(مقاله پژوهشی)

ارزیابی ویژگی‌های بافتی و حسی پنیر پیتزای فرایند شده رژیمی برپایه نشاسته اصلاح شده و نمک حاصل از جلبک دریایی

مطهره نصیری[۱]، حمید توکلی‌پور[۲*]، شیلا صفائیان[۳]، رضوان‌موسوی ندوشن[۴]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، واحدتهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

۳-گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴-گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۹

DOI:10.30495/jfst.2021.1927399.1715

چکیده

پنیرپیتزا حاوی مقادیر زیادی از اسید های چرب اشباع،کلسترول بالا و نمک سدیم می باشد که ممکن است برای سلامتی افراد به ویژه بیماران قلبی- عروقی مضر باشد. لذا با توجه به ویژگیهای تغذیه ای و سلامتی، اصلاح معایب آن امری ضروری به نظر می‌رسد .در این پژوهش به بررسی اثراستفاده از نشاسته اصلاح شده سیب زمینی به عنوان جایگزین چربی لبنی درسه سطح (۳، ۲و ۱٪) و نمک حاصل از جلبک دریایی در۴ سطح (۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸) در فرمولاسیون پنیر پیتزای فرایند شده پرداخته شد. ویژگی‌های حسی، تحلیل نمایه بافت و ریز ساختار پنیر پیتزای حاصل مورد بررسی قرارگرفت. نتایج نشان داد با کاهش استفاده از نشاسته و افزایش میزان نمک حاصل‌ازجلبک دریایی‌سختی، صمغیت، برگشت پذیری و چسبندگی افزایش یافت. با کاهش میزان نشاسته اصلاح شده در فرمولاسیون پنیر پارامترهای انسجام و نیروی شکست کاهش یافت. همچنین بررسی میزان نمک حاصل ازجلبک دریایی در فراورده نشان داد افزایش یا کاهش نمک بر روی پارامترهای نیروی شکست، انسجام و کشش تاثیر معنی‌داری نداشت. با افزایش استفاده از جایگزین چربی بافت نمونه منسجم تر شده و میزان فضاهای خالی سیاه کمتر شد. بررسی ویژگی‌های حسی پنیرها نیز نشان دادکه پنیرتولیدشده با ۲۰٪ خامه+۱٪ نشاسته و پنیر محتوی ۱۰٪ خامه و ۲٪ نشاسته دارای نمره مقبولیت بالاتری از دیدگاه ارزیابان بودند. و مقادیر مختلف نمک جلبک دریایی در فراورده از لحاظ نمره ارزیابی حسی اختلاف معنی داری باهم نداشتند.

واژه‌های کلیدی: پنیر پیتزای فرایند شده ، نمک جلبک دریایی، تحلیل نمایه بافت ، جایگزین چربی،ارزیابی حسی.

* مسئول مکاتبات: h.tavakolipour@gmail.com

۱-مقدمه

مصرف محصولات لبنی پرچرب مثل پنیر پیتزا با مشکلات مهم تغذیه ای همراه بوده که از مهم ترین‌آن می توان به دارا بودن کلسترول و چربی اشباع زیاد اشاره کرد. چربی‌های اشباع درپنیر پرچرب موجب افزایش غلظت کلسترول تام وکلسترول بادانسیته‌پایین یا اصطلاحا کلسترول بد[1]شده و در ایجاد بیماری های قلبی عروقی در انسان نقش بسزایی دارند (۲۴).مصرف اسیدهای چرب اشباع به عنوان یک عامل خطر در بیماری های قلبی‌عروقی مطرح می باشد و ازآن جایی که درهر۱۰۰گرم پنیر پیتزا ۴ گرم اسید چرب اشباع وجود داردکه معادل ۲۲ درصد مقدار توصیه شده روزانه می باشد، باید در مصرف آن احتیاط نمود. ازطرفی پنیرپیتزا حاوی مقادیر قابل توجهی سدیم هم می باشدکه تقریباً تأمین‌کننده ۳۳ درصد سدیم مورد نیاز روزانه می باشد و در واقع از نظرتأمین عوامل خطرساز برای سلامتی بسیار قابل توجه تر از عوامل مؤثر برسلامتی می باشد (۲۶و ۲۸).به دلیل گسترش بیماری‌های مرتبط با چربی اشباع، از جمله بیماری قلبی- عروقی و چاقی، امروزه تقاضای روز افزونی برای فرآورده های لبنی کم‌چرب یا با ترکیب چربی اصلاح شده و کم نمک یا نمک جایگزین وجود دارد تا ضمن تامین نیازهای غذایی از خطرات ناشی از کلسترول و چربی مصون بمانند (۸). نمک حاصل از جلبک دریایی دارای میزان بالایی از پتاسیم و منیزیم و مقدار کمی سدیم می‌باشد و با وجود دارا بودن مقدارکم‌سدیم طعم محصول حفظ می‌شود(۳۵). لذا به عنوان جایگزین مناسبی برای نمک سدیم در فراورده های‌غذایی با سدیم کاهش یافته می‌تواند به‌کاررود. تقاضای مصرف محصولات سالم و متعادل از نظر تغذیه‌ای منجر به گسترش تعدادی از محصولات پنیر کم‌چرب و کم نمک در بازار مصرف شده است. اما طعم، مزه، خواص حسی و بافتی این پنیرها مطلوب و مورد پسند مصرف‌کنندگان نبوده و تحقیقات زیادی برای بهبود این معایب در حال انجام می باشد، چرا که چربی و نمک نقش مهمی در خواص حسی،بافتی و طعم پنیردارد.کاهش چربی در بیشتر موارد نواقصی درکیفیت پنیر ایجاد می کند و تولید پنیرکم چرب با ویژگی‌های نزدیک به انواع اصلی پر چرب، کاردشواری‌است. پنیرهای کم چرب اغلب به عنوان پنیرهایی سفت، لاستیکی و بدرنگ شناخته می شوند. تلخی و بد طعمی‌ازدیگرمعایبی‌است‌که ممکن است مشاهده گردد(۴).در سال‌های اخیر، مطالعات بسیاری در خصوص تولید پنیرهای کم‌چرب‌که‌ویژگی‌های مشابه انواع پرچرب را نشان دهند، صورت گرفته است. تولید پنیرهای چرب نرم نسبت به انواع سخت از توفیق بیشتری برخوردار بوده است (۳۲). یکی از معمول‌ترین روش‌های تولید پنیرهای کم‌چرب، استفاده از جایگزین‌های چربی است (۳۳). جایگزین‌های چربی ماتریس کازئین را در پنیر تغییر می دهند. آن‌ها به شیر اضافه می‌شوند و با شبکه کازئین ارتباط برقرار نمی‌کنند اما فضاهایی را پر می‌کنندکه در محصول پرچرب توسط مولکول‌های چربی اشغال شده است. آن‌ها معمولاً هنگامی استفاده می‌شوند که کاهش چربی۵۰٪یا بیشتر باشد واین مواد معمولاً نشاسته‌ای یا موادپروتئینی آب پنیر دناتوره شده هستند(۲۱). Bi و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر جایگزینی چربی با اینولین یا نشاسته مقاوم را بر روی خصوصیات‌عملکردی پنیر موزارلای تقلیدی در محدوده وزنی۰-۱۲٪ مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن ها نشان داد استفاده از یکی از این دو ترکیب به عنوان جایگزین چربی در غلظت ۷/۲ ٪ تاثیر مثبتی بر خصوصیات پنیر موزارلای تقلیدی داشت (۷). Noronha و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر۴ نوع نشاسته درسطوح‌مختلف را بر خصوصیات عملکردی پنیرهای تقلیدی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن ها نشان داد نشاسته‌های پیش ژلاتینه شده و طبیعی، باد کرده و پیوستگی ماتریس پروتئینی را از بین بردند. ولی نشاسته های مقاوم و مومی به عنوان ذرات کوچک‌پراکنده درماتریس پروتئینی باقی ماندند وطی فراوری پنیرتقریبا بدون تغییر باقی‌ماندند. افزایش محتوای نشاسته باعث کاهش نرمی پنیر شد و سیالیت آب کاهش پیدا کرد (۳۴). مونسی و همکاران (۲۰۰۷) ویژگی‌های رئولوژیکی، بافتی و

1- LDL

فیزیکوشیمیایی پنیر تقلیدی حاوی نشاسته طبیعی(با سطح آمیلوز ۲/۵، ۱۵ و ۲۸ درصد) و نشاسته اصلاح شده برنج را موردارزیابی‌قراردادند.براساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی، اندازه‌گلبول‌های چربی‌نمونه حاوی ۱۵ درصد نشاسته آمیلوزی در مقایسه با نمونه شاهد حاوی ۲۴/۵ درصد کازئین رنتی کوچکتر بوده و خاصیت امولسیون شدن بیشتری داشت. هردو نوع نشاسته به طورمعنی‌داری قابلیت ذوب پنیر را کاهش دادند (۳۰). Grummer و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که جایگزینی نمک سدیم با پتاسیم کلراید در پنیر چدار نتایج موفقیت‌آمیزی به همراه داشت (۱۲). در زمینه تولید پنیر فرایند شده کم‌چرب با جایگزینهای چربی مطالعات متعددی صورت گرفته است. ولی در خصوص تاثیر همزمان کاهش چربی و کاهش یا حذف نمک سدیم در پنیر مطالعات اندکی صورت گرفته است. بر این اساس هدف پژوهش حاضر، تولید پنیر پیتزای فرایند شده رژیمی با جایگزینی نشاسته اصلاح شده و نمک حاصل از جلبک دریایی بر ویژگی های بافتی و حسی پنیر حاصل می باشد.

