(مقاله پژوهشی)

بررسی تاثیر استفاده از صمغ کنجاک به عنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی خامه کم‌چرب

فاطمه سیامک[1]، درنوش جعفرپور[1*]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فارس، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۰

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر استفاده از صمغ کنجاک به عنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی خامه کم چرب انجام گردید. بدین منظور مقادیر مختلف صمغ کنجاک در غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد به خامه افزوده گردید و میزان چربی خامه از ۳۰٪ به ۲۰٪ کاهش یافت. در این پژوهش آزمون‌های رطوبت، pH، اسیدیته، بافت، ویسکوزیته ظاهری، پایداری امولسیون، ارزیابی رنگ و ارزیابی حسی صورت پذیرفت و با دو نمونه خامه شاهد کم چرب (۲۰٪ چربی و بدون صمغ) و شاهد پر چرب (۳۰٪ چربی) مقایسه گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که جایگزینی صمغ کنجاک باعث کاهش معنی‌دار میزان رطوبت، اسیدیته و میزان آب انداختگی نمونه‌های خامه نسبت به نمونه شاهد کم‌چرب شده است. سفتی بافت و ویسکوزیته ظاهری با افزایش صمغ، به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده که در این میان، نمونه حاوی ۰/۵ درصد کنجاک مشابه نمونه شاهد پرچرب بود. همچنین نتایج ارزیابی حسی نشان داد که ارزیابان حسی تفاوتی بین نمونه‌های حاوی کنجاک و شاهد پرچرب قائل نشدند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که صمغ کنجاک در سطح ۰/۵ درصد به دلیل دارا بودن خصوصیات فیزیکوشیمیایی مطلوب و ایجاد بافت و طعمی قابل قبول می‌تواند به عنوان جایگزین چربی برای تهیه خامه کم‌چرب مورد استفاده قرار گیرد..

واژه های کلیدی: جایگزین چربی، خامه کم‌چرب، صمغ کنجاک، ویسکوزیته ظاهری.

*مسئول مکاتبات: d.jafarpour84@yahoo.com

۱-مقدمه

به طور کلی مصرف مقادیر بیش از حد چربی‌های گیاهی و حیوانی منجر به بروز مشکلاتی در سلامتی انسان می شود (۱۰). امروزه مشخص شده است که یک رژیم پرکالری با فعالیت بدنی ناکافی باعث افزایش وزن یا چاقی می‌گردد که می‌تواند عامل بروز بیماری های مختلف از جمله دیابت، افزایش فشار خون، بیماری های قلبی و حتی سرطان باشد. ارتباط آشکار رژیم غذایی و سلامتی، اهمیت مصرف غذای سالم را نشان می دهد (۱۰). از بین ترکیبات موجود در رژیم غذایی، چربی به ویژه چربی های اشباع و کلسترول در افزایش خطر ابتلا به چاقی، بیماری های قلبی، برخی از انواع سرطان‌ها موثر بوده و مطالعات اپیدمیولوژیک متعددی بیانگر ارتباط بین مصرف چربی های اشباع و کلسترول خون بالا و افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های کرونر و قلبی است (۱۲). اخیرا مطالعاتی در جهت تولید محصولات رژیمی کم چربی به ویژه محصولات لبنی رژیمی صورت گرفته است. از جمله فرآورده هایی که جهت حذف و یا کم کردن چربی مورد بررسی قرار گرفته خامه است. از آن جایی که چربی یکی از ترکیبات مهم و موثر در بافت خامه است افراد چاق به خصوص بیماران قلبی در مصرف آن دچار مشکل هستند. تولید خامه کم چرب به شرط حفظ خصوصیات مورد پسند مصرف کننده علاوه بر جنبه های بهداشتی بازار خوبی را برای تولیدکنندگان فراهم خواهد کرد. لیکن کاهش چربی اثرات منفی بر خواص کیفی خامه کم کالری دارد، لذا تولید خامه های کم کالری مستلزم کاهش یا حذف چربی بدون ایجاد تغییر قابل ملاحظه و محسوس در خصوصیات مورد انتظار مصرف کننده خواهد بود. این عمل با حذف چربی و جایگزین کردن آن توسط ترکیبات از جمله صمغ ها می تواند مناسب صورت گیرد. از جمله صمغ ها، کنجاک می باشد (۱۲). کنجاک گام و کنجاک گلوکومانان که با نام هایی مثل آرد کنجاک شناخته می شود، از ریشه گیاه آمورفوفالوس[1] استخراج می گردد.گیاه کنجاک در قسمت غده خود دارای کنجاک مانان می‌باشد.

این ماده یک هتروپلی‌ساکارید می‌باشد که شامل د- گلوکز و د – مانوز با اتصالات نوع بتا (β) می‌باشد. این صمغ یک منبع فیبر محلول به حساب می‌آید چرا که اتصالات ۴-۱ β در زنجیره گلوکومانان به تخریب آنزیمی در جریان هضم، مقاوم هستند (۱۷). این صمغ در آب سرد و گرم حل می شود و تشکیل یک محلول با ویسکوزیته بالا که خواص سودوپلاستیک (رقیق شونده با تنش) دارد، می‌دهد. کنجاک در بین قوام دهنده‌های طبیعی شناخته شده بیشترین ویسکوزیته و قوام را ایجاد می کند، بطوریکه محلول یک درصد آن در دمای ۳۰ درجه سلسیوس ویسکوزیته‌ای حدود ۲۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ سانتی پوزخواهد داشت. با توجه به ماهیت غیر یونی آن، کمتر تحت تاثیر نمک‌ها قرار می گیرد و در دمای محیط پایدار می باشد (۱۷). در ارتباط با استفاده از جایگزین‌های چربی در فراورده های لبنی مطالعات متعددی صورت گرفته است. در تحقیقی که Volikakis و همکاران(۲۰۰۴) بر روی بتاگلوکان غلات به عنوان جایگزین چربی در پنیر سفید کم چرب انجام دادند مشخص شد که بتاگوکان به طور معنی داری باعث بهبود بافت محصول شده اما رنگ، طعم و فاکتورهای دیگر به طور نامطلوبی تحت تأثیر قرار گرفتند. Dai و همکاران (۲۰۱۶)، در مطالعه‌ای که بر روی اضافه کردن کنجاک گلوکومانان (به میزان ۰/۵ درصد) به عنوان جایگزین چربی در ماست بدون چربی در مقایسه با ماست کنترل (ماست پرچرب، ماست کم چرب و ماست بدون چربی) انجام دادند، مشخص نمودند که اضافه کردن گلوکومانان کنجاک موجب کاهش سینرسیس در مقایسه با نمونه کنترل می شود. به علاوه ماست‌های حاوی گلوکومانان ساختارهای ژلی با ثبات‌تر و قوی‌تری نسبت به نمونه‌های کنترل داشتند. Marcano و همکاران (۲۰۱۵) مطالعه ای در مورد مصرف کنجاک مانان در کلوچه پنیری انجام دادند. آنان اشاره کردند که کنجاک باعث ایجاد بافت قوی و مستحکم در محصولات می‌شود اما نتایج آزمون‌های حسی توسط پانلیست‌ها حاکی از کاهش حس مقبولیت در نمونه‌های دارای مقادیر بالای کنجاک بود. در بررسی Aziznia و همکاران (۲۰۰۸) به منظور کاهش چربی در ماست بدون

1 -*Amorphophallus konjac*

چربی از کنسانتره پروتئینی آب پنیر و صمغ تراگاکانت استفاده کردند. نتایج نشان داد که افزودن کنسانتره پروتئینی آب پنیر سبب کاهش آب اندازی ماست شده در حالی که صمغ تراگاکانت این ویژگی را در ماست بدون چربی بهبود نمی بخشد. فرحناکی و همکاران (۱۳۹۰)، از ژلاتین به عنوان جایگزین چربی در تولید خامه کم چرب استفاده نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که ژلاتین به ویژه در مقادیر ۰/۷۵ و ۱ درصد قادر به جبران اثرات نامطلوب ناشی از کاهش چربی در بافت خامه می باشد بدون اینکه تأثیر نامطلوبی بر روی ویژگی های دیگر خامه داشته باشد. هدف از انجام این پژوهش کاربرد صمغ کنجاک به عنوان هیدروکلوئید جایگزین جهت کاهش چربی خامه، ارزیابی بافتی و خصوصیات پایداری و ویسکوزیته تیمارهای خامه حاوی کنجاک و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و پذیرش کلی نمونه های خامه می باشد.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

در این پژوهش جهت تولید خامه کم‌چرب، خامه تازه ۳۰٪ چربی و شیر تازه ۲/۵٪ چربی از شرکت پگاه فارس و صمغ کنجاک نیز از شرکت پارس خوشه پرداز شیراز تهیه شدند.

