بررسی تاثیر افزودن هیدروکلوئیدهای کنجاک و زانتان بر ویژگی‌های بافتی پنیر پروسس پخش‌پذیر

مصطفی محروقی[1]، محسن قدس روحانی [2*]، حسن رشیدی[3]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، تولید فرآورده های نوین لبنی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد.
۲و۳- گروه صنایع غذایی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰٤/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱٦)

چکیده

در این تحقیق اثر مقادیر مختلف کره پاستوریزه حیوانی (۳ تا ۹ درصد) و هیدروکلوئیدهای کنجاک (صفر تا ۰/٤ درصد) و زانتان (صفر تا ۰/٤درصد) بر خصوصیات بافتی پنیر پروسس پخش پذیر بررسی شد. آزمایش تجزیه پروفایل بافت (TPA) در مورد پنیرهای تولید شده یک روز پس از تولید صورت پذیرفت. در این آزمون صفات سختی، چسبندگی، پیوستگی، حالت فنری، حالت صمغی و حالت آدامسی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج در قالب طرح مرکب مرکزی (CCD) بررسی و به روش سطح پاسخ (RSM) مدل‌سازی و تجزیه‌وتحلیل شد. ضریب تبیین برای مدل‌های رگرسیون برازش شده کلیه صفات بالاتر از۰/۸۵ بود ضمن این که فاکتور عدم برازش نیز برای مدل تمامی صفات در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نبود. بنابراین صحت مدل برای برازش اطلاعات تأیید گردید. با توجه به نتایج به دست آمده، نقطه بهینهٔ متغیرهای تولید برای دست یافتن به پنیری که حتی الامکان کمترین امتیاز سختی و چسبندگی را دارا باشد، ۰/۳۷ درصد کنجاک، ۰/۰٤٥ درصد زانتان و ۵/۲۳ درصد کره پاستوریزه می باشد. در نهایت افزایش هم زمان مقدار چربی و هیدروکلوئیدها (به ویژه کنجاک) در فرمولاسیون پنیر، باعث افزایش معنی دار مقدار سختی، حالت صمغی، حالت آدامسی، حالت فنری داشت در صورتیکه در مورد قابلیت جویدن و پیوستگی کاهش چربی معنی دار نبود و همچنین مقدار چسبندگی در تیمارهای مختلف حاوی هیدروکلوئیدها، روند نزولی داشت.

کلید واژگان: تجزیه پروفایل بافت، پنیر پروسس پخش پذیر، صمغ زانتان، صمغ کنجاک، بهینه سازی

* مسئول مکاتبات: Qhods@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

۱- مقدمه

پنیر نوعی شیر تغلیظ شده است که عمده مواد جامد آن را پروتئین (خصوصا کازئین) و چربی تشکیل می‌دهد. به دلیل تنوع زیاد این محصول، نمی‌توان تعریف دقیق و فراگیری برای آن بیان نمود [۱]. بافت ویژگی کیفی اولیه پنیر هاست. احساس دهانی و ظاهر کلی پنیرها قبل از طعم آن ها مورد نظر قرار می گیرد [۲]. بافت پنیر یکی از خواص حسی یا ارگانولپتیکی است که به وسیله حواس بینایی، لامسه و شنوایی درک می شود و بنابراین به طور مستقیم به وسیله آنالیز حسی قابل اندازه گیری است. ویژگی مکانیکی به صورت عکس العمل غذا با نیرویی که در طول مصرف آن مانند فشردن بین انگشتان، برش و یا جویدن اعمال می گردد، آشکار می شود. انواع مختلف پنیرها، بافت های متنوعی دارند. برای هر نوع پنیر انتظار می رود بافت خاصی به عنوان ویژگی غالب در نظر گرفته شود. برای مثال، پنیر موزارلا، کش دار یا چسبناک است، در صورتی که پنیر پارمسان ترد می باشد. پنیر پروسس در بین انواع مختلف پنیر، محصولی است لبنی که با پنیر طبیعی متفاوت بوده و در حقیقت به طور مستقیم از شیر ساخته نمی‌شود. با این وجود، جزء اصلی پنیر پروسس، پنیر طبیعی[1] می باشد. این نوع پنیر در اثر مخلوط کردن پنیرهای طبیعی با درجات رسیدگی و سنین مختلف به دست می‌آید. این امر با استفاده از نمک‌های امولسیون‌کننده و ترکیبات غیرلبنی دیگر، همراه با حرارت‌دهی و هم‌زدن مداوم (تا رسیدن به ساختاری یکنواخت) صورت می‌گیرد [۳]. در تولید پنیر پروسس، شماری از تغییرات فیزیکوشیمیایی سبب تبدیل شبکه پنیر طبیعی به محصولی با ویژگی‌های بافتی متفاوت می‌شوند [٤و٥]. در میان انواع مختلف پنیر پروسس، پنیر پروسس پخش‌پذیر، پنیر پروسسی است که دارای مواد افزودنی از قبیل هیدروکلوئیدهای نوع غذایی مانند صمغ گوار، صمغ زانتان، کربوکسی‌متیل‌سلولز، کاراگینان و قندهای طبیعی و عوامل شیرین‌کننده مجاز می‌باشد، به نحوی که قابلیت مالیدن یا پهن شدن بر نان را دارد [٦]. در تولید پنیر پروسس، نمک‌های امولسیون‌کننده فسفاته نقش مهمی در تولید محصولی یکنواخت با ویژگی‌های فیزیکی و حسی مناسب ایفا می‌کنند، با این وجود استفاده بیش از حد از این نمک‌ها ممکن است منجر به بروز بسیاری از بیماری‌ها در انسان گردد؛ لذا با در نظر گرفتن کیفیت محصول و صرفه‌جویی در هزینه ها می‌توان از انواع هیدروکلوئیدهای مناسب استفاده کرد. برطبق قوانین فدرال ایالات متحده، استفاده از صمغ‌ها و هیدروکلوئیدها درسطوح کمتراز ۰/۸ درصد در پنیر پروسس پخش‌پذیر مجاز شمرده می‌شود [۷]. از آنجا که پنیر پروسس پخش‌پذیر محتوای رطوبت بالایی دارد (تا حدود ٦۰ درصد)، مهم‌ترین عملکرد صمغ در این نوع پنیر برقراری اتصال با آب وایجاد غلظت یا ویسکوزیته مناسب درمحصول و نیز بهتر کردن احساس دهانی است [۸]. افزودن هیدروکلوئیدها سبب افزایش استحکام و کاهش ذوب‌پذیری شده و اثرات متفاوتی در قابلیت پخش‌پذیری دارد. انتخاب صمغ‌ها بستگی به قابلیت پراکندگی، حلالیت، رفتار هیدراتاسیون، قابلیت نگهداری آب، ویسکوزیته پخت و سازگاری با پروتئین‌های شیر و دیگر ترکیبات موجود در پنیر پروسس دارد [۹]. یکی از مهم ترین بخشی که از صمغ ها در تولید پنیر استفاده می گردد در محصولات پنیر پروسس کم چرب و پنیر پروسس تقلیدی می باشد [۱۰]. کالروس و ورنون (۱۹۹۸) به ارزیابی ریز ساختار و بافت پنیر آنالوگ حاوی انواع مختلف چربی پرداختند [۱۱]. در این تحقیق آنها از کره حیوانی، روغن سویا و روغن سویای هیدروژنه استفاده کردند. این تحقیق نشان داد که استفاده از روغن سویا نرمترین، روغن سویای هیدروژنه سفت ترین و کره حیوانی، بافتی ما بین این دو محصول از نظر سفتی را

