**مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران**
**سال هفتم، شماره ۵، ویژه‌نامه زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۴۴۸-۴۴۱**

# بررسی خواص مهندسی و بیوفیزیکی پنیرهای فراوری شده تحت تأثیر عوامل مختلف

مسعود دزیانی[۱]، رقیه عزتی[۲]، منصور شاکریان[۳]، فرید عمیدی[۲]، حبیب الله میرزایی[۴]، سید مهدی جعفری[۴]، رضا لاری‌پور هرات[۵]

۱- عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد صوفیان، ایران

۲- عضو هیات علمی گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد صوفیان، ایران

۳- دانشجوی دکتری صنایع غذایی، دانشگاه تهران ، ایران

۴- دانشیار گروه صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

**۵**- نویسنده مسئول: پژوهشکده طب سطحی و زیرسطحی، دانشگاه علوم پزشکی ارتش ، پست الکترونیکی: reza_laripour@yahoo.com

## چکیده

**سابقه و هدف:** بافت پنیر یکی از خواص حسی یا ارگانولپتیکی است که به وسیله حواس بینایی، لامسه و شنوایی درک می‌شود و بنابراین به طور مستقیم به وسیله آنالیز حسی قابل اندازه‌گیری است. ویژگی مکانیکی به صورت عکس‌العمل غذا با نیرویی که در طول مصرف آن(مانند فشردن بین انگشتان، برش و یا جویدن) اعمال می‌گردد، آشکار می‌شود. در این طرح تحقیقاتی، اثر سه نوع نمک امولسیون‌کننده C1 (منو فسفات سدیم، منوسیترات سدیم و هگزا متافسفات سدیم)، C3 (منوفسفات سدیم و منوسیترات سدیم) و C7 (منو سیترات سدیم و هگزا متافسفات سدیم) در سه غلظت مختلف ۲٪، ۲/۵٪ و ۳٪ روی خواص رئولوژیکی و ارگانولپتیکی پنیرهای فراوری شده اندازه‌گیری شد.

**مواد و روش‌ها:** مراحل مختلف تولید در مجتمع صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد و کارخانه فراورده‌های لبنی صالح آمل صورت گرفته است. مواد اولیه مورد استفاده جهت تولید محصول عبارتند از: شیر نمک مایه پنیر نمک‌های امولسیون‌کننده و دستگاه اندازه‌گیری بافت پنیر فراوری شده در این طرح با مخلوط کردن سه نوع پنیر فتای رسیده، لیقوان و پنیر فتای تازه با نسبت ۵۰:۳۰:۲۰ تولید شد. داده‌های به دست آمده با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:**یافته‌ها نشان دادند که نمک‌های امولسیون‌کننده تأثیر معنی‌داری روی خواص رئولوژیکی و ارگانولپتیکی پنیرهای فراوری شده دارند. رئولوژی پنیر تابعی از ترکیبات آن، حالت فیزیکوشیمیایی ترکیبات آن و ذرات دلمه می‌باشد. خواص فیزیکوشیمیایی شامل پارامترهایی مانند میزان توده‌ای شدن چربی، نسبت چربی به روغن، میزان هیدرولیز و قابلیت جذب آب پاراکازئین و میزان جاذبه بین مولکول‌های پاراکازئین می‌باشد. خصوصیات رئولوژیکی پنیر به طور قابل توجهی با نوع و سن تغییر می‌کند.

**نتیجه‌گیری**: در بین این سه نوع امولسیون کننده، نوع C1 بیشترین تأثیر را روی شاخص‌های فوق نشان داد. به طوری که ویژگی‌های مذکور با افزایش غلظت نمک‌های امولسیون‌کننده افزایش یافتند. . امولسیون‌کننده C7 بافتی نسبتاً شل و چسبنده ایجاد نمود. نتایج این بررسی نشان داد که برای تولید پنیر فرآوری شده ورقه‌ای و مالیدنی به ترتیب می‌توان از امولسیون کننده‌های نوع C1 (۳٪) و نوع C7 (۲٪) استفاده نمود.

**واژگان کلیدی:** پنیر فرآوری شده، رئولوژیکی، ارگانولپتیکی، نمک‌های امولسیون کننده

### مقدمه

خواصی از پنیر که در بافت آن شرکت می‌کنند، ممکن است به سه دسته اصلی تقسیم شوند: ۱- مکانیکی ۲- هندسی ۳- سایر خواص. خواص مکانیکی از روی فشاری که به وسیله دندان‌ها، زبان و کام دهان در طول مدت خوردن بر روی پنیر اعمال می‌شود، اندازه‌گیری می‌شود (۱). ویژگی‌های هندسی شامل توزیع اندازه، شکل و جهت ذرات داخل ماده غذایی می‌باشد. خواص دیگر پنیر که در بافت آن مؤثر می‌باشد شامل خصوصیاتی مانند چرب بودن، روغنی بودن و شادابی محصول (که به حضور چربی و آب در آن مربوط می‌شود) می‌باشد. تغییرات فیزیکوشیمیایی متعددی در اجزای ساختمان پنیر در طی رسیدن اتفاق می‌افتد که ناشی از مایه پنیر باقی مانده، میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های آن‌ها و تغییرات در تعادل مواد معدنی بین سرم و پاراکازئین می‌باشند (۲). نوع و میزان تغییرات فیزیکوشیمیایی به نوع و

