

بررسی تاثیر اینولین، کازئینات سدیم و زمان رسیدن بر خصوصیات کیفی پنیر کوزه تهیه شده از شیر گاو

آسیه حسن زاده^۱، زینب رفتنی امیری^{۲*}، مهرناز امینی فر^۳

۱- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران

۳- استادیار گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۲۸)

چکیده

در این پژوهش، اثر اینولین (۲ و ۴ درصد وزنی)، کازئینات سدیم (۰/۱ و ۰/۲ درصد وزنی) و زمان رسیدن بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، حسی، ریزساختار و رئولوژیکی پنیر کوزه مورد بررسی قرار گرفت. با افزایش دوره رسیدن اسیدیته، چربی، چربی در ماده خشک و نیتروژن محلول در آب نسبت به نیتروژن کل افزایش یافت درحالیکه pH، رطوبت و نیتروژن کل نسبت به ماده خشک کاهش یافت. اینولین و کازئینات سدیم تاثیر معنی داری بر pH نمونه ها نداشت (p>۰/۰۵). درصد رطوبت با افزایش سطح جایگزینی کازئینات سدیم رابطه عکس و با افزایش سطح جایگزینی اینولین رابطه مستقیم داشت. نسبت نیتروژن کل به ماده خشک با تمامی سطوح جایگزینی کازئینات سدیم افزایش یافت ولی هیچ یک از سطوح جایگزینی اینولین تغییر معنی داری در نسبت فوق ایجاد نکرد. نسبت نیتروژن محلول در آب به نیتروژن کل با جایگزینی اینولین رابطه عکس و با جایگزینی کازئینات سدیم رابطه مستقیم داشت. تمام سطوح جایگزینی اینولین و کازئینات سدیم به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مدول ذخیره (G') نسبت به نمونه تهیه شده از شیر گاو بود. بررسی ریزساختار نمونه ها نشان داد که در پنیر حاوی اینولین ۰/۴٪ تعداد حفرات بیشتر و پراکنندگی یکنواخت تر حفرات دیده شد. در ارزیابی حسی پنیر کوزه دارای اینولین ۰/۴٪ بافت، طعم و پذیرش کلی مطلوب تر و پنیر کوزه حاصل از شیر گاو، رنگ و ظاهر مطلوب تری داشت.

کلید واژگان: اینولین، پنیر کوزه، رسیدن، کازئینات سدیم

*مسئول مکاتبات: zramiri@gmail.com

۱- مقدمه

پنیر کوزه ای که به نام های Jug cheese یا Pot cheese نیز شناخته شده است پنیری با بافت نیمه سخت، کرم رنگ، دارای مقدار زیادی چربی و عطر و طعم تندی می باشد که اغلب در استان های شمال غرب ایران به روشی سنتی تهیه می شود و مشابه این پنیر در یونان، ترکیه (در منطقه هاتای (Hatay) از آناتلیا) با نام های کارا (Carra)، ککلک (Cokelek) و نیز اتلو پنیر (Otlu peynir) تهیه می گردد [۱، ۲ و ۳]. پنیر کوزه ای به دلیل داشتن عطر و طعم قوی، بازارپسندی خوبی دارد اما تا کنون مطالعات اندکی بر روی آن صورت پذیرفته است، در ایران برای نخستین بار (۲۰۰۶) ویژگی های شیمیایی پنیر کوزه مناطق مختلف بررسی شد و میزان پروتئین ۲۲/۶-۲۲/۴ درصد، چربی ۲۶-۲۴ درصد، ماده خشک ۵۳-۵۵ درصد، رطوبت ۴۹-۴۴ درصد، مواد جامد فاقد چربی (SNF) ۳۱-۲۸ درصد و میزان چربی در ماده خشک ۴۸-۴۶ درصد گزارش شد [۴]. جداسازی و شناسایی باکتری های لاکتیکی موجود در پنیر سنتی کوزه توسط قادری و همکاران (۲۰۱۳) مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که گونه های غالب فلور لاکتیکی موثر در رسیدن این نوع پنیر، متعلق به جنس لاکتوباسیلوس (۳۷/۳ درصد) و انتروکوکوس (۲۵/۵ درصد) بودند [۲]. ویژگی های میکروبی پنیر کوزه ای آذربایجان غربی توسط آقازاده مشگی بررسی شد و نتایج نشان دهنده وجود میکروارگانیسم هایی مثل اشرشیاکی و استافیلوکوکوس اورئوس در پنیرهای تازه بود در حالیکه در پنیرهای رسیده، باکتری های بیماری زا یافت نشدند [۵]. ارزیابی فراکسیون های نیتروژن در طی رسیدن پنیر کوزه توسط خسروشاهی اصل و مریم عباسی انجام شد و نتایج نشان دادند که کلیه فراکسیون های نیتروژن دار طی رسیدن پنیر افزایش یافت [۶]. میزان آمین های بیوژنیک در پنیرکوزه توسط محمدپور و همکاران (۲۰۰۹) بررسی شد و نتایج نشان داد که ترکیب باکتریولوژیک شیر گوسفندی مورد استفاده در میزان آمین های بیوژنیک به ویژه هیستامین موثر بود [۷]. شناسایی و ارزیابی

تغییرات فلورلاکتیکی ذاتی پنیر کوزه تازه و رسیده بر پایه روش مبتنی بر کشت و تخمیر کربوهیدرات، توسط عدالتیان و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد و نتایج نشان داد که در پنیر تازه، لاکتوباسیلوس ها و لاکتوکوکوس ها و در پنیر رسیده، آنتروکوکوس ها فلور غالب بودند [۳]. ارزیابی زنده مانی و تاثیر لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس (LA-5) بر برخی ویژگی های پنیر کوزه توسط دهنوی و همکاران (۲۰۱۳) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان دادند که می توان از لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در ترکیب با استارتر تجاری با موفقیت در تولید پنیر کوزه استفاده کرد، بدون آن که بر کیفیت آن اثر نامطلوب داشته باشد [۱]. بر اساس آمارهای موجود حدود ۲۰٪ شیر تولیدی در کشور در بخش صنایع لبنی به پنیر تبدیل می شود که از این مقدار سهم پنیر سنتی بیشترین مقدار را تشکیل می دهد (حدود ۸۰٪) [۴] و [۸]. با توجه به محدودیت شیر گوسفند از لحاظ دسترسی و قیمت و افزایش آگاهی مردم نسبت به مضرات مصرف چربی های اشباع لبنی برای سلامتی، در این تحقیق از شیر گاو که دارای چربی کمتری است در تهیه پنیر کوزه استفاده شد. جایگزینی شیر گاو از آنجایی که باعث ایجاد تغییراتی در بافت و کیفیت پنیر می شود استفاده از جایگزین های چربی در این نوع پنیر پیشنهاد می گردد، اثر پروتئین ها و پلی ساکاریدهای مختلف به عنوان جایگزین های چربی در بهبود ویژگی های پنیرهای کم چرب توسط محققان متعددی مورد مطالعه قرار گرفته است از جمله استفاده از زانتان و سدیم کازئینات به عنوان جایگزین های چربی در پنیر چدار کم چرب که سبب بهبود ویژگی های بافتی پنیر شد [۹]. استفاده از تراگاکانت در بهبود خصوصیات حسی پنیر سفید ایرانی کم چرب [۱۰] و بررسی زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده که بر سختی، ریزساختار و رهائش استرها از بافت پنیر آب نمکی کم چرب مورد مطالعه قرار گرفت [۱۱]. از اینولین به منظور بررسی بهبود زنده مانی و اصلاح بافت پنیر کاتیج حاوی *Lactobacillus delbrueckii* استفاده شد و نشان داده شد که با اضافه کردن اینولین و باکتری های پروبیوتیک تغییری در ساختار فیزیکوشیمیایی و مقبولیت پنیر کاتیج ایجاد نشد [۱۲]. در

نمونه، مقدار مشخصی از اینولین (در مقادیر ۲ و ۴ درصد وزنی) و کازئینات سدیم (در مقادیر ۰/۱ و ۰/۲ درصد وزنی) به آن اضافه شد و در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه شد، سپس تا دمای حدود ($30 \pm 3^{\circ}\text{C}$) خنک شد و آنزیم رنت ($3 \text{ g}/100 \text{ kg}$) به صورت پودر حل شده در آب به آن افزوده شد، پس از مدت ۳۰ دقیقه لخته های پنیر تشکیل شدند. لخته ها به ابعاد تقریبی $1 \times 1 \times 1$ سانتی متر بریده شد و طی چند مرحله آبگیری شدند سپس پنیر حاصل به مکعب هایی با ابعاد ۲۵ سانتی متر بریده شد و داخل آب نمک اشباع ۲۰٪ به مدت ۲۴ ساعت در دمای ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) قرار گرفت. پس از خروج از آب نمک اشباع، نمک پاشی به مدت ۳ روز، هر روز در دو نوبت صبح و عصر ادامه یافت و بعد در آب نمک ۱۲٪ به مدت دو ماه در یخچال ($5-8^{\circ}\text{C}$) نگهداری شد پس از این مدت پنیرها را از آب نمک خارج شد و پس از رنده کردن پنیر در کوزه های سفالی همرا با فشار به منظور خروج کامل هوای محبوس پر شد (شکل ۱ a و b) و درپ کوزه ها با گل رس مسدود شد، در پایان کوزه به صورت وارونه در عمق یک متری زیر خاک با دمای متوسط ($8-12^{\circ}\text{C}$) به مدت ۳ ماه نگهداری شد (شکل ۱ c) [۱، ۲، ۳].

