



بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر تقلیدی حاوی صمغ گوار و پنیر معطر ليقوان

مرضیه حسینی^۱، محمد باقر حبیبی نجفی^۲، محبت محبی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد (استاد)

۳- عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد (دانشیار)

چکیده

پنیرهای تقلیدی به عنوان محصولاتی تهیه شده از طریق مخلوط کردن اجزاء منفرد شامل چربی، پروتئین، آب، اسیدهای خوراکی به همراه مخلوطی از نمک های امولسیون کننده و با به کارگیری حرارت و اعمال مکانیکی برای تولید یک محصول هموزن مشابه پنیر، مطرح می شوند. در این پژوهش به بررسی اثر صمغ گوار و پنیر معطر ليقوان بر خصوصیات بافتی و شیمیایی پنیر تقلیدی پرداخته می شود. به این منظور پنیر تقلیدی با دو سطح صمغ گوار (۰/۳ و ۰/۶ درصد) و دو سطح پنیر معطر ليقوان (۲/۵ و ۵ درصد) فرموله شد. قابلیت ذوب محصول از طریق فناوری پردازش تصویر ارزیابی شد. دیگر شاخصه های بافتی با استفاده از دستگاه آنالیز بافت مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمون های بافتی نشان داد که قابلیت ذوب پذیری محصول تحت تأثیر هر دو فاکتور افزایش یافت و در مقابل استحکام و ارتجاعیت بافت پنیر تقلیدی با افزایش سطح هر دو فاکتور کاهش نشان دادند. میزان چسبندگی و پیوستگی محصول تحت تأثیر مقدار صمغ گوار قرار نگرفت اما اثر افزایش سطح پنیر معطر ليقوان بر روی آن ها معنی دار بود. آزمونهای شیمیایی نیز نشان دادند که افزایش میزان پنیر معطر و صمغ گوار، پروتئین و PH را در پنیر تقلیدی تولید شده کاهش می دهد و اختلاف معنی داری در میزان چربی، نمک و رطوبت ایجاد نمی کند.

کلید واژه: پنیر تقلیدی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، صمغ گوار، پنیر معطر ليقوان.

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد ۰۹۱۵۸۹۵۸۹۶۶۹
^۲ استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد ۰۹۱۵۳۱۳۹۴۶۶
^۳ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد ۰۹۱۵۳۱۷۷۸

marziehossini@yahoo.com

habibi@um.ac.ir

mohebbatm@gmail.com

۱- مقدمه

در سال های اخیر با افزایش آگاهی عمومی از خطرات ناشی از کلسترول، چربی اشباع و کالری بالای موجود در چربی های حیوانی، محبوبیت محصولات پنیرهای تقلیدی که در آنها چربی شیر با یک چربی گیاهی جایگزین شده، افزایش پیدا کرده است چرا که این محصولات در کنترل وزن بدن و کاهش ابتلا به بیماری های قلبی و شریانی مناسب هستند (۲). پنیرهای تقلیدی شامل سه دسته کلی لبنی، بخشی لبنی و غیر لبنی می شوند. در تولید پنیرهای تقلیدی بخشی لبنی عمدتاً از چربی ها و روغن های گیاهی شامل روغن سویا، روغن کانولا و روغن پالم هیدروژنه و پروتئینی بر پایه لبنی (عمدتاً کازئین رنت یا کازئینات)، استفاده می شود (۵).

