

## اثر کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر راندمان، ویژگی‌های شیمیایی، حسی و رئولوژیکی پنیر فتای فراپالایش

امیر عرفان تقی زاده<sup>۱</sup>، رضوان پور احمد<sup>۲\*</sup>، مهناز هاشمی روان<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۰۳)

### چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی اثر کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر راندمان، ویژگی‌های شیمیایی، حسی و رئولوژیکی پنیر فتای فراپالایش بود. کنسانتره پروتئین آب پنیر و کنسانتره پروتئین شیر با غلظت های ۲ و ۱ درصد به صورت منفرد و مخلوط دوتایی به ترتیب حاصل از شیر فراپالایش اضافه گردید. نمونه شاهد (فاقد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کنسانتره پروتئین شیر) نیز تولید شد. نمونه‌ها در روزهای اول، پانزدهم، سی ام، چهل و پنجم و شصتم از نظر ویژگی‌های شیمیایی، حسی و رئولوژیکی مورد بررسی قرار گرفتند. کاهش معنی دار pH ( $P < 0/05$ ) در نمونه حاوی ۱٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر، نمونه حاوی ۰/۵٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر + ۰/۵٪ کنسانتره پروتئین شیر، نمونه حاوی ۲٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر، و نمونه حاوی ۱٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر + ۱٪ کنسانتره پروتئین شیر مشاهده شد. بیشترین اسیدیته مربوط به نمونه‌های حاوی میزان با-لای کنسانتره پروتئین آب پنیر و کنسانتره پروتئین شیر بود. کلیه نمونه‌ها تفاوت معنی داری از نظر مقدار پروتئین داشتند ( $P < 0/05$ ). تفاوت معنی داری از نظر مقدار چربی بین نمونه‌های تست و شاهد وجود داشت ( $P < 0/05$ ). راندمان تمامی نمونه‌ها با نمونه شاهد اختلاف معنی داری را نشان داد ( $P < 0/05$ ). در واقع اضافه کردن کنسانتره پروتئین آب پنیر و کنسانتره پروتئین شیر موجب افزایش راندمان و بهبود کیفیت پنیر فتای فراپالایش گردید. نمونه حاوی ۰/۵٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر + ۰/۵٪ کنسانتره پروتئین شیر بالاترین راندمان را داشت. نمونه حاوی ۲٪ کنسانتره پروتئین شیر دارای بالاترین میزان سفتی بافت و پذیرش حسی بود.

**کلید واژگان:** پنیر فتا، کنسانتره پروتئین آب پنیر، کنسانتره پروتئین شیر، فراپالایش

## ۱- مقدمه

پنیر فتای فرآپالایش پنیری است با بافت نرم و مالش پذیر که در نتیجه فرآپالایش شیر تا ماده خشک ۳۵ درصد و سپس انعقاد آنزیمی ناتراوه حاصل به دست می‌آید. این پنیر فاقد دوره رسیدن است و عمر ماندگاری آن نیز حداکثر ۲ ماه می‌باشد [۱].

فرآپالایش را می‌توان یک فرآیند غشایی با محرکه فشار معرفی نمود که حد جرم مولکولی غشای آن در حدود ۱۰۰۰۰ دالتون است. از لحاظ عملیات، فرآیند فرآپالایش بسیار ساده می‌باشد. محلول تحت اثر فشار بر روی سطح غشا به حرکت در می‌آید. در نتیجه اعمال فشار، مقداری حلال و برخی از مواد حل شده از میان غشا عبور می‌نمایند و در آن سوی غشا بصورت پساب یا فاز عبوری، جمع می‌گردند، بر اساس اختصاصات غشا مورد استفاده، بقیه مواد در محلول باقی می‌مانند که آن را مایع تغلیظ شده یا ناتراوه<sup>۱</sup> می‌نامند [۲].