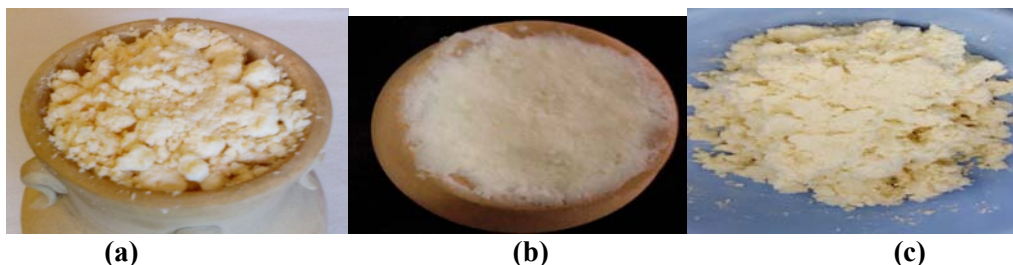


Fig 1 Kope cheese (a): grated cheese, (b): cheese packed in clay pot under pressure, (c): Kope cheese.

دستگاه رطوبت سنج مدل (Sartorius Ltd., UK)، استفاده شد و برای اندازه گیری اسیدیته قابل تیتر از روش AOAC استفاده شد [۱۳]. جهت اندازه گیری TN از روش کلدال [۱۴] و برای سنجش WSN از روش کوچرو و فاکس استفاده شد [۱۵]. اندازه گیری ماده خشک به روش مارشال [۱۶] و اندازه گیری چربی مطابق استاندارد ISO 1735 انجام گرفت [۱۷].

این تحقیق از شیر گاو به همراه دو جایگزین چربی اینولین (در سطوح ۲ و ۴ درصد) و کازئینات سدیم (در سطوح ۰/۱ و ۰/۲ درصد)، جهت بهبود بافت و طعم پنیر کوزه استفاده شد و ویژگی های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، ریزساختار و حسی پنیر در طول دوره رسیدن (۹۰ روز) مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲- مواد و روش ها

شیر گاو در خرداد ماه از شرکت صنایع شیر ایران (پگاه تهران) تهیه شد. آنزیم رنت (Rennet) حاصل از موکورمیه هی (Mucor meihi) با قدرت ≥ 2200 (International Milk-Clotting Units) IMCU/g مورد استفاده قرار گرفت. اینولین نوع (HP) از شرکت اورافتی بلژیک (BeneoTM HP, Orafiti, Oreye, Belgium) و کازئینات سدیم با مارک تجاری DMV تولید کشور هلند تهیه گردید. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این مطالعه ساخت شرکت مرک آلمان و با درجه خلوص تجزیه ای بودند.

۲-۱- آماده سازی پنیر کوزه

در ابتدا شیرگاو با ۳/۵٪ چربی تهیه شد و طبق فرمولاسیون هر

۲-۲- ویژگی های فیزیکوشیمیایی

ویژگی های فیزیکوشیمیایی شیر گاو و پنیر در ۱، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از کوزه گذاری در زیر خاک در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. pH نمونه ها به وسیله دستگاه pH متر (Model 601, Metrohm) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری رطوبت از روش حرارت دهی نمونه های پنیر تا رسیدن به وزن ثابت از

۲-۳- آزمون های رئولوژی

آموزش دیده مورد ارزیابی قرار گرفتند [۲۰]. نمونه های پنیر داخل ظرف های پلاستیکی غیر قابل نفوذ به هوا قرار داده شد تا پیش از ارزیابی، به مدت دو ساعت در دمای اتاق به تعادل برسند.

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی تغییرات فیزیکوشیمیایی و حسی تیمارهای پنیر (۵ تیمار) در زمان رسیدن (۴ دوره زمانی) و برای بررسی تغییرات رئولوژی و ریز ساختار تیمارها در زمان رسیدن (۳ دوره زمانی) از طرح کاملا تصادفی استفاده شد و نتایج با استفاده از نرم افزار آماری SPSS, ver(17) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین های ویژگیهای فیزیکوشیمیایی و حسی استفاده شد و مقادیر در سطح معنی دار $p < 0.05$ مورد ارزیابی قرار گرفتند. کلیه اندازه گیری ها در سه تکرار انجام شد و نمودارها با نرم افزار Microsoft Excel 2010 ترسیم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تغییرات ویژگی های فیزیکوشیمیایی در

طول رسیدن

در جدول ۱ ویژگی های فیزیکوشیمیایی شیر مورد استفاده برای تهیه پنیر کوزه نشان داده شده است.

Table 1 The chemical composition of milk for manufacturing of Kope cheese.

pH	Titrateable acidity (Dornic degrees)	Specific gravity	Dry matter (%w/w)	Fat (%w/w)	Protein (%w/w)	Lactose (%w/w)	Ash (%w/w)
6.47±0.1	23.22±0.1	1.032±0.01	12.41±0.01	3.50±0.7	3.20±0.3	4.47±0.58	0.69±0.01

(Means±SD)

توسط باکتریهای اسیدلاکتیک و تولید اسیدهای چرب و اسید های آمینه می باشد [۲۱، ۲۲]. رابطه بین اسیدیته و pH ممکن است تحت تاثیر عواملی نظیر نوع میکروارگانیسم ها، اسیدیته داخلی و ظرفیت بافری قرار بگیرد [۲۳، ۲۴]. نتایج به دست آمده نشان داد pH پنیر به صورت معنی داری تحت تاثیر زمان رسیدن قرار گرفت و در طول دوره رسیدن روند کاهشی را طی

آزمون های رئولوژی شامل strain sweep و frequency sweep توسط دستگاه رئومتر (اتریش، Anton, MC301, Paar Country) انجام شد، آزمایشات در فرکانس زاویه ای ۱۰۰-۰/۱ هرتز و ≈ 0.1 strain که در آن ساختارهای تشکیل شده در سیستم محفوظ می ماند، انجام شد [۱۸] و مدول افت (G'')، مدول ذخیره (G') و تانژانت افت ($tg\delta$) مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۴- اندازه گیری ریزساختار نمونه های پنیر

نمونه های پنیر پس از آماده سازی در درخشک کن تحت خلاء خشک شده و به مدت ۳۰۰ ثانیه در دستگاه (Balzers, BalTec Inc., Type SCD 005, Switzerland) پلافاشانی شدت سپس توسط میکروسکوپ الکترونی (XL30, Philips, Netherlands) تحت خلاء، با ۱۵KV بمباران الکترونی شد و با بزرگ نمایی ۲۰۰۰ عکسبرداری شدند، عکس ها با نرم افزار Image J مورد آنالیز قرار گرفتند [۱۹].