۲-۲- تولید خامه کم چرب

جهت تولید نمونه‌های خامه کم چرب، با استفاده از مربع پیرسون مقادیر مناسب از شیر ۲/۵ درصد چربی و خامه ۳۰ درصد محاسبه و با هم مخلوط شدند. سپس صمغ کنجاک در غلظت های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد (w/w)، به نمونه‌ها اضافه شده به گونه‌ای که محتوای چربی محصولات نهایی ۲۰٪ باشد. قابل ذکر است خامه کم‌چرب حاوی ۲۰٪ چربی بدون صمغ کنجاک و خامه تازه ۳۰٪ چربی به ترتیب به عنوان شاهد کم‌چرب و شاهد پرچرب در طی این پژوهش جهت مقایسه نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. ترتیب مراحل تولید خامه بدین شرح بود که ابتدا مقدار محاسبه شده شیر ۲/۵ درصد چربی روی بن ماری تا دمای ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شد. سپس به تدریج صمغ کنجاک اضافه و هم زده شد تا صمغ کنجاک کاملا حل شود. سپس مقدار خامه محاسبه شده به مخلوط حاصل اضافه و در یک مخلوط کن (پاناسونیک، مدل MX-N800G) به مدت یک دقیقه (دو مرتبه به مدت ۳۰ ثانیه) همگن شده و سپس تحت فرایند پاستوریزاسیون قرار گرفتند. فرآیند پاستوریزاسیون در حمام آب با دمای ۹۰-۸۵ درجه سانتیگراد به مدت۲۰-۱۵ ثانیه انجام پذیرفت، که در طول فرایند مخلوط به طور مرتب به هم زده می شد. بعد از اتمام پاستوریزاسیون دمای خامه به ۷۰-۶۰ درجه سانتیگراد رسانده و در ظروف مخصوص بسته بندی شد (۵). سپس نمونه های خامه تولیدی به منظور انجام آزمون ها در یخچال به مدت ۳۰ روز نگهداری شدند و در فواصل زمانی ۱، ۱۵ و ۳۰ روز پس از تولید مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲-۳- اندازه گیری رطوبت

ابتدا یک ظرف شیشه‌ای یا استیل ضد زنگ به مدت ۲ ساعت درون آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و پس از انتقال به دسیکاتور حاوی ماده جاذب رطوبت خنک گردید. پس از خنک شدن ظرف را با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید و حدود ۳ گرم نمونه خامه کاملاً مخلوط شده در آن توزین گردید. ظرف را به آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شد و پس از ۳ ساعت در دسیکاتور خنک کرده و توزین گردید. این کار در فواصل زمانی ۲۰ دقیقه‌ای پس از ۳ ساعت نیز انجام گردید تا بعد از دو مرتبه توزین به عدد ثابتی رسیده شود. در پایان درصد ماده خشک از ۱۰۰ کم و رطوبت بدست آمد (۱۳).

$$\text{درصد ماده خشک} = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن نمونه}} \times ۱۰۰$$

درصد ماده خشک-۱۰۰=درصد رطوبت

۲-٤- اندازه گیری pH

pH نمونه‌های خامه با روش استاندارد شماره ۲۸۵۲ ایران در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید (۱۴).

۲-۵- اندازه گیری اسیدیته

آزمون تعیین اسیدیته، مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲، تعیین اسیدیته و pH شیر و فرآورد های آن، انجام گرفت. مقدار ۱۰ میلی لیتر از نمونه ها با معرف فنل فتالئین و سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیتر شد و نتایج برحسب درصد اسید لاکتیک گزارش گردید (۱۴).

۲-٦- اندازه گیری بافت

برای ارزیابی بافت نمونه‌های خامه از دستگاه بافت‌سنج (بروکفیلد، مدل LFRA، آمریکا) استفاده شد. در این آزمون از پروب استوانه‌ای شکل با قطر ۲۲ میلی‌متر، سرعت نفوذ ۱ میلی‌متر در ثانیه و عمق نفوذ ۱۰ میلی‌متر استفاده گردید. این آزمایش در دمای ۶°C اندازه گیری شد که شامل فاکتورهای سفتی[1] (حداکثر نیروی لازم برای تغییر شکل مورد نظر در سیکل اول فشردن)، فاکتور انسجام[2] (نیروی لازم جهت غلبه بر نیروی جاذبه سطحی بین ذرات)، فاکتور چسبندگی[3] (حداکثر نیروی منفی مورد نیاز برای خارج نمودن پروب از ماده غذایی)، فاکتور فنریت[4] (مقدار برگشت ماده به حالت اولیه پس از برداشتن نیرو) و فاکتور صمغیت[5] (انرژی مورد نیاز برای جویدن مواد جامد تا حدآماده جهت بلع شامل مجموعه ای از سختی، الاستیسیته و پیوستگی) می باشد (۲۲).

۲-۷- اندازه گیری ویسکوزیته ظاهری

ویژگی های رئولوژیکی نمونه های خامه با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (مدل DVII-RV، ساخت آمریکا) در دمای اتاق ۶ درجه سانتی گراد و با اسپیندل شماره ۴ و سرعت ۶۰ دور در دقیقه اندازه گیری و بر حسب سانتی پوآز قرائت گردید (۲۴).

۲-۸- اندازه گیری آب انداختگی

برای اندازه گیری میزان آب‌انداختگی و پایداری امولسیون خامه نسبت به دو فاز شدن، ۱۰ میلی لیتر از نمونه خامه در لوله آزمایشگاهی مدرج ریخته شد و در دستگاه سانترفیوژ (Heraeus) با سرعت ۴۰۰۰ rpm به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. حجم فاز آبی جدا شده از خامه، بر حسب میلی لیتر خوانده و ثبت گردید. این آزمایش در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد انجام پذیرفت (۸).

۲-۹- ارزیابی رنگ

برای ارزیابی رنگ نمونه‌ها، نمونه‌های خامه در جعبه با دیواره‌های سفید با ابعاد (۵۰×۵۰×۵۰) قرار داده شدند. درون جعبه از یک لامپ فلورسنت کم مصرف با توان ۲۰ وات با نور سفید استفاده شد. توزیع نور درون جعبه کاملا یکنواخت بوده و عکس برداری بوسیله یک دوربین دیجیتالی (مـدلCanon Power Shot A540، ژاپن) با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از نمونه و عمود برآن درون جعبه انجام پذیرفت. تصاویر بدست آمده به نرم افزار فتوشاپ ۸ منتقل شد و مولفه‌های رنگ (L, a, b) آن‌ها به دست آمد. مولفه رنگ L بیانگر روشنایی، مولفه رنگ a نشان‌دهنده میزان سبزی و قرمزی و مولفه رنگ b میزان آبی و زرد را نشان می‌دهد. سپس مؤلفه‌های رنگ برای آنالیز آماری استفاده شد (۱).

۲-۱۰- ارزیابی حسی

ارزیابی ویژگی های حسی توسط ۱۵ نفر از ارزیاب، که خصوصیات حسی مورد نظر برای آن ها تبیین گردید، انجام شد. ویژگی‌های مورد آزمون شامل رنگ، بافت، طعم و مزه و پذیرش کلی می باشند. که آزمون در مقیاس هدونیک و مبتنی برروش امتیازدهی طراحی گردید و برای هر ویژگی امتیازهای بد، متوسط، خوب و بسیار خوب تعیین شد. در آنالیز داده ها برای امتیاز بد عدد ۱، متوسط عدد ۲، خوب عدد ۳ و بسیار خوب عدد ۴ و حد قابل قبول کسب ۳ امتیاز منظور گردید.