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-06 ]

ترکیب پنیر و شرایط رسیدن آن بستگی دارد و شامل موارد زیر می‌باشد: ۱- تبدیل لاکتوز باقی مانده به اسید لاکتیک و اسید استیک و اسید پروپیونیک. ۲- هیدرولیز کازئین‌ها به پپتیدهایی با وزن‌های مولکولی متفاوت و اسیدهای آمینه و کاتابولیسم اسیدهای آمینه به آمین‌ها، آلدئیدها، الکل‌ها و آمونیاک. ۳- هیدرولیز تری گلیسریدها به اسیدهای چرب آزاد که ممکن است آن‌ها نیز به کتون‌ها و الکل‌ها تجزیه شوند. ۴- افزایش در آبگیری پاراکازئین در اثر عواملی مانند هیدرولیز آن، افزایش pH پنیر و حل شدن کلسیم متصل به کازئین ۵- توده‌ای شدن گلبول‌های چربی: افزایش مقدار چربی آزاد در طی رسانیدن به علت تورم فیزیکی فاز پروتئینی در داخل فضاهایی است که قبلا توسط چربی اشغال شده بود (۳). این امر باعث نزدیک‌تر شدن گلبول‌های چربی به یکدیگر می‌شود. این تغییرات به تبدیل دلمه تازه به یک پنیر رسیده کمک می‌کنند و به طور قابل توجهی خصوصیات رئولوژیکی، بافت، عطر و طعم آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین یک دوره رسیدن برای همه پنیرهای طبیعی مورد نیاز است (۴).

## مواد و روش‌ها

مراحل مختلف تولید در مجتمع صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد و کارخانه فراورده‌های لبنی صالح آمل صورت گرفته است. مواد اولیه مورد استفاده جهت تولید محصول عبارتند از: ۱- شیر:از شیر پاستوریزه کارخانه صالح آمل استفاده شد که خصوصیات شیر مورد استفاده به قرار زیر می‌باشد: چربی(۳/۴ ٪)، پروتئین(۳/۰۱ ٪)، ۶/۶ - ۷ = pH، دانسیته (۱/۰۲۸ - ۱/۰۳)- اسیدیته (۱۵/۸- ۱۶)، ماده خشک (۱۱/۶ ٪)، ۸/۲ ٪= SNF ۲-استارتر: استارتر TCC- 5 از نوع DVS به صورت خشک شده انجمادی از شرکت Chr- Hansen تهیه شد که شامل استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس می‌باشد. ۳- مایه پنیر: از مایه پنیر قارچی Meito (میتو) با قدرت ۰/۰۱ (یک گرم در صد لیتر شیر) استفاده شد. ۴- نمک: از نمک طعام معمولی جهت تهیه آب نمک استفاده شد. ۵- نمک‌های امولسیون‌کننده: سه نوع نمک امولسیفیه کننده از شرکت Rhodia خریداری شده و دارای مشخصات زیر بود: نمک امولسیون‌کننده C1 مخلوطی از نمک‌های امولسیون‌کننده منوفسفات سدیم، منوسیترات سدیم و هگزامتافسفات می‌باشد، نمک امولسیون‌کننده C3 که مخلوطی از نمک‌های امولسیون‌کننده منوفسفات سدیم و منوسیترات سدیم و نمک امولسیون‌کننده C7 که مخلوطی از نمک‌های امولسیون‌کننده منوسیترات سدیم و هگزامتافسفات می‌باشد. از نمک‌های امولسیون کننده مذکور در سه سطح در تیمارهای مختلف استفاده شد و اثر آن‌ها روی خواص رئولوژیکی و ارگانولپتیکی پنیرهای فراوری شده بررسی شد. ۶- پنیر مورد مصرف در کارخانه فراورده‌های لبنی صالح آمل در تاریخ ۸۲/۲/۱۷ و ۸۲/۵/۱۰ تولید شد. پنیر سوم پنیر لیقوان بود. مشخصات این سه نوع پنیر به شرح ذیل بود: ۱- پنیر فتای آب نمکی تولید ۸۲/۲/۱۷ دارای pH ۴/۷=، چربی۲۶ ٪، ماده خشک ۴۸ ٪، ۲۲ ٪= SNF ۲-پنیر فتای آب نمکی تولید۸۲/۵/۱۰ دارای ۴/۹۵= pH، چربی۲۳ ٪، ماده خشک ۵۰ ٪، ۲۷ ٪= SNF ۳- پنیر لیقوان دارای ۴/۷۲ = p، چربی ۱۸٪، ماده خشک ۵۲/۵٪، ۳۴/۵ = SNF مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمون‌های شیمیایی به طور عمده از شرکت مرک تهیه شد. جهت اندازه‌گیری اسیدیتهٔ شیر از روش حجمی دورنیک استفاده شد. دانسیتهٔ شیر معرف وزن مخصوص مخلوط آب، چربی و مادهٔ خشک بدون چربی می‌باشد. برای اندازه‌گیری دانسیته، شیر با دمای ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد پس از یکنواخت شدن در داخل مزور ریخته شد و ترمو لاکتودانسیمتر در داخل آن رها شد. مجدداً آن‌قدر شیر اضافه شد تا کاملاً پر و از آن لبریز شد. در وضعیت ثابت و ساکن، درجه‌ای از آن که هم تراز با سطح شیر بود یادداشت شد. جهت اندازه‌گیری درصد چربی شیر از روش حجمی ژربر استفاده شد. برای اندازه‌گیری pH شیر از استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ استفاده شد. مطابق فرمول فلایشمن با در دست داشتن دانسیته و درصد چربی شیر، مادهٔ خشک شیر تعیین شد. آزمون‌های شیمیایی پنیر فتا: برای تعیین میزان رطوبت از استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۵۳ استفاده شد. برای سنجش PH از استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ استفاده شد. اندازه‌گیری pH با استفاده از روش مستقیم فرو کردن الکترود دستگاه به داخل بافت پنیر صورت گرفت. چربی پنیر با استفاده از روش استاندارد ژربر تعیین شد. ماده خشک پنیرهای فراوری شده با استفاده از آون در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. چون در طول زمان تغییر معنی‌داری در ماده خشک پنیرهای فراوری شده مشاهده نشد، لذا از بررسی آن در تجزیه و تحلیل آماری صرف نظر کردیم. چربی پنیر فراوری شده با استفاده از روش استاندارد ژربر تعیین شد. اندازه‌گیری pH با استفاده از روش مستقیم