۲-مواد و روشها

۲-۱-مواد

موادمصرفی‌شامل‌شیرتازه‌گاو،کلریدکلسیم‌پودری (FIC،چین)، آنزیم‌میکروبی‌رنین‌بافعالیت‌imcu/g3600 (valiren،ترکیه)، نشاسته اصلاح شده سیب زمینی به عنوان جایگزین چربی (Lyckeby،هلند)، ریکوتا (شرکت ۹۵۹۵، ایران)، نمک دریایی (lo dalt، انگلستان)، تری سدیم سیترات (TTCA، چین)، کازئینات سدیم(Alinda، یونان)، سدیم‌تری‌پلی‌فسفات (MEGGLE، انگلستان)، نشاسته اصلاح شده با– E1442 E1450 (Lyckeby، هلند) به عنوان پرکننده و طعم‌دهنده خامه (nactis، فرانسه) بودند.

۲-۲-روش تولید پنیر

شیرازمخازن بعد از پیش‌گرم شدن وارد سپراتورشده و با توجه به نیازمحصول نهایی‌مقدار و یا تمامی‌چربی از شیرجدامی‌شود و سپس خامه حاصله و شیر به صورت جداگانه جهت از بین بردن‌کلیه میکروارگانیسم های بیماری‌زا پاستور می‌شود. بعد از انجام فرآیندچربی‌گیری ازشیروپاستوریزاسیون، شیر با حرارتی پایین‌ترازدمای‌پاستور، به درون مخازن مخصوص انعقاد ،جهت تولید پنیراولیه انتقال می‌یابد. سپس پنیر به خوبی‌آسیاب و در دمای زیر صفر نگهداری گردید. ترکیبات تشکیل‌دهنده پنیر پیتزای فرایند شده شامل پنیر اولیه،پنیر ریکوتا، نشاسته اصلاح شده سیب‌زمینی‌جایگزین‌چربی‌شیر،تری سدیم سیترات ونمک جلبک دریایی به مدت ۴۰ دقیقه باهم مخلوط شدند (۲۲).

۲-۳-تحلیل نمایه بافت

به منظور بررسی‌ویژگی‌های‌بافتی‌پنیر پیتزای فرایند شده آزمون TPAبااستفاده ازدستگاه اندازه‌گیری بافت (Stable Micro System، مدل PLUS.XT.TA، ساخت انگلستان) انجام پذیرفت. قبل از انجام آزمایش، نمونه های پنیر به ابعاد مساوی ۳×۳×۲ سانتیمتر برش زده شدند و به مدت ۱ ساعت دردمای محیط(۲۰°C) برای رسیدن به دمای ثابت نگهداری‌گردیدند. در این‌آزمون پروب آلومینیومی استوانه ای با قطر۵mm و سرعت پیشانی و حرکت آزمون ۱ mm بر ثانیه مورد استفاده قرار گرفت. در تمامی نمونه ها پروب تا ۵۰ درصد از ارتفاع نمونه (۱ سانتی‌متر) پایین رفته و ویژگی های بافت نمونه های پنیر از جمله چسبندگی، سختی، صمغی بودن، انسجام، برگشت‌پذیری، نیروی شکست، چقرمگی، الاستیسیته و قابلیت کشش مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۷).

۲-٤-ریزساختار

تصاویرمیکروسکوپ‌الکترونی‌نمونه‌های۱۰٪، ۲۰٪و۳۰٪ چربی و نمونه فاقد چربی ودارای ۳٪ نشاسته در شکل ۱ ارائه گردیده است. از آن‌جایی‌که افزایش و کاهش محتوای نمک نمونه ها بر روی پارامترهای شیمیایی و رئولوژیکی محصول تاثیر گذار است لذا میانگین میزان نمک یعنی ۰/۴ ٪ برای کلیه تیمارهایی که مورد آزمون ریز ساختار بر اساس روش Madadlou و همکاران (۲۰۰۷) قرار گرفتند، انتخاب شد (۲۷). نمونه ها به

مدت ۶ دقیقه با استفاده از دستگاه اسپاترکوتر(مدلA450X، شرکت EMITECH،ساخت‌انگلیس)طلاافشانی‌شدند. عکس نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی[1](مدل XMU VEGA\\TESCANشرکتTESCAN، جمهوری چک)، با جریان ۳کیلو ولت و با بزرگنمایی ۱۰۰۰ گرفته شد (۲۰).

۲-۵-ارزیابی حسی

درخصوص‌آزمون حسی، نمونه ها به طور تصادفی رمزگذاری و به‌مدت۳۰دقیقه‌دردمای اتاق قرار گرفتند تا به تعادل دماییبرسند به طوری‌که دمای نمونه ها به ۶۰ °C رسید و سپس توسط‌یک‌گروه۱۰ نفره خانم وآقای آموزش دیده در محدوده سنی ۲۵ تا ۳۵ ارزیابی شدند. نمونه ها از نظر پذیرش کلی به روش‌هدونیک ۵ نقطه ای (حداقل و حداکثر رضایتمندی به ترتیب با امتیاز ۱تا۵) بررسی شدند. این آزمون مطابق استاندارد ملی شماره ۴۹۳۸ انجام شد.

۲-٦-آنالیزآماری

تمامی‌آزمون‌هادرقالب‌طرح‌فاکتوریل‌بااستفاده ازآنالیز واریانس داده‌ها ومقایسه معنی‌داری تفاوت میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای‌دانکن‌درسطح‌احتمال۵درصدتوسط‌نرم‌افزار SPSS.22 صورت‌پذیرفت. متغیرهای‌به‌کاررفته‌در فرمولاسیون پنیر پیتزای فرایند شده شامل۲۰ متغیر بودکه میزان آن ها در جدول ۱ ذکر شده است. همه آزمون ها در۲ تکرار انجام گرفت و نمودارها توسط نرم افزار EXCEL 2010 رسم گردید.

جدول۱-متغیرهای بکار رفته در فرمولاسیون پنیر پیتزای فرایند شده

میزان چربی	میزان نمک حاصل از جلبک دریایی				
	٪۰	٪۰/۲	٪۰/٤	٪۰/٦	٪۰/۸
۳٪ نشاسته+۰٪ خامه	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤	تیمار ۵
۲٪ نشاسته+۱۰٪ خامه	تیمار ٦	تیمار ۷	تیمار ۸	تیمار ۹	تیمار ۱۰
۱٪ نشاسته+۲۰٪ خامه	تیمار ۱۱	تیمار ۱۲	تیمار ۱۳	تیمار ۱٤	تیمار ۱۵
۰٪ نشاسته+۳۰٪ خامه	تیمار ۱٦	تیمار ۱۷	تیمار ۱۸	تیمار ۱۹	تیمار ۲۰

۳-نتایج وبحث

۳-۱-تحلیل نمایه بافت

نتایج آزمون آنالیز نمایه بافت نمونه‌های پنیر پیتزای فرایند شده به عنوان تابعی‌از درصد جایگزینی چربی و مقدار نمک جلبک دریایی در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

1-SEM

جدول۲-تاثیرمیزان جایگزین چربی و نمک حاصل از جلبک دریایی بر ویژگی های بافتی پنیرپیتزای فرایند شده