1. Natural cheese

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

ایجاد کرد. چرنیکوا و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر افزودن صمغ های کاپا- و یوتا-کاراگینان را بر خصوصیات ویسکوالاستیک پنیر پروسس بررسی کرده و نشان دادند، افزایش غلظت هر دو هیدروکلوئید نامبرده سبب افزایش سفتی پنیر حاصله شده و در این میان یوتاکاراگینان در مقایسه با کاپاکاراگینان مؤثرتر بوده است [۱۲]. بررسی‌های صورت گرفته در خصوص تاثیر نشاسته‌های مختلف بر خصوصیات رئولوژیکی و ریزساختاری پنیر پروسس نیز نشان دادند که جایگزینی بخشی از پروتئین پنیر با نشاسته سیب‌زمینی، بیشترین اثر را در خصوصیات بافتی پنیر پروسس به ویژه قوام آن دارا بوده است. بعلاوه، علیرغم اثر نشاسته در بهبود ویژگی‌های حسی و طعم نمونه‌های پنیر با پروتئین کم غلظت‌های بالای نشاسته سبب بروز بافت خمیری نمونه‌ها و چسبندگی آنها به درب ظرف می‌شود [۱۳]. همچنین ماکو و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر افزودن پکتین را بر خصوصیات ویسکوالاستیک پنیرهای پروسس با ٤٠ و ٥٠ درصد ماده خشک پس از ٤٢ روز نگهداری در دمای ٢ ± ٦ درجه سانتی‌گراد بررسی کردند [١٤]. نتایج نشان داد که نمونه-های حاوی پکتین، بیشترین میزان سفتی و کمترین مالش‌پذیری را در مقایسه با نمونه‌های پنیر پروسس فاقد پکتین داشتند. همبستگی استحکام پنیر پروسس با غلظت پکتین به صورت خطی بود. ظاهر و طعم پنیرهای پروسس حاوی پکتین نیز مطلوب بود. بونکا و همکاران (۲۰۱۰) امکان استفاده از هیدروکلوئیدها را به عنوان جایگزین نمک‌های امولسیفایر سیترات و فسفات در تولید پنیر پروسس مورد بررسی قرار دادند [١٥]. در این مطالعه تاثیر صمغ لوبیای لوکاست (LBG)، کاراگینان، پکتین با درجه متوکسیل پایین و نشاسته اصلاح‌شده بررسی شد. نتایج حاصله حاکی از آن بود که LBG، پکتین با درجه متوکسیل پایین و نشاسته اصلاح‌شده را نمی‌توان به عنوان جایگزین نمک‌های امولسیفایر معرفی کرد؛ از طرفی، کاپا- و یوتا-کاراگینان جایگزین‌های مناسبی برای نمک‌های امولسیون‌کننده هستند و موجب افزایش قوام و بهبود بافت پنیر حاصله می‌شوند. در تحقیقی دیگر توسط حسینی پرور و همکاران (۲۰۱۵) در خصوص ویژگی‌های ریز ساختار، رئولوژی و بافتی پنیر پروسس حاصل از کازئین انعقادی و صمغ دانه ریحان (LBG)، مشخص شد، افزایش میزان صمغ دانه ریحان، باعث افزایش رفتار الاستیک در ساختمان پنیر پروسس شده و سفتی بیشتری در محصول ایجاد می‌کند ولی خصوصیات ذوب پنیر را کمی کاهش می‌دهد [١٦]. از دیگر صمغ‌های قابل استفاده در فرآورده‌های غذایی، کنجاک گلوکو مانان[1] (KGM) گیاه بومی آسیایی می‌باشد. این صمغ از غده-های گیاه (*Amorphophallus Konjac*) از خانواده *Araceae* استحصال می‌گردد. این پلی‌ساکارید خنثی به خاطر توانایی جذب آب بالا، به عنوان تشکیل‌دهنده ژل (به دلیل وجود گروه استیل محدود شده در زنجیره آن) و عامل سفت-کننده در غذاهای سنتی آسیایی استفاده می‌شود [١٧]. بعلاوه، از آن بعنوان یکی از ویسکوزترین فیبرهای رژیمی یاد می‌کنند. استفاده آن در کشورهای غربی به عنوان یک جزء در غذاهای فراسودمند رو به گسترش است. محصولات کنجاک توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) در لیست "۱۰ غذای سالم برتر" قرار گرفته‌اند [۱۸و۱۹]. همچنین استفاده از آن بعنوان یک افزودنی غذایی در اروپا مجاز شناخته شده است و به عنوان (GRAS) توسط سازمان غذا و دارو (FDA) طبقه-بندی می‌گردد. استفاده از کنجاک به خاطر نقش مهم آن در کنترل وزن، اصلاح متابولیسم میکروبی روده، خارج ساختن رادیکال‌های آزاد، ممانعت از رشد تومورهای نهفته و پیشرفته نادر، بسیار مورد توجه است [۱۷]. صمغ کنجاک در ترکیب با سایر صمغ‌ها از جمله زانتان، ژل‌های بسیار الاستیک و برگشت‌پذیر در حضور حرارت، به وجود می‌آورد [۲۰]. ترکیب این دو صمغ، در گوشت و ماهی‌های فرآوری شده

1. Konjac Glucomannan

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

استفاده شده و الاستیسته حاصل از این دو هیدروکلوئید به همراه نشاسته، برای پنیرهای عمل‌آوری شده بسیار مناسب می‌باشد. ویژگی‌های هم‌افزایی کنجاک در ترکیب با سلولز میکروکریستاله و زانتان احساس دهانی خامه‌ای و قوی در محصولاتی که چربی آنها کاهش یافته و یا در محصولات با چربی بدلی ایجاد می‌کند. علیرغم پتانسیل بالای صمغ کنجاک برای استفاده در فرآورده‌های لبنی، متأسفانه تاکنون در خصوص استفاده از آن در تولید انواع پنیر پروسس و به ویژه تولید پنیر پروسس پخش‌پذیر، تحقیقی صورت نگرفته است و عملاً هیچ‌گونه سابقه قبلی برای اجرای این طرح در داخل و خارج کشور وجود ندارد، لذا این طرح با هدف پرکردن این خلأ به مرحله اجرا درآمد. همچنین به دلیل اثرات هم‌افزایی صمغ کنجاک و زانتان در تشکیل ژل‌های قوی و احتمال اثر مثبت این هم‌افزایی بر ویژگی‌های پنیر پروسس پخش‌پذیر، استفاده توأم از این دو هیدروکلوئید، و تاثیر آن ها بر کاهش میزان چربی مصرف شده در این تحقیق مورد بررسی قرارگرفت.

۲- مواد و روش‌ها

پنیر سفید فراپالایش، پنیر خامه‌ای (تهیه شده از شیر و خامه پاستوریزه و مایه پنیر و آغازگر میکروبی) و کره پاستوریزه شیرین بدون نمک از شرکت فرآورده‌های لبنی پالود پارسیان نیشابور؛ شیر خشک بدون چربی از شرکت فونترا نیوزیلند و پودر پروتیین تغلیظ شده شیر از شرکت Emmi فرانسه تهیه گردید. ترکیبات فسفاته و سیتراته (S9) از شرکت جوها (JOHA, Benckiser-Knapsack, Ladenburg) آلمان فراهم گردیدند. همچنین هیدروکلوئیدهای زانتان و کنجاک به شکل تجاری از شرکت فود کم (FoodChem) کشور چین پودر لاکتوز و نمک طعام از شرکت سیگما آلدریچ (Sigma