1 -Firmness
2 -Cohesiveness
3 -Adhesiveness
4 -Springiness
5 -Gumminess

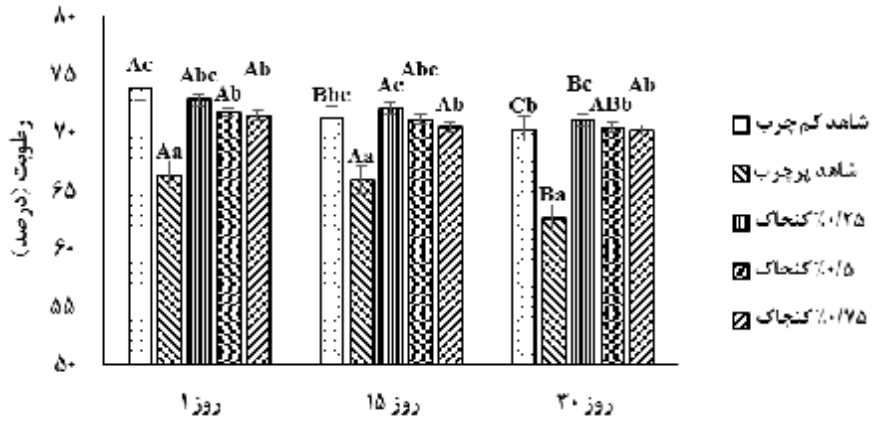
۲-۱۱- آنالیز آماری

آزمایشات در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. نتایج ابتدا در معرض تجزیه واریانس یک طرفه قرار گرفته و سپس برای مقایسه میانگین ها و بررسی اختلاف معنی داری بین تیمارها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری ۹۵٪ استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. منحنی های مربوطه در محیط EXCEL توسط نرم افزار OFFICE 2016 رسم شدند.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- اندازه گیری رطوبت

آنالیز داده های بدست آمده از اندازه گیری درصد رطوبت نمونه های خامه در شکل (۱) آورده شده است. نتایج این آزمون نشان داد که در روز اول تولید، جایگزینی کنجاک باعث کاهش معنی دار میزان رطوبت در نمونه های خامه به نسبت خامه شاهد کم چرب شد ($p<۰/۰۵$) که می توان به هیدراته شدن یا جذب آب صمغ، نسبت داد. میزان رطوبت نمونه خامه شاهد با ۷۳/۷۸ درصد بیشترین میزان رطوبت و خامه شاهد پرچرب با ۶۶/۲۹ درصد کم ترین میزان رطوبت را به خود اختصاص داده اند. همچنین با گذشت مدت زمان نگه داری میزان رطوبت نمونه های خامه کاهش معنی داری داشته است ($p<۰/۰۵$). آقازاده مشگی و همکاران (۱۳۸۸)، اثر نشاسته ذرت و ژلاتین را در دو نسبت ۰/۵ و ۱ درصد بر ماست بدون چربی بررسی و با نمونه شاهد مقایسه کردند. نتایج حاصل نشان داد که بین ماست‌های مختلف از نظر ماده خشک اختلاف معنی‌داری وجود دارد. ماست بدون چربی کم‌ترین میزان ماده خشک و ماست با ژلاتین ۱ درصد بیشترین ماده خشک را دارا بودند.هم چنین نتایج آن‌ها نشان داد که در طول نگهداری میزان ماده خشک افزایش می یابد که با نتایج حاصل از تحقیق ما مطابقت دارد.



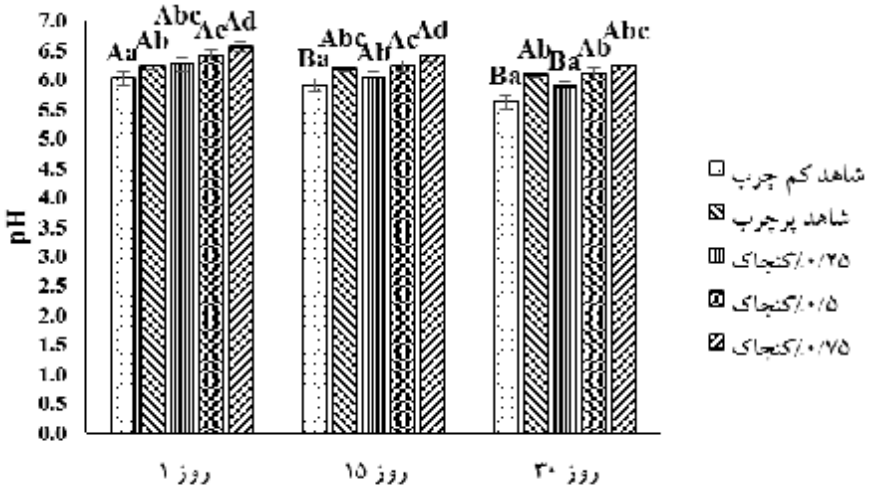
شکل ۱- تاثیر صمغ کنجاک بر میزان رطوبت نمونه های خامه در طول نگهداری در یخچال.

*حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p<۰/۰۵$ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح $p<۰/۰۵$ بین زمان های مختلف است.

۳-۲-اندازه گیری pH

داده های به دست آمده از آنالیز داده های آزمون pH در شکل (۲) نشان می دهد که جایگزینی کنجاک در نمونه های خامه تیمارشده نسبت به شاهد کم چرب باعث تغییر در میزان pH شده است و افزایش معنی داری داشته است ($p<۰/۰۵$). نتایج میزان pH پس از مدت زمان نگه داری در نمونه های شاهد و نمونه با ۰/۲۵ درصد کنجاک کاهش معنی داری نشان دادند ($p<۰/۰۵$) اما در نمونه های دیگر اختلاف معنادار نبوده است ($p>۰/۰۵$). کاهش pH درطول دوره نگهداری را می‌توان به فعالیت باکتری‌های تخمیر کننده لاکتوز و تولید اسید نسبت داد (۳، ۹). نتایج مشابه با تحقیق حاضر توسط Dai و همکاران

(۲۰۱۶) گزارش شد. در این مطالعه اثر افزودن محلول ۰/۵ درصد کنجاک گلوکومانان به ماست بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی بررسی شد. pH تمام نمونه‌ها در طی نگهداری در ۴ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. امیری عقدایی و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش کردند pH ماست حاوی موسیلاژ دانه ریحان با گذشت زمان کاهش یافت، که این موضوع را به خاطر پدیده بیش اسید سازی لاکتیک اسید باکتری ها نسبت دادند.

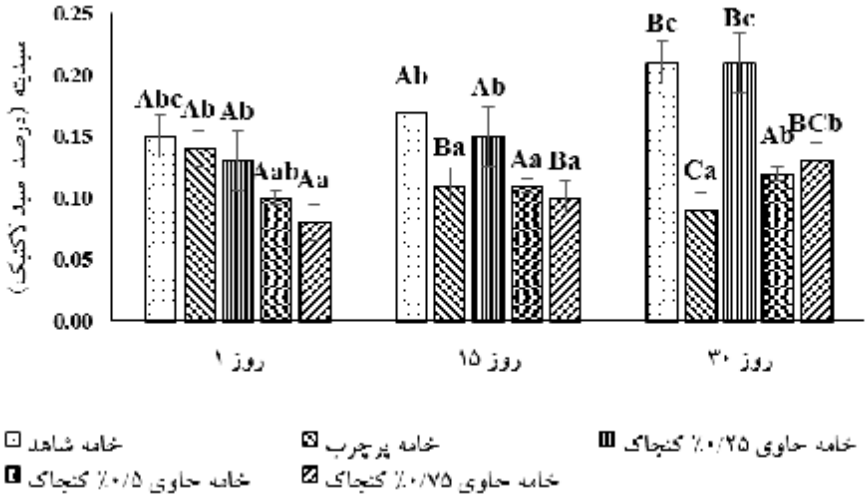


شکل ۲- تاثیر صمغ کنجاک بر میزان pH نمونه های خامه در طول نگهداری در یخچال.

*حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p<$ ۰/۰۵ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح $p<$ ۰/۰۵ بین زمان های مختلف است.

۳-۳-اندازه گیری اسیدیته

نتایج آنالیز داده های اندازه گیری اسیدیته نمونه های خامه در شکل (۳) آورده شده است. میانگین داده های آزمون اسیدیته در روز اول اختلاف معنی داری را در نمونه های خامه و سایر تیمار ها نشان داد ($p<$۰/۰۵). به طوری که خامه شاهد کم‌چرب با ۰/۱۵ درصد بیشترین میزان اسیدیته و خامه حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک (۰/۰۹ درصد) کم ترین میزان اسیدیته را نشان داد. پس از گذشت مدت زمان نگهداری در نمونه های خامه شاهد کم‌چرب و خامه های با جایگزین کنجاک افزایش معنی داری در میزان اسیدیته مشاهده شد ($p<$۰/۰۵). به صورتی که پس از طی ۳۰ روز از تولید، خامه شاهد کم‌چرب ۰/۲۱ درصد اسیدیته را نشان داد که با میزان اسیدیته خامه حاوی ۰/۲۵ درصد برابر بود.



شکل ۳- تاثیر صمغ کنجاک بر میزان اسیدیته نمونه های خامه در طول نگهداری در یخچال.

*حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p< ۰/۰۵$ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح $p< ۰/۰۵$ بین زمان های مختلف است.

۳-٤-اندازه گیری بافت

آنالیز اندازه گیری بافت نمونه های خامه، در جداول ۱ تا ۳ آورده شده است. نتایج میانگین داده های این آزمون نشان داد که میزان سفتی در نمونه های خامه با افزایش جایگزینی کنجاک افزایش معنی داری داشته است ($p<۰/۰۵$). به صورتی که نمونه خامه شاهد کم‌چرب با ۳۱/۹۶ (گرم) و نمونه خامه حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک با ۹۴/۹۳ (گرم) کمترین و بیشترین میزان سفتی نمونه های خامه در اندازه گیری بافت بود. از طرفی پس از گذشت مدت زمان نگه داری میزان سفتی نمونه ها کاهش معنی داری داشته اند ($p<۰/۰۵$). معتمد زادگان و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که افزایش مقدار ژلاتین و ماده خشک تأثیر به سزایی در بهبود خواص بافتی محصول از جمله سفتی دارد. ماده خشک و ژلاتین با افزایش تراکم ساختار پروتئینی به طور معنی داری سبب افزایش سختی ژل می گردند. آنالیز داده های فاکتور انسجام نشان داد که نمونه خامه کم‌چرب شاهد کم ترین انسجام (۰/۰۲۵±۰/۲۲) و نمونه خامه کم‌چرب حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک بیشترین انسجام (۰/۰۱۴±۰/۴۸) را داشته است. در طرف دیگر پس از گذشت مدت زمان نگهداری، انسجام کاهش معنی داری داشته است ($p<۰/۰۵$). رفتنی امیری و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی به بررسی تاثیر مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی بر روی کیفیت ماست بدون چربی پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که بیشترین میزان انسجام، مربوط به غلظت بالای مالتودکسترین می باشد. داده های فاکتور چسبندگی نشان دادند با افزایش جایگزینی کنجاک در نمونه های خامه تیمار شده چسبندگی به طور معنی داری افزایش پیدا می کند ($p<۰/۰۵$). به صورتی که نمونه خامه شاهد کم‌چرب با ۰/۰۸±۰/۲۷ (m.j) کمترین میزان و نمونه خامه حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک بیشترین میزان چسبندگی را از خود نشان دادند. با گذشت مدت زمان نگهداری در روز سی‌ام، تمامی نمونه ها کاهش معنی داری نشان دادند ($p<۰/۰۵$). در ارتباط با چسبندگی نمونه‌ها، می‌توان گفت که با توجه به این که نیروی چسبندگی، نیروی لازم جهت غلبه بر نیروی جاذبه سطحی بین ذرات است، لذا هرچه ساختار ژلی و شبکه پروتئینی نمونه‌ها از سفتی بیشتری برخوردار باشد، نیروی چسبندگی نیز بیشتر خواهد بود که نتایج حاصل از آزمایش سفتی بافت نیز آن را تأیید می کند (۳). فاکتور فنریت در این آزمون نشان داد که جایگزینی کنجاک در نمونه های خامه باعث افزایش معنی دار در این مشخصه شده است ($p<۰/۰۵$). نمونه شاهد کم‌چرب و نمونه خامه با ۰/۷۵ درصد به ترتیب کمترین و بیشترین میزان

فنریت را به خود اختصاص داده است. در میزان فنریت نمونه های حاوی ۰/۲۵درصد و ۰/۵ درصد کنجاک نسبت به نمونه شاهد پرچرب اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین با گذشت مدت زمان نگه داری میزان فنریت نمونه های حاوی کنجاک و شاهد پرچرب افزایش معنی داری از خود نشان دادند ($p<۰/۰۵$) اما در نمونه شاهد کم‌چرب میزان فنریت کاهش پیدا کرد. ید ملت و همکاران (۱۳۹۵) با مقایسه خصوصیات بافتی صمغ دانه بالنگو و صمغ فارسی نشان دادند که خاصیت ارتجاعی نمونه های حاوی صمغ بسیار بالاتر از نمونه شاهد بوده و خاصیت ارتجاعی در نمونه های حاوی صمغ فارسی به طور معنی داری بالاتر می باشد. آنالیز داده های صمغیت نشان داد که جایگزینی کنجاک در نمونه های خامه باعث افزایش معنی دار این شاخص شده است ($p<۰/۰۵$). به صورتی که با افزایش جایگزینی کنجاک، صمغیت نمونه ها افزایش یافته است، به طوری که از نظر صمغیت نمونه حاوی ۰/۵ درصد کنجاک با نمونه شاهد پرچرب برابر بود. همچنین در طرف دیگر با گذشت مدت زمان نگه داری میزان این فاکتور افزایش معنی داری از خود نشان دادند ($p<۰/۰۵$). به صورتی که میزان این فاکتور برای نمونه حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک در روز اول ۲۱/۲±۵۱/۳۰ (گرم) و در روز سی‌ام ۲۲/۳±۶۱/۸۲ (گرم) می‌باشد. به نظر می رسد با افزایش اتصالات عرضی پروتئین‌ها و استحکام بافت در نمونه‌ها، با گذشت زمان، حالت صمغی نیز با افزایش مواجه شده است (۲۰).

جدول ۱- بررسی میزان سفتی (گرم) نمونه های خامه در طول نگهداری در یخچال

نمونه	سفتی (گرم)		
	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰
خامه شاهد کم‌چرب	$۳۱/۹۶\pm۷/۱^{Aa}$	$۲۸/۳۱\pm۹/۲^{Ba}$	$۱۹/۸\pm٤/٥^{Ca}$
خامه شاهد پرچرب	$۸۰/۰۸\pm۱٦/۷^{Ac}$	$۸۷/۸٥\pm۲۱/۳^{Bc}$	$۹۱/۸٦\pm۲٤/۹^{Cc}$
۰/۲۵ درصد کنجاک	$۷۰/۹٤\pm۲۰/۰^{Ab}$	$۸۰/۲٥\pm۱۱/٤^{Bb}$	$۸۹/۱۳\pm۱۹/۲^{Cb}$
۰/۵ درصد کنجاک	$۸۰/۸۷\pm۱٤/۹^{Ac}$	$۸۷/۷۱\pm۱۷/۷^{Bc}$	$۹۰/۸٥\pm۱۳/٦^{Cc}$
۰/۷۵ درصد کنجاک	$۹٤/۹۳\pm۲۳/۲^{Ad}$	$۹۹/۹۹\pm۸/٤^{Bd}$	$۱۱۸/۷۹\pm۲۲/٦^{Cd}$

*مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p<۰/۰۵$ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح $p<۰/۰۵$ بین زمان های مختلف است.