		۰	۰/۲	۰/٤	۰/٦	۰/
چسبندگی	۳٪ نشاسته	۰/۹۵±۰/۰۱^{a}	۰/۹۲±۰/۰۱۵^{d}	۰/۹۲±۰/۰۲^{d}	۰/۹۳±۰/۰۲^{c}	۰/۹٤±۰/۰۲^{b}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	۰/۵۵±۰/۰۲۵^{g}	۰/۵۸±۰/۰۱۲^{e}	۰/۵۷±۰/۰۲^{f}	۰/۵۱±۰/۰۱^{h}	۰/۵۱±۰/۰۱۱^{h}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	۰/٤۸±۰/۰۰۵^{j}	۰/٤۸±۰/۰۰۳^{j}	۰/٤۷±۰/۰۰٦^{j}	۰/٤۷±۰/۰۰۵^{i}	۰/٤۷±۰/۰۰۷^{i}
	۳۰٪خامه	۰/۳۹±۰/۰۰٦^{k}	۰/۳۳±۰/۰۰۳^{l}	۰/۳۲±۰/۰۰۲^{m}	۰/۳۱±۰/۰۰۲^{n}	۰/۳۱±۰/۰۰۳^{n}
سختی	۳٪ نشاسته	۱٦/۵±۰/٤^{a}	۱٦/۳±۰/۳^{b}	۱٦/۲±۰/۲^{c}	۱٦/۲±۰/۲۲^{c}	۱٦/۲±۰/۲^{c}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	۱٤/۳٤±۰/۰۳^{e}	۱٤/۲۵±۰/۰۲^{f}	۱٤/٤۱±۰/۰۳^{d}	۱٤/۲۲±۰/۰۱^{g}	۱٤/۲۱±۰/۰۱^{g}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	۱۳/۵۹±۰/۰۳^{k}	۱۳/٦۷±۰/۰۱^{i}	۱۳/٦۹±۰/۰۱^{h}	۱۳/٦۹±۰/۰۱^{h}	۱۳/٦۵±۰/۰۲^{j}
	۳۰٪خامه	۱۳/۲±۰/۰۱۵^{l}	۱۳/۱±۰/۰۱^{m}	۱۲/۹۹±۰/۰۱^{n}	۱۲/۹۵±۰/۰۲^{o}	۱۲/۸۹±۰/۰۳^{o}
صمغی بودن	۳٪ نشاسته	٦/٤±۰/۰۵^{a}	٦/٤±۰/۰۵^{a}	٦/٤±۰/۰٦^{a}	٦/۳±۰/۰۸^{b}	٦/۲±۰/۰٦^{c}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	٤/۵±۰/۰۸^{d}	٤/٤±۰/۰۷^{e}	٤/۲±۰/۰٦^{f}	٤/۲±۰/۰۷^{f}	٤/۱±۰/۰۹^{g}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	۳/۸±۰/۰۹^{h}	۳/٦±۰/۰٦^{i}	۳/۳±۰/۰۷^{j}	۳/۳±۰/۰۷^{j}	۳/۲±۰/۰٦^{k}
	۳۰٪خامه	۳±۰/۰۵^{l}	۲/۹۸±۰/۰۲^{m}	۲/۹±۰/۰۱^{m}	۲/۸±۰/۰٦^{n}	۲/٦٤±۰/۰٤^{o}
انسجام	۳٪ نشاسته	۰/۳۷±۰/۰۲^{a}	۰/۳٦±۰/۰۱۵^{b}	۰/۳٤±۰/۰۱^{c}	۰/۳۷±۰/۰۱^{a}	۰/۳۷±۰/۰۲^{a}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	۰/۲۵±۰/۰۰٦^{f}	۰/۲٦±۰/۰۳^{e}	۰/۲٦±۰/۰۰٤^{e}	۰/۲۷±۰/۰۰۸^{d}	۰/۲۷±۰/۰۰۳^{d}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	۰/۲٦±۰/۰۰٤^{e}	۰/۲۷±۰/۰۰٤^{d}	۰/۲۵±۰/۰۰۵^{f}	۰/۲۵±۰/۰۰٦^{f}	۰/۲٦±۰/۰۰۵^{e}
	۳۰٪خامه	۰/۲۳±۰/۰۰٦^{h}	۰/۲۱±۰/۰۰٤^{j}	۰/۲٤±۰/۰۰٦^{g}	۰/۲۲±۰/۰۰٤^{i}	۰/۲۲±۰/۰۰۲^{i}
برگشت پذیری	۳٪ نشاسته	۰/۵۹±۰/۰۰٦^{a}	۰/۵۹±۰/۰۰۵^{a}	۰/۵۸±۰/۰۱٤^{b}	۰/۵۸±۰/۰۰۷^{b}	۰/۵۵±۰/۰۰۱^{c}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	۰/۵۵±۰/۰۰۳^{c}	۰/۵٤±۰/۰۰۷^{d}	۰/۵۳±۰/۰۰۳^{e}	۰/۵٤±۰/۰۰۵^{d}	۰/۵۱±۰/۰۰٤^{f}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	۰/٤۸±۰/۰۰۵^{g}	۰/٤۸±۰/۰۰۷^{g}	۰/٤۷±۰/۰۰٦^{h}	۰/٤٦±۰/۰۰۳^{i}	۰/٤٦±۰/۰۰۵^{i}
	۳۰٪خامه	۰/٤۳±۰/۰۰٤^{k}	۰/٤٤±۰/۰۰٤^{j}	۰/٤۲±۰/۰۰۵^{l}	۰/٤۱±۰/۰۰۵^{m}	۰/٤۱±۰/۰۰٦^{m}
نیروی شکست	۳٪ نشاسته	۰/۱±۰/۰۰۲^{a}	۰/۱±۰/۰۰۳^{a}	۰/۱±۰/۰۰۲^{a}	۰/۱±۰/۰۰٦^{a}	۰/۱±۰/۰۰۵^{a}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	۰/۰۹۹±۰/۰۰٦^{b}	۰/۰۹۸±۰/۰۰٤^{c}	۰/۰۹۹±۰/۰۰۵^{b}	۰/۰۹۸±۰/۰۰۵^{c}	۰/۰۹۸±۰/۰۰۵^{c}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	۰/۰۹۷±۰/۰۰۵^{d}	۰/۰۹۹±۰/۰۰٦^{b}	۰/۰۹۸±۰/۰۰۳^{c}	۰/۰۹۷±۰/۰۰۳^{d}	۰/۰۹۹±۰/۰۰٤^{b}
	۳۰٪خامه	۰/۰۸۹±۰/۰۰٦^{e}	۰/۰۸۸±۰/۰۰۳^{f}	۰/۰۸۷±۰/۰۰۳^{g}	۰/۰۸۷±۰/۰۰۲^{g}	۰/۰۸۸±۰/۰۰۳^{f}

*اعداد جدول بصورت میانگین±انحراف معیار می باشند و اعداد دارای حروف مشترک در ردیف هر ویژگی تفاوت معنی داری با یکدیگرندارند ($p>$ ۰/۰۵).

جدول۳-تاثیرمیزان جایگزین چربی و نمک حاصل ازجلبک دریایی بر برخی ویژگیهای بافتی پنیرپیتزای فرایند شده

		۰	۰/۲	۰/٤	۰/٦	۰/۸
چقرمگی	۳٪ نشاسته	۰/٦±۰/۰۱^{a}	۰/٦±۰/۰۱^{a}	۰/٦±۰/۰۲^{a}	۰/٦±۰/۰۲^{a}	۰/٦±۰/۰۱^{a}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	۰/٦±۰/۰۱^{a}	۰/٦±۰/۰۱^{a}	۰/٦±۰/۰۱^{a}	۰/٦±۰/۰۲^{a}	۰/٦±۰/۰۲^{a}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	۰/٦±۰/۰۱^{a}	۰/٦±۰/۰۲^{a}	۰/٦±۰/۰۲^{a}	۰/٦±۰/۰۲^{a}	۰/٦±۰/۰۱^{a}
	۳۰٪خامه	۰/٦±۰/۰۲^{a}	۰/٦±۰/۰۲^{a}	۰/٦±۰/۰۲^{a}	۰/٦±۰/۰۱^{a}	۰/٦±۰/۰۰۹^{a}
الاستیسیته	۳٪ نشاسته	۱/٤۹±۰/۰۰۵^{a}	۱/٤۸±۰/۰۰٤^{a}	۱/۵±۰/۰۰٤^{a}	۱/۲±۰/۰۰۳^{c}	۱/۳±۰/۰۰٤^{b}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	۰/۸۷±۰/۰۰۵^{h}	۰/۸۹±۰/۰۰٦^{h}	۰/۸۵±۰/۰۰۵^{h}	۰/۸۹±۰/۰۰٤^{h}	۰/۸۵±۰/۰۰٦^{h}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	۰/۹۳±۰/۰۰۷^{f}	۰/۹٤±۰/۰۰۲^{e}	۰/۹۳±۰/۰۰۵^{f}	۰/۹۵±۰/۰۰۵^{d}	۰/۹۲±۰/۰۰٤^{g}
	۳۰٪خامه	۰/٤۱±۰/۰۰٦^{i}	۰/۳۹±۰/۰۰٦^{j}	۰/۳۸±۰/۰۰۳^{k}	۰/٤±۰/۰۰۳^{i}	۰/۳۹±۰/۰۰۵^{j}
قابلیت کشش	۳٪ نشاسته	٦۰±۱/٦^{a}	٦۰±۱^{a}	٦۰±۱/٤^{a}	٦۰±۱/۵^{a}	٦۰±۱^{a}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	٦۰±۱/۸^{a}	٦۰±۱/٦^{a}	٦۰±۱/۳^{a}	٦۰±۱/۳^{a}	٦۰±۱/۸^{a}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	٦۰±۱/٤^{a}	٦۰±۱/٦^{a}	٦۰±۱/۵^{a}	٦۰±۱^{a}	٦۰±۱/۳^{a}
	۳۰٪خامه	٦۰±۱/۷^{a}	٦۰±۱/۷^{a}	٦۰±۱/۳^{a}	٦۰±۱/۵^{a}	٦۰±۱/۳^{a}

*اعداد جدول بصورت میانگین±انحراف معیار می باشند و اعداد دارای حروف مشترک در ردیف هر ویژگی تفاوت معنی داری با یکدیگرندارند ($p> ۰/۰۵$).