در چندین پژوهش از هیدروکلئیدها و نشاسته های مختلف به منظور تقویت پایداری و اصلاح خصوصیات بافتی و عملکردی این گونه محصولات استفاده شده است. در پژوهشی نورونها^۴ و همکاران از نشاسته در فرمول پنیر تقلیدی استفاده کردند و اثر آن را روی عملکرد پنیر مورد آزمون قرار دادند. نتایج این محققین حاکی از آن بود که عملکرد پنیر تقلیدی تحت تاثیر مقدار و نوع نشاسته قرار می گیرد. با افزایش مقدار نشاسته از ۲ تا ۱۰ درصد، بافت پنیر از نرم به سخت و شکننده تغییر یافت. نشاسته های طبیعی و پیش ژلاتینه شده ذرت باعث شکست پیوستگی شبکه پروتئینی شدند که اثر نشاسته پیش ژلاتینه بیشتر از نشاسته طبیعی بود اما نشاسته مقاوم ذرت تغییری در پیوستگی شبکه پروتئینی ایجاد نکرد (۱۲). در تحقیق دیگری محققین مناسب بودن ترکیبی از صمغ های زانتان - دانه خرنوب، کاراگینان - دانه خرنوب و زانتان - کاراگینان به نسبت ۱ به ۱ و به مقدار ۰.۴۲ در فرمولاسیون تولید پنیر تقلیدی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج بررسی آن ها نشان داد ترکیب های تثبیت کننده مورد بررسی اثر قابل ملاحظه ای روی پروفایل بافت، کیفیت پخت و خصوصیات مربوطه پیتزایی پنیر تقلیدی نداشتند اما نظر به اثر مخلوط تثبیت کننده روی کیفیت حسی محصول، مخلوط زانتان - صمغ دانه خرنوب ترجیح داده شد (۸). کیزیلوز^۵ و همکاران در یک تحقیق از نشاسته ذرت مومی و کاپاکاراگینان به صورت جایگزینی ۸۰٪ کازئین رنت در فرمولاسیون پنیر تقلیدی استفاده کردند و جهت تأمین قابلیت ذوب، نشاسته را تحت هیدرولیز با آلفا آمیلاز قارچی قرار دادند. مطالعه آن ها نشان دهنده اثر مثبت کاپاکاراگینان و اثر منفی آلفا آمیلاز بر سختی، قابلیت ارتجاعی و پیوستگی محصول بود. قابلیت ذوب به طور مثبتی تحت تاثیر آلفا آمیلاز و به طور منفی تحت تاثیر کاپاکاراگینان قرار گرفت (۱۰).

پنیر معطر (EMC)، محصولی است با عطر چندین برابر پنیر معمولی که توسط فرایندهای آنزیمی از پنیرهای با درجه رسیدگی مختلف و حتی پنیر نارس، به دو شکل پودری و خمیری تولید می گردد. پنیر معطر به منظور تسریع رسانیدن پنیر و یا افزایش شدت طعم پنیری در محصولات مختلف استفاده می شود. این محصول به عنوان افزودنی ایمن (GRAS) شناخته شده است (۹). طعم های در دسترس از پنیر معطر، شامل طعم پنیرهای چدار، موزارلا، رومانو، پرولون، فتا، پارمیزان، بلو، گودا، سوئیس، امتال، گرویر و... می باشد که این طعم های پنیری کاربردهای وسیعی در انواع غذاها از قبیل سس، سوپ، اسنک، کیک، بیسکوئیت، غذاهای آماده، پنیر تقلیدی و محصولات پنیری کم چرب یا

⁴ Noronha

⁵ Kiziloz



بدون چربی دارند. افزودن پنیر معطر به این محصولات یک طعم مطلوب پنیری را بدون افزایش مقدار چربی یا لاکتوز به علت استفاده در مقدار خیلی کم نسبت به پنیر طبیعی ایجاد می کند (۱۳). هانن^۶ و همکاران با افزودن EMC به پنیر چدار، تسریع در رسیدن طعم آن را بررسی کردند. EMC در مرحله نمک زنی در دو سطح ۰/۲۵ و ۱ درصد به پنیر افزوده شد. نتایج نشان داد که در نمونه حاوی ۱ درصد پنیر اصلاح شده آنزیمی در مقایسه با نمونه شاهد، رسیدگی در طعم ب مدت دو ماه تسریع یافته بود (۷). مسکوویتز و نولک^۷ افزودن پنیر معطر پارمیزان یا رومانو را به پنیر مالش پذیر ایتالیائی در سطح ۲ درصد، به سس پنیر چدار در سطح ۱/۱ درصد، و به نوعی ادویه در سطح ۵ درصد پیشنهاد کردند (۱۱). هدف از این تحقیق اصلاح ویژگی های بافتی پنیر تقلیدی به کمک صمغ گوار و بررسی تأثیر استفاده از پنیر معطر به عنوان یک طعم دهنده بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی محصول می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲.۱- تهیه مواد اولیه: کازئینات سدیم با ۹۰ درصد پروتئین از شرکت کازئینات ایران تهیه شد. روغن های گیاهی (روغن سویای هیدروژنه به مارک غنچه و روغن کانولای مایع به مارک رعنا) از بازار خریداری شدند. پنیر لیقوان نارس از یک کارگاه لبنی در روستای لیقوان استان آذربایجان شرقی تهیه گردید. نوتراز L ۰/۸، پروتئاز تجاری و طبیعی تولید شده از باسیلوس آمیلولیکویفیسنس^۸ و فلیورزایم L ۵۰۰، پپتیداز تجاری و طبیعی تولید شده از اسپرژیلوس اوریزا^۹ اهدایی شرکت نوونوردیسک^{۱۰} کشور دانمارک می باشند. اسید سیتریک، سوربات پتاسیم، دی سدیم فسفات و صمغ گوار از شرکت مرک تهیه شدند.