جدول ۲- بررسی میزان چسبندگی (مترژول) و انسجام نمونه های خامه در طول نگهداری در یخچال

نمونه	چسبندگی (m.J)			انسجام	
	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰
خامه شاهد کم‌چرب	$۰/۲۷\pm۰/۰۸^{Aa}$	$۰/۱۷\pm۰/۱۷^{Ba}$	$۰/۱۱\pm۰/۰۲^{Ca}$	$۰/۲۲\pm۰/۰۲٥^{Aa}$	$۰/۱٦\pm۰/۰۰۸^{Ba}$	$۰/۱۱\pm۰/۰۰٤^{Ca}$
خامه شاهد پرچرب	$۱/٦۸\pm۰/۱۱^{Abc}$	$۱/۸٤\pm۰/۰۹^{Abc}$	$۲/٥\pm۰/۰٥^{Bc}$	$۰/٤۱\pm۰/۰۲۷^{Ac}$	$۰/٤۷\pm۰/۰۰٤^{Ab}$	$۰/٥٥\pm۰/۰۱۰^{Bb}$
۰/۲۵ درصد کنجاک	$۱/۲۱\pm۰/۰٤^{Ab}$	$۱/۲٦\pm۰/۰۷^{Ab}$	$۱/٥۷\pm۰/۲۰^{Bb}$	$۰/۳۳\pm۰/۰۳۸^{Ab}$	$۰/٤٦\pm۰/۰۱۷^{Bb}$	$۰/٥٥\pm۰/۰۲٥^{Cb}$
۰/۵ درصد کنجاک	$۱/٦۰\pm۰/۰۲^{Abc}$	$۱/۷٥\pm۰/۱۲^{Abc}$	$۲/۲۷\pm۰/۰۸^{Bc}$	$۰/٤۰\pm۰/۰۲۲^{Ac}$	$۰/٤۷\pm۰/۰۱٥^{ABb}$	$۰/٥٦\pm۰/۰۲۲^{Bb}$
۰/۷۵ درصد کنجاک	$۲/۰۰\pm۰/۱۲^{Ac}$	$۲/۱۷\pm۰/۱٥^{Ac}$	$۲/٤۲\pm۰/۱۹^{ABc}$	$۰/٤۸\pm۰/۰۱٤^{Ad}$	$۰/٥۸\pm۰/۰۱۱^{Bc}$	$۰/٦۱\pm۰/۰۱۲^{Cbc}$

*مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p<۰/۰۵$ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح $p<۰/۰۵$ بین زمان های مختلف است.

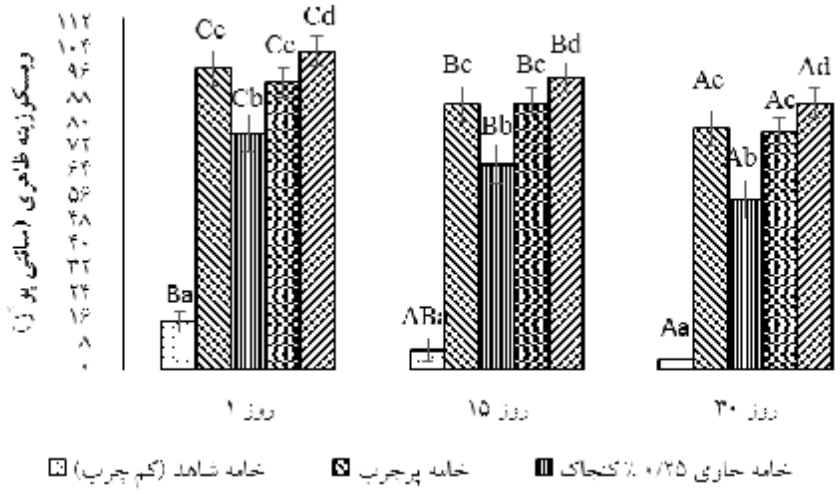
جدول ۳- بررسی میزان صمغیت (گرم) و فنریت (میلی متر) نمونه های خامه در طول نگهداری در یخچال

نمونه ها	صمغیت (گرم)			فنریت (میلی متر)		
	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰
خامه شاهد کم‌چرب	۱۸/۹۱±٤/۳^{Aa}	۱۷/۵±۷/۵^{Ba}	۱۵/۱۰±٤/۰^{Ca}	۳/٦±۰/٤^{Aa}	۳/۱۹±۰/۵^{Aa}	۲/۱۷±۰/۸^{Ba}
خامه شاهد پرچرب	٤٤/۱۷±۱۳/۸^{Ac}	٤۷/٦۷±۱٤/٦^{Bc}	۵۲/۲۷±۱٦/۱^{Cc}	۵/۷۳±۰/۷^{Ab}	٦/۷۱±۰/۹^{Bc}	۷/۳±۰/٤^{Cc}
۰/۲۵ درصد کنجاک	۳۷/۸۵±۹/۲^{Ab}	٤۲/٦±۹/۱^{Bb}	٤۸/۰۳±۱۳/۳^{Cb}	۵/۲۹±۱/۰۳^{Ab}	۵/٤۸±۱/۰۰^{Ab}	۵/۹۸±۰/۳^{Ab}
۰/۵ درصد کنجاک	٤۵/۰۹±۱۸/۳^{Ac}	٤۷/٦۳±۱۱/۷^{ABc}	۵۳/۷۳±۱۲/۹^{Cc}	۵/۸٦±۰/۸^{Ab}	٦/۹±۰/۲^{Bc}	۷/۱۰±۰/۷^{BCc}
۰/۷۵ درصد کنجاک	۵۱/۳۰±۲۱/۲^{Ad}	۵٤/٦۵±۱۰/۵^{ABd}	٦۱/۸۲±۲۲/۳^{Cd}	۷/۵۷±۱/۰٤^{Ac}	۸/۱۷±۱/۰۱^{Bd}	۸/۵۳±۱/۰۲^{BCd}

*مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p<$ ۰/۰۵ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح $p<$ ۰/۰۵ بین زمان های مختلف است.

۳-۵-اندازه گیری ویسکوزیته ظاهری

شکل(۴) تغییرات ویسکوزیته ظاهری نمونه های خامه را نشان می دهد. آنالیز واریانس داده های به دست آمده نشان می‌دهد که با افزایش میزان جایگزینی کنجاک در نمونه های خامه، میزان ویسکوزیته افزایش معنی داری داشته است ($p<$۰/۰۵). به صورتی که نمونه خامه شاهد کم‌چرب کمترین و نمونه حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک بیشترین میزان ویسکوزیته را دارا بوده است. این افزایش ویسکوزیته با افزایش غلظت صمغ کنجاک رابطه مستقیمی دارد، به این دلیل که هیدروکلوئیدها با باند کردن آب آزاد موجود در نمونه باعث افزایش ویسکوزیته می‌گردند (۳). این نظر مطابق با یافته های Marcotte و همکاران (۲۰۰۱) است که اظهار داشتند افزایش غلظت هیدروکلوئیدها با افزایش ویسکوزیتهٔ ظاهری مرتبط می باشند. همچنین با افزایش زمان نگهداری، ویسکوزیته نمونه ها کاهش یافت که دلیل این امر اسیدیته بالا و تغییرات بیش تر میسل های کازئین می توان عنوان کرد که باعث کاهش توانایی نگهداری آب و کاهش ویسکوزیته شده است (۲۰).