۲-۵- آزمون های حسی

ویژگی های حسی مورد ارزیابی شامل بافت، عطر و طعم، رنگ و پذیرش کلی بود که بر اساس روش امتیاز بندی استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۵ و با توجه به مقیاس هدونیک پنج امتیازی (یک = نامطلوب ترین، پنج = مطلوب ترین) توسط ارزیاب های

تغییرات ویژگی های فیزیکوشیمیایی پنیر حاصل از شیر گاو به تنهایی و حاصل از شیر گاو دارای اینولین و کازئینات سدیم در طول رسیدن در جدول ۲ نشان داده شده است. تغییرات pH مربوط به غلظت یون های هیدروژن و همچنین مربوط به تخمیر لاکتوز و تولید اسید لاکتیک می باشد، مقدار اسیدیته برحسب درصد وزنی لاکتیک اسید نشان دهنده میزان تخمیر لاکتوز

درصد چربی و درصد چربی در ماده خشک در طول رسیدن، ناشی از کاهش معنی دار رطوبت در طول این مدت است. تمام سطوح جایگزینی اینولین و کازئینات سدیم منجر به کاهش معنی دار درصد چربی و درصد چربی در ماده خشک نمونه ها شد. نمونه های پنیر حاوی اینولین نسبت به نمونه های پنیر حاوی کازئینات سدیم کاهش بیشتر درصد چربی و درصد چربی در ماده خشک را نشان دادند که علت آن افزایش رطوبت پنیر ناشی از حضور اینولین می باشد [۲۸]. بین سطوح مختلف کازئینات سدیم و اینولین اختلاف معنی داری در درصد چربی نمونه ها مشاهده نشد. طی دوره رسیدن، نسبت نیتروژن کل به ماده خشک (TN/DM) کاهش معنی داری پیدا می کند. کاهش نسبت نیتروژن کل به ماده خشک در طول رسیدن ناشی از پروتئولیز، تولید ترکیبات نیتروژنی محلول در آب و انتشار این ترکیبات به محیط آبی است [۳۱]. نسبت نیتروژن کل به ماده خشک در تمامی سطوح جایگزینی کازئینات سدیم افزایش یافت در حالیکه تمام سطوح جایگزینی با اینولین سبب تغییر معنی داری در نسبت نیتروژن کل به ماده خشک نمونه ها نشد. نسبت نیتروژن محلول در آب به نیتروژن کل (WSN/TN) همه نمونه های پنیر در طول دوره رسیدن افزایش معنی داری پیدا کرد که می تواند مربوط به فعالیت رنت و یا پروتئازهای میکروبی باشد [۲۸]. روند افزایشی نسبت نیتروژن محلول در آب به نیتروژن کل طی دوره رسیدن توسط محققان زیادی گزارش شده است [۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۳۵]. تمام سطوح جایگزینی اینولین سبب کاهش معنی دار نسبت نیتروژن محلول در آب به نیتروژن کل شد در حالیکه تمام سطوح جایگزینی با کازئینات سدیم سبب افزایش معنی داری در نسبت فوق گردید. روند افزایشی نسبت نیتروژن کل به ماده خشک و نیتروژن محلول در آب به نیتروژن کل در تمامی سطوح جایگزینی با کازئینات سدیم ناشی از ماهیت پروتئینی (نیتروژنی) این ترکیب می باشد [۳۲، ۳۳].

کرد که ناشی از تخمیر لاکتوز توسط فلور میکروبی پنیر و تولید اسید لاکتیک می باشد [۲۵]. اسیدیته تمامی پنیرها در طی رسیدن افزایش یافت که این امر به دلیل حضور باکتری های اسید الکتیک در شیر می باشد، روند کاهش pH و افزایش اسیدیته طی دوره رسیدن با نتایج مطالعات محققان دیگر نیز همخوانی دارد [۱۰]. اضافه کردن پلی ساکارید و پروتئین به پنیر، pH آن را به صورت معنی داری تحت تاثیر قرار نداد، یافته به دست آمده با نتایج رحیمی و همکاران (۲۰۱۴) که نشان دادند pH پنیر تحت تاثیر صمغ تراکانت اضافه شده به آن قرار نمی گیرد [۲۶] و همچنین ناطقی و همکاران که نشان دادند pH و اسیدیته پنیر تحت تاثیر سدیم کازئینات و صمغ گزانتان قرار نمی گیرد [۲۷] همخوانی دارد.

درصد رطوبت همه نمونه ها به صورت معنی داری در طول رسیدن کاهش یافت. کاهش رطوبت پنیر در طول رسیدن احتمالاً ناشی از خروج رطوبت از جداره نیمه تراوی کوزه سفالی است. درصد رطوبت با افزایش سطح جایگزینی اینولین افزایش یافت، در حالیکه تمام سطوح جایگزینی با کازئینات سدیم سبب کاهش معنی دار درصد رطوبت نمونه ها شد بطوریکه بیشترین درصد رطوبت مربوط به نمونه های پنیر با اینولین ۴ درصد بود، بالاتر بودن درصد رطوبت پنیر حاوی اینولین در مقایسه با سایر نمونه ها، به قابلیت اتصال به آب بالای این صمغ نسبت داده می شود [۲۸]. یافته به دست آمده با نتایج Akin و همکاران (۲۰۰۷) که گزارش کردند افزایش نسبت اینولین در ماست پروبیوتیک سبب افزایش ظرفیت رطوبت نمونه ها می گردد [۲۹]، همخوانی دارد. همچنین در تحقیقی نشان داده شد که استفاده از اینولین و الیگوفروکتوز در تهیه پنیر Petit-Suisse باعث افزایش میزان رطوبت نمونه ها می گردد [۳۰]. کاهش میزان رطوبت پنیر به هنگام اضافه کردن کازئینات سدیم را می توان به افزایش ماده خشک در حضور این ماده نسبت داد. افزایش درصد کازئینات سدیم تغییر معنی داری در درصد رطوبت نمونه ها نشان نداد. افزایش

Table 2 Changes in physicochemical of Kope made from bovine milk (C), bovine milk containing sodium caseinate 0.1% (Cs1), bovine milk containing sodium caseinate 0.1% (Cs2), bovine milk containing inulin 2% (Cn1), bovine milk containing inulin 4% (Cn2) during ripening (mean \pm SD of three trials)