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-06 ]

فرو کردن الکترود دستگاه به داخل بافت پنیر صورت گرفت. ۱- pH سنج متر EYELA مدل pHM- 2000 ساخت ژاپن. ۲- آون Heraeus مدل ۲۰۰۰ -Fs ۳- پاستوریزاتور صفحه‌ای ۴- دستگاه پخت پنیر فراوری شده (Steam Jacket Kettle) ۵- هموژنایزر (همگن‌ساز) ۶-دستگاه بافت سنج مدل QTS ساخت انگلیس که توسط آن شاخص‌هایی رئولوژیکی پنیرهای فراوری شده اندازه‌گیری شد. برای تعیین خصوصیات رئولوژیکی پنیرهای فراوری شده، از پنیرهای تولیدی نمونه برداری شد. ضخامت نمونه‌ها ۱ تا ۲ سانتی‌متر انتخاب شد و ابعاد نمونه‌ها ۳×۳ در نظر گرفته شد. ابتدا دستگاه بافت سنج با سیستم اندازه‌گیری ۰/۵ تا ۷ کیلوگرم و پروب توپر استوانه‌ای شکل به قطر ۱/۳ سانتی‌متر و طول ۱۰ سانتی‌متر جهت فرو بردن در نمونه با سرعت ۲۰۰ میلی متر در دقیقه کالیبره شد. سپس فک ثابت و متحرک جهت اندازه‌گیری سفتی به دستگاه متصل شدند. نمونه مکعبی در صفحه ثابت قرار گرفت و برنامه مورد لزوم به نرم افزار دستگاه داده شد. در این آزمایش حد ثابت فرو رفتن فک متحرک در نمونه به دستگاه داده شد و سپس نیروی لازم جهت فرو رفتن فک متحرک به داخل نمونه تا عمق ثابت برنامه ریزی شده در دستگاه به صورت عدد در صفحه دیجیتال نمایش داده می‌شود. برای اندازه‌گیری دیگر خصوصیات پنیرهای فراوری شده باید نوع پروب را تغییر دهیم چون نوع آزمایش فرق می‌کند. در این حالت از پروب توپر استفاده نخواهد شد بلکه از پروبی که عمل Compresion را بتواند انجام دهد استفاده می‌کنیم. برنامه مورد لزوم به نرم افزار دستگاه داده شده و دستگاه به صورت اعدادی جواب آزمایش را به ما نشان می‌دهد و منحنی‌های مربوطه را رسم می‌نماید.