۲-۱- تولید پنیر پروسس پخش‌پذیر

تیمارهای مختلف محصول در این تحقیق، توسط دستگاه ترمومیکسر (مدل Mycook 1.8 به ظرفیت حداکثر ۲ لیتر ساخت کشور اسپانیا) تهیه شدند. ابتدا پنیر سفید فراپالایش به صورت مکعب‌های تقریباً ۵×۵×۵ سانتی‌متری بریده شده و در داخل همزن جهت ایجاد بافتی یکنواخت همگن شد. سپس به داخل کاسه دستگاه پخت ریخته شده و در دمای ٤٥ تا ٥٠ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه با سرعت مرحله سه دستگاه (حدوداً ۲۱٦۰ دور در دقیقه) تا رسیدن به بافتی خمیری شکل، به طور مداوم حرارت‌دهی و هم‌زده شد. سپس زمان دستگاه بر روی عدد ۱۵ دقیقه تنظیم شده و در حین فرآوری و افزایش دما به صورت تدریجی (٦٥-۷۵ درجه سانتی گراد) ، ابتدا کره و پنیر خامه‌ای و سپس ترکیبات پودری شامل هیدروکلوئیدهای کنجاک، زانتان، سیترات سدیم ۰/۵ درصد، نمک فسفاته، ۰/۵ درصد، شیر خشک بدون چربی، ۲ درصد، پودر پروتئین تغلیظ‌شده شیر، ۳ درصد، نمک طعام، یک درصد و در صورت لزوم پودر لاکتوز، در مقادیر توزین شده جهت تیمارهای مختلف، از طریق درپوش بالایی وارد کاسه اصلی دستگاه پخت شد و دمای دستگاه بر روی ۸۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت دستگاه بر روی مرحله هفت (حدود ٦۰۹۰ دور در دقیقه) تنظیم گردید. ادامه فرآوری تا دقیقه ۱۵، در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت ٦۰۹۰ دور در دقیقه صورت پذیرفت. در پایان زمان فرآوری، دستگاه به صورت اتوماتیک خاموش شده و محصول به داخل لیوان‌های ۳۰۰ گرمی مستطیل شکل مخصوص پنیر که از جنس پلی‌پروپیلن بوده انتقال یافته و به صورت غیرقابل نفوذ دربندی شده و به یخچال با دمای ٦±۲ درجه سانتی‌گراد جهت انجام آزمون های مورد نظر انتقال یافت. شایان ذکر است که مقدار تولید پنیر پروسس پخش‌پذیر در هر بخش، تقریبا ۱۲۰۰ گرم بود [۲۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

۲-۲- روش ارزیابی ویژگی‌های بافتی

جهت بررسی ویژگی‌های بافتی پنیر پروسس پخش‌پذیر دستگاه اندازه‌گیری بافت (مدل BROOKFIELD CT3 4500 ساخت کشور آمریکا) مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمون از یک پروب استوانه‌ای شکل از جنس استیل ضد زنگ با قطر ۵۵ میلیمتر استفاده گردید [۲۲]. میزان نفوذ پروب به داخل نمونه‌ها ۱۰ میلی‌متر و با سرعت ۰/۵ میلی‌متر بر ثانیه صورت پذیرفت. لود سل دستگاه روی ۵ کیلوگرم تنظیم شد. فاصله بین هر آزمون بافتی یک دقیقه در نظر گرفته شد. کلیه نمونه‌ها در ظروف مستطیلی شکل پلاستیکی تا ارتفاع ۳۰ میلی‌متری از نمونه پر شده و تا قبل از انجام آزمون در یخچال قرار گرفتند. دمای آزمون ٢±٦ درجه سانتی‌گراد بود. هر تست حداقل در سه تکرار انجام گردید. جهت ممانعت از اصطکاک و چسبیدن پنیر به دستگاه، سطح پروب و صفحهٔ ثابت دستگاه قبل از آزمایش با روغن مایع، روغن‌کاری شد و سپس با دستمال مخصوص خشک و تمیز شد. درنتیجه اطلاعاتی نظیر سختی[1]، پیوستگی[2]، حالت فنری[3]، حالت صمغی[4]، حالت آدامسی[5] و چسبندگی[6] مورد ارزیابی قرار گرفتند.

Table 1 Independent variables in production process and their levels.

Variable	Symbol	Coding levels of variable		
		+1	0	-1
Xanthan (percentage)	X_1	0.4	0.2	0
Konjac (percentage)	X_2	0.4	0.2	0
Butter (percentage)	X_3	9	6	3

1. Hardness
2. Cohesiveness
3. Springiness
4. Gumminess
5. Chewiness
6. Adhessivness

Table 2 The coding and real levels of independent variables.

treats	Coding levels			Real levels (percentage)		
	X	X	X	Xantha	Konja	Butter
1	-1	-1	-1	0	0	3
2	-1	-1	1	0	0	9
3	-1	1	-1	0	0.4	3
4	1	-1	-1	0.4	0	3
5	-1	1	1	0	0.4	9
6	1	-1	1	0.4	0	9
7	1	1	-1	0.4	0.4	3
8	1	1	1	0.4	0.4	9
9	-1	0	0	0	0.2	6
10	0	-1	0	0.2	0	6
11	0	0	-1	0.2	0.2	3
12	1	0	0	0.4	0.2	6
13	0	1	0	0.2	0.4	6
14	0	0	1	0.2	0.2	9
15	0	0	0	0.2	0.2	6
16	0	0	0	0.2	0.2	6
17	0	0	0	0.2	0.2	6
18	0	0	0	0.2	0.2	6
19	0	0	0	0.2	0.2	6
20	0	0	0	0.2	0.2	6

۲-۳- طرح آزمایش و آنالیز آماری

تیمارهای تولید در قالب طرح مرکب مرکزی (CCD[7]) با شش تکرار در نقطه مرکزی برای سه متغیر و درسه سطح انجام شدند به صورتی که ۲۰ تیمار تولید گردید (جداول ۲ و۱). نتایج با استفاده از نرم افزار آماری : Design – Expert (version 9.0.6) به روش سطح پاسخ (R.S.M[8]) آنالیز شد و هر یک از متغیرهای پاسخ (سختی، چسبندگی، پیوستگی، حالت فنری، حالت صمغی و حالت آدامسی) در قالب

7. Central Composite Design
8. Response Surface Methodology

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

رگرسیون چند جمله‌ای زیر به صورت تابعی از متغیرهای مستقل ارائه شدند:

$$Y=K+AX_1+ BX_2+ CX_3+ A_2X_{12}+ B_2X_{22}+ C_2X_{32}+ ABX_1X_2+ACX_1X_3+BCX_2X_3+A_2BX_{12}X_2+ A_2CX_{12}X_3+AB_2X_1X_{22}+ ABCX_1X_2X_3$$

که درآن Y عبارت است از متغیر تابع یا پاسخ، X_1, X_2 و X_3 سطوح کدبندی شده متغیرهای مستقل، k مقدار ثابت (مقدار پاسخ درحالتی که متغیرهای مستقل درنقطه مرکزی یعنی صفر قرار دارند)، C,B,A اثرات خطی، A_2, B_2 و C_2 اثرات درجه دوم و سایرضرایب اثرات متقابل می‌باشند. با استفاده از جدول آنالیز واریانس (ANOVA) معنی‌دار بودن اثرات خطی، درجه دوم و متقابل ضرایب مدل رگرسیون برای هرپاسخ در سطوح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ بررسی گردید.

۳- نتایج و بحث

ضرایب مدل رگرسیون و نتایج آنالیز واریانس برای هر یک از متغیرهای تابع در جدول (۳) آمده است. برای بررسی صحت مدل از ضریب تبیین (R^2) و تست عدم برازش استفاده گردید. ضریب تبیین عبارت است از نسبت مجموع مربعات تشریح شده به مجموع مربعات کل و مقدار عددی آن بین صفر و یک تغییرمی‌کند. R^2 مساوی یک، یعنی مدل همه داده‌های آزمایشی را برآورد می‌کند و R^2 مساوی صفر یعنی این که برآورد مدل کاملاً اشتباه است. برای آن که یک مدل توانایی خوبی برای برازش اطلاعات داشته باشد لازم است که R^2 بالای ۰/۸ باشد. در این تحقیق مقادیر ضریب تبیین برای سختی، چسبندگی، پیوستگی، حالت فنری، حالت صمغی و حالت آدامسی به ترتیب ۰/۹۷۸، ۰/۹۵۵، ۰/۹۵۱، ۰/۹۱٤ ، ۰/۹۸۳ و۰/۹۲۲ بود (جدول ۳).

