

# بررسی اثر دوره نگهداری بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی پنیر پروسس پخش پذیر تولید شده با استفاده از هیدروکلویدهای کنجاک و زانتان

مصطفی محروقی<sup>۱</sup>، محسن قدس روحانی<sup>۲\*</sup>، حسن رشیدی<sup>۲</sup>

- ۱- دانشجوی مهندسی فناوری ارشد تولید فرآورده های نوین لبنی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
- ۲- اعضاء هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
- (تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۸)

## چکیده

در این تحقیق اثر دوره نگهداری بر خصوصیات پنیر پروسس پخش پذیر تولید شده با استفاده از هیدروکلویدهای کنجاک و زانتان، مورد بررسی قرار گرفت. پنیر پروسس پخش پذیر که فرمول آن بهینه شده بود، در طی دوره نگهداری سه ماهه در فاصله‌های زمانی ۱، ۴۵ و ۹۰ روز پس از تولید، از نظر ویژگی‌های حسی (سفتی، طعم، گسترش پذیری، رنگ، پذیرش کلی)، آزمون پروفایل بافت (TPA) (سختی، چسبندگی، پیوستگی، حالت ارتجاعی) و pH مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن انجام شد. نتایج آزمون پروفایل بافت نشان داد که در طی دوره نگهداری سختی، پیوستگی و حالت ارتجاعی افزایش ولی چسبندگی پنیر کاهش داشت ( $P \geq 0/05$ ). pH محصول نیز در طی دوره نگهداری با روند نسبتاً کاهشی مواجه شد ( $P \geq 0/05$ ). از بین ویژگی‌های حسی نیز در طول مدت نگهداری، امتیاز سفتی و طعم افزایش داشت ( $P \geq 0/05$ ) ولی امتیاز رنگ، گسترش پذیری و پذیرش کلی با کاهش مواجه شدند ( $P \geq 0/05$ ). البته تمامی این تغییرات به گونه ای بود که همه نمرات ارزیابی حسی در آخرین روز نگهداری، همچنان بالاتر از حد میانی بود و پنیر پروسس پخش پذیر تولیدی پس از سه ماه نگهداری به خوبی قابل مصرف بود.

کلید واژگان: پنیر پروسس پخش پذیر، کنجاک، زانتان، دوره نگهداری.

## ۱- مقدمه

پنیر پروسس، 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 می‌باشد. پنیر پروسس در اثر مخلوط کردن پنیرهای طبیعی با درجات رسیدگی و سنین مختلف به دست می‌آید. این امر در حضور نمک‌های امولسیون‌کننده و با استفاده از ترکیبات غیر لبنی دیگر، همراه با عملیات حرارت دهی و هم زدن مداوم تا رسیدن به ساختاری یکنواخت، حاصل می‌شود [۱]. در تولید پنیر پروسس، نمک‌های امولسیون‌کننده فسفات‌ها نقش مهمی در تولید محصولی یکنواخت با ویژگی‌های فیزیکی و ارگانولپتیکی 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 بهبود کیفیت محصول و صرفه جویی در هزینه تمام شده، از انواع هیدروکلویدهای مناسب استفاده می‌شود. در میان انواع مختلف پنیر پروسس، پنیر پروسس پخش پذیر، پنیر پروسسی است که دارای مواد افزودنی از قبیل هیدروکلویدهای نوع غذایی مانند صمغ گوار، صمغ زانتان، کربوکسی متیل سلولز، کاراگینان و قندهای طبیعی و عوامل شیرین‌کننده مجاز می‌باشد، به نحوی که قابلیت مالیدن یا پهن شدن بر نان را دارد [۲]. برطبق قوانین فدرال ایالات متحده، استفاده از صمغ‌ها و هیدروکلویدها در سطوح کمتر از ۰/۸ درصد در پنیر پروسس پخش پذیر مجاز می‌باشد [۳]. از آن جا که پنیر پروسس پخش پذیر محتوای رطوبت بالایی دارد (تا حدود ۶۰ درصد)، مهم‌ترین عملکرد صمغ در این نوع پنیر برقراری اتصال با آب و ایجاد غلظت یا ویسکوزیته مناسب در محصول و نیز بهتر کردن احساس دهانی است [۴]. افزودن هیدروکلویدها سبب افزایش استحکام و کاهش ذوب پذیری شده و اثرات متفاوتی در قابلیت پخش پذیری 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 [۵]. بونکا و همکاران تاثیر افزودن نمک‌های امولسیون‌کننده دی سدیم فسفات، تتراسدیم دی فسفات و پلی فسفات سدیم را بر روی ویژگی‌های بافتی (سختی، پیوستگی و چسبندگی) پنیر پروسس پخش پذیر در روزهای ۲، ۹ و ۳۰ روز پس از تولید

مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که در نمونه‌های حاوی میزان کم پلی فسفات، سختی پنیر افزایش داشت. در مدت زمان نگه‌داری نیز سختی پنیر افزایش یافت. این تغییر هماهنگ با تغییر در pH بود به طوری که نمونه‌هایی که pH بالاتری داشتند دارای سختی و پیوستگی کمتر و چسبندگی نسبتاً بیشتری نسبت به نمونه‌های پنیر پروسس پخش پذیر با pH پایین‌تر داشتند [۶]. بونکا و همکاران در مطالعه‌ای دیگر (۲۰۱۰) تاثیر دوره رسیدگی در روزهای ۱، ۷ و ۳۰ روز پس از تولید را در نمونه‌های پنیر حاوی کاپاکاراگینان بدون اضافه کردن نمک‌های امولسیون‌کننده سنتی مرسوم، مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که سختی پنیرهای پروسس حاوی یک درصد کاپاکاراگینان بدون در نظر گرفتن میزان رسیدگی پنیرهای اولیه مصرفی در فرمولاسیون، در روز اول تولید پایین‌تر بود و نمونه‌های روز ۳۰ سختی نسبتاً بالاتری نسبت به نمونه‌های روز ۷ تولید داشتند. همچنین در این تحقیق مشخص شد که میزان چسبندگی پنیرهای حاوی کاراگینان با افزایش زمان نگهداری محصول، افزایش داشته است. پس از ۱۶ هفته از نگهداری پنیرهای پروسس، بافت محصول بسیار سفت شد به طوری که قابلیت پخش شدن نداشت. در همین تحقیق pH پنیرهای پروسس حاوی ۱ درصد کاپاکاراگینان به طور نسبی ثابت بود [۷]. هم چنین ماکو و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر افزودن پکتین را بر خصوصیات ویسکوالاستیک پنیرهای پروسس با ۴۰ و ۵۰ درصد ماده خشک پس از ۴۲ روز نگه‌داری در دمای  $2 \pm 6$  درجه سانتی‌گراد بررسی کردند. نتایج نشان داد که نمونه‌های حاوی پکتین، بیشترین میزان سفتی و کمترین مالش پذیری 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 [۸]. یکی دیگر از صمغ‌های قابل استفاده در فرآورده‌های غذایی، کنجاک گلوکو مانان (KGM) می‌باشد. این صمغ از غده‌های گیاه *Amorphophallus Konjac* از خانواده *Araceae* استحصال می‌گردد. این پلی ساکارید خنثی به خاطر توانایی جذب آب بالا، به عنوان تشکیل دهنده ژل و عامل سفت‌کننده در غذاهای سنتی آسیایی استفاده می‌شود [۹]. هم چنین از آن به عنوان یکی از ویسکوزترین فیبرهای رژیمی یاد می‌کنند. استفاده آن در کشور‌های غربی به عنوان یک جزء در غذاهای

پودر پروتئین تغلیظ شده شیر ساخت شرکت Emmi فرانسه و ترکیبات فسفات و سیتراته (S9) از شرکت جوها (JOHA, Benckiser-Knapsack, Ladenburg) آلمان فراهم گردیدند. صمغ کنجک با ویسکوزیته ۳۶۰۰۰ سانتی پواز، صاف شده با مش ۱۲۰ و صمغ زانتان با ویسکوزیته ۱۲۰۰ سانتی پواز در محلول کلرید پتاسیم ۱ درصد، صاف شده با مش ۸۰ به شکل تجاری از شرکت فود کم (FoodChem) کشور چین خریداری گردید. پودر لاکتوز (آلفا لاکتوز مونوهیدرات با خلوص بیشتر از ۹۹ درصد لاکتوز، سفید رنگ) و نمک طعام با خلوص ۹۹/۵ درصد به شکل تجاری از شرکت سیگما آلدریج (Sigma Aldrich) تهیه شدند.

## ۲-۱- تولید پنیر پروسس پخش پذیر

نمونه مورد استفاده در این تحقیق، توسط دستگاه ترمو میکسر (مدل Mycook 1.8 به ظرفیت حداکثر ۲ لیتر ساخت کشور اسپانیا) تهیه شد. ابتدا پنیر سفید فرایالایش به صورت مکعب-های تقریباً ۵×۵×۵ سانتی متری بریده شده و در داخل حمام آب گرم ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتی گراد جهت ایجاد بافت یکنواخت همگن شد. سپس به داخل کاسه دستگاه پخت ریخته شده و در دمای ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ دقیقه با سرعت مرحله سه دستگاه (حدوداً ۲۱۶۰ دور در دقیقه) تا رسیدن به بافتی خمیری شکل، به طور مداوم حرارت دهی و هم زده شد. سپس زمان دستگاه بر روی عدد ۱۵ دقیقه تنظیم شده و در حین فرآوری و افزایش دما به صورت تدریجی، ابتدا کره و پنیر خامه ای و سپس ترکیبات پودری شامل هیدروکلوئیدهای کنجک، زانتان، سیترات سدیم، نمک فسفات، شیر خشک بدون چربی، پودر پروتئین تغلیظ شده شیر، نمک طعام و پودر لاکتوز، از طریق درپوش بالایی وارد کاسه اصلی دستگاه پخت شد و دمای دستگاه بر روی ۸۰ درجه سانتی گراد و سرعت دستگاه بر روی ۶۰۹۰ دور در دقیقه صورت پذیرفت.