Physicochemical characteristics	Samples	Ripening period (days)			
		1	30	60	90
pH	C	5.61 \pm 0.30 ^{a1}	5.57 \pm 0.30 ^{b1}	5.47 \pm 0.30 ^{c1}	5.25 \pm 0.30 ^{d1}
	Cs1	5.68 \pm 0.11 ^{a1}	5.56 \pm 0.05 ^{b1}	5.48 \pm 0.11 ^{c1}	5.44 \pm 0.05 ^{d1}
	Cs2	5.65 \pm 0.01 ^{a1}	5.56 \pm 0.05 ^{b1}	5.48 \pm 0.01 ^{c1}	5.42 \pm 0.05 ^{d1}
	Cn1	5.59 \pm 0.02 ^{a1}	5.59 \pm 0.32 ^{b1}	5.54 \pm 0.72 ^{c1}	5.45 \pm 0.01 ^{d1}
	Cn2	5.71 \pm 0.05 ^{a1}	5.60 \pm 0.11 ^{b1}	5.52 \pm 0.45 ^{c1}	5.48 \pm 0.46 ^{d1}
Titratable acidity (Dornic degrees)	C	0.89 \pm 0.03 ^{d1}	0.98 \pm 0.19 ^{c2}	1.21 \pm 0.71 ^{b1}	1.40 \pm 0.02 ^{a1}
	Cs1	0.83 \pm 0.05 ^{d1}	1.08 \pm 0.11 ^{c1}	1.20 \pm 0.5 ^{b1}	1.29 \pm 0.45 ^{a2}
	Cs2	0.82 \pm 0.05 ^{d1}	1.01 \pm 0.01 ^{c1}	1.11 \pm 0.01 ^{b1}	1.32 \pm 0.22 ^{a2}
	Cn1	0.74 \pm 0.05 ^{c2}	0.75 \pm 0.17 ^{c3}	0.89 \pm 0.11 ^{b2}	1.19 \pm 0.05 ^{a3}
	Cn2	0.75 \pm 0.03 ^{c2}	0.72 \pm 0.11 ^{c3}	0.91 \pm 0.05 ^{b2}	1.21 \pm 0.02 ^{a3}
Moisture content (%w/w)	C	53.10 \pm 0.20 ^{a3}	52.31 \pm 0.09 ^{b3}	50.82 \pm 0.11 ^{c4}	49.95 \pm 0.10 ^{d3}
	Cs1	54.12 \pm 0.11 ^{a2}	53.31 \pm 0.22 ^{b2}	51.02 \pm 0.09 ^{c3}	48.76 \pm 0.05 ^{d4}
	Cs2	54.22 \pm 0.01 ^{a2}	53.31 \pm 0.05 ^{b2}	52.53 \pm 0.05 ^{c2}	48.87 \pm 0.05 ^{d4}
	Cn1	54.24 \pm 0.20 ^{a2}	53.32 \pm 0.09 ^{b2}	51.54 \pm 0.11 ^{c3}	50.85 \pm 0.10 ^{d2}
	Cn2	56.02 \pm 0.20 ^{a1}	55.31 \pm 0.09 ^{b1}	54.32 \pm 0.11 ^{c1}	52.14 \pm 0.10 ^{d1}
Fat (%w/w)	C	19.51 \pm 0.11 ^{c1}	19.62 \pm 0.01 ^{c1}	21.31 \pm 0.01 ^{b1}	23.12 \pm 0.01 ^{a1}
	Cs1	17.11 \pm 0.11 ^{d2}	18.14 \pm 0.05 ^{c2}	19.22 \pm 0.11 ^{b2}	21.15 \pm 0.01 ^{a2}
	Cs2	17.21 \pm 0.01 ^{d2}	18.22 \pm 0.10 ^{c2}	19.21 \pm 0.03 ^{b2}	21.22 \pm 0.11 ^{a2}
	Cn1	16.28 \pm 0.05 ^{c2}	16.82 \pm 0.11 ^{c3}	17.92 \pm 0.05 ^{b4}	20.11 \pm 0.24 ^{a3}
	Cn2	16.47 \pm 0.05 ^{c3}	16.75 \pm 0.01 ^{c3}	18.21 \pm 0.05 ^{b3}	20.23 \pm 0.05 ^{a3}
Fat in dry matter (%w/w)	C	40.98 \pm 0.26 ^{d1}	41.15 \pm 0.45 ^{c1}	43.84 \pm 0.16 ^{b1}	45.09 \pm 0.11 ^{a1}
	Cs1	37.35 \pm 0.11 ^{d2}	38.79 \pm 0.05 ^{c3}	39.25 \pm 0.06 ^{b3}	42.24 \pm 0.24 ^{a2}
	Cs2	37.52 \pm 0.11 ^{d2}	39.03 \pm 0.05 ^{c2}	40.45 \pm 0.05 ^{b2}	42.36 \pm 0.01 ^{a2}
	Cn1	35.54 \pm 0.05 ^{d3}	36.04 \pm 0.05 ^{c4}	37.29 \pm 0.01 ^{b4}	41.12 \pm 0.01 ^{a3}
	Cn2	37.41 \pm 0.11 ^{c2}	36.48 \pm 0.01 ^{d4}	39.17 \pm 0.12 ^{b3}	41.28 \pm 0.01 ^{a3}
TN/DM (%w/w)	C	5.70 \pm 0.24 ^{a2}	5.71 \pm 0.11 ^{a2}	5.57 \pm 0.15 ^{b2}	5.46 \pm 0.22 ^{c2}
	Cs1	6.47 \pm 0.05 ^{a1}	6.36 \pm 0.01 ^{b1}	6.26 \pm 0.11 ^{c1}	6.22 \pm 0.05 ^{d1}
	Cs2	6.68 \pm 0.05 ^{a1}	6.54 \pm 0.22 ^{b1}	6.31 \pm 0.11 ^{c1}	6.23 \pm 0.22 ^{d1}
	Cn1	5.72 \pm 0.01 ^{a2}	5.57 \pm 0.05 ^{b2}	5.50 \pm 0.15 ^{c2}	5.50 \pm 0.01 ^{c2}
	Cn2	5.82 \pm 0.01 ^{a2}	5.75 \pm 0.11 ^{b2}	5.66 \pm 0.05 ^{c2}	5.65 \pm 0.01 ^{c2}
WSN/TN (%w/w)	C	4.02 \pm 0.01 ^{b3}	4.12 \pm 0.50 ^{b2}	4.24 \pm 0.46 ^{b2}	5.00 \pm 0.32 ^{a2}
	Cs1	4.91 \pm 0.11 ^{c2}	5.47 \pm 0.24 ^{b1}	5.48 \pm 0.10 ^{b1}	5.99 \pm 0.05 ^{a1}
	Cs2	5.22 \pm 0.05 ^{c1}	5.42 \pm 0.05 ^{b1}	5.41 \pm 0.01 ^{b1}	5.98 \pm 0.01 ^{a1}
	Cn1	3.25 \pm 0.22 ^{c4}	3.24 \pm 0.04 ^{c3}	3.74 \pm 0.01 ^{b3}	4.25 \pm 0.05 ^{a3}
	Cn2	3.50 \pm 0.10 ^{c4}	3.52 \pm 0.05 ^{c3}	4.15 \pm 0.24 ^{b2}	4.28 \pm 0.11 ^{a3}

^{a-d} Means of each parameter in the row with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

¹⁻³ Means of each parameter in the same column of the same day with different numbers are significantly different ($P < 0.05$).

۳-۲- ارزیابی تغییرات رئولوژیکی پنیر در طول

رسیدن

نمودار تغییرات مدول ذخیره (G') و مدول افت (G'') پنیر کوزه حاصل از شیر گاو به تنهایی و حاصل از شیر گاو دارای اینولین (مقادیر ۰.۲٪ و ۰.۴٪) و کازئینات سدیم (مقادیر ۰/۱٪ و ۰/۲٪) در طول رسیدن در فرکانس زاویه ای ۱۰۰-۰/۱ هرتز و دمای 25°C در شکل های ۶-۲ نشان داده شده است. مطابق نتایج به دست آمده از بررسی تغییرات رئولوژیکی پنیر طی رسیدن، با افزایش دوره رسیدن در همه نمونه های پنیر مدول ذخیره (G') و مدول افت (G'') افزایش یافت. مدول ذخیره برای همه تیمارها در هر بسامدی بیشتر از مدول افت بود که نشانگر نقش غالب ویژگی کشسانی بر گرانروی است که این نتیجه مشابه نتایج گزارشات Kahyaoglu & Kaya و Cesar و همکاران است [۳۶، ۳۷]. همچنین یافته به دست آمده با نتایج کرمی و همکاران که اعلام کردند در پنیر فتا با افزایش زمان رسیدگی پنیر مدول افت و مدول ذخیره هر دو افزایش یافته و همواره مدول ذخیره بیشتر از مدول افت می باشد و در نتیجه خاصیت الاستیک بیشتر از خاصیت ویسکوز می باشد [۳۳] همخوانی دارد. مطالعات Tunick نشان داد که pH نقش مهمی در ویژگی ویسکوالاستیک پنیر دارد و نرمی پنیر به pH آن بستگی دارد [۳۷]. با استناد به نتایج آماری جدول ۲ مشاهده می شود که همزمان با سیر نزولی pH طی دوره رسیدن مدول افت با شدت بیشتری نسبت به مدول ذخیره افزایش یافت، نتایج مشابهی در رابطه با ارتباط میان کاهش pH و افزایش سختی پنیر پروسس توسط Sołowiej گزارش شده است. پایین آمدن pH، سبب افزایش نسبت لاکتوز به پروتئین در بافت پنیر و افزایش سختی آن می گردد [۳۸]. در pH های پایین تجمعات درشت پروتئینی همراه با چربی که به صورت کامل امولسیون نشده است، وجود دارند. با افزایش pH از فشرده‌گی پروتئین ها کاسته می شود که نشان دهنده کاهش برهم

کنش های پروتئین-پروتئین است. در pH های بالاتر از pH ایزوالکتریک، به علت کاهش نیروهای الکترواستاتیک، هیدراتاسیون کازئین ها افزایش یافته و سختی پنیر کاهش می یابد [۳۹].

به طور کلی گلبول های چربی و رطوبت به عنوان فاز پرکننده در ماتریکس کازئین عمل می کند و موجب نرمی پنیر می شوند [۴۰]. طی دوره رسیدن چربی و پروتئین افزایش یافتند (جدول ۲) با این وجود شاهد افزایش مدول ذخیره (G') طی این دوره بودیم که احتمالاً به پروتئین های باز شده (unfold protein) که با یکدیگر درگیر شده و سبب افزایش خواص ویسکوالاستیک پنیر می شوند. مربوط است. مطابق نتایج به دست آمده قابلیت جذب آب بالای اینولین سبب کاهش سختی نمونه های پنیر حاوی آن شد، در حالی که کازئینات سدیم با افزایش درصد ماده خشک و پروتئین در پنیر سبب افزایش سختی آن شد [۲۶، ۲۷ و ۴۱]، تمام سطوح جایگزینی اینولین و تمام سطوح جایگزینی کازئینات سدیم به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقادیر مدول ذخیره (G') نسبت به نمونه شاهد (تهیه شده از شیر گاو به تنهایی) بودند. تحقیقات نشان دادند که اینولین سبب افزایش میزان رطوبت پنیر و در نتیجه تضعیف میسل کازئین شده و از این طریق سبب کاهش سختی پنیر می گردد [۴۲، ۴۳]. همچنین Honnelly و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه ای که روی پنیر تقلیدی حاوی اینولین انجام دادند مشاهده کردند که افزایش میزان رطوبت پنیر تقلیدی در اثر جایگزینی چربی با یک فیبر رژیمی محلول (اینولین) میزان سختی را کاهش می دهد [۴۴]. افزایش مقادیر مدول ذخیره (G') در تمامی سطوح جایگزینی کازئینات سدیم توسط محققان دیگری نیز گزارش شده است که افزایش سختی نمونه های حاوی کازئینات سدیم را به ماهیت پروتئینی این ترکیب که سبب فشرده‌گی بیشتر شبکه پروتئینی می گردد نسبت داده اند [۲۶، ۲۷].