۳-۱-۱-چسبندگی

ویژگی چسبندگی پنیر پیتزا در باقی ماندن مواد غذایی بر روی پیتزا و اتصال پنیر بر روی نان موثر است(۴۳). آنالیز نتایج مربوط به چسبندگی نمونه های پنیر نشان داد با افزایش درصد نمک میزان چسبندگی کاهش یافت و با افزایش میزان خامه و کاهش نشاسته نیز چسبندگی نمونه‌ها کاهش یافت. زیرا با افزایش میزان نمک،pH فراورده افزایش یافته و با افزایشpH چسبندگی‌پنیر کاهش می‌یابد. و در محدوده pH خنثی ساختار پنیر پیوسته و هموژن شده و سیالیت بیشتر می شود (۶). اثر متقابل این دو فاکتور بر روی چسبندگی نمونه ها نشان داد که بیشترین میزان چسبندگی در نمونه حاوی۳٪ نشاسته و فاقد نمک و کمترین میزان چسبندگی در نمونه های محتوی۳۰٪ خامه و ۰/۶ ٪ و ۰/۸ ٪ نمک مشاهده شد. از آن جایی‌که چسبندگی بر روی صمغیت و کشسانی بودن پنیر نیز تاثیر دارد لذا میزان زیاد و کم آن مطلوب نیست. میزان چسبندگی در تیمارهای۷، ۸، ۱۲ و ۱۳ مناسب بود.Juan و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه پنیرکم چرب محتوی جایگزین چربی نتایج مشابهی را در این رابطه ارائه نمودند. این محققین نیزاظهار نمودندکه با افزایش‌جایگزین‌چربی‌به‌کاررفته میزان چسبندگی نمونه های پنیر افزایش یافت (۱۸). مطالعهHenneberry و همکاران (۲۰۱۵) بر روی پنیر موزارلا نشان داد در نمونه های پرچرب و کم‌چرب با کاهش میزان نمک، چسبندگی نمونه ها افزایش یافت که این یافته‌ها در تطابق با نتایج حاضر می باشد. همچنین نتایج اثر متقابل چربی و نمک بر چسبندگی نمونه ها حاکی از افزایش چسبندگی نمونه ها طی کاهش میزان چربی بود (۱۵).

سختی نمونه‌های پنیر ازنظر حسی نیروی مورد نیاز جهت نفوذ دندان‌های آسیاب به درون نمونه می‌باشد. به طوری‌که اگر سختی‌زیاد باشد این نفوذ کمتر بوده و برای مصرف‌کننده مطلوب نیست و اگر هم سختی خیلی کم باشد احساس دهانی مناسب ایجاد نمی‌شود(۳۳). همان طور که در شکل‌ها قابل مشاهده است با افزایش درصد نمک و چربی میزان سختی نمونه‌هاکاهش یافت. علت این امرکاهش فشردگی ماتریس پروتئینی با افزایش چربی می‌باشد. در واقع حضور چربی باعث شکستن ماتریس پروتئینی‌گشته و به عنوان نرم‌کننده بافت عمل می کند (۳). همان طور که در قسمت قبل نیزگفته شد با افزیش درصد نمک pH افزایش یافته و منجر به کاهش سختی پنیر می‌گردد (۶). تیمارهای ۸ و ۹ از لحاظ این پارامتر مطلوب بودند. نتایجFife (۱۹۹۵) نشان داد با کاهش میزان چربی نمونه‌های پنیرموزارلا میزان سختی افزایش یافت (۹).همچنین بر طبق یافته هایANGHELOIU و همکاران (۲۰۱۶) و Kamleh و همکاران (۲۰۱۲) با افزایش میزان KCl در نمونه‌های‌پنیرمیزان‌سختی‌کاهش‌یافت‌که‌این‌نتایج‌با نتایج تحقیق حاضرمشابهت داشت(۲ و ۱۹).نتایجNasr بر خلاف یافته های این مطالعه بود که نشان داد افزایش میزان نمک KCl باعث افزایش‌سختی نمونه ها شد (۳۱). در صورتی‌که در این مطالعه با افزایش‌کاربرد نشاسته به عنوان جایگزین‌چربی باعث افزایش سختی نمونه های پنیر پیتزا شد.نتایجBi و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان داد حضور نشاسته در پنیر موزارلا باعث افزایش سختی نمونه‌های پنیر شد(۷). نتایجHenneberry و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد با کاهش میزان نمک در نمونه های پرچرب و کم چرب پنیر موزارلا، سختی نمونه ها کاهش یافت که این امر برخلاف یافته های این پژوهش بود. ولی کاهش میزان چربی نمونه های پنیر موزارلا نتیجه ای مشابه با نتایج این مطالعه نشان داد(۱۵).

۳-۱-۳-صمغی بودن

ویژگی صمغی بودن به حالت آدامسی اطلاق می شود که در مورد پنیر پیتزا زیاد بودن حالت صمغی به هیچ عنوان مطلوب نیست. یافته‌ها نشان داد افزایش‌درصد نمک و چربی در فرمولاسیون پنیر باعث کاهش معنی‌دار حالت صمغی نمونه ها شد. و اثر متقابل نمک و چربی نشان داد نمونه های محتوی۳٪ نشاسته و فاقد نمک، ۰/۲ ٪ و ۰/۴ ٪ نمک بیشترین حالت صمغی را داشتند و نمونه محتوی۳۰٪ خامه و۰/۸ ٪ نمک کمترین‌حالت صمغی‌را نشان داد. لذا از لحاظ ویژگی صمغیت تیمارهای ۱۹ و۲۰ مناسبترین بودند. یک دلیل برای کاهش صمغیت پنیرطی‌افزایش نمک این می باشد که با افزایش نمک میزانpH زیاد شده و پیوند بین پروتئین‌ها ضعیف شده و دناتوراسیون غیرقابل برگشت رخ می‌دهد(۴۲). نتایجFife نشان داد با کاهش میزان چربی، صمغی بودن نمونه های پنیر افزایش یافت(۱۱). Koca و Metin (۲۰۰۴) نیز نشان دادند با کاهش چربی، صمغی بودن افزایش یافت(۹). یافته های Angheloiu و همکاران (۲۰۱۶) مطابق با یافته‌های این پژوهش‌نشان داد با افزایش میزانKCl در نمونه های پنیر، میزان‌صمغی‌بودن‌کاهش‌یافت(۲).همچنین‌نتایج Henneberry و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان داد کاهش نمک در نمونه های پرچرب و کم‌چرب پنیر موزارلا باعث کاهش صمغی بودن شدکه با نتایج ما مغایر می‌باشد. ولی طبق نتایج آن ها با کاهش محتوای چربی نمونه ها میزان صمغی بودن افزایش یافت که این مورد، مشابه نتایج این پژوهش بود(۱۵).

۳-۱-٤-انسجام

انسجام هر مادهٔ غذایی با قدرت پیوندهای داخلی سازندهٔ پیکرهٔ آن در ارتباط می‌باشد. به عبارت دیگر، مقدار نیروی لازم برای تغییر شکل نمونه قبل از شکستن است. میزان انسجام نمونه‌های پنیر با افزایش درصد نمک تغییر معنی‌داری نداشت ولی‌با افزایش‌درصد چربی‌کاهش معنی‌داری نشان داد. زیرابا افزایش چربی در ساختار پنیر اتصالات عرضی پروتئینی به دلیل‌به‌دام‌افتادن‌مولکول‌های‌چربی‌درساختارپنیر،کاهش می‌یابد درنتیجه‌انسجام‌پنیر کاهش‌می‌یابد(۱۳).Henneberryو همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند با کاهش محتوای نمک پنیر موزارلا تغییر