در پایان زمان فرآوری، دستگاه به صورت اتوماتیک خاموش شده و محصول به داخل ظروف ۰۰۳ گرمی مستطیل شکل مخصوص پنیر که از جنس پلی پروپیلن بوده انتقال یافته و به صورت غیرقابل نفوذ دربندی شده و به یخچال با دمای  $2 \pm 6$  درجه سانتی گراد جهت انجام آزمون های مورد نظر انتقال

فراسودمند رو به گسترش است. محصولات کنجک توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) در لیست "۱۰ غذای سالم برتر" قرار گرفته اند [۱۰،۱۱]. همچنین استفاده از آن به عنوان یک افزودنی غذایی در اروپا مجاز شناخته شده است و به عنوان (GRAS) توسط سازمان غذا و دارو (FDA) طبقه بندی می گردد. علاوه بر این استفاده از کنجک به خاطر نقش مهم آن در کنترل وزن، اصلاح متابولیسم میکروبی روده، خارج ساختن رادیکال های آزاد، ممانعت از رشد تومور های نهفته و پیشرفته نادر، بسیار مورد توجه است [۹]. همچنین صمغ کنجک در ترکیب با سایر صمغ ها از جمله زانتان، ژل های بسیار الاستیک و برگشت پذیر در حضور حرارت، به وجود می آورد [۱۲]. ترکیب این دو صمغ، در فرآورده های گوشتی آنالوگ استفاده شده و الاستیسته حاصل از این دو هیدروکلوئید به همراه نشاسته، برای پنیر های عمل آوری شده بسیار مناسب می باشد. ویژگی های هم افزایی کنجک در ترکیب با سلولز میکروکریستاله و زانتان احساس دهانی خامه ای و قوی در محصولاتی که چربی آن ها کاهش یافته و یا در محصولات با چربی بدلی ایجاد می کند. این ترکیب اثرات ویژه از خواص چربی را در محصول نهایی بر جا خواهد گذاشت. با توجه به نکاتی که گفته شد و همچنین نیاز صنعت پنیر سازی، طرحی در دو مرحله برای بررسی امکان استفاده از صمغ کنجک گلوکومانان در تولید پنیر پروسس پخش پذیر که یکی از پنیر های مورد توجه در کارخانجات داخل و خارج از کشور می باشد، انجام گردید. در مرحله اول، اثر شرایط مختلف فرآیند (درصد کره پاستوریزه، درصد صمغ کنجک، درصد صمغ زانتان) بر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و حسی پنیر پروسس پخش پذیر بررسی گردید [۱۳،۱۴]. در مرحله دوم که نتایج آن در این مقاله آمده است، با توجه به زمان انقضاء محصول، اثر دوره نگهداری در یک بازه سه ماهه، در روز های ۱، ۴۵ و ۹۰ روز پس از تولید، بر ویژگی های محصول مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش ها

پنیر سفید تولید شده به روش فرایالایش، پنیر خامه ای تولید شده به روش سپراتور و کره پاستوریزه شیرین بدون نمک، هر سه از شرکت فرآورده های لبنی پالود پارسیان نیشابور تهیه شد. شیر خشک بدون چربی ساخت شرکت فونترا نیوزیلند و

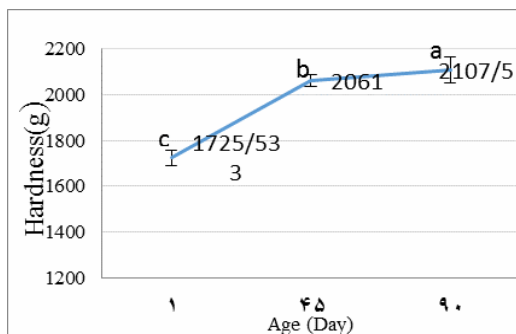
اعداد به دست آمده با استفاده از طرح کاملاً تصادفی برای ۱۰ صفت و در سه تکرار با استفاده از نرم افزار SAS 9.3 مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده پس از تجزیه واریانس با استفاده از آزمون دانکن مقایسه میانگین شدند و سطح معنی داری در این تحقیق ۵٪  $\alpha =$  در نظر گرفته شده است.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- آنالیز پروفایل بافت

##### ۳-۱-۱- سختی

نتایج مقایسه تغییرات سختی پنیر پروسس طی ۹۰ روز در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه نتایج به دست آمده از آزمون مقایسه میانگین دانکن مقدار سختی پنیر پروسس بین روز ۱ و ۴۵ اختلاف معنی داری را نشان داد؛ همچنین بین دو زمان اندازه گیری ۴۵ و ۹۰ تفاوت معنی داری دیده شد. این پدیده را می توان این طور توجیه کرد که تبدیل زانتان از ساختار نامنظم رشته‌ای به ساختار هلیکس باعث به هم پیوستن زانتان و کنجاک می شود [۲۳]. در تحقیقی دیگر که توسط سیلوا و همکاران (۲۰۱۶) 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 [۲۴].



**Fig 1** Hardness changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

##### ۳-۱-۲- پیوستگی

پیوستگی، قدرت اتصالات داخلی پنیر پروسس را مشخص می کند. نتایج تغییر محسوسی را در مقدار پیوستگی طی دوره نگهداری نشان می دهد. شکل (۲) بیانگر این مطلب است که پیوستگی به مقدار قابل توجهی تا روز ۴۵ افزایش یافته به

یافت [۱۵،۱۶]. لازم به ذکر است در این مرحله از نمونه ای که فرمولاسیون آن در مرحله اول بهینه شده بود استفاده گردید که این نمونه شامل ۰/۶۶ درصد کنجاک، ۰/۲۴ درصد زانتان و ۸/۵۳ درصد کره بود.