## یافته‌ها

در این تحقیق سه نوع پنیر شامل ۱- پنیر فتای تازه به میزان ۵۰٪ ۲- پنیر لیقوان ۳۰٪ ۳- پنیر فتای رسیده ۲۰٪ برای تولید پنیر فرآوری شده مورد استفاده قرار گرفت. خواص رئولوژیکی از طریق اعمال نیروی ثابت روی نمونه پنیر تحت شرایط آزمایشی تعیین می‌شود. ارتباط بین نیرو و تغییر شکل ممکن است با استفاده از اصطلاحات رئولوژیکی متعددی شامل ضریب فشردگی، ضریب کشسانی و سفتی توصیف شود. رفتار پنیری که در معرض نیرو قرار می‌گیرد به وسیله اصطلاحاتی مانند سختی، سفتی، قابلیت ارتجاعی، تردی و چسبندگی توصیف می‌شود. خواص رئولوژیکی پنیر از نظر تولید کننده و مصرف کننده‌ها حائز اهمیت می‌باشد. رئولوژی پنیر تابعی از ترکیبات آن، حالت فیزیکوشیمیایی ترکیبات آن و ذرات دلمه می‌باشد. خواص فیزیکوشیمیایی شامل پارامترهایی مانند میزان توده‌ای شدن چربی، نسبت چربی به روغن، میزان هیدرولیز و قابلیت جذب آب پاراکازئین و میزان جاذبه بین مولکول‌های پاراکازئین می‌باشد. خصوصیات رئولوژیکی پنیر به طور قابل توجهی با نوع و سن تغییر می‌کند.

عموماً نمونه‌های مکعبی شکل به استرس بیشتری از نمونه‌های استوانه‌ای برای فشرده شدن نیاز دارند. افزایش درجه حرارت نمونه باعث کاهش مدول الاستیسیته و سفتی می‌شود که این به مایع شدن فراکسیون چربی نسبت داده می‌شود که باعث روان شدن سطوح شکستگی می‌شود. طبیعت ویسکوالاستیک پنیر که نسبت خواص الاستیک به ویسکوز آن را بیان می‌کند با توجه به زمان فرق می‌کند. در زمان‌های کوتاه اعمال نیرو، پنیر اساساً یک ماده الاستیک است در حالی که پس از یک زمان طولانی پنیر جریان می‌یابد. گرچه در مورد پنیرهای سفت این تغییرات بسیار آهسته صورت می‌گیرد. در هر حال حتی پنیرهای سفت در نهایت جریان پیدا می‌کنند. نمک امولسیون‌کننده C1 در سطح ۳٪ دارای بالاترین و نمک امولسیون‌کننده C7 در سطح ۲٪ دارای کمترین اثر بر سختی می‌باشد. دلیل آن افزایش pH با افزایش مقدار نمک‌امولسیون‌کننده و ایجاد بالاترین pH در حضور نمک امولسیون‌کننده C1 می‌باشد. از آن‌جا که نمک امولسیون‌کننده C1 مخلوطی از نمک‌های امولسیون‌کننده منوفسفات سدیم، منوسیترات سدیم و هگزامتافسفات می‌باشد، نسبت به نمک امولسیون‌کننده C3 که مخلوطی از نمک‌های امولسیون‌کننده منوفسفات سدیم و منوسیترات سدیم و نمک امولسیون‌کننده C7 که مخلوطی از نمک‌های امولسیون‌کننده منوسیترات سدیم و هگزامتافسفات می‌باشد بهتر عمل کرده و بافت سخت‌تری حاصل نموده است.

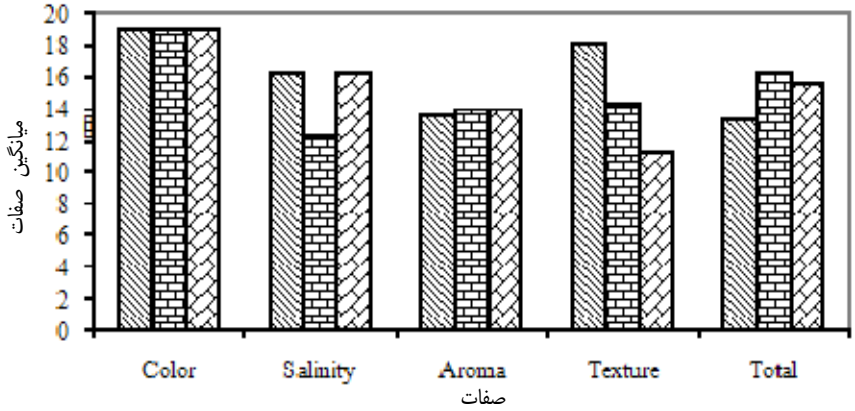
## بحث

تصمیم‌گیری در مورد بهتر بودن یا نبودن این نمک‌های امولسیون کننده‌ها به نوع پنیر فراوری شده بستگی دارد. اگر بخواهیم پنیر فراوری شده نوع ورقه‌ای تولید کنیم، سختی صفت خوب و مطلوبی می‌باشد و اگر خواسته باشیم پنیر فراوری شده نوع مالش پذیر تولید کنیم سختی خاصیتی مضر بوده و بافت نرم و مالش پذیر مطلوب خواهد بود. سه