۲.۲- تولید پنیر معطر لیقوان: پنیر معطر یا پنیر اصلاح شده آنزیمی (EMC) به روش حبیبی و همکاران (۱۳۸۹) تهیه گردید. بدین صورت که پنیر لیقوان نارس رنده شده (۶۰۰ گرم) با ۲/۵ درصد وزنی دی سدیم هیدروژن فسفات و ۱۹۵ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شد و به منظور امولسیون شدن مخلوط و غیر فعال کردن آنزیم های موجود در پنیر، در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳ دقیقه حرارت داده شد، سپس تا دمای ۵۰ درجه سانتی گراد خنک گردید. آنزیم نوتراز L ۰/۸ در سطح ۰/۱% و فلیورزایم L ۵۰۰ نیز در سطح ۰/۱% به مخلوط اضافه شدند. سپس مخلوط در ظروف پلاستیکی بسته بندی و در دمای بهینه فعالیت آنزیم به مدت ۷۲ ساعت گرمخانه گذاری شد. بعد از طی مرحله گرمخانه گذاری آنزیم ها در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳ دقیقه غیر فعال شدند و پنیر معطر حاصل در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد تا یک ساعت قبل از تولید پنیرهای تقلیدی نگهداری شد.

۲.۳- تولید پنیر تقلیدی: ابتدا آب و روغن در داخل دیگ پخت پنیر با سرعت ۵۰ دور در دقیقه و در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ دقیقه مخلوط شدند. سپس سدیم کلراید، سوربات پتاسیم و دی سدیم فسفات اضافه شدند و یک دقیقه دیگر مخلوط شدند. در ادامه کازئینات سدیم افزوده شد و اختلاط ۲ تا ۳ دقیقه دیگر ادامه یافت. سپس صمغ

⁶ Hanon

⁷ Moskowitz & Noelck

⁸ Bacillus amyloliquefaciens

⁹ Aspergillus oryzae

¹⁰ Novo Nordisk Company



گوار که به همراه بخشی از آب لازم در فرمولاسیون به صورت ژل در آمده بود اضافه شد و تا زمان حصول یک توده هموزن فرایند ادامه یافت (تقریباً ۱۰ دقیقه). سپس اسید سیتریک و سطوح مورد نظر از پنیر معطر در انتهای فرایند تولید اضافه شدند و مخلوط کردن در دقیقه نهایی انجام شد. در ادامه محصول لفاف گذاری شده، در ۴ درجه سانتیگراد سردخانه گذاری شد و بعد از ۲۴ ساعت بسته بندی تحت خلأ انجام شد و تا زمان انجام آزمایش ها در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

میزان ترکیبات استفاده شده برای تولید پنیر تقلیدی در جدول ۱ نشان داده شده است.

لازم به ذکر است که صمغ گوار جایگزین مستقیم کازئینات سدیم در محصول شد. مقدار چربی، نمک و رطوبت پنیر معطر ليقوان با همین ترکیبات در ساختار پنیر تقلیدی جایگزین شدند اما خاکستر و املاح به همراه مقدار پروتئین موجود در پنیر معطر جایگزین کازئینات سدیم شدند که در واقع ماده پرکننده و بافت دهنده در پنیر تقلیدی محسوب می شود.