#### ۲-۲- روش‌های انجام آزمایشات

جهت بررسی ویژگی‌های بافتی پنیر پروسس پخش پذیر آزمون آنالیز پروفایل بافت (TPA) با استفاده از دستگاه تجزیه 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 [۱۷]. 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. 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  $2 \pm 6$  درجه سانتی‌گراد بود. هر تست حداقل در سه تکرار انجام گردید. در این آزمون اطلاعاتی نظیر سختی، پیوستگی، حالت ارتجاعی<sup>۳</sup> و چسبندگی<sup>۴</sup> مورد ارزیابی قرار گرفتند [۱۸].

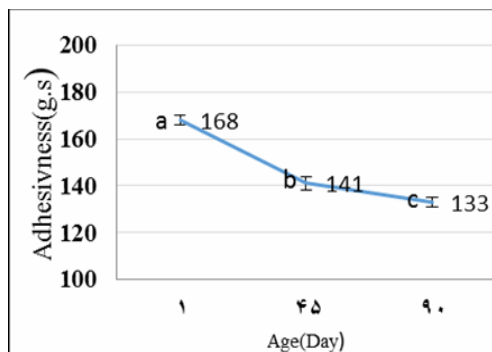
اندازه گیری pH براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ انجام شد [۱۹].

ارزیابی حسی با استفاده از آزمون چشایی به روش هدونیک به صورت آزمون پنج نقطه‌ای (از خیلی بد ۱ تا خیلی خوب ۵) انجام شد. آزمون توسط ۶ نفر داور آموزش دیده از بین متخصصان شاغل در کارخانه بهین آزما شیراز صورت گرفت. نمونه‌ها (بسته های ۱۰۰ گرمی) مدتی قبل از یخچال خارج شده و پس از رسیدن به دمای محیط، در قطعات ۵۰ گرمی در اختیار داوران قرار می گرفت. داوران نمونه‌ها را از نظر صفاتی از قبیل سفتی، طعم، رنگ، گسترش پذیری و پذیرش کلی، مورد ارزیابی قرار دادند [۲۱،۲۲].

#### ۳- تجزیه و تحلیل آماری

1. Hardness
2. Cohesiveness
3. Springiness
4. Adhessivness

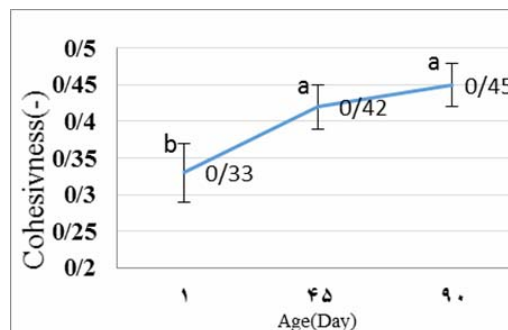
داری بین روزهای ۱ تا ۴۵ و ۴۵ تا ۹۰ دیده می شود به طوری که مقدار چسبندگی در روز آخر نگهداری به کمترین میزان خود (۱۳۳) رسید. البته روند کاهش تا روز ۴۵ چشمگیر تر می باشد. در مورد چسبندگی این نکته حائز اهمیت بود که پنیر پس از نگهداری در روز ۹۰ دارای چسبندگی بسیار کمی بود که این امر از نظر مصرف کننده بسیار مهم می باشد زیرا که پنیر با چسبندگی زیاد عموماً به ظروف بسته بندی چسبیده و مطلوب نمی باشد [۲۵].



**Fig 4** Adhesiveness changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

همان طور که ملاحظه گردید در مدت زمان نگهداری تمامی صفات بافتی افزایش ولی چسبندگی محصول کاهش یافت. عوامل زیادی در استحکام پنیر پروسس موثرند که شامل، میزان رطوبت و چربی، رسیدگی پنیر مورد استفاده، میزان نمک های امولسیون کننده، pH نهایی محصول و فرآیند تولید پنیر می باشند [۲۶]. وقتی که پنیر پروسس سرد می گردد، توده ای ویسکوز و یکنواخت تشکیل شده که ممکن است بر مبنای ویژگی های تنظیم شده تبدیل به یک بافت نرم، پخش پذیر، سفت و قابل ورقه ای شدن گردد. در پنیر پروسس، همراه با اعمال حرارت و همزدن، گروه های باردار روی مولکول های کازئین توسط آنیونهای چند ظرفیتی قوی نمکهای امولسیفایر، ایجاد میگردند. این عمل سبب ایجاد واکنش های جدیدی در بین پروتئین ها می گردد که در طی سرد شدن ایجاد یک شبکه سه بعدی منظمی می کند که باعث ایجاد یک محصول سفت می شود [۲۷]. در طول زمان، بسته به درجه حرارت و زمان نگهداری و نیز مواد مورد استفاده در بسته بندی، محصول آب از دست می دهد که منجر به سفت شدن محصول می گردد. همچنین طی نگهداری، هیدرولیز پلی فسفات ها در مقایسه با تری و دی فسفات ها خیلی بیشتر بوده و این امر در مورد مونو فسفات ها بسیار آهسته تر می باشد که این خود

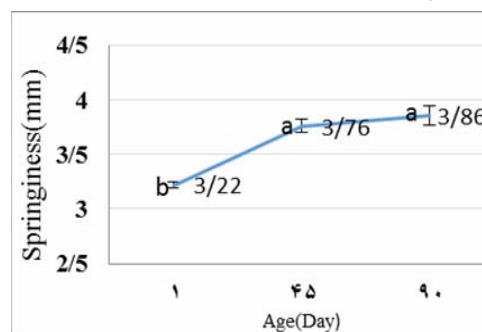
طوری که اختلاف معنی داری بین روز ۱ و ۴۵ دیده می شود و پس از آن، تا روز ۹۰ این افزایش ناچیز بود و تاثیر معنی داری مشاهده نشد. با افزایش هم زمان هیدروکلوئیدهای کنجاک و زانتان، پیوستگی پنیر پروسس پخش پذیر نیز افزایش یافته است که با نتایج حاصله از بررسی تاثیر نشاسته ذرت اصلاح شده بر ویژگی های بافتی و رئولوژی پنیر پروسس آنالوگ توسط سولویج و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد [۲۵].