از طرفی معنی‌دار بودن عدم برازش برای یک مدل بیانگر این است که نقاط به خوبی اطراف مدل قرار نگرفته و درنتیجه نمی‌توان از مدل برای پیش‌گویی مقادیر متغیرهای تابع استفاده نمود. همان طور که در جدول (۳) نشان داده شده است عدم برازش برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد. بنابراین بالابودن ضریب تبیین و معنی‌دار نبودن عدم برازش برای تمامی پاسخ‌ها صحت مدل را برای برازش اطلاعات تأیید می‌کند. برای مشاهده بهتر اثر متغیرهای مستقل بر روی صفات مورد آزمایش، نمودارهای سطح پاسخ[1] برای هر صفت رسم گردید. در هر نمودار اثر دو متغیر در حالتی که متغیر سوم در نقطه مرکزی (Xi=0) قرار دارد بررسی شده است و نتایج در هر بخش ارائه گردید. (شکل‌های ۱ تا ٦).

۳-۱- آزمون تجزیه نیم رخ بافت (TPA[2])

اثر متغیرها بر سختی

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که اثر افزودن صمغ های زانتان و کنجاک در سطح ۰/۰۰۱ درصد و اثر افزودن کره در سطح ۰/۰۱ درصد بر سختی پنیر پروسس پخش‌پذیر معنی‌دار بوده است. همچنین نتایج نشان دادند که اثر متقابل افزودن صمغ کنجاک و کره و نیز اثر افزودن صمغ کنجاک و صمغ زانتان بر سختی پنیر پروسس معنی‌دار می‌باشد و این امر در حالی است که اثر متقابل افزودن صمغ زانتان و کره معنی‌دار نبود ($P\leq$۰/۰۵). شکل ۱.الف تاثیر افزودن صمغ کنجاک و صمغ زانتان را بر سختی پنیر پروسس پخش‌پذیر در شرایطی که میزان کره در نقطه مرکزی (٦ درصد) ثابت نگه داشته شده نشان می‌دهد. همانطور که در شکل (۱.الف) مشاهده می‌شود، با افزایش همزمان میزان هر دو نوع صمغ کنجاک و زانتان، سختی پنیر نیز به صورت خطی افزایش می‌یابد و بالعکس در مقادیر حداقل (صفر درصد) از هر دو صمغ نامبرده، امتیاز سختی پنیر نیز به حداقل خود رسیده است. این پدیده را می‌توان این طور توجیه کرد که تبدیل زانتان از ساختار نامنظم رشته‌ای به ساختار هلیکس باعث به هم پیوستن زانتان و کنجاک می‌شود [۲۳].

1. Response surface
2. Texture Profile Analysis

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

Table 2 Coefficient of regression model and ANOVA results for variables of response.

Source	Hardness (g)		Adhesiveness (g.s)		Cohesiveness		Springiness (mm)		Gumminess (g)		Chewiness (g.mm)	
	Coefficient	Sum of squares	Coefficient	Sum of squares	Coefficient	Sum of squares	Coefficient	Sum of squares	Coefficient	Sum of squares	Coefficient	Sum of squares
Model	1.4×10^{7}	684.16^{***}	362322	-202.07^{***}	0.15	0.45^{***}	1229	268^{***}	68	41020^{***}	2.4×10^{8}	-187.54^{***}
A	5.4×10^{6}	6.57^{***}	133244	23.49^{***}	0.038	0.48^{***}	1.34	-5.82^{*}	2.4×10^{6}	306.46^{***}	9.0×10^{7}	-137.94^{***}
B	3.1×10^{6}	332.98^{***}	259.48	-262.53^{**}	4.9×10^{3}	-0.13^{*}	0.55	-30^{ns}	1.1×10^{6}	-148.4^{***}	4.5×10^{7}	-416.262^{***}
C	4.7×10^{5}	207.34^{**}	897.85	17.64^{*}	1.2×10^{3}	-0.02^{ns}	2.97	1.27^{***}	2.8×10^{5}	24.81^{**}	7.8×10^{5}	-1311.58^{ns}
AB	2.5×10^{6}	169.689^{***}	1358755	1226.90^{***}	0.077	2.91^{***}	0.50	7.47^{ns}	1.9×10^{6}	1466.34^{***}	6.1×10^{7}	825.083^{***}
AC	78499	17.88^{ns}	216629	-29.71^{**}	0.024	-0.09^{***}	0.26	0.32^{ns}	297334.9	-110.08^{ns}	1.2×10^{5}	-229.75^{ns}
BC	1.6×10^{5}	28.897^{*}	391.11	13.87^{ns}	0.016	0.08^{***}	0.41	0.44^{ns}	1.6×10^{5}	28.367^{**}	3.9×10^{6}	138.838^{ns}
A^2	1118883	159.971^{ns}	3154.5	26.057^{ns}	6.8×10^{4}	-0.38^{ns}	0.55	1.086^{ns}	143104.6	$17.55.10^{ns}$	6.2×10^{6}	367.058^{ns}
B^2	1.4×10^{5}	-55.281^{ns}	20.44	6.708^{ns}	0.021	-2.14^{***}	8.9×10^{4}	0.44^{ns}	1.9×10^{5}	$-65.740.1^{**}$	1.9×10^{6}	$-209.17.04^{ns}$
C^2	55304.6	-15.36^{ns}	201.32	-0.92^{ns}	1.7×10^{3}	-0.0274^{ns}	4.32	-0.13^{***}	10967	-0.68^{ns}	3.4×10^{6}	-120.28^{ns}
Lack of fit	2.3×10^{5ns}	-	1395.18^{ns}	-	6.2×10^{3ns}	-	1.12^{ns}	-	79219.5^{ns}	-	2.4×10^{6ns}	-
Coefficient of Determination (R^2)	-	0.978	-	0.955	-	0.951	-	0.914	-	0.983	-	0.922

* Significant in 0.05
** Significant in 0.01
*** Significant in 0.001
n Non-Significant

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

تحقیق مشابه صورت پذیرفته توسط هنلی و همکاران (۲۰۰٦) نشان داد که جایگزینی اینولین با بخشی از چربی پنیر پروسس آنالوگ منجر به افزایش سختی پنیر شد [۲٤]. همچنین مونتسینوس و همکاران (۲۰۰٦) افزایش سختی پنیر پروسس را در صورت استفاده از نشاسته مقاوم شده شاهد بودند [۲۵]. تاثیر افزودن صمغ زانتان و کره بر سختی پنیر پروسس پخش-پذیر در شرایطی که میزان صمغ کنجاک در نقطه مرکزی (۰/۲ درصد) ثابت نگه داشته شده است در شکل ۱.ب نشان داده شده است و بیان‌گر این است که با افزایش مقدار کره از ۳ به ۹ درصد و نیز با افزایش مقدار صمغ زانتان از صفر تا میزان حداکثر آن (۰/٤ درصد)، سختی محصول افزایش می‌یابد. علت این امر را می‌توان به اثر متقابل افزودن صمغ زانتان به دلیل داشتن گروههای آبدوست این صمغ و کره در محتوای رطوبت پنیر نسبت داد.