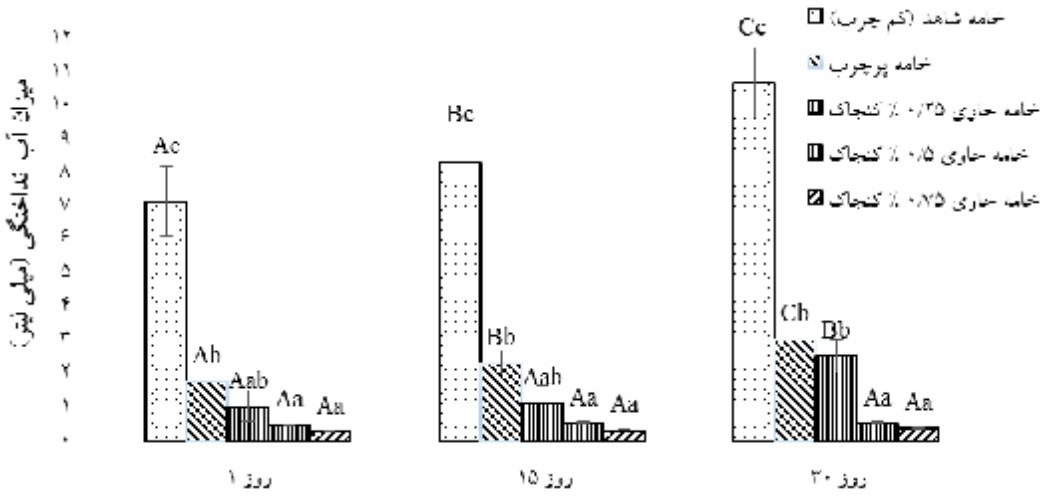
شکل ٤- اندازه گیری تغییرات ویسکوزیته نمونه های خامه در طول نگهداری در یخچال.

*حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p<$ ۰/۰۵ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح $p<$ ۰/۰۵ بین زمان های مختلف است.

۳-٦-اندازه گیری آب انداختگی

آنالیز واریانس داده های بدست آمده از آزمون سینرسیس نمونه های خامه در شکل (۵) آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود جایگزینی کنجاک در نمونه های خامه باعث کاهش معنی دار ($p<۰/۰۵$) میزان آب جدا شده می شود. به این صورت که خامه شاهد کم‌چرب با ۷/۲۰ میلی لیتر و نمونه خامه حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک با ۰/۳ میلی لیتر کمترین میزان خروج آب را از خود نشان داده اند. با گذشت مدت زمان نگهداری میزان آب جدا شده از هر نمونه با افزایش معنی داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). به صورتی که نمونه خامه شاهد کم‌چرب با ۱۰/۷۴ میلی لیتر بیشترین میزان خروج آب را از خود نشان داد. اما مطلب قابل توجه این است که جایگزینی کنجاک در نمونه های خامه نسبت به شاهد کم چرب و شاهد پرچرب باعث کمتر شدن میزان خروج آب از نمونه ها طی مدت زمان نگهداری شده است. توانایی صمغ ها دراتصال به مولکول های آب و تداخل با اجزای شیر به ویژه پروتئین ها و در نتیجه پایداری شبکه پروتئین ها می تواند از حرکت آزادانه آب جلوگیری کرده و منجر به کاهش سینرسیس گردد. هیدراته شدن یا جذب آب، از خواص مهم صمغ ها می‌باشد (۲۳). بهنیا و همکاران (۱۳۹۳) به این نتیجه رسیدند که صمغ دانه شاهی موجب کاهش سینرزیس ماست کم چرب می شود و با افزایش غلظت صمغ درصد آب اندازی کاهش می یابد.

Fiszmanو همکاران (۱۹۹۹) دریافتند که افزودن ژلاتین به عنوان پایدار کننده به فرمولاسیون ماست با تشکیل سطوح متصل به ماتریکس کازئینی سبب تغییر ساختار میکروسکوپی آن شده و در نتیجه تشکیل ساختار شبکه ای می دهد که این شبکه‌ی به هم پیوسته، به طور موثری می تواند فاز آبی را در خود نگه داشته و در نتیجه سبب کاهش آب اندازی شود. رزمخواه و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که میزان آب اندازی نمونه های حاوی پکتین، صمغ دانه های مرو و ریحان در طی نگهداری نمونه ها افزایش یافت که می‌تواند به دلیل تأثیر زمان باشد، زیرا زمان عامل بسیار مهمی در آب اندازی شبکه های ژلی می باشد.



شکل ۵- میزان خروج آب نمونه های خامه در آزمون پایداری امولسیون در طول نگهداری در یخچال

*حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p<۰/۰۵$ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح $p<۰/۰۵$ بین زمان های مختلف است.

۳-۷-ارزیابی رنگ

نتایج به دست آمده از آنالیز داده های آزمون ارزیابی رنگ در جدول ۴ و۵ آورده شده است. همان طور که از داده های به دست آمده مشخص است در فاکتور (L) که شاخص روشنایی نمونه می باشد با افزودن کنجاک به نمونه های خامه افزایش معنی داری در این شاخص بوجود آمده است (p<۰/۰۵). یدملت و همکاران (۱۳۹۵) به مقایسه برخی خواص حسی ماست همزده کم چرب حاوی صمغ دانه بالنگو شیرازی و صمغ فارسی پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که افزودن صمغ فارسی نمونه های ماست، موجب افزایش جزیی روشنایی و درخشندگی ماست شد. شاخص (a) که فاکتور سبزی- قرمزی را نشان می دهد و میزان تمایل نمونه ها به رنگ قرمزی می باشد، اختلاف معنی داری در نمونه های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد کنجاک با نمونه شاهد پرچرب وجود نداشت اما نمونه حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک به طور معنی داری شاخص a بیشتری نسبت به نمونه شاهد کم‌چرب نشان داد. امیری عقدایی و همکاران (۱۳۸۹) با پژوهشی که بر روی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب انجام دادند، مشاهده کردند که شاخص a با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها افزایش یافته اند که علت این امر را می توان به تغییرات هنگام پاستوریزاسیون نسبت داد که ممکن است بعضی از رنگدانه ها آزاد شده و علاوه بر این ناپایداری میسل های کازئین، سبب بالا رفتن شاخص a شوند (۱۹). در طرف دیگر فاکتور (b) که تمایل به زردی نمونه ها را نشان می دهد، افزایش معنی داری را در نمونه های خامه نشان می دهد. با جایگزینی کنجاک در نمونه های خامه تفاوت معنی داری در این شاخص رنگی به وجود آمده است و باعث افزایش تمایل به زردی رنگ نمونه ها شده است (p<۰/۰۵) (۱۹). افزایش شاخص b همگام با افزایش مقدار صمغ و زمان نگهداری توسط امیری عقدایی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش شده است. آنالیز داده های آزمون رنگ سنجی از نمونه های خامه پس از گذشت مدت زمان نگه داری نشان می دهد که فاکتور L افزایش معنی داری از خود نشان داده است (p<۰/۰۵). همچنین بین نمونه های خامه شاهد کم‌چرب و تیمار های حاوی کنجاک تفاوت معنی دار بود. به صورتی که در روز سی‌ام خامه شاهد کم‌چرب با ۶۳/۲۹±۰/۳۹ کم ترین میزان و خامه حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک با ۷۹/۷۹±۰/۶۱ بیشترین میزان شاخص روشنایی را به خود اختصاص دادند. نمونه های خامه در فاکتور رنگ قرمزی (a)، پس از گذشت زمان کاهش معنی داری نشان دادند (p<۰/۰۵). تمایل به رنگ زردی در نمونه های خامه پس از گذشت مدت زمان نگهداری نیز افزایش معنی داری از خود نشان دادند (p<۰/۰۵).

جدول ٤- تغییرات میزان رنگ سنجی (روشنایی) نمونه های خامه در طول نگهداری در یخچال

نمونه	روشنایی (L)		
	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰
خامه شاهد کم‌چرب	٥٤/٣٣±٠/٢٦ ^{Aa}	٥٨/٩٧±٠/٣١ ^{Ba}	٦٣/٢٩±٠/٣٩ ^{Ca}
خامه شاهد پرچرب	٥٦/٨٦±٠/٦٢ ^{Ab}	٦٠/٠١±٠/١٩ ^{Bb}	٧٣/٤٣±٠/٢٠ ^{Cb}
۰/۲۵ درصد کنجاک	٥٨/١٤±٠/١١ ^{Ac}	٦١/٣٩±٠/٣١ ^{Bbc}	٧٤/٦٩±٠/٢٣ ^{Cb}
۰/۵ درصد کنجاک	٥٩/٢٢±٠/٢٠ ^{Acd}	٦٣/٣٥±٠/١٦ ^{Bc}	٧٨/٨٠±٠/٢٦ ^{Cc}
۰/۷۵ درصد کنجاک	٦٠/٣٦±٠/٦٣ ^{Ad}	٦٥/٢٢±٠/٠٩ ^{Bd}	٧٩/٧٩±٠/٦١ ^{Cc}

*مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح p < ۰/۰۵ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح p< ۰/۰۵ بین زمان های مختلف است.