**Fig 2** Cohesiveness changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

### ۳-۱-۳- حالت ارتجاعی

عبارت است از درجه یا شدتی که نمونه بعد از فشار جزئی بین زبان و سقف دهان به شکل و اندازه اولیه اش برمی گردد و یا شدتی که یک نمونه تغییر شکل یافته بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه اش برمی گردد. مطابق با شکل (۳) مشاهده می شود که حالت ارتجاعی پنیر تا روز ۴۵ افزایش یافته که این تاثیر معنی دار می باشد و پس از آن حالت ارتجاعی محصول تقریباً ثابت می ماند.



**Fig 3** Springiness changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

### ۳-۱-۴- چسبندگی

نتایج بیانگر کاهش مقدار چسبندگی طی مدت نگهداری می باشد. همان طور که شکل (۴) نشان می دهد اختلاف معنی

نتیجه، منجر به کاهش pH می‌گردد. باید توجه داشت که کاهش pH خود می‌تواند نقش مهمی در افزایش سفتی پنیر پروسس ایفا نماید [۳۱]. که نتایج ارزیابی بافتی و حسی این تحقیق نیز بیانگر این مدعاست. قنبری شندی و همکاران (۱۳۹۰) نیز تأثیر کاهش مقدار چربی را در کاهش pH و افزایش اسیدیته دو نمونه پنیرسفيد پر چرب و پنیرسفيد با چربی کاهش یافته تأیید کردند. ضمن این که آنها در یافتند که در نمونه‌های با چربی کاهش یافته افزایش غلظت صمغ زانتان منجر به افزایش اسیدیته و کاهش pH گردید [۳۲].

#### ۴-۳- صفات حسی

محصول بهینه سازی شده در روز اول تولید دارای امتیازات ذیل بود:

امتیاز سفتی ۲/۸۸، امتیاز طعم ۳/۹۹، امتیاز رنگ ۴/۱۱، امتیاز پخش‌پذیری ۴/۸۸ و امتیاز پذیرش کلی ۴/۰۳.

#### ۴-۳-۱- سفتی

با توجه نتایج به دست آمده از آزمون مقایسه میانگین دانکن مقدار سفتی طی دوره نگهداری پنیر بهینه سازی شده افزایش یافت که این افزایش همسو با افزایش مقدار سفتی در آزمون بافت بود (Fig 1). شکل (۶) بیانگر افزایش معنی دار در امتیاز سفتی در طی ۴۵ روز می‌باشد (۳/۱۰) ولی ادامه این افزایش به گونه‌ای بود که اختلاف معنی داری بین روز ۴۵ و ۹۰ در مورد امتیاز سفتی محصول دیده نشد. وقتی که پنیر پروسس سرد می‌گردد، توده ای ویسکوز و یکنواخت تشکیل شده که ممکن است بر مبنای ویژگی‌های تنظیم شده تبدیل به یک بافت نرم، پخش‌پذیر، سفت و قابل ورقه‌ای شدن گردد. در پنیر پروسس، همراه با اعمال حرارت و همزدن، گروه‌های باردار روی مولکول‌های کازئین توسط آنیون‌های چند ظرفیتی قوی نمک‌های امولسیفایر، ایجاد می‌گردند. این عمل سبب ایجاد واکنش‌های جدیدی در بین پروتئین‌ها می‌گردد که در طی سرد شدن ایجاد یک شبکه سه بعدی منظمی میکند که باعث ایجاد یک محصول سفت می‌شود (لی و همکاران، ۲۰۰۳) [۳۳]. در طول زمان، بسته به درجه حرارت و زمان نگهداری و نیز مواد مورد استفاده در بسته بندی، محصول آب از دست می‌دهد که منجر به سفت شدن محصول می‌گردد. همچنین در طی نگهداری هیدرولیز پلی فسفات‌ها در مقایسه با تری و دی فسفات‌ها خیلی بیشتر بوده و این امر در مورد مونو فسفات‌ها بسیار آهسته تر می‌باشد که این خود منجر به

منجر به ایجاد سختی معنی دار در محصول می‌گردد. ضمن اینکه برهمکنش‌های داخلی بین پروتئین‌ها، هیدروکلوئیدها، نمک‌های امولسیون‌کننده و کلسیم ظرفیت اتصال آب را تغییر می‌دهند و در نتیجه بافت محصول سفت تر می‌گردد. مطالعات قبلی عمدتاً بر اثر افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف بر افزایش خصوصیات بافتی شامل سختی، الاستیسیته، سفتی<sup>۱</sup>، ویسکوزیته و استحکام<sup>۲</sup> در مدت زمان نگهداری محصول پنیر پروسس اشاره دارند. در مورد تحقیق حاضر، یک از دلایل اصلی این امر ممکن است تأثیر قدرت بر هم کنش کنجاک با صمغ زانتان در تشکیل ژل‌های بسیار الاستیک در طی سرد کردن پنیر پروسس باشد. در مورد چسبندگی این نکته حائز اهمیت بود که پنیر پس از نگهداری در روز ۹۰ دارای چسبندگی بسیار کمی بود که این امر از نظر مصرف‌کننده بسیار مهم می‌باشد زیرا که پنیر با چسبندگی زیاد عموماً به ظروف بسته بندی چسبیده و مطلوب نمی‌باشد [۲۸].

