این بود که پنیر کم چرب شاهد در تمامی پارامترهای بافتی شامل حالت فبری، چسبندگی، پیوستگی، صمغی بودن، سختی و قابلیت جویدن دارای اختلاف محسوس با نمونه‌های حاوی صمغ بود. در پنیرهای حاوی صمغ به دلیل خاصیت هیدروفیلیک این بیوپلیمرها مقدار رطوبت افزایش یافته بود و در نتیجه بافتی نرم‌تر حاصل شد. در این پژوهش تیمار برتر، پنیر کم چرب حاوی ۰/۰۵ درصد صمغ ریحان بود که از لحاظ ویژگی‌های حسی و بافتی مطلوب‌تر بود. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که با به کارگیری جایگزین‌های چربی نظیر صمغ ریحان و زانتان می‌توان پنیری با بافتی نسبتاً نزدیک به بافت پنیر پر چرب اما با میزان کالری کمتری به دست آورد؛ اما نمی‌توان این نکته را از نظر دور داشت که هنوز جایگزین مناسبی که بتواند نقش چربی را به عنوان یک بافت دهنده و طعم دهنده‌ی عالی پرکند، وجود ندارد.

۵- منابع

۱. امیری عقدایی، س.، اعلمی، م.، خمیری، م.، رضایی، ر. ۸۹. تاثیر استفاده از موسیلاژ دانه ریحان

۱۴. قنبری شندی، ا.، خسروشاهی اصل، ع.، مرتضوی، ع.، توکلی پور، ح. ۱۳۹۰. اثر صمغ زانتان بر ویژگی های بافتی و رئولوژیک پنیر سفید ایرانی کم چرب. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره (۱)، دوره ۸، ۴۵-۳۵.
۱۵. لشگری، ح.، ظهري، م.، اشرفی یورقانلو، ر.، گلکاری، ع.، خسروشاهی اصل، ا. ۱۳۸۷، بررسی امکان تولید پنیر سفید ایرانی کم چربی و بهینه سازی ویژگیهای آن با استفاده از صمغ عربی و گوار. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال سوم، شماره ۳، ص ۱۰-۱.
۱۶. عبیری، م.، رشیدی، ح.، بلندی، م. ۱۳۹۵. بررسی اثرات استفاده از صمغ سوفورا ژاپونیکا بر ویژگی های شیمیایی، حسی و بافت پنیر خامه ای. نشریه ی نوآوری در علوم و فناوری غذایی. سال هشتم، شماره ۳، ص ۹۴-۸۴.
۱۷. محرری، م.، فرحناکی، ع.، مصباحی، ر. ۱۳۹۱. تولید پنیر سفید کم چرب ایرانی با استفاده از اینولین و کاراگینان و بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی آن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی شیراز.
۱۸. نبی زاده، ف.، خسروشاهی اصل، ا.، زمردی، ش.، اسمعیلی، م. ۱۳۹۵. تاثیر صمغ کتیرا و آغازگر تولید کننده آگزوپلی ساکارید بر خصوصیات کیفی و بافتی ریزساختاری پنیر چدار. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد ۲۶، شماره ۳، ص ۳۶۷-۳۵۷.
۱۹. نصیرپور، ع. ۱۳۹۱. هیدروکلونیدهای غذایی. جلد ۲، ص ۲۲-۶.
20. international IDF standard. 1997. Sensory evaluation of dairy products by scoring. Part IV Recommended method
- استاندارد شده با پودر پروتئین شیر. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی، جلد ۲۵، شماره ۴، ص ۵۱۷-۵۲۴.
۸. رشیدی، ح.، مظاهری تهرانی، م.، رضوی، م. ع.، قدس روحانی، م. ۱۳۹۰. تاثیر کاهش درصد چربی و مقدار کلرید کلسیم بر ویژگی های حسی و بافتی پنیر فتای فرابالایش حاصل از پودر ناتراوه اولترافیلتراسیون شیر. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۷، شماره ۳، ص ۲۶۶-۲۱۸.
۹. رضوی، م. ع.، شمسایی، س.، عطاری صالحی، ا.، عمادزاده، ب. ۱۳۹۱. اثر صمغ دانه ریحان و گزانتان به عنوان جایگزین چربی بر خصوصیات سس مایونز کم چرب. نوآوری در علوم و فناوری غذایی، دوره ۴، شماره ۳، ص ۱۰۸-۱۰۱.
۱۰. صالحی، ف.، کاشانی نژاد. م. ۱۳۹۲. بررسی اثرات روش و شرایط خشک کردن بر روی رئولوژی و بافت صمغ دانه ریحان. فصلنامه علوم و فناوری های نوین غذایی، سال اول، شماره ۲، ص ۴۸-۳۹.
۱۱. صالحی، ل.، خدائیان، ف.، ابراهیم زاده، م. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات رئولوژیکی پنیر فتا کم چرب حاوی بیوپلیمر کفیران طی رساندن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی شیراز.
۱۲. ضامنی، ع.، کاشانی نژاد، م.، اعلمی، م.، صالحی، ف. ۱۳۹۴. اثر انجماد بر ویژگی های رئولوژیکی و بافتی صمغ دانه ریحان. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد ۲۵، شماره ۹۴، ص ۷۶-۶۵.
۱۳. فراهانی، غ.، عزت پناه، ح.، عباسی، س. ۱۳۹۲. ارزیابی برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و بافتی پنیر سفید آب نمکی (پنیر گلپایگان) طی دوره رسیدن. علوم غذایی و تغذیه، دوره یازدهم، شماره ۳، ص ۲۰-۵.