جدول ۵- تغییرات میزان رنگ سنجی (a و b) نمونه های خامه در طول نگهداری در یخچال

نمونه	سبزی-قرمزی (a)			آبی-زرد (b)		
	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰
خامه شاهد کم‌چرب	-۷/۰٤±۰/٤۹ ^{Aa}	-٦/٤۹±۰/۱٤ ^{Bd}	-٥/۰۰±۰/٦۰ ^{Ce}	۱۱/۳۱±۰/۱۹ ^{Aa}	۳۲/۳٤±۰/٤۷ ^{Ba}	٤۳/٥۲±۰/۷۳ ^{Ca}
خامه شاهد پرچرب	-۷/۲۰±۰/۲٥ ^{Aab}	-٥/۰۲±۰/۳٤ ^{Ba}	-٤/۱۱±۰/۱۷ ^{Cd}	۱۳/۰۰±۰/۰۳ ^{Ab}	٤٥/٤۹±۰/۳۲ ^{Bb}	٥۱/٤۲±۰/۰۷ ^{Cb}
۰/۲٥ درصد کنجاک	-۷/٤٥±۰/٦٥ ^{Ab}	-٥/۲۹±۰/۰۹ ^{Bab}	-۳/۰٤±۰/٥٥ ^{Cc}	۱٤/٤٤±۰/۳۳ ^{Ac}	٤۸/۲۰±۰/۳۷ ^{Bbc}	٥۳/۷۳±۰/۱۱ ^{Cc}
۰/٥ درصد کنجاک	-۷/٥٦±۰/۳۰ ^{Abc}	-٥/٥٥±۰/۲۲ ^{Bb}	-۲/۹۳±۰/٦۳ ^{Cb}	۱٥/۲٤±۰/٦۹ ^{Ad}	٥۰/٤٤±۰/۳۷ ^{Bc}	٥٥/٥٦±۰/۲٦ ^{Ccd}
۰/۷٥ درصد کنجاک	-۷/۸۱±۰/۳۱ ^{Ac}	-٥/۸۳±۰/۲۰ ^{Bc}	-۱/۷٤±۰/۹٤ ^{Ca}	۱٦/۹۸±۰/۲۳ ^{Ae}	٥۱/۸۹±۰/۲۰ ^{Bc}	٥۷/٤٥±۰/۲۲ ^{Cd}

*مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p < ۰/۰٥$ بین گروه های مختلف است. حروف بزرگ نشانگر اختلاف معنی دار در سطح $p < ۰/۰٥$ بین زمان های مختلف است.

۳-۸-ارزیابی حسی

آنالیز داده های بدست آمده از آزمون ارزیابی حسی طعم و مزه و رنگ نمونه های خامه با نمونه های شاهد اختلاف معنی داری را نشان نداد ($p>۰/۰٥$). آنالیز امتیازات به دست آمده از ارزیابی حسی بافت و احساس دهانی نمونه های خامه نشان داد که جایگزینی کنجاک در نمونه‌های خامه باعث افزایش این فاکتور به صورت معنی دار شده است ($p<۰/۰٥$) به نحوی که نمونه های تیماری با نمونه شاهد پرچرب تفاوت معنی دار نداشته اما بیشتر از نمونه خامه کم‌چرب گزارش شد. نتایج دستگاهی آنالیز بافت نمونه‌های تیماری در مرحله قبل نیز موید سفتی بیشتر نمونه‌ها به نسبت نمونه شاهد کم‌چرب بود که نتایج ارزیابی حسی را تایید می کند. آنالیز میانگین داده های به دست آمده از آزمون مقبولیت کلی نمونه های خامه نشان داد که ارزیابان حسی به نمونه خامه شاهد کم‌چرب کمترین امتیاز داده اما تفاوت معنی داری بین نمونه های تیماری حاوی کنجاک با نمونه شاهد پرچرب قائل نشده اند. رزمخواه و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی تاثیر استفاده از پکتین، صمغ دانه های مرو و ریحان بر خصوصیات حسی ماست چکیده بدون چربی، به این نتیجه رسیدند که افزودن هیدروکلوئیدهای بومی اثر معنی داری بر خواص حسی نمونه ها و در نتیجه پذیرش کلی آن ها از طرف افراد ارزیاب داشت. در تمامی فاکتورهای ارزیابی حسی با گذشت زمان نگه داری، اختلاف معنی داری در میانگین امتیازات نمونه ها مشاهده نشد ($p>۰/۰٥$) (داده ها آورده نشده است).

جدول ٦- نتایج ارزیابی حسی (امتیاز طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی) نمونه های خامه

نمونه	مقبولیت طعم و مزه	مقبولیت رنگ	مقبولیت بافت	پذیرش کلی
خامه شاهد کم‌چرب	۳/۳۳ ±۰/٥۰^{a}	۳/٤٤ ±۰/٥۲^{ab}	۲/۸۸ ±۰/۳۳^{a}	۲/۸۸ ±۰/٦۰^{a}
خامه شاهد پرچرب	۳/٤٤ ± ۰/٥۲^{ab}	۳/۳۳ ± ۰/٥۰^{a}	۳/۳۳ ± ۰/٥۰^{bc}	۳/۳۳ ± ۰/٥۰^{b}
۰/۲٥ درصد کنجاک	۳/٥٥ ±۰/٥۲^{ab}	۳/٥٥ ±۰/٥۲^{b}	۳/۳۳ ±۰/٥۰^{bc}	۳/۳۳ ±۰/٥۰^{b}
۰/٥ درصد کنجاک	۳/۳۳ ±۰/٥۲^{a}	۳/٤٤ ±۰/٥۲^{ab}	۳/۲۲ ±۰/٤٤^{b}	۳/۳۳ ±۰/٥۰^{b}
۰/۷٥ درصد کنجاک	۳/٤٤ ±۰/٥۰^{a}	۳/۳۳ ±۰/٥۰^{a}	۳/۲۲ ±۰/٤٤^{b}	۳/۳۳ ±۰/٥۰^{b}

*مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک نشان دهنده ی اختلاف معنی دار در سطح $p< ۰/۰٥$ بین گروه های مختلف است.

٤-نتیجه گیری

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر استفاده از صمغ کنجاک به عنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی خامه کم‌چرب انجام گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد با افزایش غلظت صمغ، ویسکوزیته نمونه‌ها افزایش و پایداری در نمونه‌های تولید شده بهبود یافت به طوری که آب انداختگی و دوفاز شدن نسبت به شاهد کم‌چرب کاهش چشمگیری داشت. سفتی نمونه‌های خامه کم‌چرب تولیدی در اثر استفاده از صمغ کنجاک افزایش یافت و تمام این موارد بیانگر این مطلب است که در صورت کاربرد کنجاک در فرمولاسیون خامه کم‌چرب ویسکوزیته و سفتی تقویت شده و سینرسیس کاهش می یابد. هم‌چنین مشخص شد که صمغ کنجاک در سطح ۰/۵ درصد می تواند به عنوان جایگزین چربی به منظور کاهش میزان چربی خامه صبحانه از ۳۰٪ به ۲۰٪ استفاده شود. صمغ کنجاک با توجه به خصوصیات هیدروکلوئیدی خود، قادر به جبران اثرات نامطلوب ناشی از کاهش چربی در خامه می باشد، بدون آن که تأثیر نامطلوبی بر ویژگی‌های حسی و سایر خصوصیات خامه داشته باشد. به عبارت دیگر با استفاده از مقدار مناسب صمغ کنجاک می‌توان به محصولی کم‌چرب و کم‌کالری دست یافت که بسیار نزدیک به خامه پرچرب بوده و تشخیص آن‌ها توسط مصرف‌کننده میسر نمی باشد.