#### ۴-۲- تغییرات pH

همانطور که در شکل (۵) نشان داده شده است، روند تغییرات pH طی دوره نگهداری پنیر پروسس پخش‌پذیر نزولی بوده و اختلاف معنی داری بین روز ۱ و ۴۵ دیده شد.

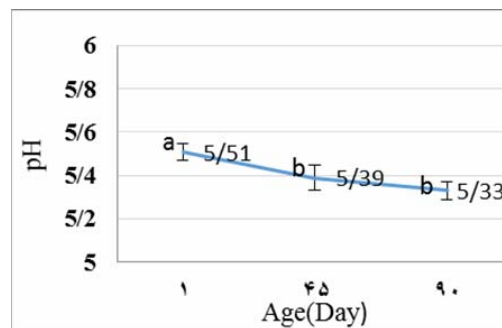
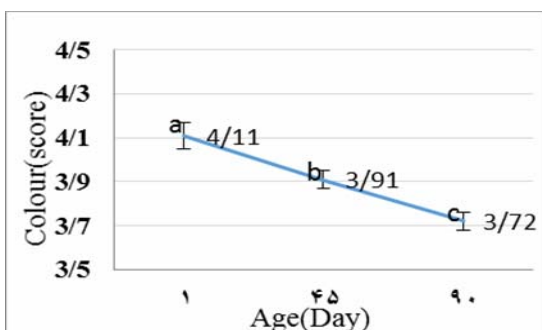


Fig 5 pH changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

تغییرات pH پنیر بهینه سازی شده که در روز نخست تولید ۵/۵۱ بود، که در مدت زمان نگهداری روند نزولی داشته و در روز آخر نگهداری، pH محصول به ۵/۳۳ رسید. تغییر در pH را می‌توان به هیدرولیز نمک‌های پلی فسفات‌های امولسیون ساز در فرمولاسیون و در نتیجه کاهش میل آن‌ها به ترکیب با یون‌های کلسیم مرتبط نمود [۲۹،۳۰]. از دست رفتن آب و هیدرولیز پلی فسفات بر روی تعادل یونی تأثیر گذاشته و در

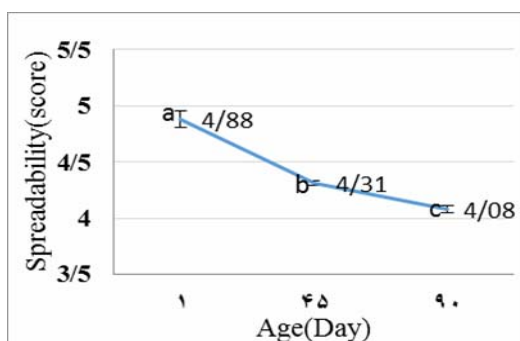
1. Firmness  
2. Consistency



**Fig 8** Color score changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

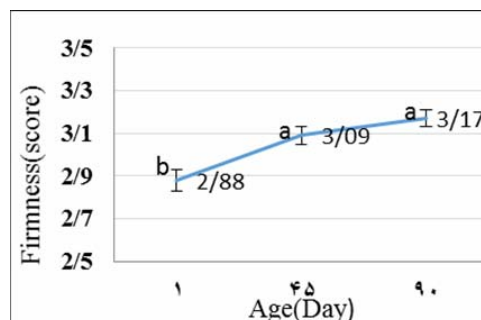
#### ۴-۳-۴- گسترش پذیری

نتایج بیانگر کاهش امتیاز گسترش پذیری در مدت زمان نگهداری سه ماهه در این پژوهش می‌باشد. همان طور که شکل (۹) نشان می‌دهد گسترش پذیری از روز ۱ تا روز ۴۵ و ۹۰ به صورت معنی داری کاهش یافت ولی با این وجود، کمترین میزان امتیاز (۴/۰۸) در آخرین روز نگهداری همچنان از نمره میانی بالاتر بود. نتایج حاصل از تحقیقات سونسون و همکاران (۲۰۰۰) [۳۴]، نشان می‌دهد که پخش پذیری پنیر با کاهش pH، کاهش می‌یابد و علت این امر را می‌توان با توجه به برهم کنش های پروتئین- پروتئین در نزدیک به نقطه ایزوالکتریک پروتئین ها توجیح کرد. همچنین مارچسیو و همکاران (۱۹۹۷)، عنوان کردند که در نزدیک به نقطه ایزوالکتریک، جذب بین پروتئین ها افزایش یافته و بر همکنش های بین چربی و پروتئین به نظر می‌رسد که تقویت می‌گردد [۳۵].