در ایران که پنیر به دو شکل سنتی و صنعتی تهیه می‌شود متأسفانه بیان راندمان و یکنواختی کیفیت موضوعی کم معنا است و این امر زیان‌های جبران ناپذیری را به صاحبان این صنایع وارد می‌کند. در حال حاضر تقاضا برای استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر در صنایع لبنی رو به افزایش است که این امر به دلیل ترکیبات و خواص عملکردی این کنسانتره می‌باشد [۵]. کنسانتره پروتئین آب پنیر ماده‌ای است که از جدا سازی کافی مواد غیر پروتئینی از آب پنیر به دست می‌آید به گونه‌ای که محصول خشک شده نهایی، حاوی حداقل ۲۵٪ پروتئین باشد [۶]. این کنسانتره حاوی ترکیب متعادلی از اسیدهای آمینه، مقدار لاکتوز کم، کالری کم، چربی کم و سدیم کم بوده و موجب بهبود طعم می‌شود. کنسانتره پروتئین آب پنیر ممکن است با ویژگی‌های عملکردی گسترده‌ای تولید شود که این ویژگی‌ها می‌توانند جذابیت آن را به عنوان یک ترکیب غذایی زیاد کنند. این ویژگی‌های عملکردی به عنوان ویژگی‌های شیمیایی- فیزیکی تعریف شده است که می‌تواند اثر بر رفتار پروتئین در سیستم غذایی در حین پروسس، انبارداری، آماده سازی و مصرف اثر بگذارد. ویژگی‌های عملکردی شامل حلالیت، قابلیت زدن، امولسیون کنندگی، قابلیت کف کردن و ویژگی‌های حرارتی و غیره است. حلالیت علاوه بر اینکه یک ویژگی عملکردی پروتئین است می‌تواند پیش زمینه برای

ویژگی‌های عملکردی دیگر مثل کف کردن و امولسیون کنندگی و قدرت ژل باشد [۷].

کنسانتره پروتئین شیر به صورت گسترده در تولید فرآورده‌های لبنی از جمله ماست استفاده می‌شود. معمولاً میزان محدوده استفاده این مواد از ۱-۶٪ است که البته در ماست ۳-۴٪ توصیه می‌شود و در مقادیر بالاتر ممکن است این مواد ایجاد طعم پودری کنند. از پودر شیر حاوی پروتئین بالا (High protein milk powder) می‌توان چه به صورت چربی گرفته شده چه به صورت کامل برای تنظیم پروتئین که در فصول مختلف تغییر می‌کند استفاده نمود [۸].

گوئینی و همکاران (۲۰۰۶) اثر استفاده از پروتئین شیر استاندارد شده را بر روی ترکیبات و راندمان پنیر چدار بررسی کردند. کنسانتره پروتئین شیر به رتتیت شیر تازه تهیه شده با اولترافیلتراسیون اضافه شد. مقدار محتوای رطوبت پنیرها به خاطر افزایش سطح پروتئین از ۳/۳٪ به ۳/۶٪ یا ۴/۰٪ وزنی/وزنی کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت. افزایش سطح پروتئین شیر از ۳/۳٪ تا ۴٪ وزنی/وزنی با فسفوکازئین افزایش قابل ملاحظه‌ای روی بازیافت پروتئین شیر داشت. همچنین راندمان واقعی پنیر با افزایش سطح پروتئین افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا نمود [۹].

همچنین فرانکولینو و همکاران (۲۰۱۰) اثر استفاده از کنسانتره پروتئین شیر را در استاندارد کردن ترکیبات شیر مورد استفاده در پنیر پیتزای ایتالیایی تهیه شده با اسید سبتریک بررسی کردند و دریافتند که افزایش راندمان از ۱۳/۸٪ تا ۱۶/۷٪ به خاطر بازیافت بالاتر ماده خشک کل و پروتئین در پنیر حاصل می‌شود [۱۰].

هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر راندمان، ویژگی‌های شیمیایی، حسی و رئولوژیکی پنیر فتای فرآپالایش بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد مصرفی

مواد مصرفی در این پژوهش در جدول ۱ مشخص شده است.