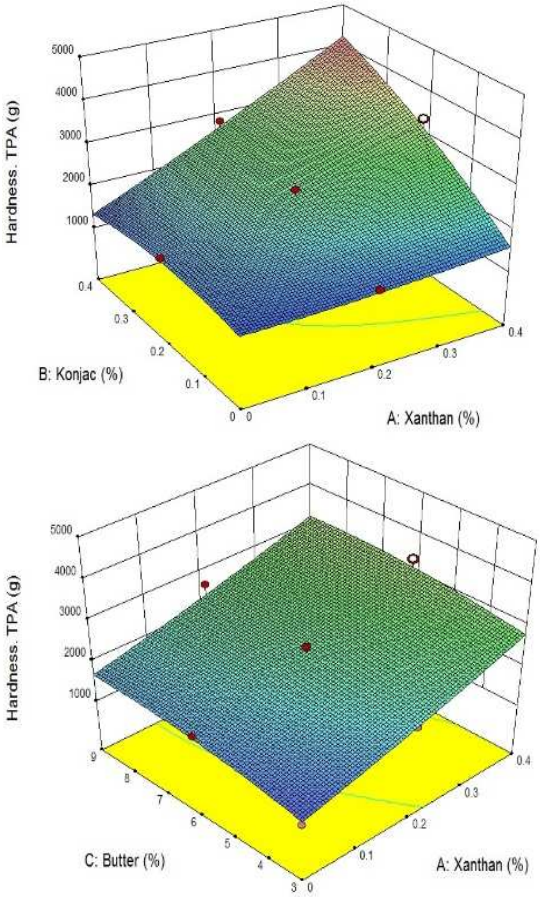

Fig 1 Response level graphs of variables effect on hardness of spreadable processed cheese

با توجه به این که افزایش میزان سختی پنیر در این طرح مطلوب نبود ولی با این وجود، این روند در مورد تاثیر افزودن صمغ کنجاک و کره بر میزان سختی پنیر پروسس پخش پذیر مشابه بود. لیو و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر کاهش چربی را بر روی خصوصیات فیزیکی پنیر پروسس کم چرب آنالوگ بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که پنیرهای پرچرب آنالوگ سختی بالاتری نسبت به نمونه پنیرهای کم چرب حاوی ژل پکتین و یا فاقد پکتین داشتند [۲٦]. در تحقیقی دیگر که توسط سیلوا و همکاران (۲۰۱٦) صورت پذیرفت، بالاترین میزان سختی در پنیر پروسس کم چرب (۵۰ درصد چربی کاهش یافته) حاوی ۰/۵ درصد نمونه تجاری کنجاک گلوکومانان مشاهده شد [۲۷].

اثر متغیرها بر چسبندگی

چسبندگی، تمایل پنیر پروسس به مقاومت در برابر جداشدن از موادی که با آن در تماس است اطلاق می گردد [۱٦]. همانطور که در جدول (۳) نشان داده شده است، اثر افزودن صمغ زانتان در سطح ۰/۰۰۱، اثر افزودن صمغ کنجاک در سطح ۰/۰۱ و اثر افزودن کره در سطح ۰/۰۵ درصد بر چسبندگی پنیر پروسس پخش پذیر معنی دار بوده است.

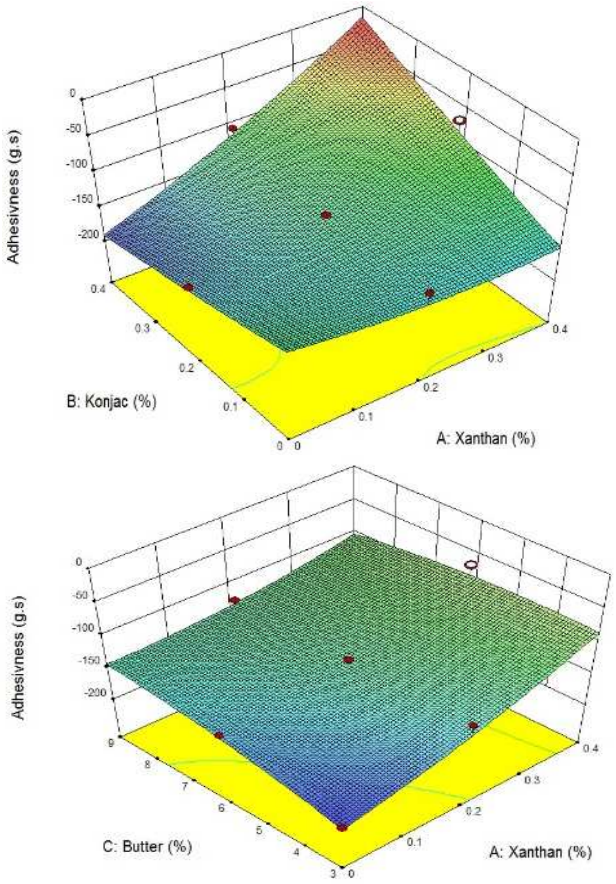

Fig 2 Response level graphs of variables effect on adhesiveness of spreadable processed cheese

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

بعلاوه، اثر متقابل افزودن صمغ زانتان و کنجاک و اثر متقابل افزودن صمغ زانتان و کره نیز معنی‌دار بود. این امر در حالی است که اثر متقابل افزودن صمغ کنجاک و کره تاثیر معنی داری بر چسبندگی پنیر نداشت. تأثیر خطی افزودن صمغ‌های کنجاک و زانتان بر چسبندگی پنیر پروسس پخش پذیر، در شرایط مقدار ثابت کره در نقطه مرکزی (٦ درصد)، در شکل(٢.الف) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود افزایش مقدار صمغ کنجاک از صفر درصد به مقدار حداکثر آن (٠/٤ درصد) منجر به کاهش چسبندگی پنیر پروسس شده است. شکل (٢.ب) تاثیر افزایش هم زمان کره و صمغ زانتان بر چسبندگی پنیر پروسس مورد آزمایش را نشان می دهد.

اثر متغیرها بر پیوستگی

پیوستگی، قدرت اتصالات داخلی پنیر پروسس را مشخص می کند [١٦]. نتایج جدول (٣) نشان می‌دهد که اثر افزودن صمغ زانتان در سطح ٠/٠٠١ درصد واثر افزودن صمغ کنجاک در سطح ٠/٠٥ درصد بر پیوستگی معنی دار بود و این امر در شرایطی است که اثر افزودن کره بر روی پیوستگی پنیر پروسس پخش پذیر معنی دار نبود. علاوه بر این، اثرات متقابل افزودن صمغ های زانتان و کنجاک با کره در سطح ٠/٠٠١ درصد معنی دار بود و در نهایت همانطور که در جدول (٣) مشاهده می گردد، اثر درجه دوم افزودن صمغ کنجاک بر روی پیوستگی پنیر پروسس پخش پذیر در سطح ٠/٠٠١ درصد معنی دار بوده است. شکل (٣.الف) تاثیر افزودن صمغ کنجاک و صمغ زانتان را در شرایطی که میزان کره در فرمولاسیون در نقطه مرکزی (٦ درصد) ثابت نگه داشته شده و شکل (٣.ب) تاثیر افزودن صمغ زانتان و کره را بر روی پیوستگی پنیر پروسس پخش پذیر در شرایطی که میزان صمغ کنجاک در فرمولاسیون در نقطه مرکزی (٠/٢ درصد) ثابت نگه داشته شده است نشان می دهند. همانطور که در شکل (٣.الف) نشان داده شده است، با افزایش هم زمان هیدروکلوییدهای کنجاک و زانتان، پیوستگی پنیر پروسس پخش پذیر نیز افزایش یافته است که با نتایج حاصله از بررسی تاثیر نشاسته ذرت اصلاح شده بر ویژگی های بافتی و رئولوژی پنیر پروسس آنالوگ توسط سولویج و همکاران (٢٠١٦) مطابقت دارد [٢٨].