جدول ۱: فرمول پنیر تقلیدی (کلیه مقادیر داده شده در جدول بصورت درصد وزنی وزنی هستند).

کازئینات سدیم	آب	روغن سویای هیدوژنه	روغن کانولای مایع	اسید سیتریک	سوربات پتاسیم	کلرید سدیم	دی سدیم فسفات
۲۴/۵	۵۲	۱۴	۷	۰/۵	۰/۲	۱/۳	۰/۵

۲. ۴- آزمون ذوب: برای تعیین قابلیت ذوب از روش اصلاح شده آزمون شریبر با کمک فناوری پردازش تصویر استفاده شد. در ابتدا ورقه ای از پنیر با ضخامت ۵ میلی متر و قطر ۲۲ میلی متر برش داده شد و در مرکز پلیت شیشه ای قرار گرفت. سپس در آن مرسوم به مدت ۱۵ دقیقه در ۹۰ درجه سانتیگراد حرارت دید. عکس برداری از نمونه ها با کمک سیستم کامپیوتر بینایی و پردازش تصویر قبل و بعد از حرارت دهی در آن انجام شد. سیستم پردازش تصویر: این سیستم شامل یک اتاقک نورپردازی به رنگ مشکی با ابعاد ۵۰ در ۵۰ در ۱۰۰ سانتیمتر، مجهز به دو عدد لامپ فلورسنت، یک دوربین دیجیتال و یک پایه جهت دوربین می باشد. دوربین در فاصله ۱۵ سانتیمتری از نمونه ها تنظیم شد. تنظیمات انجام شده در طول دوره آزمایش ثابت ماند. تصاویر گرفته شده جهت آنالیز بعدی به فرمت JPEG ذخیره شد. تصویر نمونه پنیر از زمینه عکس با کمک نرم افزار Adobe Photoshop CS ME نسخه ۹ جدا شد. سپس عملیات آستانه یابی و تعیین مساحت نمونه با استفاده از نرم افزار Clemex نسخه ۴/۰/۰۲۱ انجام شد. آزمون با سه تکرار برای هر نمونه انجام گرفت.

تعیین درجه ذوب: خصوصیت ذوبی پنیر با درجه ذوب تعیین شد. درجه ذوب به صورت نسبت سطح قبل و بعد از

$$MD_f = (A_f/A_0) \times 100$$

پخت محاسبه شد:



که MD_f و A_f به ترتیب عبارتند از درجه ذوب (درصد) و سطح پنیر (mm^2) در انتهای آزمون ذوب و A_0 سطح اولیه نمونه (mm^2) می باشد.

۲. ۵- آزمون آنالیز پروفایل بافت: اندازه گیری خواص بافتی بر اساس آزمون آنالیز پروفایل بافت (TPA)^{۱۱} انجام گرفت. برای آزمون TPA از دستگاه سنجش بافت (QTS25, CNS FARANEL, UK) و پروب استوانه‌ای با قطر ۳۵ میلی متر استفاده شد. نمونه‌های پنیر یک ساعت قبل از آزمایش از یخچال خارج شده و در دمای محیط قرار گرفتند. نمونه‌ها جهت آزمون TPA در اندازه قطعات $15 \times 15 \times 15$ میلی متر برش داده شدند. سرعت نفوذ پروب ۱۰۰ میلی متر در دقیقه تنظیم شد. نمونه‌ها تا ۸۰٪ ارتفاع اولیه فشرده شدند. آزمون با پنج تکرار انجام گرفت. صفات مورد بررسی عبارت بودند از سختی^{۱۲}، چسبندگی^{۱۳}، پیوستگی^{۱۴} و ارتجاعیت^{۱۵}.

۲. ۶- آزمون های شیمیایی: چربی به روش ژبر، نمک به روش موهر، ماده خشک به روش خشک کردن در آون در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد و پروتئین به روش میکروکلدال اندازه گیری شدند. pH نیز با استفاده از PH متر دیجیتال مدل HI8314 اندازه گیری شد. آزمون های شیمیایی در سه تکرار برای هر نمونه انجام شدند.