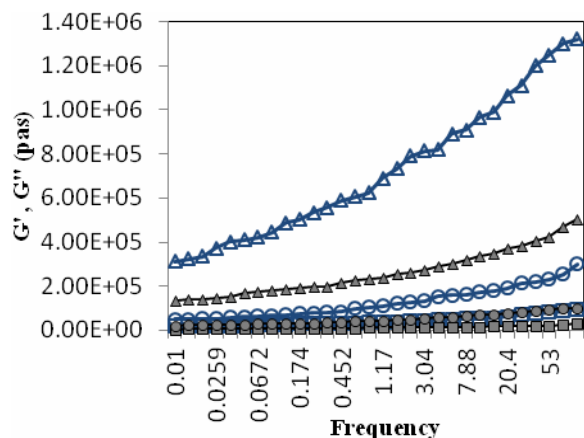


Fig 2 Loss modulus (■) 1 day; (●) 45 days; (▲) 90 days and storage modulus (□) 1 day; (○) 45 days; (Δ) 90 days of Kope cheese made from bovine milk during ripening.

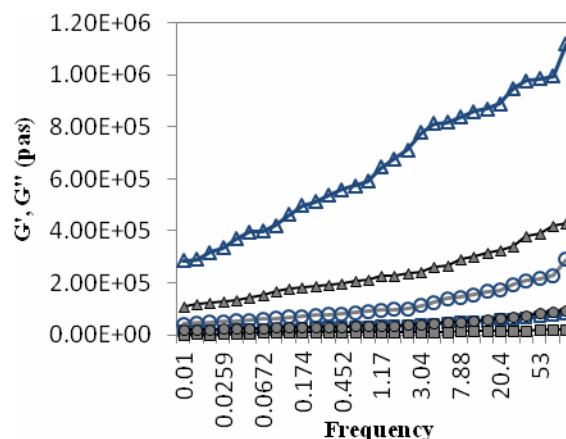


Fig 3 Loss modulus (■) 1 day; (●) 45 days; (▲) 90 days and storage modulus (□) 1 day; (○) 45 days; (Δ) 90 days of Kope cheese made from bovine milk containing inulin 2% during ripening.

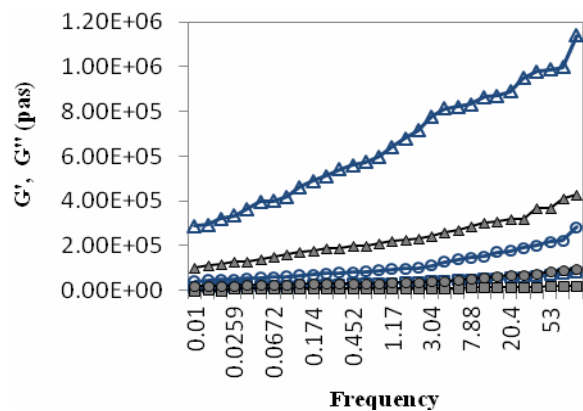


Fig 4 Loss modulus (■) 1 day; (●) 45 days; (▲) 90 days and storage modulus (□) 1 day; (○) 45 days; (Δ) 90 days of Kope cheese made from bovine milk containing inulin 4% during ripening.

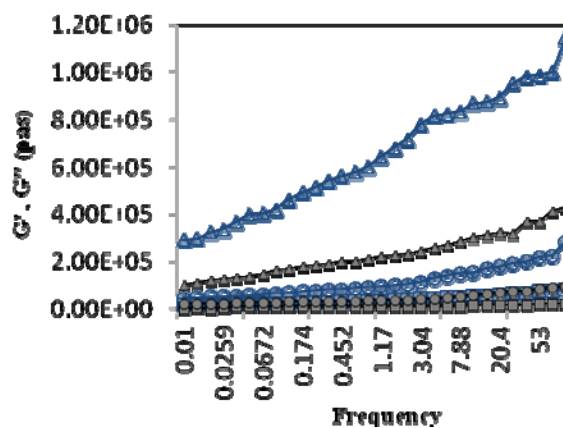


Fig 5 Loss modulus (■) 1 day; (●) 45 days; (▲) 90 days and storage modulus (□) 1 day; (○) 45 days; (Δ) 90 days of Kope cheese made from bovine milk containing sodium caseinate 0.1% during ripening.

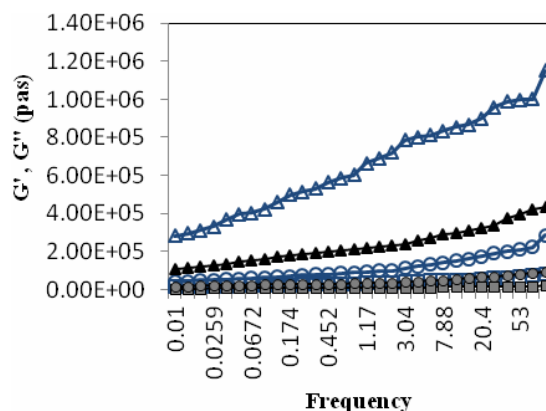
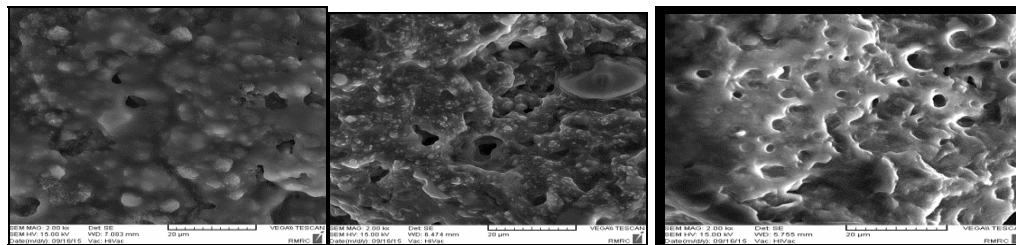


Fig 6 Loss modulus (■) 1 day; (●) 45 days; (▲) 90 days and storage modulus (□) 1 day; (○) 45 days; (Δ) 90 days of Kope cheese made from bovine milk containing sodium caseinate 0.2% during ripening.

۳-۳- ارزیابی ریز ساختار نمونه های پنیر

تصاویر میکروسکوپ الکترونی پنیر کوزه حاصل از شیر گاو به تنهایی و حاصل از شیر گاو دارای اینولین (مقادیر ۰/۲٪ و ۰/۴٪) و کازئینات سدیم (مقادیر ۰/۱٪ و ۰/۲٪) در طول رسیدن با بزرگنمایی ۲۰۰۰ در شکل های ۱۱-۷ نشان داده شده است. وجود تجمعات درشت پروتئینی با حفرات کم در روز اول نگهداری پنیر در همه نمونه ها مشترک بود (شکل های ۱۱a-۷). بعد از گذشت ۴۵ روز، تعداد حفرات بیشتری در پنیر تشکیل شد و کازئین ها به صورت شبکه ای در اطراف حفرات پنیر در آمدند (شکل های ۱۱b-۷). در طی دوره رسیدن تا پایان روز ۹۰ روند افزایشی تعداد حفرات را در همه نمونه ها شاهد هستیم. حفرات درشتی که در تمامی تصاویر مشخص هستند را می توان به تولید گاز توسط میکروارگانیسم ها [۴۵] و همچنین خروج گلبولهای چربی که توسط کلروفوم در مراحل آماده سازی استخراج شده اند، نسبت داد [۴۶]. تجمع گلبول های چربی به عنوان عامل شکننده ماتریکس کازئینی

عمل می کنند و در حضور آن ها، از فشردگی ماتریکس کازئینی کاسته می شود [۴۷]. اضافه کردن اینولین و کازئینات سدیم نیز فشردگی ساختار کازئینی را تحت تاثیر قرار داد. در پنیر حاوی ۰/۴٪ اینولین تعداد حفرات بیشتر و پراکندگی یکنواخت تر حفرات دیده می شود (شکل ۱۱c). اضافه کردن اینولین به شیر گاو، سبب باز شدن ساختار پنیر شد و فضاهای باز داخل ساختار پنیر توسط رطوبت پر شد (شکل های ۱۰ و ۱۱) و در نتیجه از فشردگی تجمع کازئینی کاسته شد که با نتایج مطالعات محققان دیگر نیز همخوانی دارد [۴۲، ۴۳]. نمونه های پنیر فاقد اینولین بافت فشرده تر و حفرات درشت تر و غیر یکنواختی داشتند که به طور نامنظم پراکنده شدند. زمانی که کازئینات سدیم به شیر گاو اضافه می شود، فشردگی تجمع کازئینی افزایش یافت (شکل های ۸ و ۹) و بسیاری از خلل و فرج داخل پنیر توسط پروتئین مسدود شد، یافته های به دست آمده با نتایج سایر محققان همخوانی دارد [۲۶، ۲۷ و ۴۱].