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-06 ]

نوع نمک امولسیون ساز یکی منوفسفات و دیگری پلی فسفات و پلی فسفات سیترات در صنعت پنیر سازی کاربرد پیدا کرده‌اند. اولین و مهمترین خاصیت یک نمک امولسیون ساز قدرت آن در محلول‌سازی کازئین است، با این عمل سل یک نواختی بوجود می‌آید. نقش دوم این مواد این است که کازئین را پپتیزه کند، بنابراین امولسیون و سوسپانسیون پایداری تشکیل می‌شود.(۵و۶) از دو مولکول دی سدیم منوفسفات (Na 2 HPO 4) یک مولکول تترا سدیم دی فسفات (فسفات خنثی) از طریق خارج شدن یک مولکول آب به دست می‌آید. با توجه به ترکیب شیمیایی نمک‌های امولسیون کننده، مشخص می‌شود که ترکیب نمک‌های امولسیون کننده منوسیترات سدیم، هگزامتافسفات و منوفسفات سدیم بهتر از ترکیب مخلوط منوسیترات سدیم و منوفسفات سدیم یا منوسیترات سدیم و سدیم هگزامتافسفات در جهت افزایش pH و سفتی عمل می‌کند. پس اگر خواسته باشیم پنیر مالش پذیر داشته باشیم استفاده از مخلوط نمک‌های امولسیون کننده منوسیترات سدیم و سدیم هگزامتافسفات پیشنهاد می‌شود و در مورد پنیرهای ورقه‌ای، مخلوط نمک‌های امولسیون کننده منوسیترات سدیم، سدیم هگزامتافسفات و منوفسفات سدیم پیشنهاد می‌شود (۱۰-۷). با افزایش نسبت چربی مایع، چربی بیشتر مانند یک سیال رفتار می‌کند. به طوری که خواص ویسکوز آن بیشتر از خواص الاستیسیته آن می‌باشد. علاوه بر این چربی مایع به عنوان یک روان ساز روی سطوح شکستگی شبکه کازئین عمل می‌کند و بنابراین نیروی لازم برای شکستن شبکه را کاهش می‌دهد. عموماً افزایش در مقدار چربی با کاهش میزان پروتئین و رطوبت و هم چنین کاهش نیروی لازم جهت شکستگی و سفتی همراه است. جزء سوم عمده در پنیر رطوبت است که به عنوان پلاستیسایزر در شبکه پروتئینی عمل می‌کند (۱۳-۱۱). بنابراین الاستیسیته بافت پنیر را کاهش داده و آن را به شکستگی در برابر فشار مستعدتر می‌کند. بنابراین افزایش در رطوبت پنیر منتج به کاهش در مدول الاستیسیته (E)، تنش تسلیم و سفتی می‌شود. از عوامل دیگری که خواص رئولوژیکی پنیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد pH می‌باشد. افزایش در pH محدوده ۵ تا ۵/۲ هم مدول الاستیسیته (E) و هم نیروی لازم جهت شکستن را کاهش می‌دهد (۱۶-۱۴). برای انجام ارزیابی حسی، نمونه‌های تهیه شده توسط سه نوع نمک امولسیون‌کننده (C1، C3 و C7) در سه غلظت متفاوت (۲٪، ۲/۵ ٪ و ۳٪) از لحاظ ویژگی‌هایی نظیر رنگ، طعم (شوری)، بافت، عطر و بو و پذیرش کلی، توسط تیم چشایی مورد ارزیابی قرار گرفتند، که نتایج حاصله در بخش‌های زیر ارائه شده‌اند. همان‌طور که از شکل ۴ نیز برمی‌آید در مورد عطر و بو و رنگ تفاوتی بین میانگین نمک‌های امولسیون‌کننده مشاهده نشد. در مورد بافت، نمک امولسیون‌کننده C1 دارای بالاترین میزان میانگین بوده و نمک امولسیون‌کننده C7 دارای کمترین میزان بود. در مورد شوری، نمک امولسیون‌کننده C7 دارای بالاترین میزان بوده و نمک‌های امولسیون‌کننده C1 و C3 فرقی با هم نداشتند.

همان‌طور که از شکل ۱ برمی‌آید در مورد صفت رنگ , میانگین میزان نمک‌های امولسیون‌کننده در سطوح ۲٪ ، ۲/۵ و ۳٪ برابر بوده و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نمی‌شود. در مورد صفت شوری ، سطح ۲٪ دارای بالاترین شوری و سطح ۲/۵ ٪ و ۳٪ دارای کمترین شوری بود. . به عبارتی می‌توان گفت هر چه نمونه ما سفت‌تر باشد طعم شوری در آن کمتر است. بنابراین می‌بینیم که شوری در سطح ۲٪ بیشتر از سایر موارد است.