۲. ۷- آنالیز آماری: در این پژوهش پنیر معطر ليقوان در ۲ سطح (۲/۵ و ۵ درصد وزنی کل فرمول) و صمغ گوار در ۲ سطح (۰/۳ و ۰/۶ درصد وزنی کل فرمول) در فرمول‌ها بکار رفتند. هر یک از ۴ فرمول ۲ بار تولید شد (۲ تکرار تولید). نتایج بدست آمده از پژوهش بر اساس طرح پایه کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل مورد آزمون آماری قرار گرفت. داده های بدست آمده توسط نرم افزار MINITAB در معرض تجزیه واریانس قرار گرفتند و سپس میانگینهای بدست آمده برای تعیین معنی داری توسط نرم افزار MSTAT-C تحت آزمون مقایسه میانگین چند دامنه ای دانکن قرار گرفتند. برای ترسیم نمودار از نرم افزار Microsoft Excel استفاده شد.

۲. ۸- نتایج و بحث:

جدول ۲: میانگین مقادیر بافتی فرمول های پنیر تقلیدی مورد بررسی

فرمول	درصد گوار	درصد پنیر معطر	درجه ذوب(درصد)	سختی(نیوتن)	چسبندگی(نیوتن درثانیه)	پیوستگی(بدون بعد)	ارتجاعیت(میلی متر)
۱	۰/۳	۲/۵	۱۰۶/۵ ^d	۱۶/۴ ^a	۰/۲۸ ^{ab}	۰/۶۰ ^a	۴/۵۰ ^a
۲	۰/۶	۲/۵	۱۱۶ ^b	۱۴/۵ ^b	۰/۲۷ ^b	۰/۶۰ ^a	۴/۴۵ ^b
۳	۰/۳	۵	۱۱۲/۵ ^c	۱۴/۴۵ ^b	۰/۳۳ ^a	۰/۵۷ ^b	۴/۴۰ ^c
۴	۰/۶	۵	۱۲۴/۵ ^a	۱۳/۶ ^c	۰/۳۳ ^a	۰/۵۷ ^b	۴/۳۶ ^d

کمیت های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند(آزمون دانکن در سطح $\alpha=0/05$).

¹¹ Texture profile Analysis

¹² Hardness

¹³ Adhesiveness

¹⁴ Cohesiveness

¹⁵ Springness



جدول ۳: میانگین ترکیب شیمیایی فرمول های پنیر تقلیدی مورد بررسی

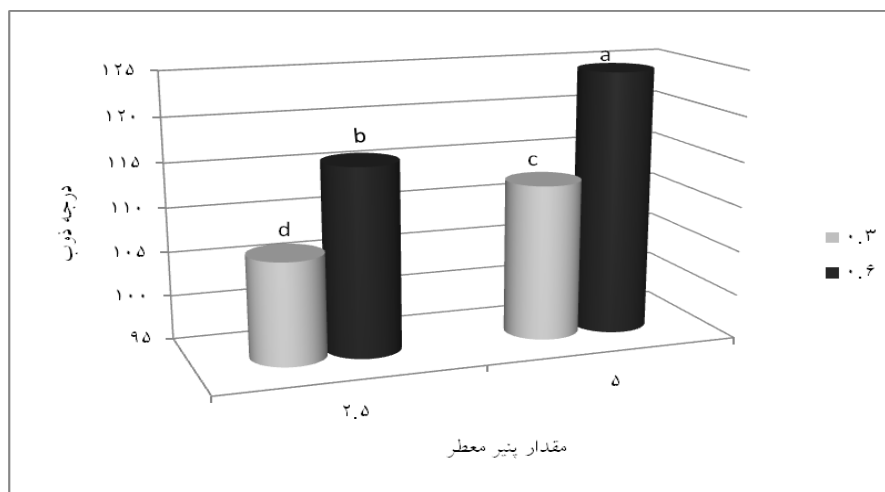
فرمول	درصد گوار	درصد پنیر معطر	پروتئین	چربی	PH	رطوبت	نمک
۱	۰/۳	۲/۵	۲۱/۶۴ ^a	۲۱/۴۷ ^a	۵/۷۹ ^a	۵۱/۸۵ ^a	۱/۳۰ ^a
۲	۰/۶	۲/۵	۲۱/۴۵ ^b	۲۱/۵۲ ^a	۵/۷۲ ^a	۵۱/۷۰ ^a	۱/۳۲ ^a
۳	۰/۳	۵	۲۱/۳۱ ^c	۲۱/۵۲ ^a	۵/۶۲ ^b	۵۲/۱۳ ^a	۱/۳۰ ^a
۴	۰/۶	۵	۲۱/۱۰ ^d	۲۱/۴۸ ^a	۵/۵۶ ^b	۵۲/۴۶ ^a	۱/۳۱ ^a