Table 1 The materials of the study

Materials	Company	Country
Retentate Starter	Bel Dairy Products CHOOZIT™ RA 22 LYODANISCO	Iran France
Rennet Salt	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> MEITO SANGYO CO;LTD	Japan Iran
MPC	Pars Namak Kaveh	Iran
WPC	Bornalaban	Iran

## ۲-۲- تولید پنیر فتای فراپالایش

لاکتیس و لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه کرموریس ( و استرپتوکوکوس ترموفیلوس به میزان ۸۰ گرم به ازای هر تن ریتتیت اضافه گردید. بعد از گذشت ۲ دقیقه و افت جزئی pH ریتتیت به داخل قالب‌ها ریخته شده و رنت به میزان ۳۰ گرم برای هر تن ریتتیت طبق دستور سازنده آماده شده و روی فاز بازمانده داخل قالب اضافه گردید. بعد از آن به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد نگهداری شده تا انعقاد صورت بگیرد (تونل انعقاد) و سپس کاغذ پارشمنت روی قالب قرار داده شده و نمک به میزان ۳-۲٪ روی کاغذ پارشمنت اضافه شد. بعد از آن قالب دربندی شده و در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد تا رسیدن به pH ۴/۶ گرمخانه گذاری شد. بعد از آن در دمای ۶ درجه سانتی گراد نگهداری شده و سپس آزمایشات در کلیه نمونه‌ها در روزهای یکم، پانزدهم، سی‌ام، چهل و پنجم، و شصتم انجام پذیرفت. در این تحقیق ۷ تیمار (۶ تیمار تست و ۱ تیمار شاهد که فاقد کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر است) با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است.

برای تولید پنیر فتای فراپالایش از روش Robinson و Tamime استفاده شد [۱]. شیر ۳/۵٪ چربی بعد از عبور از دستگاه باکتوفیوژ، وارد پاستوریزاتور شده و به روش HTST (۷۲°C به مدت ۱۵ ثانیه) پاستوریزه گردید. سپس دمای شیر به ۵۰°C رسانده شد و در دستگاه اولترافیلتراسیون به نسبت ۴ به ۱ فراپالایش و تغلیظ شد و مقدار محتوای ماده خشک آن از حدود ۳/۵٪ چربی و ۸/۳٪ ماده خشک بدون چربی به حدود ۱۰٪ چربی و ۳۰٪ ماده خشک بدون چربی رسید. سپس به ماده حاصل از فرآیند فراپالایش (ریتتیت یا فاز باقی مانده)، کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر در مقادیر ۲۰ درصد به شرح جدول ۲ اضافه گردید. شایان ذکر است در نمونه شاهد، شیر به نسبت ۵ به ۱ تغلیظ شد و به این نمونه، کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر اضافه نگردید. در مرحله بعد پاستوریزاسیون در دمای ۷۵°C به مدت زمان ۱ دقیقه و بعد از آن هموژنیزاسیون صورت گرفت. سپس ریتتیت تا دمای ۳۰°C خنک شد. آغازگرهای مورد نظر شامل باکتری‌های مزوفیل پنیر (لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه

Table 2 The treatments of the study

Treatment	MPC (%)	WPC (%)
T <sub>1</sub>	1	-
T <sub>2</sub>	-	1
T <sub>3</sub>	0.5	0.5
T <sub>4</sub>	2	-
T <sub>5</sub>	-	2
T <sub>6</sub>	1	1
C (Control)	-	-

## ۲-۳- آزمون‌های شیمیایی

pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر (inoLab pH 720) بر اساس روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ اندازه گیری شد. pH متر قبل از کار با محلول بافر استاندارد با pH=۴ و