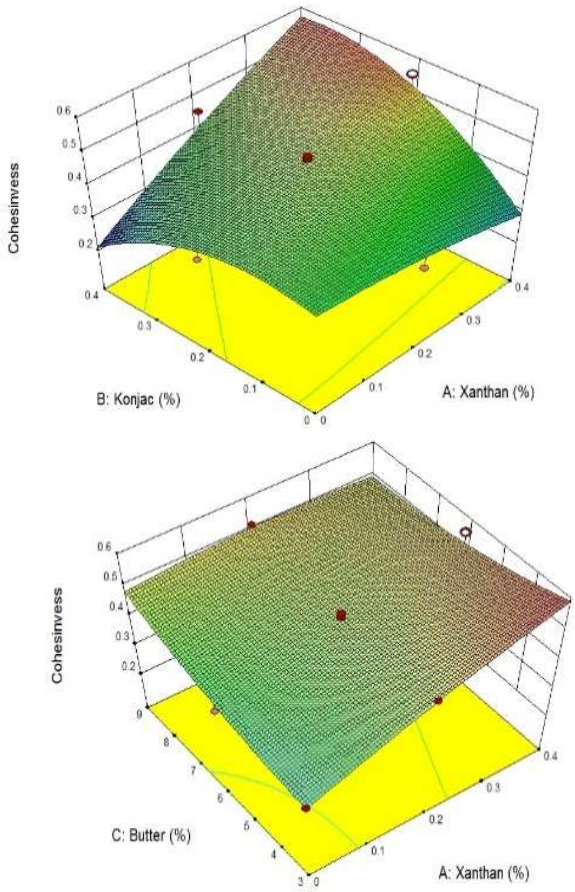

Fig 3 Response level graphs of variables effect on cohesiveness of spreadable processed cheese

اثر متغیرها بر حالت فنری

عبارت است درجه یا شدتی که نمونه بعد از فشار جزئی بین زبان و سقف دهان به شکل و اندازهٔ اولیه‌اش برمی گردد و یا شدتی که یک نمونهٔ تغییر شکل یافته بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه‌اش برمی‌گردد [٢٩]. نتایج نشان داد، برخلاف اثر معنی‌دار افزودن صمغ زانتان در سطح ٠/٠٥ و کره در سطح ٠/٠٠١ بر حالت فنری پنیر پروسس پخش‌پذیر، افزودن صمغ کنجاک اثر معنی‌داری نداشت (جدول ٣). و در نهایت همانطور که در جدول (٣) مشاهده می گردد، اثر درجه دوم افزودن کره بر روی حالت فنری پنیر پروسس پخش پذیر در سطح ٠/٠٠١ درصد معنی دار بوده است. تاثیر خطی افزایش صمغ کنجاک و صمغ زانتان بر حالت فنری پنیر پروسس پخش‌پذیر، در شرایط مقادیر ثابت کره در نقطه مرکزی ، در شکل (٤.الف) نشان داده شده است. بعلاوه، اثر افزایش همزمان صمغ زانتان و کره بر حالت فنری پنیر در شکل ٤.ب نمایان است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

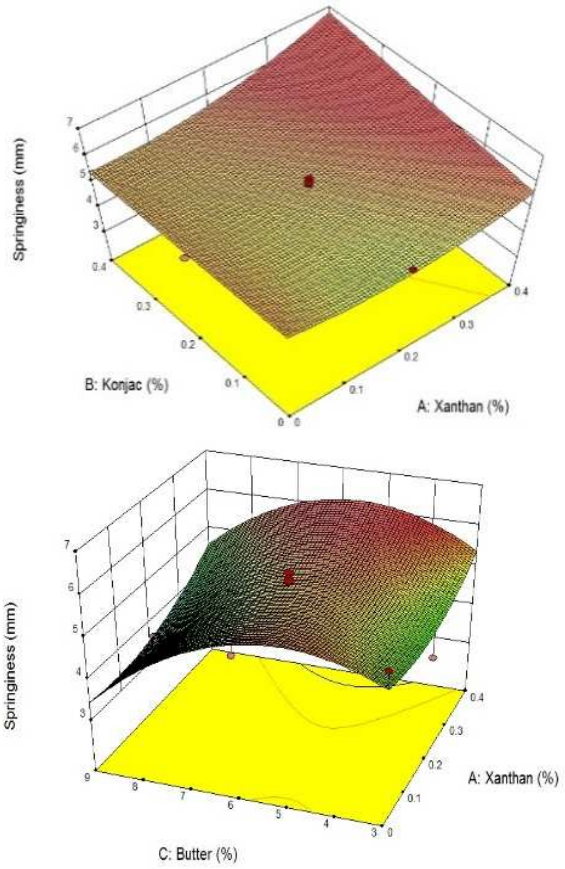

Fig 4 Response level graphs of variables effect on springiness of spreadable processed cheese.

اثر متغیرها بر حالت صمغی

عبارت است از انرژی لازم برای خرد کردن یک مادهٔ غذایی نیمه جامد تا هنگامی که آمادهٔ بلع شود [۲۹]. همانطور که در جدول (۳) نشان داده شده است، افزودن صمغ کنجاک و زانتان (در سطح ۰/۰۰۱درصد) و نیز افزودن کره (در سطح ۰/۰۱ درصد) بر حالت صمغی پنیر پروسس پخش‌پذیر تأثیر معنی‌داری داشتند. در تحقیق صورت پذیرفته توسط رشیدی و همکاران، در نمونه های پنیرفتای تولید شده به روش فراپالایش با کاهش میزان چربی، میزان صمغی بودن نیز کاهش داشته و با افزایش میزان چربی حالت صمغی بودن افزایش داشته است [۳۰]. بعلاوه، اثر متقابل صمغ های کنجاک و زانتان در سطح ۰/۰۰۱ درصد و اثر متقابل افزودن صمغ کنجاک و کره در سطح ۰/۰۱ معنی دار بود. در صورتی که تاثیر متقابل افزودن زانتان و کره بر روی حالت صمغی پنیر پروسس پخش پذیر معنی دار نبود. بر اساس شکل ۵.الف، در مقادیر ثابتی از کره در نقطه مرکزی (٦ درصد)، حالت فنری محصول با افزایش هم زمان صمغ های کنجاک و زانتان بطور خطی افزایش یافت. از طرفی در مقادیر ثابتی از صمغ کنجاک در نقطه مرکزی (۰/۲ درصد)، افزایش مقدار زانتان باعث افزایش حالت صمغی محصول شد زیرا صمغ زانتان یک پلی ساکارید آبدوست می باشد که احتمالا با جذب آب در گروه های هیدروکسیل به ایجاد بافت صمغی کمک می کند (شکل ۵.ب). افزایش میزان کنجاک نیز نتایج مشابهی را در بر داشت.

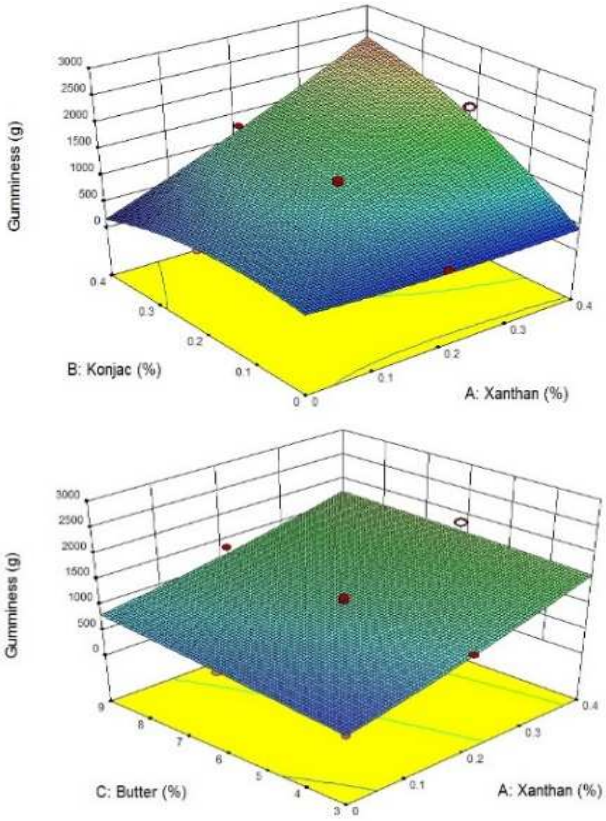

Fig 5 Response level graphs of variables effect on Gumminess of spreadable processed cheese.