کمیت های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن در سطح $\alpha=0/05$).

۲.۸.۱- اثر بر ذوب پذیری:

نتایج گویای این است که صمغ گوار سبب افزایش میزان ذوب پذیری پنیر تقلیدی شده است. قابلیت ذوب به توانایی ذرات پنیر در تشکیل توده مذاب پیوسته و یکنواخت در اثر حرارت اشاره دارد (۴). بر طبق گفته ی کاوالیر و چفتل^{۱۶} قابلیت ذوب شوندگی پنیرهای تقلیدی وابسته به PH بالا، بافت نرم، میزان بالای تفکیک کازئین و میزان کم امولسیون سازی چربی می باشد (۳). گوار هیدروکلوئیدی خنثی از نظر بار الکتریکی است بنابراین قادر به برهم کنش با پروتئین ها نیست. اما قادر است با کازئینات سدیم در جذب آب رقابت نماید و از تثبیت تمامی آب در امولسیون جلوگیری کند و در نهایت از آنجایی که ویسکوزیته ایجاد شده توسط آن در دماهای بالا کاهش می یابد خواهد توانست قابلیت ذوب محصول را بهبود دهد. پنیر معطر لیقوان نیز سبب افزایش قابلیت ذوب پنیر تقلیدی شد. در بخش ۳.۲ بیان شد که از آنجایی که پنیر معطر به منظور ایجاد طعم مناسب و نه تغییر خصوصیات عملکردی در محصول مورد استفاده قرار می گیرد سعی شد تمام ترکیبات موجود در آن جایگزین مستقیم همان ترکیبات در ساختار پنیر تقلیدی شوند. اما مقدار زیادی املاح و خاکستر هم در ساختار پنیر معطر وجود داشت که این املاح نیز همراه با مقدار پروتئین موجود در آن جایگزین مستقیم کازئینات سدیم شدند. لذا با افزایش سطح پنیر معطر از میزان کازئینات سدیم در فرمول کاسته شد و امولسیون ضعیف تری ایجاد شد که منجر به افزایش ذوب پذیری شد. اثر متقابل این دو فاکتور بر قابلیت ذوب نیز معنی دار بود. همان طور که در شکل ۱ مشخص است با افزایش سطح هر دو فاکتور قابلیت ذوب با شدت بیشتری افزایش یافته است. دلیل این امر، کاهش چشمگیر کازئینات سدیم با افزایش سطوح جایگزینی گوار و پنیر معطر است.

¹⁶ Cavalier-Salou & cheftel



شکل ۱: اثر متقابل پنیر معطر و صمغ گوار بر ذوب پذیری

۲.۸.۲- اثر بر شاخصه های پروفایل بافت:

سختی عبارت است از نیروی لازم برای رسیدن به یک تغییر شکل مشخص. بر روی منحنی، سفتی عبارت است از ارتفاع پیک اصلی در منحنی اول و با واحد نیوتن، کیلوگرم یا گرم نشان داده می شود (۶). در پنیتهای تقلیدی امولسیون سازی یک نقش کلیدی را ایفا می کند. به طوری که هر عاملی که سبب تضعیف این امولسیون شود سبب کاهش سختی و در مقابل افزایش ذوب پذیری محصول می شود. صمغ گوار سبب کاهش استحکام و سختی پنیر تقلیدی شد که دلیل آن همان طور که در بخش قبل گفته شد تضعیف امولسیون ایجاد شده توسط کازئینات سدیم می باشد. پنیر معطر ليقوان نیز سختی محصول را کاهش داد. اثر متقابل پنیر معطر و صمغ گوار بر میزان سختی معنی دار اعلام نشد.