معنی‌داری درمیزان انسجام نمونه های‌پنیرحاصل نشد ولی کاهش محتوای چربی باعث افزایش انسجام نمونه ها شد(۱۵). نتایجNasr حاکی از افزایش انسجام پنیر با افزایش میزانKCl در نمونه‌های پنیر بود (۳۱). نتایج Angheloiu و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان داد با کاهش میزانKCl انسجام نمونه های پنیر تلما کاهش یافت(۲).Juan و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند با کاهش درصد چربی پنیر انسجام کاهش میابد(۱۸). ازطرفیAkin و Kirmaci (۲۰۱۵) در بررسی پنیرکم چرب محتوی هیدروکلوئید بتاگلوکان هیچ گونه تفاوت معنی‌داری را میان نمونۀ پرچرب،کم‌چرب و نمونۀ محتوی جایگزین چربی‌از نقطه نظر پارامتر انسجام مشاهده نکردند(۱). اثر متقابل چربی و نمک بر انسجام نمونه‌های پنیر پیتزا نشان داد با افزایش هر دو فاکتور میزان انسجام کاهش می‌یابد که در بعضی موارد این تغییرات معنی‌دارنبود. مثلا در نمونه‌های محتوی ۳٪ نشاسته و ۰/۶ ٪ ، ۰/۸٪ و فاقد نمک اختلاف آماری معنی‌داری از نظر انسجام مشاهده نشد. همچنین دو نمونه محتوی۳۰٪ خامه و ۰/۶و ۰/۸٪ نمک‌اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. تیمارهای ۱،۴ و۵ از نظر انسجام مناسب بودند. علت تأثیر صمغ در افزایش انسجام پنیر را نیز میتوان به افزایش اتصالات عرضی پروتئینی‌درساختارپنیرو در پی آن تشکیل ماتریس پروتئینیقوی نسبت داد(۱۱). نتایجBi و همکاران(۲۰۱۶) نشان داد با افزایش درصدنشاسته‌درپنیر موزارلا تا ۹٪، انسجام پنیرتغییر معنی‌داری نداشت(۷).

۳-۱-۵-فنریت یا برگشت‌پذیری

فنریت براساس شدت بازگشت مادۀ غذایی به حالت اولیه بعد از اعمال فشار جزئی به آن تعریف می‌گردد. همان طورکه در شکل مشاهده می‌شود افزایش درصد نمک و چربی وکاهش درصد نشاسته در فرمولاسیون پنیر منجر به کاهش خاصیت برگشت‌پذیری شد. میزان کم یا زیاد این پارامتر در پنیر پیتزا مطلوب نیست. به‌طوری‌که تیمارهای ۷ و ۸ از نظر این ویژگی مطلوب بودند. با افزایش میزان چربی به دلیل کاهش اتصالات عرضی، فنریت پنیرکاهش می یابد (۴۴). هرچند نمونه‌های محتوی۰/۲٪ نمک و فاقد نمک با همدیگر و نمونه‌های محتوی۰/۴ و ۰/۶٪ نمک نیز با همدیگر از این نظراختلاف آماری‌معنی‌داری‌نشان‌ندادند (p>۰/۰۵). Romieh و همکاران (۲۰۰۲) نیزگزارش نمودندکه کاربرد جایگزین‌های چربی تجاری در فرمولاسیون پنیرسفیدآب نمکی کم چرب موجب کاهش‌قابلیت‌ارتجاعی‌نمونه‌های کم چرب گردید(۳۹).ازسوی دیگرJuan و همکاران (۲۰۱۳) نیزمشاهده کردندکه باکاهش محتوای چربی قابلیت ارتجاعی نمونه ها به گونۀ چشمگیری افزایش‌یافت‌که این نتایج با یافته های پژوهش حاضر همخوانی داشت (۱۸). بر طبق یافته‌هایNasr با افزایش میزانKCl در نمونه‌های‌پنیر موزارلا میزان برگشت پذیری کاهش یافت(۳۱). همچنین نتایج Angheloiuو همکاران (۲۰۱۶) نیز دلالت بر کاهش‌برگشت‌پذیری‌نمونه های پنیر تلما با افزایش میزانKCl داشت (۲). بررسی اثر متقابل نمک و چربی بر خاصیت برگشت پذیری پنیر پیتزا نشان داد با افزایش هر دو فاکتور، برگشت پذیری یا فنریت پنیر کاهش یافت.

۳-۱-۶-نیروی شکست

این پارامتر به نیروی لازم جهت برش و ایجاد شکست در نمونه پنیر پیتزا اطلاق می‌شود. که هر چه مقدار این نیرو کمتر باشد خوردن آن را آسانتر می‌نماید و برای نمونه پنیر پیتزا مطلوب‌تر است. نتایج‌آنالیز واریانس نشان داد با افزایش درصد چربی میزان نیروی لازم جهت شکست نمونه کاهش می‌یابد ولی افزایش درصد نمک تاثیر معنی‌داری بر میزان نیروی شکست نمونه‌ها نداشت. بیشترین نیروی شکست در نمونه های با ۳٪ نشاسته و محتوی مقادیر مختلف نمک مشاهده شد. کمترین نیروی شکست در نمونه با۳۰٪ خامه و محتوی ۰/۴ و ۰/۶ ٪ نمک مشاهده شد. لذا تیمارهای ۱۸ و ۱۹ از نظر این پارامترمطلوب بودند. عموماً افزایش درمقدار چربی با کاهش نیروی لازم جهت شکستگی همراه است. زیرا اولا چربی به عنوان یک روان‌ساز روی سطوح شکستگی شبکه کازئین

عمل‌می‌کند و بنابراین نیروی لازم برای شکستن شبکه را کاهش می‌دهد ثانیا به طور غیرمستقیم با افزایش میزان چربی نمونه پنیر، رطوبت کاهش می‌یابد. رطوبت به عنوان پلاستی سایزردرشبکه پروتئینی عمل می کند و بافت پنیر را به شکست در برابر فشار مستعد تر می‌کند(۲۴ و ۲۹).

۳-۱-۷-چقرمگی

چقرمگی عبارتست از انرژی مورد نیازکه در واحد سطح وارد می شود تا باعث ایجاد ترک در ماده‌غذایی شود (۱۰).و هر چه مقدار این فاکتور زیادتر باشد برای پنیر پیتزا مطلوب‌تر است.نتایج‌مربوط‌به‌چقرمگی‌حاکی‌از آن بود که مقادیرمختلف نمک وچربی نمونه های مورد آزمون باعث تغییر در چقرمگی پنیر پیتزا نشدند. نتایجBanville وهمکاران (۲۰۱۴) نشان داد میزان چقرمگی نمونه های پنیر موزارلا در محدوده ۱۰/۶-۰/۲ بود. که از مقادیرچقرمگی تیمارهای مختلف مورد بررسی در این آزمون خیلی بیشتربود(۵). Henneberry و همکاران (۲۰۱۵) اعلام‌کردند میزان‌چقرمگی در نمونه های پنیر با نمک کمتر، کمتر از نمونه های با محتوای نمک بیشتر بود(۱۵).

۳-۱-۸-الاستیسیته

الاستیسیته به مقاومت یک جسم در برابر تغییر شکل‌های ناشی از اعمال نیرو و بازگشت به شکل و اندازه اولیه پس از حذف نیرو، اطلاق می‌شود.نتایج آنالیز واریانس تاثیر نمک و چربی بر الاستیسیته نمونه‌های پنیر پیتزا نشان داد با افزایش هر دو فاکتور میزان الاستیسیته نمونه‌ها به طورمعنی‌داری‌کاهش یافت. بهترین الاستیسیته پنیرپیتزا در تیمارهای ۸ و ۱۳ مشاهده شد. نتایج صدرالادبایی و همکاران (۲۰۱۴) نیز با نتایج این پژوهش مطابقت نداشت. به‌طوری‌که آن‌ها بیان کردند با افزایش درصد چربی نمونه‌ها در پنیر موزارلا، الاستیسیته افزایش یافت (۴۰) . نمونه‌های‌محتوی(۱۰٪خامه+۲٪نشاسته) در غلظت‌های مختلف نمک حاصل از جلبک دریایی اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند. Koca و Metin (۲۰۰۴) نشان دادند با کاهش میزان چربی پنیر چدار، الاستیسیته افزایش یافت که این‌م شابه یافته‌های این پژوهش بود(۲۳).