۲-۳-۱- اندازه‌گیری pH و اسیدیته

$$\text{اندمان} = \frac{8/4 \times 9/3}{\dots}$$

## ۲-۷- روش تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. آنالیز واریانس و آزمون دانکن جهت تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت. نرم افزار مورد استفاده نیز SPSS (Ver:16.0) بود.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- بررسی روند تغییرات اسیدیته و pH در

#### طول زمان

در جداول ۳ و ۴، مقادیر اسیدیته و pH نمونه‌ها طی مدت نگهداری مشخص گردیده است. طی مدت نگهداری میزان اسیدیته بطور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ( $P < 0.05$ ). بیشترین میزان اسیدیته مربوط به نمونه‌های ۵ و ۶ بود که در آن‌ها میزان بالایی از کنسانتره پروتئین آب پنیر و کنسانتره پروتئین شیر استفاده شده است. شایان ذکر است نمونه‌هایی که مقادیر کنسانتره پروتئین آب پنیر در آن بیشتر بوده با گذشت زمان، افزایش اسیدیته بیشتری داشتند. از آنجا که تولید اسید مستقیماً به میزان لاکتوز پنیر بستگی دارد، در نمونه‌هایی که سطح لاکتوز بیشتر بوده میزان تولید اسید هم افزایش پیدا کرده است. تغییرات pH به دلیل تولید اسید در نمونه‌ها می‌باشد، تیمار ۵ به دلیل بیشترین استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر و محتوای لاکتوز بالا کمترین میزان pH را داشت. نتایج نشان داد که pH پنیر در طول مدت زمان نگهداری روند کاهشی داشت. در یک بررسی مشابه توسط فاکس و مک‌سوئینی (۱۹۹۸) نیز کاهش pH در طول مدت نگهداری پنیر چدار تایید گردید [۱۷]. همچنین گوئینی و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی پنیر موزارلا نشان دادند که طی مدت زمان نگهداری این پنیر، pH کاهش پیدا می‌کند [۱۸]. پاستورینو و همکاران (۲۰۰۳) نیز اثر pH را با افزودن عوامل اسیدی‌کننده روی ترکیبات و ساختار ویژگی‌های عملکردی پنیر چدار بررسی نموده و اعلام کردند کاهش pH باعث افزایش محتوای کلسیم محلول و اندکی کاهش در محتوای کل کلسیم پنیر می‌شود. آنها دریافتند که در سطوح بالاتر افزودن عوامل اسیدی، سینریزاس افزایش می‌یابد. کاهش pH از ۴/۷ در مقایسه با ۵/۳ باعث تغییر در ساختار پروتئین‌ها شده، سختی و چسبندگی را کاهش و پنیر را ترد می‌کند [۱۹].

pH=۷ کالیبر شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته نیز از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ استفاده گردید [۱۱].

### ۲-۳- اندازه‌گیری رطوبت

رطوبت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اون Memert و ترازیوی A&D طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ (تعیین ماده خشک پنیر و پنیر ذوب شده) اندازه‌گیری شد [۱۲].

### ۲-۳-۳- اندازه‌گیری پروتئین

مقدار پروتئین نمونه‌ها با دستگاه کج‌لدال طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۹۱۸۸\_۱ اندازه‌گیری شد [۱۳].

### ۲-۳-۴- اندازه‌گیری چربی

این آزمایش طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۰ انجام گرفت [۱۴].

### ۲-۴- آزمایش‌های رئولوژیکی

میزان سختی بافت پنیر با استفاده از دستگاه Texture analyzer مدل TAPlus ساخت کشور انگلستان با قطر پروب ۶ میلی‌متر طبق روش شکل- اور- رحمان و همکاران (۲۰۰۳) انجام گرفت [۱۵]. در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد نمونه‌ای با ابعاد ۲/۵ سانتی‌متر ارتفاع و ۳/۰ سانتی‌متر قطر به وسیله نمونه گیر پنیر از نمونه‌های تولیدی جدا شده و در دستگاه Texture analyzer قرار گرفت.