اثر متغیرها بر حالت آدامسی

حالت آدامسی عبارت است از تعداد جویدن‌های لازم برای بلعیدن مقدار مشخصی از مادهٔ غذایی یا ا نرژی لازم برای جویدن یک مادهٔ غذایی جامد تا هنگامی که آمادهٔ بلع شود. همانطور که در جدول (۳) نشان داده شده است، افزودن صمغ زانتان و کنجاک (در سطح ۰/۰۰۱) بر روی حالت آدامسی پنیر پروسس پخش‌پذیر تاثیر معنی داری داشت در حالیکه که افزودن کره بر روی این ویژگی پنیر بی تاثیر بود. هم چنین اثر متقابل افزودن صمغ های زانتان و کنجاک در سطح ۰/۰۰۱ درصد بر روی حالت آدامسی پنیر اثر معنی‌داری داشته است و این امر در شرایطی است که اثرات متقابل هر دو صمغ با کره تاثیر معنی داری بر حالت آدامسی پنیر پروسس پخش‌پذیر نداشته است. از طرفی افزایش همزمان مقادیر صمغ‌های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

کنجاک و زانتان در مقادیر ثابت کره در نقطه مرکزی (٦ درصد)، منجر به افزایش حالت آدامسی در محصول شد (شکل ٦.الف). بعلاوه، در مقادیر ثابتی از صمغ کنجاک در نقطه مرکزی (٠/٢ درصد)، افزایش غلظت صمغ زانتان منجر به روند نسبتاً افزایشی در حالت آدامسی پنیر شد (شکل ٦.ب). در نهایت در مقادیر ثابتی از صمغ زانتان، با افزایش میزان صمغ کنجاک، حالت آدامسی پنیر افزایش داشت در صورتی که افزایش میزان کره بر روی حالت آدامسی روند خاصی را نشان نداد.

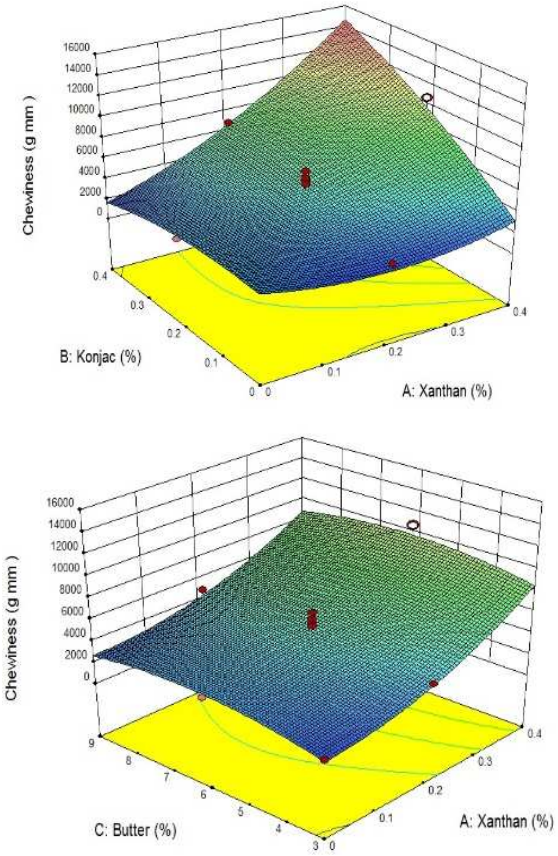

Fig 6 Response level graphs of variables effect on chewiness of spreadable processed cheese.

٣-٢- تعیین نقاط بهینه فرآیند تولید

یکی از کاربردهای اصلی روش سطح پاسخ، بهینه‌سازی متغیرهای فرآیند تولید می‌باشد. بهینه‌سازی متغیرها به گونه‌ای صورت می‌گیرد که مجموع پاسخ‌ها بیشترین امتیاز ممکن را دریافت نمایند. در این تحقیق یافتن مقادیری از کنجاک (در دامنه صفر تا ٠/٤ درصد)، زانتان (در دامنه صفر تا ٠/٤ درصد) و کره (در دامنه ٣ تا ٩ درصد) به گونه‌ای که پنیر حاصل حتی الامکان کمترین امتیاز سختی و چسبندگی را داشته باشد. نقاط بهینه برای فرآیند تولید پنیر پروسس پخش‌پذیر، کنجاک ٠/٣٧ درصد، زانتان ٠/٠٤٥ درصد و کره پاستوریزه حیوانی ٥/٢٣ درصد به دست آمد. لازم به ذکر است برای هر کدام از متغیرهای تولید، دامنه بهینه را نیز می‌توان به دست آورد که با روی هم قراردادن نمودارهای سطح پاسخ برای کلیه پاسخ‌ها در محدوده موردنظر و رسم نمودار کانتور به دست می‌آید. به عنوان نمونه شکل (٧) دامنه بهینه فرآیند تولید را برای دو متغیر درصد کنجاک و درصد زانتان در شرایطی که مقدار کره مصرفی در نقطه بهینه (٥/٢٣) ثابت نگه داشته شده است نشان می‌دهد. یافته های حاصل از ارزیابی شیمیایی و حسی این تحقیق که در مقاله ای جداگانه به آن اشاره شده است، بر ارتباط بین ویژگی های بافتی و ویژگی های حسی و شیمیایی محصول نیز دلالت می کند [٣١].

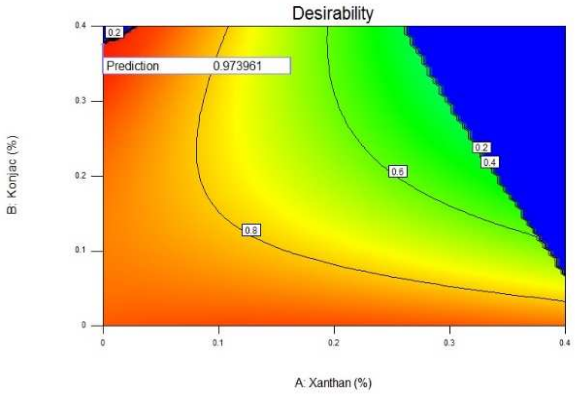

Fig 7 Contour plot for two variables Konjac and Xanthan gums (Amount of Butter 5.23%)

٤- نتیجه‌گیری

همان طور که در مقدمه مقاله اشاره گردید تا قبل از این طرح هیچ‌گونه تحقیقی در خصوص استفاده از هیدروکلوئید-های کنجاک و زانتان و تاثیر مقادیر مختلف کره مصرفی در فرمول پنیر پروسس پخش‌پذیر انجام نگرفته بود. خوشبختانه در این طرح با کنترل و بهینه سازی مقدارترکیبات مورد استفاده، امکان استفاده از دو هیدروکلوئید مذکور و میزان چربی مورد نیاز در فرآیند تولید پنیر پروسس پخش‌پذیر با فرمولاسیون مناسب فراهم گردید. ضمن اینکه در این تحقیق مقادیر نمک های امولسیون کننده و نیز میزان چربی به واسطه استفاده از هیدروکلوییدهای مذکور کاهش یافت تا تاثیر این دو صمغ بر بافت محصول دقیق تر مورد ارزیابی قرار گیرد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

همانطور که ملاحظه شد با تنظیم و بهینه سازی میزان هیدروکلوییدهای کنجاک و زانتان و نیز استفاده مناسب از کره پاستوریزه مصرفی، خصوصیات بافتی بهبود یافته و این امر در خصوصیات حسی محصول نیز مشاهد شد.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی کسانی که در انجام این طرح همکاری نموده‌اند به ویژه مدیریت و پرسنل محترم شرکت فرآورده های لبنی پالود پارسیان نیشابور و شرکت بهین آزما (Gelimax) شیراز صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

۵- منابع

[1] Byland, Gosta, Dairy processing hand book, 2nd. ed. 2003 (Tetrapak), Translated by: Farahnoodi, F. Publisher shbahang Co. Tehran, p: 515.

[2] Lawrence, R.C., Creamer, L.K. and Gilles, J. (1987). Texture development during cheese ripening. J. Dairy Sci. 70, 1748-1760.

[3] 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. 349–94.