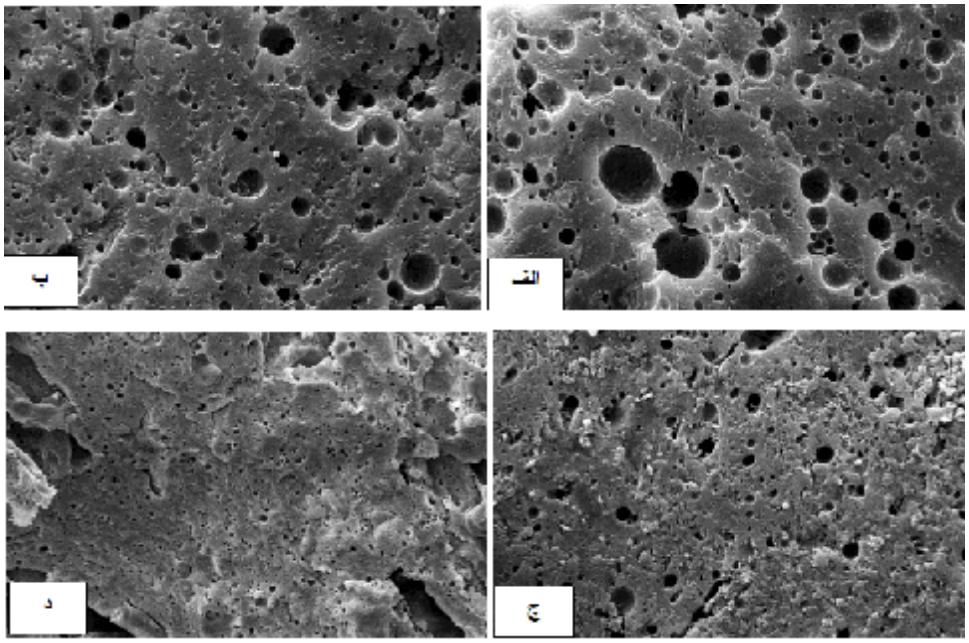
۳-۱-۹-قابلیت کشش

داده‌های مربوط به طول‌کش نشان داد. تغییر در میزان نمک و چربی و استفاده از نشاسته بر میزان‌کش‌آمدن نمونه های پنیر پیتزا در محدوده قابل اندازه‌گیری طول کش‌آمدن دستگاه تکسچر تاثیرمعنی‌داری نداشت. نتایج‌فریمانی‌نشان‌داد با کاهش درصدپنیرسفیددرفرمولاسیون‌پنیرپیتزا طول کش‌آمدن کاهش یافت ولی در این پژوهش چون درصد پنیر در فرمولاسیون تیمارهای مختلف یکسان بود، تغییری در میزان کش آمدن مشاهده نشد. هر چند که میزان چربی و نشاسته هریک به تنهایی بر میزان‌کش‌آمدن پنیر پیتزا موثرند ولی کاربرد مخلوط این دو ترکیب (با اثر افزایشی و کاهشی هر یک بر روی طول کشش)منجربه‌مشاهده‌اثر یکسان در محدوده قابل اندازه‌گیری دستگاه شد. قابلیت کشش بالا یک ویژگی مطلوب برای پنیر پیتزا می باشد.نتایجAo نشان داد با کاهش میزان چربی پودر پنیر موزارلا، طول کش آمدن افزایش یافت(۳).

۳-۲-بررسی ریز ساختار

تصاویرمیکروسکوپ‌الکترونی‌نمونه‌های۱۰٪، ۲۰٪، ۳۰٪ چربی و نمونه‌فاقد چربی و دارای ۳٪ نشاسته در شکل ۱ ارائه گردیده است. از آن‌جایی که افزایش و کاهش محتوای نمک نمونه ها بر روی پارامترهای شیمیایی و رئولوژیکی محصول تاثیرگذار است لذا میانگین میزان نمک یعنی۰/۴ ٪ برای کلیه تیمارهایی که مورد آزمون ریز ساختار قرارگرفتند، انتخاب شد. خواص متنوع پنیرپیتزا مربوط به فعل و انفعالات مولکولی وآرایش فضایی‌موادتشکیل‌دهنده‌آن‌است(۷).زمینه‌جامد هرمیکروگراف نشان‌دهنده ماتریس پروتئین است، در حالی‌که مناطق سیاه خالی‌نشان‌دهنده‌کیسه‌های‌هواست‌که‌دراصل توسط سلول‌های چربی‌یاسرمی اشغال شده است. در پنیر موزارلا نیز گلبول های چربی‌مسئول‌تشکیل‌فضاهای‌کروی‌خالی‌درون‌ماتریس پروتئینی تشخیص داده شده‌اند(۳۶). مطالعات نشان داده است که با

کاهش محتوای چربی، پروتئین نقش پررنگ تری در ساختار پنیرایفا می کند و دراین حالت امکان ایجاد اتصالات عرضی میان‌پروتئین‌هاافزایش‌می‌یابد.درنتیجهٔ این عوامل،شبکهٔ‌پروتئینی پنیر متراکم‌تر گشته؛ زیرا گلبول‌های چربی‌کمتری میان ذرات پروتئینی قرار می‌گیرند(۳۷). ویژگی ساختاری هر نوع پنیر، منعکس‌کنندهٔ‌ویژگی‌بیوشیمیایی‌مربوط‌به‌آن‌می‌باشد. همان طور که در تصاویر نیز مشاهده می‌شود، نمونهٔ پرچرب در میان نمونه‌ها، ماتریس‌پروتئینی‌بازتری‌داشته و فضاهای خالی موجود درساختارآن به‌وسیلهٔ‌گلبول‌های‌چربی‌اشغال‌گردیده‌است (۲۷). این درحالی است که نمونهٔ کم‌چرب نسبت به نمونهٔ پرچرب ساختارمتفاوتی داشته و در پی‌کاهش محتوای چربی، ماتریس پروتئینی فشرده‌تری درآن مشاهده می شود. این مهم، دلیلی بر بافت سخت‌تر نمونهٔ کم‌چرب می‌باشد که در قسمت بررسی ویژگی‌های‌بافتی‌به‌تفصیل‌به‌آن‌اشاره‌گردید.به‌علاوه، برهمکنش جایگزین‌های‌چربی‌درنمونهٔ بهینه‌یعنی نمونه محتوی ۲۰٪ چربی منجر به‌کاهش اتصلات عرضی ماتریس پروتئینی وتضعیف آن گشته‌ودرپی‌آن بافت نرم گردید.Rahimi و همکاران (۲۰۰۷) نیز در مطالعهٔ پنیرکم‌چرب محتوی صمغ تراگاکانت گزارش کردندکه با افزودن صمغ به پنیر، هیدرولیز شبکهٔ پروتئینی افزایش یافت و انتشار پپتیدهای‌کوچک و آمینواسیدهای آزاد به درون آب نمک اطراف آن، منجر به ریزساختار متفاوت آن نسبت به نمونهٔ‌دارای چربی‌گردید(۳۸).نتایج Paz و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد در نمونه های پنیر موزارلا وقتی حجم فاز آبی‌کاهش یافت، میسل های کازئین توانستند به هم نزدیک تر شوند و فضای‌کمی برای تشکیل منافذ بزرگ باقی بگذارند (۳۷)که این بر خلاف یافته های ما در نمونه‌های پنیر پیتزا بود زیرا باکاهش حجم فاز آبی یعنی در نمونه‌های پر چرب منافذ بزرگی تشکیل شدند. همان‌طور که در شکل ۱-د مشاهده می شود گرانول های نشاسته دارای اندازه نسبتا یکنواخت و شکل کروی‌مشابه‌می‌باشند که این امر در نمونه فاقد چربی به وضوح مشخص‌می‌باشد. بررسی‌ریزساختارپنیرموزارلای‌محتوی نشاسته درنتایجBi وهمکاران(۲۰۱۶) نیزمشابه آن‌چه که در این مطالعه مشاهده شد، بود(۷).



شکل۱-تصاویرSEM نمونه های محتوی الف) ۳۰٪ چربی ب) ۲۰٪ چربی+ ۱٪ نشاسته ج)۱۰٪ چربی+۲٪ نشاسته د) ۳٪ نشاسته

۳-۳-ارزیابی حسی

نتایج ویژگی‌های حسی نمونه های پنیر پیتزای فرایند شده به عنـاون تـابعی از درصد جایگزینی چربی و مقدار نمک حاصل از جلبک دریایی در جـدول ۴ آورده شـده است.

جدول٤-تاثیرمیزان جایگزین چربی ونمک کلرید پتاسیم حاصل از جلبک دریایی بر ویژگیهای حسی پنیر پیتزای فرایند شده

	دوز مصرف چربی	۰	۰/۲	۰/٤	۰/٦	۰/۸
رنگ	۳٪نشاسته	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۳۰٪خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
بو	۳٪نشاسته	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۳۰٪خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
طعم	۳٪نشاسته	۳^{c}	۳^{c}	۳^{c}	۳^{c}	۳^{c}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۳۰٪خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
بافت	۳٪نشاسته	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۳۰٪خامه	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}
پذیرش کلی	۳٪نشاسته	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}
	۲٪نشاسته+۱۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۱٪نشاسته+۲۰٪ خامه	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}	٥^{a}
	۳۰٪خامه	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}	٤^{b}