٥-منابع

۱. آقازاده مشگی، م.، محمدی، خ.، توتونچی، س. و فراهانیان، ز. ۱۳۸۸. تولید ماست بدون چربی به هم نزده با استفاده از نشاسته ذرت و ژلاتین. *علوم غذایی و تغذیه*، شماره ۳، ۷۳-٦٦.

۲. امیری عقدایی، س. س.، اعلمی، م.، خمیری، م. و رضایی، ر. ۱۳۸۹. تاثیر استفاده از موسیلاژ دانه ریحان بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، حسی و رئولوژیکی ماست کم چرب. *مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، شماره ٤، ۱۷-۱.

۳. بهنیا، ص . و رادی، م.، ۱۳۹۳. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی - چشایی خامه کم چرب تهیه شده از نشاسته گندم اصلاح شده، *هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی*.

٤. جویباری، ح. و فرحناکی، ع. ۱۳۸۸. امکان استفاده از نرم افزار فتوشاپ برای اندازه گیری رنگ مواد غذائی: بررسی تغییرات رنگ خرمای مضافتی بم در طی رساندن مصنوعی. *نشریه پژوهشهای صنایع غذایی ایران*، جلد ٥، شماره ۱، ص ٤٦-۳۷.

٥. حسینی، ف.، رفتنی امیری، ز. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر نشاسته خام و اصلاح شده ذرت مومی بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی خامه کم چرب. *نشریه ی نوآوری در علوم و فناوری غذایی*، شماره ۱، ۱۲٤-۱۱٥.

٦. رزمخواه شربیانی، س.، رضوی، س.م.ع.، بهزاد، خ. و مظاهری تهرانی، م. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر استفاده از پکتین، صمغ دانه های مرو و ریحان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست چکیده بدون چربی. *نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ٦، شماره ۱، ۳٦-۲۷.

۷. رفتنی امیری، ث.، میزانی، م.، مرادی، ص. و علیمی، م، ۱۳۹۲، تأثیر کاربرد توأم صمغ کتیرای پولکی و کیتوزان بر ویژگی های رئولوژیکی سس مایونز، *مجله علوم غذایی و تغذیه*، شماره ۳۰، ٥۱-٤٤.

۸. رفیعی طاری، ن.، احسانی، م. ر.، مظلومی، م. ت. و ابراهیم زاده موسوی، م. ع. ۱۳۸٥. بررسی اثر نوع و مقدار پایدارکننده‌ها بر پایداری خامه UHT. *فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، ۱، ٤۹-٤٥.

۹. فرحناکی، ع.، صفری، ز.، احمدی گورجی، ف. و مصباحی، غ.ر. ۱۳۹۰. کاربرد ژلاتین به عنوان هیدروکلوئید جایگزین چربی در تولید خامه کم چرب. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، دوره هشتم، شماره ۳۱، ٥۲-٤٥.

۱۰. فروزانی، م. ۱۳۸۱. *مبانی تغذیه*. انتشارات چهر تهران، چاپ ششم، ٦۹-٥۰.

۱۱. معتمد زادگان، ع.، برزگری، م.، رفتنی امیری، ز. و محمدزاده، ج. ۱۳۹۲. بررسی اثر ترکیبی صمغ فارسی و گزانتان بر خواص کیفی مایونز. *نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، جلد ۲، شماره ٤، ۳۹۲-۳۸۱.

۱۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷. شیر، خامه و شیر تبخیر شده- اندازه گیری ماده خشک کل(روش آزمون مرجع)، استاندارد ملی ایران، شماره ۱۱۳۲۸. چاپ اول

۱۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شیر و فراورده های آن-تعیین اسیدیته وpH - روش آزمون، استاندارد شماره ۲۸۵۲.

۱٤. مهستی، پ.، امیری، ص.، رادی، م. و نیاکوثری، م . ۱۳۹۰ . اصلاح شیمیایی نشاسته ذرت و بررسی عملکرد آن به عنوان یک جایگزین چربی. *علوم غذایی و تغذیه*، سال هشتم، شماره ۲.

۱۵. ید ملت، پ.، امیری، ص. و رادی، م. ۱۳۹۵. اصلاح شیمیایی نشاسته ذرت و بررسی عملکرد آن به عنوان یک جایگزین چربی. *علوم غذایی و تغذیه*، سال هشتم، شماره ۳۰، ۲٤-۱۵.

16. Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A. and Rahimi, J. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. *Journal of Dairy Science*.

17. Dai, Sh., Corke, H. and Shah, N. P. 2016. Utilization of konjac glucomannan as a fat replacer in low-fat and skimmed yogurt. *Journal of Dairy Science*, 99:7063–7074.

18. Fiszman, N. and Mistry, V.V. 1999. Application of ultrafiltered sweet buttermilk and sweet buttermilk powder in the manufacture of nonfat and low fat yogurts. *Journal of Dairy Science*, 81:3163-3171.

19. Garcia, S. L., Martinez-Algeria, A. L., Zazueta-Morales, J. J. and Martinez- Bustos, F. 2005. Acid thinned jicama and maize starches as fat substitute in stirred yogurt, *LWT - Food Science and Technology*, 41: 1274-1281.

20. Ghadge, R. C., White, C. H., Kilara, A. and Hui, Y. H. 2003. Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Blackwell Publishing.191.

21. Marcano, J., Hernando, I. and Fiszman, S. 2015. In vitro measurements of intragastric rheological properties and their relationships with the potential satiating capacity of cheese pies with konjac glucomannan. *Food Hydrocolloid*, 51: 16-22.

22. Marcotte, C. A., Zalazar, C.S., Bernal, S., Bertola, N., Bevilacqua, A. and Zaritzky, N. 2001. Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat soft cheeses. *International Dairy Journal*, 12(1):45-50.

23. Staffolo, E. R., Metzger, L. and Lehtola, P.S. 2004. Biochemical composition and storage stability of a yogurt-like product from African yam bean (Sphenostylis stenocarpa). *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 560-566.

24. Vanderghem, C., Danthine, S., Blecker, C. and Deroanne, C. 2007. Effect of proteose-peptone addition on some physico-chemical characteristics of recombined dairy creams. *International Dairy Journal*, 17(8): 889-895.

25. Volikakis, P., Vamvakas, C., Biliaderis, C. and Zerfiridis, G. 2004. Effects of a commercial oat-β-glucan concentrate on the chemical, physico-chemical and sensory attributes of a low-fat white-brined cheese product. *Food Research International*, 37(1):83-94.

(Original Research Paper)

Study the Effect of Konjac Gum as a Fat Substitute on the Physico-Chemical, Rheological and Sensory Properties of Low-fat Cream

Fatemeh Siamak[1], Dornoush Jafarpour[1]*

1-Department of Food Science and Technology, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fars, Iran.

Received:31/07/2019 Accepted:12/10/2019

Abstract

This study was carried out to determine the effect of using konjac gum as a fat substitute on the physico-chemical, rheological and sensory properties of low-fat cream. For this purpose, different concentrations (0.25, 0.5 and 0.75%) of konjac gum were added to the cream, and the amount of cream fat decreased from 30% to 20%. In this study, moisture, pH, acidity, texture, apparent viscosity, emulsion stability, color evaluation and sensory evaluation were investigated and compared with low fat (with 20% fat and without gum) and high fat (with 30% fat) cream as control samples. The results showed that the replacement of konjac gum significantly caused a decrease in the moisture content, acidity and syneresis amount compared to the low-fat control sample. Texture and apparent viscosity significantly increased with increasing gum, while the sample containing 0.5% konjac was similar to high fat control sample. Also, the results of sensory evaluation showed that panelists did not differentiate between samples containing konjac and high fat control sample. Therefore, it can be concluded that konjac gum at 0.5% can be used as a fat substitute for the preparation of low-fat cream due to its favorable physicochemical properties and acceptable texture and flavor.

Keywords: Fat Substitute, Low-fat Cream, Konjac Gum, Apparent Viscosity.

*Corresponding Author: d.jafarpour84@yahoo.com