### ۲-۵- ارزیابی حسی

طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۳۴۴۲ (روش آزمون حسی) انجام پذیرفت [۱۶]. ویژگی‌های حسی (طعم، بافت و پذیرش کلی) توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده ارزیابی شد. ارزیابی حسی بر اساس مقیاس هدونیک به صورت ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب برای بسیار بد، بد، متوسط، خوب و بسیار خوب انجام پذیرفت.

### ۲-۶- ارزیابی راندمان

اندازه‌گیری راندمان تولید پنیر طبق روش گوئینی و همکاران (۲۰۰۶) انجام شد [۹]. در این روش محاسبه، راندمان واقعی در هر ۱۰۰ کیلوگرم شیر مورد استفاده برای پنیرسازی مد نظر قرار گرفت و اثر اختلاف ترکیبات شیر در راندمان حذف و اجازه داده شد تا بررسی روی راندمان شیر پنیرسازی با ترکیبات مختلف انجام گیرد. راندمان با فرمول زیر محاسبه شد.

**Table 3** The amounts of acidity (°D) of UF feta cheese samples during storage (Mean ± SD)

Treatment	1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>st</sup> day
T <sub>1</sub>	164.92 ± 0.87 <sup>EF</sup>	171.50 ± 0.50 <sup>DF</sup>	177.03 ± 0.05 <sup>CF</sup>	182.60 ± 0.52 <sup>BG</sup>	188.39 ± 0.53 <sup>AC</sup>
T <sub>2</sub>	183.67 ± 0.57 <sup>Ec</sup>	189.75 ± 0.66 <sup>Dc</sup>	196.42 ± 2.52 <sup>Cc</sup>	202.58 ± 0.52 <sup>Bc</sup>	209.00 ± 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>3</sub>	174.70 ± 0.60 <sup>Ed</sup>	180.97 ± 0.66 <sup>Dd</sup>	186.95 ± 1.09 <sup>Cd</sup>	192.59 ± 0.52 <sup>Bd</sup>	198.60 ± 0.52 <sup>Ac</sup>
T <sub>4</sub>	169.05 ± 0.08 <sup>Ee</sup>	175.00 ± 0.00 <sup>De</sup>	180.66 ± 0.28 <sup>Ce</sup>	186.33 ± 0.57 <sup>Bf</sup>	209.60 ± 1.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>5</sub>	205.67 ± 0.57 <sup>Ea</sup>	211.33 ± 0.57 <sup>Da</sup>	218.00 ± 0.00 <sup>Ca</sup>	224.33 ± 0.57 <sup>Ba</sup>	233.00 ± 0.00 <sup>Ad</sup>
T <sub>6</sub>	187.50 ± 0.50 <sup>Eb</sup>	192.67 ± 0.57 <sup>Db</sup>	199.00 ± 0.00 <sup>Cb</sup>	205.17 ± 0.28 <sup>Bb</sup>	211.66 ± 0.57 <sup>Aa</sup>
C (Control)	169.67 ± 1.57 <sup>Ee</sup>	174.67 ± 1.57 <sup>De</sup>	183.33 ± 1.57 <sup>Ce</sup>	187.33 ± 1.57 <sup>Bc</sup>	192.66 ± 0.57 <sup>Ad</sup>

The different small letters show the significant differences in each column (p<0.05).

The different capital letters show the significant differences in each row (p<0.05).