بررسی اثر متقابل درصد چربی و نمک بر روی پذیرش رنگ محصول نشان داد نمونه‌های با ۳٪ نشاسته در کلیه غلظت های نمک امتیاز کمتری از لحاظ فاکتور رنگ از سوی ارزیاب ها دریافت‌کردند. مابقی‌نمونه‌هاامتیازکامل‌رنگ را دریافت کردند و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند. این نتایج نشان داد نمک اثر معنی‌داری بر روی رنگ نمونه نداشت. نتایج آنالیز واریانس مربوط به امتیاز حسی فاکتور بو نیز مشابه فاکتوررنگ بود که نشان دهنده عدم تاثیر غلظت های مختلف نمک جلبک دریایی بر بوی نمونه های پنیر پیتزا بود. ارزیابانی حسی امتیاز کمتری به بوی نمونه های فاقد نمک و محتوی۳٪ نشاسته دادند. بر طبق نتایج مربوط به طعم، امتیاز طعم پنیرهای با ۳٪ نشاسته و در کلیه غلظت های نمک پایین بود ولی مابقی نمونه ها از لحاظ طعم امتیاز کامل را دریافت کردند. نتایج Nasr نشان داد با جایگزینی نیمی از نمک NaCl با KCl در

فرمول پنیر موزارلا، بالاترین‌امتیاز طعم به‌دست آمد(۳۱). امتیاز بافت نمونه‌ها زمانی که در فرمولاسیون۳٪ نشاسته یا ۳۰٪ خامه به کار رفت و در کلیه غلظت‌های نمک، پایین بود. نمونه های محتوی۱۰٪ خامه+۲٪ نشاسته و ۲۰٪ خامه+۱٪ نشاسته بالاترین امتیاز حسی را داشتند و این مقادیر از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. یعنی افزایش‌غلظت نشاسته در فرمولاسیون پنیر پیتزا تا حد۲٪ باعث‌افزایش‌چشمگیرنمره‌ارزیابی‌بافت شد.نتایجNasr نشان داد با افزایش میزان نمک KCl در فرمولاسیون پنیر، پانلیست‌ها امتیاز بیشتری به بافت نمونه‌ها دادند(۳۱). نتایج Angheloiuوهمکاران(۲۰۱۶) نشان‌داد امتیاز بافت نمونه‌های فاقدKCl و دارایNaCl، بیشتر ازنمونه‌های‌دارای نمک KCl بود(۲).بررسی‌پذیرش‌کلی‌پنیرهای‌تولید شده نشان داد امتیازات پذیرش‌کلی‌نمونه‌ها مشابه نتایج حاصل از ارزیابی‌بافت نمونه های پنیر بود. یعنی پنیرهای محتوی ۱۰٪ خامه+۲٪ نشاسته و ۲۰٪ خامه+۱٪ نشاسته بالاترین‌امتیاز حسی را داشتند و کمترین امتیاز حسی‌مربوط به نمونه های محتوی۳٪ نشاسته یا ۳۰٪ خامه بود. این نتایج نشان داد در مورد فراورده‌ای مثل پنیر پیتزا، بافت در ارزیابی حسی‌اهمیت بیشتری نسبت به سایر فاکتورها دارد زیرا امتیازات پذیرش‌کلی مشابه امتیازات بافت نمونه ها بود. همان‌طورکه در شکل نیز مشاهده میگردد، افزایش غلظت صمغ فارسی در فرمولاسیون پنیرهای مذکور، منجر به افزایش چشمگیر نمره پذیرش کلی شد. در پژوهش حجتی و همکاران (۱۳۹۵) نیز کاهش میزان چربی موجب کاهش قابل توجه نمرهٔ ارزیابی تمامی ویژگیهای ارگانولپتیکی نمونه های پنیر گردید. رطوبت بیش از حد موجود در پنیرهای فاقد چربی را میتوان دلیلی برکاهش مقبولیت ویژگی‌های ارگانولپتیکی‌این نمونه‌ها دانست. عطر وطعم پنیر ناشی از محتوای چربی‌موجود در آن می‌باشد و با حذف چربی، نمرهٔ ارزیابی نمونه‌های فاقد چربی نیزکاهش‌یافت(۱۶). بر طبق‌گزارشاتAngheloiu وهمکاران (۲۰۱۶)ازدیدگاه‌حسی، نمونه‌های‌پنیرتلمای دارای نمک KCl مورد پذیرش مصرف‌کنندگان قرارگرفتند. نتایج مشابهی از سوی سایر محققین گزارش شده است(۲).

٤-نتیجه گیری

امروزه تولید پنیر پیتزای فرایند شده به عنوان یک محصول غذایی انعطاف‌پذیر، فراگیر و چندجانبه رواج پیدا کرده است. با توجه به شیوع بیماریهای قلبی درکشورکه ارتباط آن با میزان چربی‌دریافتی و نمک NaCl غذا ثابت شده است، تولید پنیر با کاهش میزان نمک و چربی‌های اشباع جهت سلامت عموم افراد جامعه به ویژه افراد میانسال و افرادی با سطح کلسترول بالا در خون ضروری و با اهمیت به نظر می‌رسد. بنابراین بدین منظور می‌توان از پنیر فرایند شده با جایگزین‌های چربی و نمک پتاسیم با استفاده از فرمولاسیون مناسب جهت تغذیه افراد مسن وافرادی‌که با مشکلات قلبی و عروقی مواجه هستند استفاده کرد. در این مطالعه بررسی روند تغییرات چسبندگی، سختی، صمغی بودن، الاستیسیته و برگشت پذیری نمونه های پنیر پیتزای فرایند شده نشان داد با افزایش دو فاکتور میزان چربی و نمک جلبک‌دریایی، پارامترهای‌مذکور کاهش یافت. افزایش میزان چربی نمونه ها با کاهش پارامترهای انسجام و نیروی شکست همراه بود. بررسی میزان نمک در فراورده نشان داد افزایش‌یا کاهش نمک بر روی پارامترهای نیروی شکست، انسجام و کشش تاثیر معنی‌داری نداشت. بررسی ریز ساختار نمونه‌های پنیر با میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد که با افزایش استفاده از جایگزین چربی بافت نمونه منسجم‌تر شده و میزان‌فضاهای‌خالی‌سیاه‌کمترشد.بررسی‌ویژگی‌های‌حسی پنیرها نیز نشان دادکه پنیرتولید شده با۲۰٪ خامه+۱٪ نشاسته و پنیر محتوی ۱۰٪ خامه و ۲٪ نشاسته دارای نمره مقبولیت بالاتری از دیدگاه ارزیابان بودند. و مقادیر مختلف نمک جلبک دریایی در فراورده از لحاظ نمره ارزیابی حسی اختلاف معنی داری باهم نداشتند. بهترین فرمولاسیون محصول در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول۵- فرمولاسیون بهینه پنیر پیتزای فرایند شده رژیمی

ترکیبات	دوز مصرفی
نشاسته اصلاح شده	٪۲
خامه	٪۱۰
نمک	٪ ۰/٤
سیترات سدیم	٪ ۰/۸
پنیر اولیه	٪۹۰
ریکوتا	٪ ٦/۸

۵-منابع

1. Akin, M. S. and Kirmaci, Z. 2015. . Influence of fat replacers on the chemical, textural and sensory properties of low-fat Beyaz pickled cheese produced from ewe's milk. *International Journal of Dairy Technology,* 68: 127-134.
2. Angheloiu, M., Mocanu, G.-D. and Botez. 2016. The effect of NaCl substitution by KCl on telemea cheese properties. *Fascicle VI-Food Technology,* 40: 20-30.
3. AO, E. 2019. Physicochemical Properties and Functionality of the Novel Instant Mozzarella Cheese Powder. *Advances in dairy Research,* 7: 1-10.
4. Banks, J. M. 2004. The technology of low-fat cheese manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 57: 199-207.
5. Banville, V., Morin, P., Pouliot, Y. and Britten, M. 2014. Shreddability of pizza Mozzarella cheese predicted using physicochemical properties. *Journal of dairy science.*, 97: 4097-110.
6. Barth, A., Tormena, C. and Viotto, W. 2017. pH influences hydrolysis of sodium polyphosphate in dairy matrices and the structure of processed cheese. *Journal of dairy science,* 100: 8735-8743.
7. Bi, W., Zhao, W., Li, D., Li, X., Yao, C., Zhu, Y. and Zhang, Y. 2016a. Effect of resistant starch and inulin on the properties of imitation mozzarella cheese. *International journal of food properties,* 19: 159-171.
8. Briggs, M. A., Petersen, K. S. and Kris-etherton, P. M. 2017. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk. In Healthcare. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 5(2): 29.
9. Fife, R. L., Mcmahon, D. J. and Oberg, C. J. 1996. Functionality of low fat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*79: 1903-1910.
10. Foegeding, E. and Drake, M. 2007. Invited review: Sensory and mechanical properties of cheese texture. *Journal of dairy science,* 90: 1611-1624.
11. Goudarzi, M., Madadlou, A., Mousavi, M.E and Emam Djomeh., Z. 2012. Optimized preparation of ACE-inhibitory and antioxidative whey protein hydrolysate using response surface method. *Dairy science & technology,* 1: 53-641.
12. Grummer, J., Karalus, M., Zhang, K., Vickers, Z. and Schonfuss, T. 2012. Manufacture of reduced-sodium Cheddar-style cheese with mineral salt replacers. *Journal of dairy science,* 95: 2830-2839.
13. Guinee, T. P. 2016. Protein in cheese and cheese products: Structure-function relationships. In: McSweenery P., Omahony, J. (ed) Advanced Dairy Chemistry. Springer, New York, NY, 347-415.
14. Gunasekaran, S. and Ak, M. M. 2002. *Cheese rheology and texture*, CRC press.
15. Henneberry, S., Wilkinson, M.G., Kilcawley, K.N., Kelly, P.M. and Guinee, T.P. 2015. Interactive effects of salt and fat reduction on composition, rheology and functional properties of mozzarella-style cheese. *Dairy Science and Technology,* 95: 613-638.
16. Hojjati, M., Joyandeh, H. and Rostamabadi, H. 2016. Optimization of traditional Iranian white cheese formulation containing Persian and almond gums as a fat substitute using the response surface methodology. *Research and*