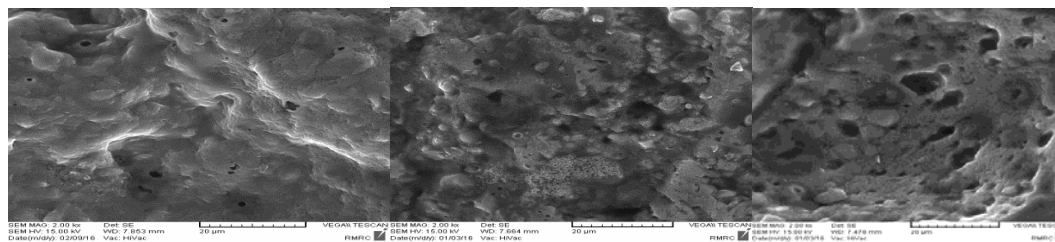


(a)

(b)

(c)

Fig 7 Scanning electron microscopy micrograph of Kope cheese made from bovine milk at 1 day (a), 45 days (b) and 90 days (c) of ripening with 2000× magnification level.



(a)

(b)

(c)

Fig 8 Scanning electron microscopy micrograph of Kope cheese made from bovine milk containing sodium caseinate 0.1% at 1 day (a), 45 days (b) and 90 days (c) of ripening with 2000× magnification level.

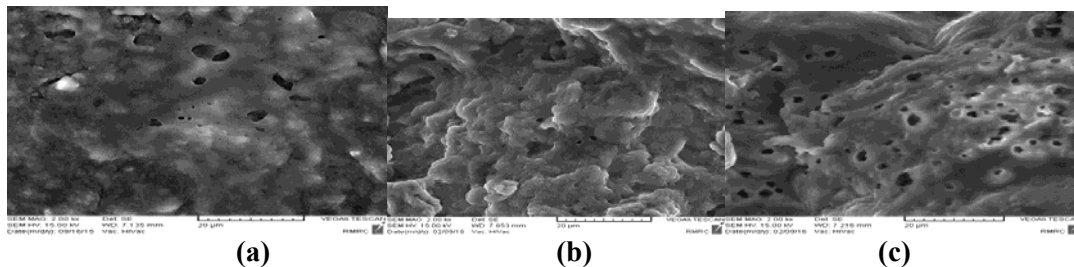


Fig 9 Scanning electron microscopy micrograph of Kope cheese made from bovine milk containing sodium caseinate 0.2% at 1 day (a), 45 days (b) and 90 days (c) of ripening with 2000× magnification level.

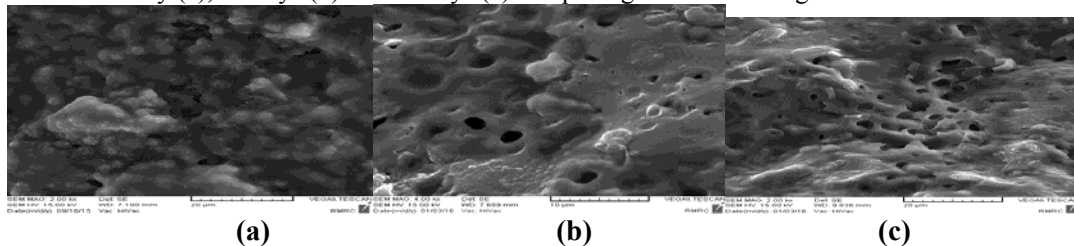


Fig 10 Scanning electron microscopy micrograph of Kope cheese made from bovine milk containing inulin 2% at 1 day (a), 45 days (b) and 90 days (c) of ripening with 2000× magnification level.

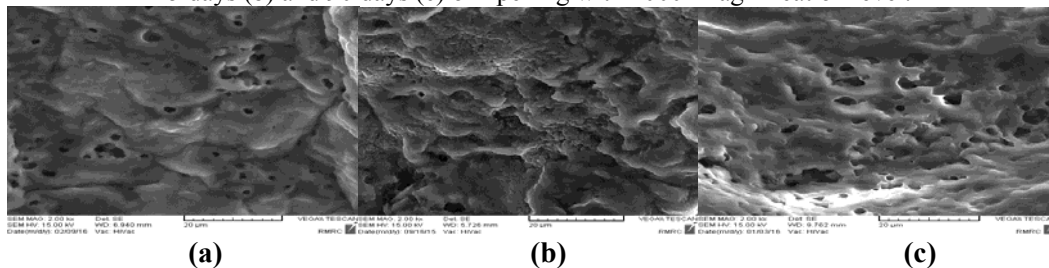


Fig 11 Scanning electron microscopy micrograph of Kope cheese made from bovine milk containing inulin 4% at 1 day (a), 45 days (b) and 90 days (c) of ripening with 2000× magnification level.

ای پنیر حاوی اینولین از این نظر امتیاز بالا تری کسب کردند. از نظر ارزیاب ها پنیر کوزه دارای اینولین ۴٪ (Cn2)، بافت، بو و مزه مطلوب تر و پنیر کوزه حاصل از شیر گاو به تنهایی (C)، رنگ روشن تر و مناسب تری داشتند. پنیر کوزه دارای ۰/۲٪ کازئینات سدیم (Cs2) در مقایسه با پنیر کوزه دارای اینولین ۴٪ (Cn2) از نظر ارزیاب ها دارای رنگ روشن تر و مناسب تری بود. اینولین به دلیل جذب آب باعث کاهش پراکنش نور شده و در نتیجه سبب می شود پنیر کمی کدر به نظر برسد. در مطالعه ای که توسط Abd El-Khair (۲۰۰۹) انجام شد مشاهده شد که افزودن اینولین به شیر شکلاتی باعث می شود که نمونه ها تیره تر به نظر برسند [۴۸].

۳-۴- ارزیابی خصوصیات حسی پنیر کوزه

نتایج بدست آمده توسط ارزیاب ها از آزمون حسی نمونه های پنیر کوزه حاصل از شیر گاو به تنهایی و حاصل از شیر گاو دارای اینولین (مقادیر ۲٪ و ۴٪) و کازئینات سدیم (مقادیر ۰/۱٪ و ۰/۲٪) در روزهای ۱، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از تولید در جدول ۳ نشان داده شده است. زمان رسیدن بیشتر از نوع افزودنی (اینولین و کازئینات سدیم) در خواص حسی پنیر کوزه تأثیر گذار بود و در همه نمونه ها با افزایش زمان رسیدن نمونه های پنیر امتیاز بالاتری را توسط ارزیاب ها دریافت کرده بودند، از نظر پذیرش کلی بین نمونه های پنیر حاوی سطوح مختلف کازئینات سدیم و نمونه پنیر شاهد که از شیر گاو به تنهایی تهیه شده بود اختلاف معنی دار وجود نداشت ($P > 0/05$) ولی نمونه

Table 3 Changes in sensory characteristics score of Kope cheese made from bovine milk (C), bovine milk containing sodium caseinate 0.1% (Cs1), bovine milk containing sodium caseinate 0.2% (Cs2), bovine milk containing inulin 2% (Cn1), bovine milk containing inulin 4% (Cn2) during ripening (mean \pm SD of three trials)