- Textural Properties and Formulation of Reduced Fat Cheddar Cheeses Containing Fat Replacers. *Journal Food Agriculture Environment*. 10 (2): 46-54.
27. Nazari, M., Mehrafarin, A., Naghdi Badi, H. and Khaleghi-sigaroodi, F. 2012. Morphological traits of sweet basil (*Ocimum basilicum*) as influenced by foliar application of methanol and nano-iron chelate fertilizers. *Annals of Biological Research*. 3 (12): 5511 - 4.
28. Nelson, B.K. and Barbano, D.M. 2004. Reduced-fat cheddar cheese manufactured using a novel fat removal process. *Journal Dairy Science*, 87: 841-853.
29. Ognean C.F., Darie, N. and Ognean, M. 2006. Fat replacers-review. *Journal Agroalimen Process Technology* 12: 433-442.
30. Razavi, S.M.A., Mortazavi, S. A., MatiaMerino, L., Hosseini-Parvar, S. H. and Khanipour, E. 2009. Optimization study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicum* L.) using Response Surface Methodology, *International Journal of Food Science and Technology*, 44 (9), 1755-1762.
31. Romeih, E. A., Michaelidou, A., Biliaderis, C. G. and Zerfiridis G. K. 2002. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes, *International Dairy Journal*, 12: 525-540.
- for sensory evaluation of cheese. *International Dairy Federation*.
21. Davis, J.M. 1997. North Carolina basil production guide, North Carolina cooperative extension service. State university, Raleigh, 125.22
22. Farahani, Gh., Ezzatpanah, H. and Abbasi, S. 2013. Characterization of Siahmazgi cheese an Iranian ewe's milk variety. Assessment of physico-chemical, textural and rheological specifications during ripening. *Food science and technology* : 1-8
23. Koca, N. and Metin, M. 2004. Textural, melting and sensory properties of low fat fresh Kashar cheeses produced by using fat replacer. *International Dietary Journal*. 14: 365-373.
24. Kondyli, E., Katsiari, M.C., Masouras, T. L. and Voutsians, P. 2002. Free fatty acids and volatile compounds of low-fat Fata-type cheese made with a commercial adjunct culture, *Food Chemistry*, 79: 199-205.
25. Madadlou, A., Mosavi, M., khosrowshahi, A., Emamjome, Z. and Zargaran, M. 2007. Effect of cream homogenization on textural characteristics of low-fat Iranian White cheese. *International Dairy Journal*. 17: 547-554.
26. Nateghi, L., Roohinejad, S., Totousaus, A., Mirhosseini, H., Shuhaimi, M., Meimandipour, A., Omidzadeh, A. and Abd-Manap, M. Y. 2012. Optimization of