[4] Lee, S. K., Buwalda, R. J., Euston, S. R., Foegeding, E. A., McKenna,A. B. 2003. Changes in the rheologyand microstructure of processed

cheese during cooking. Lebensm Wiss. Tec. 36: 339–345.

[5] Mihaela Tita, 2013. The influence of the degree of cheese maturation used as raw materials in the manufacture of processed traditional cheese on emulsifying salts consumption, Romanian Biotechnological Letters,18, No.4.

[6] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). (2012). 2nd.Revision, Process(ed) cheese and Spreadable process(ed) cheese - Specifications and test methods,specification and test methods. No. 4659. The Institute of Standards and Industrial Research of Iran.Tehran.

[7] Food and Drug Administration, (2006), 21 CFR, Part 133.169 to 133.180. Food and Drug Administration. Washington, D.C.: Dept. of Health and Human Services.

[8] Rohit Kapoor and Lloyd E. Metzger, 2008. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety,Volume 7, Issue 2, p.194–214.

[9] Zehren VL, Nusbaum DD, Processed cheese. 2nd ed.Madison,Wis.: Cheese Reporter Publishing Co. Inc, 2000.

[10] Swenson BJ, Wendorff WL, Lindsay RC, Effects of ingredients on the functionality of fat-free process cheese spreads. J Food Sci, 2000; 65:822–5.

[11] Calleros, L., and Vernon, E. J.1998. Microstructure and texture of cheese analogue containing different type of fat. J. of tex.stud. 29:569-586.

[12] Cernı´kova´, M. Bunka, F. Pavlı´nek, V. Brˇezina,P. Hrabeˇ, J. Vala´ sˇek, P. 2008. Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese, Food Hydrocolloids, 22, 1054-1061.

[13] Trivedi, D., Bennett, R.J., Hemar, Y., Reid, D.C.W., SiewKim, L. & Illingworth, D, Effect of different starch on rheological and microstructural properties of (I) model processed cheese, 2008. Intrnational Journal of Food Science&Technology; 43,12, 2191-2196.

[14] Macku Ivana, Bunka, F. Pavlı´nek, V. Volda´nova´, B. 2008. Effect of addition of selected solid cosolutes on viscoelastic properties of model processed cheese containing pectin, Food Hydrocolloids, 23, 2078-2084.

[15] Bunka, F. Cernı´kova´, M. Pospiech, M. Tremlova´, B. Hladka´, K. Pavlı´nek, V. Brˇezina,P. 2010. Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production, International Dairy Journal, 20, 336-343.

[16] Hosseini-Parvar, Seyed H, Matia-Merino, L, Golding, M, 2015. Effect of basil seed gum (BSG) on textural, rheological and microstructure properties of model processed cheese, Food Hydrocolloids, 43, 557-567.

[17] Zhang, L., Xue, Y., Xu, J., Li, Z., & Xue, C. 2015. Effects of deacetylation of konjac glucomannan on Alaska Pollock surimi gels subjected to high-temperature (120℃) treatment, Food Hydrocolloids, 43, 125-131.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

[18] Takigami S, Takiguchi T, Phillips G O. Microscopical studies of the tissue structure of konjac tubers. Food Hydrocolloids, 1997; 11, 479-484.

[19] Al-Ghazzewi F H, Khanna S, Tester R F, Piggott J. The potential use of hydrolysed konjac glucomannan as a prebiotic Journal of the Science of Food and Agriculture. 2007,87, 1758-1766.

[20] Imeson, Alan, Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents, first published, Wiley-Blackwell Publishing Ltd; 2010: p. 210-211.

[21] Lee, S. K., Anema, S., & Klostermeyer, H.2004. The influence of moisture content on the rhological properties of processed cheese spreads. International Journal of Food Science and Technology, 39,763–771.

[22] Piska, I., Štitina J., Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. J. Food Eng., 2004,61, 551–555.

[23] Farahnaki, Asghar. Majzoobi, Mahsa. Mesbahi, Gholamreza. 2009. Characteristics and applications of hydrocolloids in food and medicine. Publication of Agricultural Science, Tehran, Iran.

[24] Hennelly, P.J., Dunne, P.G., O'Riordan, E.D. & O'Sullivan, M. Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. Journal of Food Engineering, 2006: 75,388-395.

[25] Montesinos, C., Cottell, D.C., O'Riordan, E.D. & O'Sullivan, M. Partial replacement of fatby functional fibre in imitation cheese: effects on rheology and microstructure. International Dairy Journal, 2006: 16, 910–919.

[26] Liu, H., Xu, X. M., & Guo, S. D. (2008). Comparison of full-fat and low-fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. International Journal of Food Science and Technology, 43(9), 1581-1592.

[27] Felix da Silva D, Barbosa de Souza Ferreira S, Luciano Bruschi M, Britten M, Toshimi Matumoto-Pintro P, 2016, Effect of commercial konjac glucomannan and konjac flours on textural, rheological and microstructural properties of low fat processed cheese, Food Hydrocolloids; 60, 308-316.

[28] Sołowiej B, Dylewska A, Kowalczyk D, Sujka M, Tomczyn´ska-Mleko M, Mleko S, European Food Research and Technology, the effect of pH and modified maize starches on texture, rheological properties and meltability of acid casein processed cheese analogues, 2016, P:1-9.

[29] Ghods Rohani,M., Mortazavi, S.A., Mazaheri Tehrani,M and Razavi,S.M.A. 2012. Effect of processing conditions on textural properties of ultrafiltrated Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend. Journal of Food Science and Technology.Vol 36. No 9.

[30] Rashidi H, MazaheriTehrani M, Razavi SMA, GhodsRohany M.2011.The Effect of Fat-Reduction and $Cacl_2$ Levels on Sensory and Textural Characteristics of UF-Feta Cheese Made from Retentate Powder of Milk Ultra Filtration. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 7. No, 3. pp, 218-226 [in persian].

[31] Mahrooghi M, Ghods Rohani M, Rashidi H. 2016. The optimization of Spreadable Process Cheese Formulation with using of Konjac and Xantan gums. Journal of Research and Innovation in Food. (Under pres

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]

The Effects of Hydrocolloids (Konjac & Xanthan) on Textural Properties of Spreadable Process Cheese

Mahrooghi, M.[1], Ghods Rohani, M.[2*], Rashidi, H.[3]

1. MSc of Novel Dairy Products Manufacture, Institute of Technical and Vocational Higher Education, Jahad-e-Agriculture, Khorasan-e-Razavi Center, AREEO, Mashhad.
2,3. Food Industries Department, Khorasan-e-Razavi Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad.

(Received: 2016/06/22 Accepted: 2017/02/04)

In this research, the effects of three variables, Konjac Glucomannan gum (KGM) (0-0.4% wt/wt), Xanthan gum (XG) (0-0.4% wt/wt) and Butter (3-9% wt/wt) on Textural properties (Hardness, Adhesiveness, Cohesiveness, Springiness, Gumminess, Chewiness) of Spreadable Processed Cheese with Texture profile analysis (TPA) were investigated. The central composite experimental design (CCD) was used and the data were analyzed using response surface methodology (RSM). Coefficients of determination, R^2, of fitted regression models for all characteristics were above 0.85. The Result of analysis of variance (ANOVA) table showed that lack of fit was not significant for all response surface models at 95%. Therefore, the models for all response variables were highly adequate. The results showed that the optimum processing conditions for producing spreadable processed cheese with the best overall values for response variables were 0.37% (w/w) KGM, 0.045% (w/w) Xanthan gum and 5.23% (w/w) Butter. Finally, increasing the amount of butter and hydrocolloids was resulted in significant increase in hardness, gumminess, springiness but cohesiveness and chewiness of samples didn't have any significant differences. Also, adhesiveness was decreased with different amount of hydrocolloids.

Key words: Texture Profile Analysis, Spreadable Processed Cheese, Konjac Glucomannan gum, Xanthan gum, Optimization.

*Corresponding Author E-Mail Address: Qhods@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-30]