**Table 4** The amounts of pH of UF feta cheese samples during storage (Mean ± SD)

Treatment	1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>st</sup> day
T <sub>1</sub>	4.77 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	4.75 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	4.73 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	4.70 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	4.65 ± 0.00 <sup>Ba</sup>
T <sub>2</sub>	4.31 ± 0.00 <sup>Ab</sup>	4.28 ± 0.00 <sup>Abc</sup>	4.26 ± 0.00 <sup>Ac</sup>	4.26 ± 0.00 <sup>Ad</sup>	4.20 ± 0.00 <sup>Be</sup>
T <sub>3</sub>	4.48 ± 0.28 <sup>Ab</sup>	4.48 ± 0.02 <sup>Ab</sup>	4.47 ± 0.01 <sup>Ad</sup>	4.45 ± 0.01 <sup>Ac</sup>	4.33 ± 0.00 <sup>Bd</sup>
T <sub>4</sub>	4.68 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	4.66 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	4.63 ± 0.00 <sup>Ac</sup>	4.62 ± 0.00 <sup>Ab</sup>	4.56 ± 0.00 <sup>Bb</sup>
T <sub>5</sub>	3.82 ± 0.00 <sup>Ac</sup>	3.80 ± 0.40 <sup>Ad</sup>	3.80 ± 0.00 <sup>Ag</sup>	3.78 ± 0.00 <sup>Af</sup>	3.57 ± 0.00 <sup>Bg</sup>
T <sub>6</sub>	4.24 ± 0.00 <sup>Ab</sup>	4.21 ± 0.00 <sup>Ac</sup>	4.19 ± 0.00 <sup>Af</sup>	4.16 ± 0.00 <sup>Be</sup>	4.14 ± 0.00 <sup>Bf</sup>
C (Control)	4.68 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	4.66 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	4.65 ± 0.00 <sup>Ab</sup>	4.59 ± 0.00 <sup>Bb</sup>	4.57 ± 0.00 <sup>Bc</sup>

The different small letters show the significant differences in each column (p<0.05).

The different capital letters show the significant differences in each row (p<0.05).

رحمان و همکاران (۲۰۰۳) به طور مشابه اثر اضافه کردن کنسانتره پروتئین شیر را بر پنیر موزارلا بررسی نموده و دریافتند که در شیر پنیرسازی که کنسانتره پروتئین شیر استفاده شده، بازیافت ماده خشک از آب پنیر بهتر بوده به عبارتی ماده خشک کمتری وارد آب پنیر شده است [۱۵].

گوئینی و همکاران (۲۰۰۶) نیز بررسی مشابهی انجام دادند و با استفاده از فرایالایش و اضافه کردن کنسانتره پروتئین شیر، پنیر چداری تهیه کردند که کاهش سطح رطوبت در آن قابل ملاحظه بود [۹].

### ۲-۳- بررسی روند تغییرات رطوبت در طول

#### زمان

با توجه به جدول ۵ نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر رطوبت بالاتری نسبت به نمونه شاهد داشتند. کنسانتره‌های پروتئینی ظرفیت نگهداری آب بیشتری دارند، در واقع با افزودن کنسانتره پروتئینی آب بیشتری درون بافت محصول نگهداشته می‌شود و میزان ماده خشک پنیر کاهش می‌یابد. در بین نمونه‌های مورد بررسی، تیمار ۱ رطوبت بالاتری داشت. اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت تیمارها در طول مدت نگهداری مشاهده شد (P<0/05). شکل- اور-