Sensory scores	Samples	Ripening period (days)			
		1	30	60	90
Flavor	C	3.45 \pm 0.15 ^{b1}	3.65 \pm 0.11 ^{b2}	3.55 \pm 0.01 ^{b2}	4.12 \pm 0.05 ^{a2}
	Cs1	3.72 \pm 0.10 ^{b1}	3.75 \pm 0.01 ^{b2}	3.90 \pm 0.01 ^{b2}	4.11 \pm 0.17 ^{a2}
	Cs2	3.25 \pm 0.50 ^{c1}	3.76 \pm 0.21 ^{b2}	3.88 \pm 0.05 ^{b2}	4.04 \pm 0.21 ^{a2}
	Cn1	3.43 \pm 0.01 ^{c1}	4.10 \pm 0.17 ^{b1}	4.58 \pm 0.12 ^{a1}	4.60 \pm 0.33 ^{a1}
	Cn2	3.53 \pm 0.05 ^{d1}	4.18 \pm 0.05 ^{c1}	4.54 \pm 0.50 ^{b1}	4.77 \pm 0.05 ^{a1}
	C	3.25 \pm 0.10 ^{c1}	3.21 \pm 0.15 ^{c1}	3.60 \pm 0.05 ^{b2}	4.85 \pm 0.05 ^{a1}
Appearance & color	Cs1	3.15 \pm 0.05 ^{c1}	3.15 \pm 0.05 ^{c1}	3.85 \pm 0.15 ^{b2}	4.51 \pm 0.50 ^{a2}
	Cs2	3.21 \pm 0.11 ^{c1}	3.21 \pm 0.15 ^{c1}	3.70 \pm 0.33 ^{b2}	4.46 \pm 0.01 ^{a1}
	Cn1	3.28 \pm 0.17 ^{c1}	3.45 \pm 0.50 ^{c1}	4.01 \pm 0.15 ^{b1}	4.01 \pm 0.07 ^{b3}
	Cn2	3.35 \pm 0.25 ^{c1}	3.30 \pm 0.17 ^{c1}	3.60 \pm 0.21 ^{b2}	4.04 \pm 0.11 ^{a3}
	C	2.65 \pm 0.1 ^{d2}	3.15 \pm 0.05 ^{c1}	3.92 \pm 0.05 ^{b2}	4.25 \pm 0.05 ^{a2}
	Cs1	2.70 \pm 0.1 ^{d2}	3.21 \pm 0.21 ^{c1}	3.62 \pm 0.05 ^{b2}	4.25 \pm 0.03 ^{a2}
Body & texture	Cs2	2.87 \pm 0.50 ^{c2}	3.45 \pm 0.17 ^{b1}	3.56 \pm 0.05 ^{b2}	4.12 \pm 0.21 ^{a2}
	Cn1	3.21 \pm 0.21 ^{b1}	3.30 \pm 0.33 ^{b1}	3.71 \pm 0.11 ^{b2}	4.70 \pm 0.11 ^{a1}
	Cn2	3.13 \pm 0.07 ^{c1}	3.22 \pm 0.01 ^{c1}	4.11 \pm 0.03 ^{b1}	4.75 \pm 0.07 ^{a1}
	C	2.15 \pm 0.10 ^{d2}	2.85 \pm 0.05 ^{c2}	3.35 \pm 0.15 ^{b2}	4.42 \pm 0.05 ^{a2}
Acceptability	Cs1	2.15 \pm 0.10 ^{c2}	2.25 \pm 0.33 ^{c2}	3.45 \pm 0.05 ^{b2}	4.38 \pm 0.33 ^{a2}
	Cs2	3.14 \pm 0.01 ^{c1}	3.17 \pm 0.12 ^{c1}	3.67 \pm 0.25 ^{b2}	4.40 \pm 0.14 ^{a2}
	Cn1	3.22 \pm 0.50 ^{c1}	3.41 \pm 0.21 ^{c1}	4.11 \pm 0.15 ^{b1}	4.88 \pm 0.05 ^{a1}
	Cn2	3.25 \pm 0.05 ^{c1}	3.33 \pm 0.17 ^{c1}	4.31 \pm 0.11 ^{b1}	4.91 \pm 0.12 ^{a1}

^{a-d} Means of each parameter in the row with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

¹⁻³ Means of each parameter in the same column of the same day with different numbers are significantly different ($P < 0.05$).

خشک و نیتروژن محلول در آب به نیتروژن کل افزایش یافت درحالیکه pH، رطوبت و نیتروژن کل به ماده خشک کاهش یافت. با افزایش سطوح جایگزینی اینولین درصد رطوبت افزایش و درصد چربی، چربی در ماده خشک و نسبت نیتروژن محلول در آب به نیتروژن کل کاهش و نسبت نیتروژن کل به ماده خشک بی

۴- نتیجه گیری

با توجه به آزمایش ها و بررسی های انجام شده در این پژوهش، اینولین و کازئینات سدیم و زمان رسیدن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیک، ریزساختار و حسی پنیر کوزه موثر بودند. با افزایش دوره رسیدن اسیدیته، چربی، چربی در ماده

- carbohydrate fermentation profiles. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 9 (2): 117-125. [in persian].
- [4] Hesaami-Rad, R. (2006). Determination of chemical ingredients in Pot cheeses. Research Report. West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center. [in persian].
- [5] Aghazadeh Meshgi, M. (2007). Evolution of some microbial and chemical properties of West Azerbaijan's jug cheese. Journal of Food Science and nutrition. 3: 80-87.
- [6] Khosrowshahi-ASL, A., Abbasi gazanag, M. (2006). Evolution of nitrogen fractions during jug cheese ripening. Security, waste reduction, innovation. 16th National congress of Iran foodindustry (1st regional congress). Gorgan University of agricultural sciences and natural resources, Gorgan-Iran.
- [7] Mohammad Pur, S., Nemati, M., Hesari, J. (2009). Determination biogenic amines present in the traditional Azerbaijan's cheeses by HPLC and compared it with industrial cheese. Doctoral thesis of pharmacy. No: 3501.
- [8] Alizadeh, M., Hamed, M., Khosroshahi, A. (2006). Modeling of proteolysis and lipolysis in Iranian white brine cheese. Food Chemistry, 97: 294-301.
- [9] Nateghi, L., Roohinejad, S., Totousaus, A., Hosseini, A., Shahaini, M., Meimandipour, A. (2012). Optimization of textural properties and formulation of reduced fat cheddar cheese containing fat replacer. Journal Food Agriculture Environment, 10(2): 46-54.
- [10] Rahimi, J., khosrowshahi, A., Madadlou, A., Aziznia, S. (2007). Texture of low fat Iranian white cheese as influenced by gum tragacanth as fat replacer. American Dairy Sci Association, 90 (9):4058-70.
- [11] Aminifar, M., Emam-Djome, Z., Belgheisi, S. (2014). Effect of xanthan and milk protein concentrate on hardness, microstructure and ester release of low-fat brined cheese. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 9 (1): 83-92. [in persian].
- [12] Buriti, F. C. A., Cardarelli, H. R., Saad, S. M. I. (2007). Synbiotic potential of fresh cream cheese supplemented with inulin & Lactobacillus paracasei in co-culture with Streptococcus thermophilus. Food Chemistry, 104: 1605-1610.
- تغییر ماند. با افزایش سطوح جایگزینی کازئینات سدیم نیز، درصد رطوبت، درصد چربی و چربی در ماده خشک کاهش و نسبت نیتروژن محلول در آب به نیتروژن کل و نیتروژن کل به ماده خشک افزایش یافت. نمونه های پنیر کوزه که در آن از افزودنی کربوهیدراتی (اینولین) استفاده شد ساختار شبکه ای متراکم تر و مطلوب تری مشاهده شد که بیشتر مورد پسند ارزیاب ها قرار گرفت، این امر به خاطر ظرفیت نگه داری آب و تشکیل ساختار شبکه ای بهتر ژل توسط اینولین می باشد. از نظر ارزیاب ها پنیر کوزه دارای اینولین ۴٪ بافت، بو و مزه مطلوب تر و پنیر کوزه حاصل از شیر گاو به تنهایی، رنگ روشن تر و مناسب تری داشت. بنابراین با توجه به مطالب گفته شده می توان با استفاده از بعضی پروتئین ها و پلی ساکاریدها مانند اینولین و کازئینات سدیم، ضمن تغییر در تکنولوژی تولید پنیر و تولید پنیر های کم چرب علاوه بر تامین سلامت جامعه، بازار مصرف را به سوی تولید این محصول هدایت کرد.

۵- سپاسگزاری

از مدیریت محترم پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران و مرکز پژوهش متالوژی رازی و آزمایشگاه علوم و صنایع غذایی پژوهشگاه استاندارد، قدردانی می شود.