challenges and opportunities. *American journal of public health,* 103: 21-30.
27. Madadlou, A., Mousavi, M. E. and Farmani, J. 2007. The influence of brine concentration on chemical composition and texture of Iranian white cheese. *Journal of food engineering,* 81: 330-335.
28. Miller, G. D., Jarvis, J. K. and Mcbean, L. D. 2006. *Handbook of dairy foods and nutrition*, CRC press.
29. Mohammadi, A and Fadaei, V. 2018. The effect of homogenization on texture of reduced dry matter processed cheese. *Food Science and Technology,* 38: 190-195.
30. Mounsey, J. S. and Oriordan, E. 2008. Characteristics of imitation cheese containing native or modified rice starches. *Food Hydrocolloids,* 22: 1160-1169.
31. Nasr, W. 2015. Effect of potassium chloride as a salt replaced on the quality of buffalo's mozzarella cheese. *Journal of Food and Dairy Sciences,* 6: 697-712.
32. Nateghi, L., Roohinejad, S., Totosaus, A., Mirhosseini, H., Shuhaimi, M., Meimandipour, A., Omidzadeh, A. and Abd-manap, M. Y. 2012. Optimization of textural properties and formulation of reduced fat Cheddar cheeses containing fat replacers. *J. Food, Agr. Envir*, 10: 46-54.
33. Nishinari, K., Fang, Y. and Rosenthal, A. 2019. Human oral processing and texture profile analysis parameters: Bridging the gap between the sensory evaluation and the instrumental measurements. *Journal of texture studies,*50: 369-380.
34. Noronha, N., Duggan, E., Ziegler, G. R., Oriordan, E. and Osullivan, M. 2008. Inclusion of starch in imitation cheese: Its influence on water mobility and cheese functionality. *Food Hydrocolloids,* 22:1612-1621.
35. Nufus, C. and Abdullah, A. 2019. Characteristics of green seaweed salt as alternative salt for hypertensive patients. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 278: 12-50.
36. Oberg, C. J., Mcmanus, W. R. and Mcmahon, D. J. J. F. S. 1993. Microstructure of Mozzarella cheese during manufacture. *Food Structure,* 12: 12.
37. Paz, N. F., Goncalvez de Oliveira, E., Villalva, F. J., Armada, M. and Ramon, A. N. *innovation in food science and industry* , 5(3): 235-248.
17. Jooyandeh, H. and Minhas, K. 2009. Effect of addition of fermented whey protein concentrate on cheese yield and fat and protein recoveries of Feta cheese. *Journal of Food ScienceTechnology,* 46: 221-224.
18. Juan, B., Zamora, A., Quintana, F., Guamis, B. and Trujillo, A. J. 2013a. Effect of inulin addition on the sensorial properties of reduced-fat fresh cheese. *International Journal of Dairy Technology,* 66: 478-483.
19. Kamleh, R., Olabi, A., Toufeili, I., Najm, N., Younis, T. and Ajib, R. 2012. The effect of substitution of sodium chloride with potassium chloride on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of Halloumi cheese. *Journal of Dairy Science,* 95:1140-1151.
20. Karami, M., Ehsani, M., Mousavi, S., Rezaei, K. and Safari, M. 2009. Microstructural properties of fat during the accelerated ripening of ultrafiltered-Feta cheese. *Food Chemistry,* 113: 424-434.
21. Khanal, B. K. S. and Bansal, N. 2020. Dairy Fat Replacement in Low-Fat Cheese (LFC): A Review of Successful Technological Interventions. *Dairy Fat Products and Functionality,* 549-581.
22. Khetra, Y., Chavhan, G. B., Kanawjia, S. and Puri, R. 2015. Storage changes in low sodium-processed Mozzarella cheese prepared using potassium-based emulsifying salts. *Dairy Science and Technology,* 95: 639-649.
23. Koca, N. and Metin, M. 2004. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International dairy journal,* 14: 365-373.
24. Lefevere, I., Dewettinck, K and Huyghebaert, A. 2000. Cheese fat as driving force in cheese flow upon melting. *Milchwissenschaft,* 55: 563-6.
25. Lordan, R., Tsoupras, A., Mitra, B. and Zabetakis, I. 2018. Dairy fats and cardiovascular disease: do we really need to be concerned? *Foods,* 7: 29.
26. Maalouf, J., Cogswell, M. E., Gunn, J. P., Curtis, C. J., Rhodes, D., Hoy, K., Pehrsson, P., Nickle, M. and Merritt, R. 2013. Monitoring the sodium content of restaurant foods: public health

41. Sahan, N., Yasar, K., Hayaloglu, AA., Karaca, O.B. and A., K. 2008. Influence of fat replacers on chemical composition, proteolysis, texture profiles, meltability and sensory properties of low-fat Kashar cheese. *The Journal of Dairy Research*, 75: 1-7.
42. Souza, J. L. F., Da Silva, M. A. P., Da Silva, R. C. F., Do Carmo, R. M., De Souza, R. G., Celia, J. A., and et al. 2016. Effect of whey storage on physicochemical properties, microstructure and texture profile of ricotta cheese. *African Journal of Biotechnology*,15: 2649-2658.
43. Szczesniak, A. S. 2002. Texture is a sensory property. *Food qualitypreference*, 13: 215-225.
44. Zheng, Y., Liu, Z. and Mo, B. 2016. Texture profile analysis of sliced cheese in relation to chemical composition and storage temperature. *Journal of Chemistry*, 2016:1-10.
2017. Effect of pH at drainage on the physicochemical, textural and microstructural characteristics of mozzarella cheese from goat milk. *Food Science and Technology*,37:193-201.
38. Rahimi, J., Khosrowshahi, A., Madadlou, A. and Aziznia, S. 2007. Texture of low-fat Iranian white cheese as influenced by gum tragacanth as a fat replacer. *Journal of Dairy Science*, 90: 4058-4070.
39. Romeih, E.A, Michaelidou, A, Biliaderris, 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*, 1:525-540.
40. Sadrolodabayi, H., Hooshmand Dalir, M. R. and Imani Shahabad, S. 2014. The effect of using mono and diglyceride emulsifiers on chemical, textural and sensory properties of mozzarella cheese. *Innovation in food science and technology*, 6: 41-47.

(Original Research Paper)

Evaluation of Textural and Sensory Properties of Diet Processed Pizza Cheese Based on Modified Starch and Salt Extracted from Seaweed

Motahhareh Nasiri[1], Hamid Tavakkolipour [2], Shila Safaeian[3], Rezvan Mousavi Nadoshan[4]

1-Department of Food Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2-Departmnt of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
3- Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4-Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 13/04/2021 Accepted:30/05/2021

Abstract

Pizza cheese contains high amounts of saturated fatty acids, high cholesterol and NaCl, which may be harmful to human health, especially cardiovascular disease. Therefore, considering the nutritional characteristics and health aspects, it seems necessary to correct its disadvantages. In this study, the effect of using modified potato starch as a fat replacer in three levels (3, 2 and 1%) and salt extracted from seaweed in 4 levels (0.2, 0.4, 0.6 and 0.8) in processed pizza cheese was investigated. Sensory evaluation, tissue analysis profiles and microstructure of the pizza cheese samples were examined. The results showed by decreasing the amount of starch and increasing in seaweed salt, hardness, gumminess, springiness and adhesiveness increased. By reducing the amount of modified starch in the cheese, the cohesiveness and fracture parameters decreased. Also, the amount of seaweed salt in the product showed that increasing or decreasing the salt had no significant effect on the fracture force, cohesiveness and tension. With increasing dose of fat replacer, the sample tissue became more cohesive and the amount of black empty spaces decreased. Examination of sensory properties of cheeses also showed that cheese produced with 20% cream + 1% starch and cheese containing 10% cream and 2% starch had a higher acceptance score, and different amounts of seaweed salt in the product did not differ significantly in terms of sensory evaluation score.

Keywords: Processed Pizza Cheese, Seaweed Salt, Profile Analysis, Fat Replacer, Sensory Evaluation.

*Corresponding Author: h.tavakolipour@gmail.com