چسبندگی عبارت است از کار لازم برای غلبه بر نیروهای چسبندگی بین سطح غذا و سطح سایر موادی که غذا با آنها در تماس هستند. چسبندگی از محاسبه سطح زیرین پیک منفی بدست می آید و بر اساس گرم در ثانیه و یا ژول (N.S) بیان می شود (۶). استفاده از صمغ گوار بر میزان چسبندگی پنیر تقلیدی تأثیر معنی داری نداشت. این نتیجه در تطابق با یافته های جانا و همکاران در بررسی اثر ترکیب هیدروکلونیدهای مختلف بر بافت پنیر تقلیدی می باشد. پنیر معطر ليقوان سبب افزایش چسبندگی محصول شد. از آنجایی که بر طبق نظر بچمن^{۱۷} عامل اصلی تأثیرگذار بر میزان چسبندگی و پیوستگی پنیر تقلیدی مقدار و نوع چربی است، شاید بتوان گفت که چربی موجود در پنیر معطر که در واقع همان چربی شیر است، عامل اصلی افزایش دهنده چسبندگی پنیر تقلیدی بوده است. اثر متقابل این دو فاکتور بر میزان چسبندگی پنیر معنی دار نبود.



پیوستگی یا چسبناکی نمایانگر قدرت باندهای داخلی است که پیکره محصول را می سازند و از محاسبه نسبت مساحت پیک اصلی در منحنی دوم به مساحت پیک اصلی در منحنی اول بدست می آید (۶). بر میزان پیوستگی نیز تنها مقادیر پنیر معطر معنی دار بود. این اثر نیز به کاهش مقدار کازئینات سدیم و در واقع شکست شبکه کازئینی با حضور پنیر معطر در ساختار پنیر تقلیدی نسبت داده می شود.

قابلیت ارتجاعی (فنریت) مسافتی که در طی زمان ماده غذایی ارتفاع اولیه خود را بازیابی می کند (۶). صمغ گوار و پنیر معطر ليقوان هر دو سبب کاهش مقدار ارتجاعیت بافت پنیر تقلیدی شدند. چرا که عوامل اصلی ارتجاعی بودن بافت پنیر تقلیدی کازئینات سدیم و میزان اسیدهای چرب اشباع می باشند که البته عامل دوم به میزان ثابتی در فرمول مورد استفاده قرار گرفته است لذا مطمئناً جایگزینی هر دو فاکتور با کازئینات سبب کاهش این ویژگی شده است. اثر متقابل پنیر معطر و صمغ گوار بر میزان ارتجاعیت معنی دار نبود. پس می توان گفت تاثیر افزایش سطوح پنیر معطر بر ارتجاعیت پنیر تقلیدی مستقل از اثر تغییر سطوح صمغ گوار است. در مورد نقش اسیدهای چرب اشباع و پروتئین در ایجاد ارتجاعیت پنیر تقلیدی، بچمن بیان کرد که میزان زیاد اسیدهای چرب اشباع، جذب سطحی گروه های چربی دوست پروتئین ها را در اطراف قطرات چربی همجوار افزایش می دهند در نتیجه ساختار مشبکی تشکیل می شود که قابلیت ارتجاعی را به محصول می دهد (۲).

۲.۸.۳- اثر بر خصوصیات شیمیایی:

نتایج جدول ۳ نشان می دهد که افزایش میزان پنیر معطر ليقوان و صمغ گوار هر دو سبب کاهش مقدار پروتئین در پنیر شده است که البته به دلیل جایگزینی صمغ گوار و خاکستر پنیر معطر با کازئینات سدیم در فرمول پنیر تقلیدی این نتیجه قابل پیش بینی بود. افزایش سطح پنیر معطر بر مقادیر رطوبت، چربی و نمک محصول تأثیر معنی داری نداشت چرا که همانطور که قبلاً گفته شد این ترکیبات در پنیر معطر جایگزین مستقیم همتایشان در ساختار پنیر تقلیدی شدند. صمغ گوار نیز به دلیل مقادیر کم مورد استفاده تأثیر معنی داری بر میزان رطوبت، چربی و نمک نمونه ها نداشت. بررسی روند تغییرات PH نشان داد با افزایش نسبت پنیر معطر در ساختار پنیر تقلیدی از مقدار PH کاسته می شود. این پدیده با توجه به PH پایین (۵/۲) پنیر معطر ليقوان کاملاً طبیعی می باشد. اگرچه صمغ گوار نیز سبب کاهش مقدار PH محصول شد اما این کاهش به لحاظ آماری معنی دار اعلام نشد.

۳- نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان می دهد استفاده از سطوح بالای صمغ گوار و پنیر معطر در جایگزینی بخشی از کازئینات سدیم موجود در ساختار پنیر تقلیدی بر برخی ویژگی های عملکردی محصول نظیر سختی و پیوستگی تأثیر منفی می گذارد و از آنجایی که سختی بافت این گونه پنیرها برای استفاده در غذاهای آماده همچون پیتزا و چیز برگرها مورد نیاز می باشد لازم است برای دستیابی به محصولی با ویژگی های بافتی و شیمیایی مطلوب مقدار ترکیبات مورد بررسی در حد بهینه (سطوح پایین تر ترکیبات مورد بررسی) تنظیم شوند.



۴- مراجع

- ۱-حییبی نجفی، م. ب.، میری، س. م. ا.، و باروئی، ج. (۱۳۸۹). استفاده از آنزیم های تجاری در تولید پنیر معطر (EMC) ليقوان. در دست بررسی.
- ۲-Bachmann, H. P. (2001). Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*, 11, 505–515.
- ۳-Cavalier-Salou, C., & Cheftel, J. C. (1991). Emulsifying salts influence on characteristics of cheese analogs from calcium caseinate. *Journal of Food Science*, 56, 1542–1547.
- ۴-Fox, P.F. (2004). *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. Chapman and Hall Publishing, London
- ۵-Guinee, T. P., Caric, A., & Kalab, M. (2004). Pasteurized processe cheese and substitute/imitation cheese products. In P. F. Fox (Ed.), *Cheese chemistry, physics and microbiology* (pp. 379–385). Massachusetts: Elsevier Academic Press.
- ۶-Gunasekaran, S., and Mehmet Ak, M. (2003). *Cheese rheology and texture*. CRC Press LLC.
- ۷-Hanon, J. A., and et al. (2006). Production of ingredient type cheddar cheese with accelerated flavor development by addition of enzyme modified cheese powder. *Journal Dairy Science*. 89, 3749-3762.
- ۸-Jana, A. H., Patel H.G., Suneeta Pinto & Prajapati J. P. (2010). Quality of casein based Mozzarella cheese analogue as affected by stabilizer blends. *J Food Sci Technol* 47, 240-242.
- ۹-Kilcawley, K.N., Wilkinson, M.G. & Fox, P.F. (2006). A novel two stage process for the production of enzyme modified cheese. *Food Research International*. 39, 619-627.
- ۱۰-Kiziloz, M. B., Cumhuri, O., Kilic, M. (2009). Development of the structure of an imitation cheese with low protein content. *Food Hydrocolloids*, 23, 1596–1601.
- ۱۱-Moskowitz, G. J., Noelck, S. 1987. Enzyme modified cheese technology. (1987). *Journal Dairy Science*. 70, 1761-1769.
- ۱۲-Noronha, N., Duggan, E., Ziegler, G. R., O’Riordan, E. D., O’Sullivan, M. (2007). Inclusion of starch in imitation cheese: its influence on water mobility and cheese functionality. *Food Hydrocolloids*, 22, 1612–1621.
- ۱۳-Noronha, N., Cronin, D. A., O’Riordan, E. D., & O’Sullivan, M. (2008a). Flavouring of imitation cheese with enzyme modified cheeses (EMCs): Sensory impact and measurement of aroma active short chain fatty acids (SCFAs). *Food Chemistry*, 106, 905–913.