۶- منابع

- [1] Dehnavi, F., Khosroshahi, A., Zomorodi, S. H. (2013). Viability of Lactobacillus Acidophilus and its effect on characteristics of Jug cheese. Journal of Agricultural Engineering Research. 14: 113-120. [in persian].
- [2] Ghaderi, M., Azizi, A., Ezzat-Panah, H., Hejazi, M., Hemasi, A. (2013). Isolation and identification of Lactic Acid Bacteria in traditional Pot cheese. Journal of Agricultural Engineering Research. 14: 83-96. [in persian].
- [3] Edalatian, M. R., Habibi-Najafi, M., Mortazavi, S., Hashemi, S. M., Yavarmanesh, M. (2013). Isolation and identification of the indigenous Lactic acid Bacteria of Koozeh cheese and its changes during Ripening (fresh and ripened) using cultural methods and

- [25] Waagner-Nielsen, E. (1993). North European varieties of cheese. In: Fox PF, editor. Cheese: chemistry, physics and microbiology, vol 2. Chapman and Hall, London, pp.253.
- [26] Rahimi, J., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., 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.
- [27] Nateghi, L., Roohinejad, S., Totosaus, A., Rahmani, A., Tajabadi, N., Meimandipour, A., Rasti, B., Yazid Abd Manap, M. (2012). Physicochemical and textural properties of reduced fat Cheddar cheese formulated with xanthan gum and/or sodium caseinate as fat replacers. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10: 59–63.
- [28] Tareq, M., Alnemr-Amal, M., Abd El-Raze, K., Hoda, M.A.H., Mona, I.M. (2013). Improving of Karish Cheese by Using Enhanced Technological Texturizing Inulin. *Journal of Agriculture Research*, 58 (2): 173-181.
- [29] Akin, M. B., Akin, M. S., Kirmaci, Z. (2007). Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chemistry*, 104: 93–99.
- [30] Cardarelli, H. R., Buriti, F. C. A., Castro, I. A., Saa, d. S. M. I. (2008). Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase probiotic viable count in potentially synbiotic in petit-suisse cheese. *LWT Food Science Technology*, 41(6):1037-1046.
- [31] Khosrowshahi, A., Madadlou, A., Mousavi, M.E., Emam-Djome, Z. (2006). Monitoring the chemical and textural changes during ripening of Iranian White cheese made with different concentrations of starter. *Journal of Dairy Science*, 89: 3318–25.
- [32] Awad, S. (2006). Texture and flavor development in Ras cheese made from raw and pasteurized milk. *Food Chemistry*, 97: 394–400.
- [33] Karami, M., Ehsani, M.R., Mousavi, S.M., Rezaei, K., Safari, M. (2009a). Changes in the rheological properties of Iranian UF-feta cheese during ripening. *Food Chemistry*, 112: 539–544.
- [13] AOAC. (1980). Official methods of analysis (13th Ed.), Assoc. of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- [14] IDF. (1993). Standard 20B, International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- [15] Kuchroo, C. N., Fox, P. F. (1984). *Milchwissenschaft*, 37: 331-335.
- [16] Marshall, T. R. (2005). Standard methods for the examination of dairy products. American Public Health Association. Washington, DC. Pp: 450. 17.
- [17] International standard of organization, Cheese and processed cheese products- Determination of fat content-Gravimetric Method .ISO No 1735; 2012.
- [18] Madadlou, A., Mosavi, M. E., khosrowshahi, A., Emamjome, Z. (2006). Microstructure and rheological properties of Iranian white cheese coagulated at various temperatures. *Journal of Dairy Science*, 89: 2359–2364.
- [19] Madadlou, A., Khosrowshahi, A., Mousavi, M. E. (2005). Rheology, microstructure and functionality of low fat Iranian White cheese made with different concentrations of rennet. *Journal of Dairy Science*, 88: 3052–62.
- [20] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Yogurt – Specifications and test methods. ISIRI no 695. 4th revision, Iran: ISIRI; 2008. [in persian].
- [21] Concurso, C., Verzera, A., Romeo, V., Ziino, M., Conte, F. (2008). Solidphase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life. *International Dairy journal*, 18: 819–25.
- [22] Waagner-Nielsen, E. (1993). North European varieties of cheese. In: Fox PF, editor. Cheese: chemistry, physics and microbiology, vol 2. Chapman and Hall, London, pp.253.
- [23] Osman, A. O., El Owni1, O., Hamid, I. A. (2008). Effect of storage period on weight loss, chemical composition, microbiological and sensory characteristics of Sudanese white cheese (Gibna Bayda). *Pakistan Journal of Nutrition*, 7: 75-80.
- [24] Aly A. S., Galal, E. A. (2002). Effect of milk pretreatment on the keeping quality of domiati cheese. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1: 132-136.

- Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. *Food Research International*, 40: 529–537.
- [42] Kaya, S. (2002). Effect of salt on hardness and whiteness of Gaziantep cheese during short term brining. *Journal of Food Engineering*, 52: 155–159.
- [43] Koca, N., 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.
- [44] Hennesly, P. J., Dunne, P. G., O’Riordan, E. D., & O’Sullivan, M. (2006). Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. *Journal of Food Engineering*, 75: 388–395.
- [45] Aminifar, M., Hamed, M., Emam-Djome, Z., Mehdinia, A. (2010). Microstructural, compositional and textural properties during ripening of lighvan cheese, a traditional raw sheep. *Journal of Texture Studies*, 4(4): 579-93.
- [46] Metzger, L. E., Mistry, V. V. (1995). A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced-fat Cheddar cheese. 1. Manufacture, composition, and yield. *Journal of Dairy Science*, 77: 3506–15.
- [47] Lopez-Calleja, I. M., Gonzalez, I., Fajardo, V., Hernandez, P. E., Garcia, T., Martin, R. (2007). Application of an indirect ELISA and a PCR technique for detection of cows’ milk in sheep’s and goats’ milk cheeses. *International Dairy Journal*, 17(1): 87-93.
- [48] Abd El-Khair, A. A. (2009). Optimization of a New Version of Chocolate Milk for Endurance Performance and Postexercise Recovery. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(4): 482-489.
- [34] Karimi, M., Ehsani, M.R., Mousavi, S.M., Rezaei, K., Safari, M. (2009b). Microstructural properties of fat during the accelerated ripening of ultrafiltered-feta cheese. *Food Chemistry*, 113: 424–434.
- [35] Topcu, A., Saldamli, I. (2006). Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cow’s milk. *International Journal of Food Properties*, 4: 665–678.
- [36] Cesar, R. S., Consuelo, L. C., Hugo, E. A., Eduardo, J. V. C. (2012). Viscoelastic properties and overall sensory acceptability of reduced-fat Petit-Suisse cheese made by replacing milk fat with complex coacervate. *Journal of Dairy Science & Technology*, 92: 383–398.
- [37] Kahyaoglu, T., Kaya, S. (2003). Effects of heat treatment and fat reduction on the rheological and functional properties of Gaziantep cheese. *International Dairy Journal*, 13: 867-875.
- [38] Solowiej, B. (2007). Effect of pH on rheological properties and meltability of processed cheese analogs with whey products. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 57: 125-128.
- [39] Guinee, T. P., Feeney, E. P., Auty, M. A. E., Fox, P. F. (2002). Effect of calcium concentrations on some textural and functional properties of mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 85: 1655–1669.
- [40] Rudan, M. A., Barbano, D. M., Yun, J. J., Kindstedt, P. S. (1999). Effect of fat content reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella. *Journal of Dairy Science*, 82: 661-672.
- [41] Lobato-Calleros, C., Reyes-Hernandez, J., Beristain, C. I., Hornelas-Urbe, Y., Sanchez-Garcia, J. E., Vernon-Carter, E. J. (2007).

Influence of inulin, sodium caseinate and ripening time on the quality characteristics of Kope cheese produced from bovine milk

Hasanzadeh, A. ¹, Raftani Amiri, Z. ^{2*}, Aminifar, M. ³

1. PhD. Student, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
 2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
 3. Assistant Professor, Department of Food Science & Technology, Standard Research Institute (SRI), Karaj, Iran.
- (Received: 2016/07/16 Accepted: 2016/11/19)

In this research, the effect of inulin (2% and 4% w/w), sodium caseinate (0/1% and 0/2% w/w) and ripening time on the physicochemical, sensorial, microstructural and rheological properties of Kope cheese was investigated. During the ripening period, acidity, fat, fat in dry matter and water-soluble nitrogen to total nitrogen ratio increased significantly, while pH, moisture and total nitrogen to dry matter ratio decreased. All levels of inulin and sodium caseinate had no significant effect on the samples' pH ($p>0/05$). Moisture content showed a converse relation with replacing sodium caseinate and positive correlation with replacing inulin. Total nitrogen to dry matter ratio increased at all levels of sodium caseinate substitution, while all levels of inulin substitution had no significant effect on the above ratio. Water-soluble nitrogen to total nitrogen ratio had converse relation with replacing inulin and positive correlation with replacing sodium caseinate. All levels of inulin and sodium caseinate substitution had the lowest and highest values of storage modulus (G') respectively as compared to the samples prepared from cow's milk. Regarding the microstructural images of the samples, in cheese containing 4% inulin, more pores and more uniform distribution were observed. In sensory evaluation, the cheese containing 4% inulin had better texture, flavor and acceptability while cheese produced from cow's milk had better appearance and color.

Key Words: Inulin, Kope cheese, Ripening, Sodium caseinate

* Corresponding Author E-Mail Address: zramiri@gmail.com