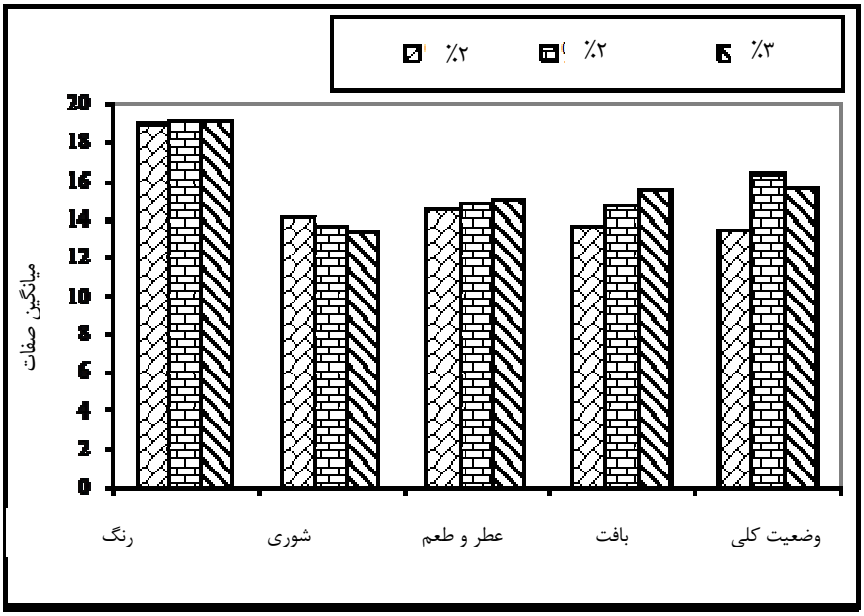



**شکل ۱.** میانگین مقایسه حسی در مقایسه با نوع نمک‌های امولسیون کننده

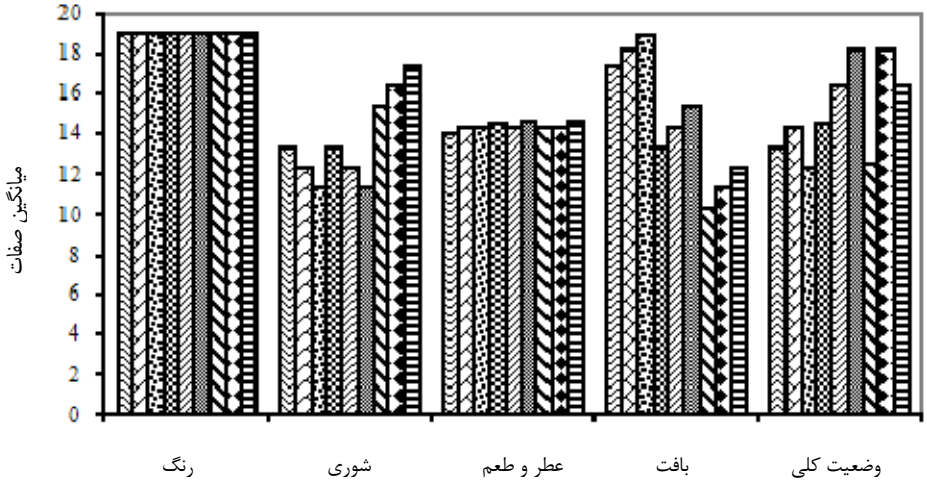
[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-06 ]

در مورد بافت، سطح ۳٪ دارای بیشترین میانگین و سطح ۲٪ دارای کمترین میانگین می‌باشد. همان‌طور که قبلاً نیز در مورد سفتی بحث شد، با افزایش میزان نمک‌های امولسیون‌کننده، سفتی نیز افزایش می‌یابد. در مورد آروما، سطح ۲٪ دارای کمترین مقدار میانگین و سطوح ۲/۵ ٪ و ۳٪ دارای بیشترین میزان میانگین و با هم برابرند.

میانگین صفات حسی در حضور انواع نمک‌های امولسیون‌کننده و سطوح مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که از شکل بر می‌آید , در مورد رنگ، بین انواع نمک‌های امولسیون‌کننده و سطوح آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. البته با افزایش مقدار نمک‌های امولسیون‌کننده سفتی افزایش می‌یابد.