**Fig 9** Spreadability score changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

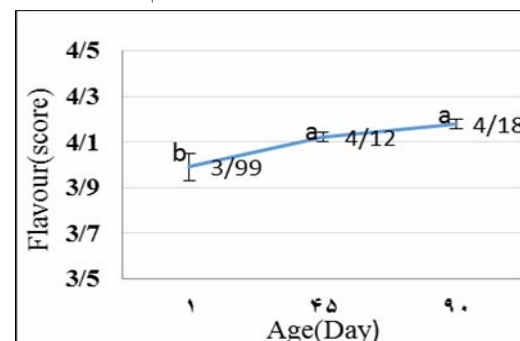
ایجاد سختی معنی دار در محصول می‌گردد. ضمن اینکه برهمکنش های داخلی بین پروتئین ها، هیدروکلوئیدها، نمک های امولسیون کننده و کلسیم ظرفیت اتصال آب را تغییر می‌دهند و در نتیجه بافت محصول سفت تر می‌گردد [۳۳].



**Fig 6** Firmness changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

#### ۴-۳-۲- طعم

روند تغییرات امتیاز طعم در شکل (۷) بیانگر یک افزایش معنی دار تا ۴۵ روز پس از تولید بود ولی ادامه این افزایش تا روز ۹۰ خیلی محسوس نبود و به امتیاز حسی طعم به ۴/۱۸ رسید.



**Fig 7** Flavor score changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

#### ۴-۳-۳- رنگ

همانطور که شکل (۸) نشان می‌دهد امتیاز رنگ محصول در روز ۴۵ تولید با کاهشی معنی دار در سطح ۰/۰۵ درصد مواجه بود ولی این کاهش تدریجی در ۹۰ روز پس از تولید (۳/۷۲) نیز از نمره میانی نیز بالاتر بود.

## ۴-۳-۵- پذیرش کلی

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

نتایج نشان می‌دهد که امتیاز پذیرش کلی در ۴۵ و ۹۰ روز پس از نگهداری، به صورت معنی داری کاهش یافت ولی این کاهش در آخرین روز نگهداری (۳/۶۷) همچنان از امتیاز میانی داده ها بالاتر بود.

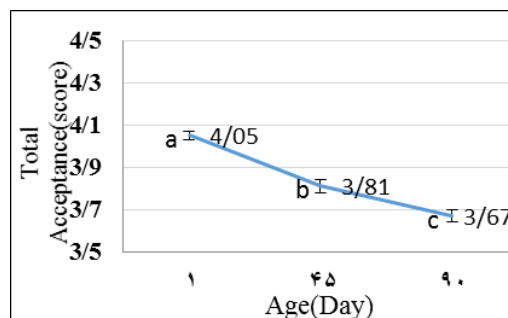


Fig 10 Total acceptance score changes trend during the storage period of spreadable cheese produced with using Konjac and Xhantan Hydrocolloids

## ۶- منابع

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] [FDA] 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.
- [4] Kapoor R, Metzger L, 2008. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Volume 7, Issue 2, p.194-214.
- [5] Zehren VL, Nusbaum DD, Processed cheese. 2nd ed. Madison, Wis.: Cheese Reporter Publishing Co. Inc, 2000.
- [6] Buňka, F. G. Nagyová, R. N. Salek, M. Černíková, P. Mančík, T. Grüber, † and D. Kuchař †. Journal of Dairy Science, Use of sodium polyphosphates with different linear length in the production of spreadable processed cheese. 2014, Vol, 97. No. 1.
- [7] Buňka, F. Černíková, M. Pospiech, M. Tremlova, B. Hladka, K. Pavlínek, V. Brězina, P. 2010. Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production, International Dairy Journal, 20, 336-343.
- [8] Macku, I. Bunka, F. Pavlínek, 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.

## ۵- نتیجه گیری

همان طور که در مقدمه ذکر گردید هدف از اجرای این طرح بررسی امکان استفاده از پنیر سفید تولید شده به روش فراپالایش و پنیر خامه ای به عنوان پنیرهای پایه به همراه کره و هیدروکلوئیدهای کنجاک و زانتان جهت تولید پنیر پروسس پخش پذیر بود. بنابر این باتوجه به این که تاریخ انقضای پنیر پروسس متداول عموماً ۳ ماه می باشد، بدیهی است محصول جدید نیز در صورتی قابل توصیه به کارخانه جات و عرضه در بازار خواهد بود که حداقل به مدت ۳ ماه ویژگی های خود را حفظ نماید. با توجه به نتایج این پژوهش مشخص می شود به طور کلی پنبیری که در این تحقیق از مخلوط پنیرهای تازه و هیدروکلوئیدهای مذکور تولید گردید، علی رغم تغییرات طبیعی که به علت واکنش های بیو شیمیایی در ویژگی های آن روی می دهد، می تواند به مدت ۳ ماه نگهداری شده و به خوبی پس از این مدت قابل استفاده باشد. البته در ادامه این پژوهش می توان امکان استفاده از مقادیر بالاتر هیدروکلوئیدهای کنجاک و زانتان جهت تولید پنیرهای پروسس توده ای و نیز پنیر پروسس ورقه ای و نیز ریزساختار اثر هیدروکلوئیدهای مختلف مورد استفاده در انواع پنیر پروسس مورد بررسی قرار داد.