**شکل ۲.** میانگین صفات حسی در اثر سطوح نمک‌های امولسیون کننده




**شکل ۳.** مقایسه میانگین صفات حسی در مورد اثرات متقابل نمک‌های امولسیون‌کننده در سطوح آن‌ها

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-06 ]

واکنش خامه‌ای شدن پنیر فرآوری شده را می‌توان با تغییر در پروفیل ویسکوزیته، بررسی کرد. پروفیل ویسکوزیته را می‌توان با استفاده از برش پنیر فرآوری شده تحت برش کم اما مداوم با استفاده از یک رئومتر اندازه‌گیری کرد. نشان داده شد که این تغییر در پروفیل ویسکوزیته طی پخت هم در سیستم‌های مدل عاری از چربی و هم در فرمولاسیون معمولی رخ می‌دهد. این نشان داد که واکنش خامه‌ای شدن اساساً یک فعل و انفعال براساس پروتئین بوده که با یا بدون حضور چربی رخ می‌دهد (۱۹-۱۷). تحقیقی در مورد استفاده ازرتینتیت اولترافیلتره سریع رسیده شده در تولید پنیر فراوری شده مالیدنی صورت گرفت. مطالعه اولیه برای بررسی مؤثر بودن برخی از مواد رساننده در تسریع تولید طعم در ریتنتیت صورت گرفت. نتایج نشان داد که طعم باکیفیت خوب را می‌توان با استفاده از ترکیبی از ۰/۰۵ ٪ سدیم دود سیل سولفات (SDS) و ۰/۰۰۵٪ از محلول لیپاز تجاری پس از انکوباسیون در ۳۲°C به مدت ۵ روز به دست آورد. پنیر رسیده مورد استفاده برای تولید پنیر فرآوری شده مالیدنی توسط ریتنتیت تیمار شده با SDS-لیپاز در سطوح ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰٪ جایگزین شد. پنیر فراوری شده تولیدی به مدت ۳ ماه در دمای یخچال (°C ۸-۵) یا دمای اتاق (C□ ۲۰-۵) ذخیره شدند. نتایج نشان داد که افزایش مقدار جایگزینی پنیر رسیده با ریتنتیت، باعث افزایش میزان آب در پنیر فراوری شده مالیدنی خواهد شد. اما این تیمار، چربی، نمک یا میزان pH محصول تولیدی را زیاد تحت تأثیر قرار نداد. مقدار نیتروژن محلول، نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) و اسیدهای چرب فرار در پنیر فراوری شده مورد آزمایش، نسبت به نمونه‌های کنترل خیلی بالاتر بود. پنیر فراوری شده مالیدنی حاوی ریتنتیت‌های سریع رسانیده شده، دارای خواص ذوب شوندگی خوبی بودند. جایگزین بیش از ۸۰٪ از پنیر راس رسیده با ریتنتیت تیمار شده با SDS – لیپاز، محصولی با طعم، قوام، و رنگی بهتر به نمونه‌های کنترل تولید کرد (۲۲-۲۰). در مورد شوری تیمارهای حاوی نمک امولسیون‌کننده C7 با سطح ۲٪ و ۲/۵٪ دارای بالاترین میزان شوری است و کمترین میزان شوری در تیمار حاوی نمک امولسیون‌کننده C1 با سطح ۳٪ مشاهده می‌شود. از آن‌جا که نمک امولسیون‌کننده C7، کمترین میزان سفتی را به وجود می‌آورد، می‌بینیم که مقادیر بالای مصرف آن باعث کاهش شوری نمی‌شود زیرا در حضور مقادیر بالا از این نمک امولسیون‌کننده هنوز بافت شل بوده و نمک به راحتی حل شده و شوری بروز می‌کند. در مورد آروما اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نمی‌شود.

## References


1. Chevanan N, Muthkumarppan K. Effect of calcium and phosphorus, residual lactose, and salt-to-moisture ratio on the melting characteristics and hardness of cheddar cheese during ripening. J Food Sci 2007; 72(4): 168-76
2. Emmons DB, et al. Milk gel structure, x. Texture and microstructure in Cheddar cheese made from whole milk and from homogenized low fat milk. J. of Tex Stu. 1980;11:15–34.
3. Fenelon MA, O'Connor P, Guinee TP. The effect of fat content on the microbiology and proteolysis in cheddar cheese during ripening. J Dairy Sci. 2000; 83:2173–83.
4. Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, Mc Sweeney PL H. Fundamentals of Cheese Science, Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, MD. 2000.
5. Guinee TP, Caric M, Kalab M. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. In: Fox PF, editor. Cheese: chemistry, physics and microbiology. Volume 2: major cheese groups. 3rd ed. London, U.K.: Elsevier Applied Science. 2004; P 349–394
6. Gupta VK, Reuter H. Firmness and melting quality of processed cheese foods with added whey protein concentrates. Lait 1992; 73: 381-388.
7. Kalab M, Yun J, Yiu SH. Textural properties and microstructure of process cheese food rework. Food Mic. 1987; 6:181–192.
8. Keshani S, Chuau L, Nourouzi MM, Russly AR, Jamilah B. Optimization of concentration process on pomelo fruit juice using response surface methodology (RSM). Int Food Res J 2010; 17:733−742.
9. Kichline TP, Scharpf LG. inventors; Monsanto Company, assignee Preparation of process cheese. St. Louis, Mo. U.S. patent. 1969; 3:635-733.
10. Kindstedt PS. Mozzarella and pizza cheese. In P. F. Fox (Ed.), Cheese: Chemistry, physics and microbiology. London: Else. 1993; 2:337–362.
11. Kindstedt PS, Rippe JK. Rapid quantitative test for free oil (oiling off) in melted Mozzarella cheese. J.of Dairy Sci. 1990; 73: 867–873.