سپاسگزاری



- milk products-Determination of titrable acidity and pH value – Test method.
- [20] Hosseini-Parvar, Seyed H, Matia-Merino, L. Golding, M. 2015. Food Hydrocolloids, Effect of basil seed gum (BSG) on textural, rheological and microstructure properties of model processed cheese; 43, 557-567.
- [21] Koca, N. & Metin, M., Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh Kashar cheese produced by using fat replacers, International Dairy Journal, 2004; 14, 365-373.
- [22] Ghods Rohani, M., Mortazavi, S.A., Mazaheri Tehrani, M and Razavi, S.M.A. (2010). Effect of storage period on physical, chemical and sensory properties of ultrafiltrated Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend. Iranian Food Science and Technology Research Journal. Volume 6, No 3; p:149-157.
- [23] Farahnaki, Asghar. Majzoobi, Mahsa. Mesbahi, Gholamreza. 2009. Characteristics and applications of hydrocolloids in food and medicine. Publication of Agricultural Science, Tehran, Iran.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] Hennesly, P. J., Dunne, P. G., O'Sullivan, M., & O'Riordan, E. D. (2006). Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. Journal of Food Engineering, 75(3), 388-395.
- [27] Lee, S. K., Buwalda, R. J., Euston, S. R., Foegeding, E. A., McKenna, A. B. 2003. Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. Lebensm Wiss. Tec. 36: 339-345.
- [28] Sołowiej, B., Cheung, I. W. Y., & Li-Chan, E. C. Y. (2014). Texture, rheology and meltability of processed cheese analogues
- [9] Zhang, L., Xue, Y., Xu, J., Li, Z., & Xue, C. Food Hydrocolloids, Effects of deacetylation of konjac glucomannan on Alaska Pollock surimi gels subjected to high-temperature (120 °C) treatment, 2015; 43, 125-131.
- [10] 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.
- [11] Takigami S, Takiguchi T, Phillips G O. Microscopical studies of the tissue structure of konjac tubers. Food Hydrocolloids, 1997; 11, 479-484.
- [12] Imeson, Alan, Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents, first published, Wiley-Blackwell Publishing Ltd; 2010: p. 210-211.
- [13] 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 press).
- [14] Mahrooghi M, Ghods Rohani M, Rashidi H. 2016. The Effects of Hydrocolloids (Konjac & Xantan) on Textural Properties of Spreadable Process Cheese. Journal of Food Science and Technology. (Under press).
- [15] Lee, S. K., Anema, S., & Klostermeyer, H. The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads. International Journal of Food Science and Technology, 2004; 39, 763-771.
- [16] Cerníková, M. Bunka, F. Pavlínek, V. Brězina, P. Hrabě, J. Valašek, P. 2008. Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese, Food Hydrocolloids, 22, 1054-1061.
- [17] Piska, I., Štítina 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.
- [18] 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.
- [19] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). (1996). Milk and

- white cheese. *Journal of Food Sciences and Industries*, Vol.33(1), No.8, pp. 35-46.
- [33] Lee, S. K., Buwalda, R. J., Euston, S. R., Foegeding, E. A., McKenna, A. B. 2003. Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. *Lebensm Wiss. Tec.* 36: 339–345.
- [34] 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.
- [35] Marchesseau, S., Gastaldi, E., Lagaude, A., Cuq, J. L. 1997. Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese. *J.Dairy Sci.* 80:1483–1489.
- prepared using rennet or acid casein with or without added whey proteins. *International Dairy Journal*, 37(2), 87-94.
- [29] Molins RA (1991) Phosphates in food. CRC Press, Boca Raton, FL.
- [30] Tamime, A.Y., Kaláb, M., Davies, G. & Younis, M.F. (1990) Microstructure and firmness of processed cheese manufactured from Cheddar cheese and skim milk powder cheese base. *Food Structure*, 9,23–37.
- [31] Marchesseau S, Gastaldi E, Lagaude A, Cuq JL (1997) *J Dairy Sci* 80:1483–1489.
- [32] Ghanbari Shendi A, Khosro-Shahi Asl A, Mortazavi A, Tavakoli-Pur H.2011. The effect of xanthan gum on textural and rheological properties of low-fat Iranian

## Effect of storage period on physical, chemical and sensory properties of spreadable process cheese formulation with using of Konjac and Xantan gums

Mahrooghi, M.<sup>1</sup>, Ghods Rohani, M.<sup>2\*</sup>, Rashidi, H.<sup>2</sup>

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

(Received: 2016/09/12 Accepted:2018/01/08)

In this research, the effect of storage period on specification of spreadable process cheese produced with using Konjac Glucomannan gum (KGM) and Xanthan gum (XG) was investigated. The optimized formulation spreadable process cheese in terms of sensory (firmness, flavor, spreadability, color, total acceptance), Texture Profile Analysis test (hardness, adhesiveness, cohesiveness and springiness) and pH value were investigated in 1, 45 and 90 days after production. The obtained results were analyzed with randomized complete design and Means were compared based of Duncan test. The textural evaluation results showed that during storage period, physical properties of cheese did significant changes and increased for TPA test (hardness, cohesiveness and springiness) and decreased about adhesiveness. The pH value of the final product declined during storage period. Between the sensory characteristics, firmness score and flavor slightly increased but color, spreadability and total acceptance scores slightly decreased. Of course, all of these changes in such a way that, all sensory scores were higher than the average scores and the final spreadable process cheese after 3 months stored in refrigerator was very good to consume.

**Key words:** Spreadable Processed Cheese, Konjac Glucomannan gum, Xanthan gum, Storage period.

---

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