[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-06 ]

12. Lefevere I, Dewettinck K, Huyghebaert A. Cheese fat as driving force in cheese flow upon melting. Milchwiss. 2000; 55:563–566.

13. Meyer A. Processed cheese manufacture. London: Food Trade Press. 1973.

14. Mistry VV. Low fat cheese technology. In. Dairy J. 2001;11:413–422.

15. Olson NF, Vakaleris DG, Price WV. Acidity and age of natural cheese as factors affecting the body of pasteurized process cheese spread. J. Dairy Sci. 1958; 41:1005–1116.

16. Rayan AA, Kalab M, Ernstrom CA. Microstructure of Processed Cheese. Scan Electron Micr.. 1980;3:635–643.

17. Tatsumi K, Nishiya T, Ido K, Kawanishi G. Effects of heat treatment on the meltability of processed cheese. J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol. 1991;38: 102–106.

18. Lee S. K, Buwalda. R. J. Euston, S. R. Foegeding, E. A. Mckenna A. B. Chafes in The Rheology and Microstructure of Processed Cheese During Cooking. Lebensm. Wiss. U. - Technol. 2003 .

19. Lee S. K , Klostermeyer.H. The Effect of pH on The Rheological Properties of Reduced - Fat Model Processed Cheese Spreads, Lebensm. - Wiss. U. - echnol. 2001.

20. Templeton, H. L., Sommer, H. H.. Factors affecting the body and texture of processed cheese. J. Dairy Sci. 1932.

21. Thomas, M. A.. Browning reaction in Cheddar cheese. Aust. J. Dairy Tec. 24:185–9.

22. Wang, H. H., and Sun, D. W. 2004. Evaluation of Oiling off property of cheese with computer vision: Correlation with fat ring test. J. of Food Eng. 1969.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-06 ]

# Physical and biophysical of processed cheese

*Dezyani M[1], Ezzati R[2] , Shakerian M[3], Amidi F[2], Mirzaei H[4] , Jafari SM[4], Laripour Harat R[*5]*

*1- Academic member, Dept. of Food Science & Technology, Islamic Azad University, Soofian Branch, Iran*

*2- Academic member, Dept. of Food Science & Technology, Islamic Azad University, Soofian Branch, Iran*

*3- PhD Student of Food Science, University of Tehran, Iran*

*4- Associate Prof, Dept. of Food Science Industries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran*

*5- *Corresponding author: Aquatic and Subaquatic Research Center, Army University of Medical Siensece, Iran, Email: reza_laripour@yahoo.com*

## Abstract

**Background and Objective:** Processed cheese is a product that gain from mixture of several kind Natural cheese with different degrees ripening, this product gain with help of proper emulsifying agents. just as the investigation of results shows, the Emulsifiers salts have significant effect on Rheological, organoleptical and physicochemical of processed cheese

**Materials and Methods:.** In this study, the effects of three kinds of Emulsifieres salts such as $C_1$ (monophosphate sodium, mono citrate sodium, Hexa metaphosphat sodium) ,$C_3$ (monophosphate sodium and mono citrate sodium) and $C_7$ (mono citrate sodium, Hexa meta phosphate sodium) in three different concentration %3 , %2. 5, %2 measured.

**Results:** In this investigation these measurements has done on rheological characteristic such as firmness, hardness, adhesiveness, cohesiveness, gumminess, chewiness and springiness. Also, with adding the emulsifying agents the pH changes estimated. In this design the processed cheese produced with mixture of two kind of feta and Light van chesse with respect of 50:30:20. The gaining data of factorial trail analyzed in design. The findings show that the emulsifiers salts have significant effects on rheological effect of processed cheese.

**Conclusion:** Among these three kinds emulsifiers, the $C_1$ type has most effect on Firmness, Hardness, cohesiveness, chewiness, Gumminess and springiness indications. So that the mentioned characteristics increase with increase of emulsifiers salt concentration and with respect it the values of pH increase. The emulsifier type $C_1$ has soft and adhesive texture. We observed the high indicator of adhesive with emulsifier $C_7$. The results showed that for producing processed sliceable and spreadable cheese we can use $C_1$(3%), $C_7$(2%) emulsifier.

**Keywords:** Processed cheese , Emulsifier salts , Rheological

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-06 ]