**Table 5** The amounts of humidity (%) of UF feta cheese samples during storage (Mean ± SD)

Treatment	1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>st</sup> day
T <sub>1</sub>	69.34 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	69.24 ± 0.07 <sup>Ba</sup>	69.11 ± 0.03 <sup>Ca</sup>	69.04 ± 0.03 <sup>Da</sup>	69.01 ± 0.08 <sup>Da</sup>
T <sub>2</sub>	69.36 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	69.23 ± 0.02 <sup>Ca</sup>	69.15 ± 0.02 <sup>Da</sup>	69.08 ± 0.01 <sup>Eb</sup>	68.94 ± 0.01 <sup>Ab</sup>
T <sub>3</sub>	69.33 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	69.22 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	69.13 ± 0.01 <sup>Ca</sup>	69.07 ± 0.00 <sup>Db</sup>	69.01 ± 0.00 <sup>Eb</sup>
T <sub>4</sub>	68.79 ± 0.02 <sup>Ab</sup>	68.65 ± 0.00 <sup>Bc</sup>	68.54 ± 0.00 <sup>Ab</sup>	68.49 ± 0.00 <sup>Bc</sup>	68.33 ± 0.00 <sup>Bc</sup>
T <sub>5</sub>	68.65 ± 0.05 <sup>Ab</sup>	68.51 ± 0.01 <sup>Bc</sup>	68.43 ± 0.01 <sup>Cb</sup>	68.37 ± 0.01 <sup>Dd</sup>	68.25 ± 0.00 <sup>Ed</sup>
T <sub>6</sub>	68.67 ± 0.02 <sup>Ab</sup>	68.52 ± 0.01 <sup>Bc</sup>	68.40 ± 0.00 <sup>Cb</sup>	68.37 ± 0.00 <sup>Cc</sup>	68.24 ± 0.00 <sup>Dd</sup>
C (Control)	64.99 ± 0.01 <sup>Ac</sup>	65.89 ± 0.02 <sup>Bb</sup>	65.76 ± 0.02 <sup>Cc</sup>	65.62 ± 0.06 <sup>Da</sup>	65.56 ± 0.02 <sup>Ea</sup>

The different small letters show the significant differences in each column (p<0.05).

The different capital letters show the significant differences in each row (p<0.05).

با توجه به جدول ۶، تیمار ۴ بین تیمارهای تست بالاترین پروتئین را داشت. تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین تیمارها در طول مدت نگهداری ملاحظه نشد ولی در میزان پروتئین

### ۳-۳- بررسی روند تغییرات پروتئین در طول

#### زمان

میزان ازت را می‌سنجد تغییری در میزان پروتئین ایجاد نشد و در اثر گذشت زمان در اکثر نمونه‌ها تغییر چندانی نداشت. در یک بررسی مشابه، شکیل- اور- رحمان و همکاران (۲۰۰۳) گزارش نمودند که با اضافه کردن کنسانتره پروتئین شیر در پنیر موزارلا، ضایعات پروتئین در آب پنیر کمتر می‌شود [۱۵].

نمونه شاهد در طول مدت نگهداری اختلاف معنی داری مشاهده گردید ( $P < 0/05$ ). میزان پروتئین بر اساس میزان کنسانتره‌های مورد استفاده بود و در اثر گذشت زمان تغییری نکرد. البته به علت استفاده از استارتر و رنت، پروتئین تجزیه شده ولی چون روش آزمون کلدال بوده و این روش در واقع

**Table 6** The amounts of protein (%) of UF feta cheese samples during storage (Mean  $\pm$  SD)

Treatment	1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>st</sup> day
T <sub>1</sub>	11.20 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>	11.20 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>	11.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>	11.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>	11.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>
T <sub>2</sub>	10.70 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>	10.60 $\pm$ 0.00 <sup>Aef</sup>	10.70 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>	10.70 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>	10.60 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>
T <sub>3</sub>	10.60 $\pm$ 0.00 <sup>Ae</sup>	10.60 $\pm$ 0.00 <sup>Af</sup>	10.60 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>	10.50 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>	10.60 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>
T <sub>4</sub>	11.80 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	11.70 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	11.80 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	11.70 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	11.80 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>5</sub>	10.70 $\pm$ 0.00 <sup>Ae</sup>	10.70 $\pm$ 0.00 <sup>Ae</sup>	10.70 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>	10.60 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>	10.70 $\pm$ 0.00 <sup>Ad</sup>
T <sub>6</sub>	11.30 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>	11.30 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>	11.20 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>	11.20 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>	11.20 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>
C (Control)	13.50 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	13.40 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	13.20 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>	13.20 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>

The different small letters show the significant differences in each column ( $p < 0.05$ ).

The different capital letters show the significant differences in each row ( $p < 0.05$ ).

با توجه به جدول ۷ تیمارها از نظر میزان چربی در طول مدت نگهداری اختلاف معنی داری نداشتند ( $P > 0/05$ ). محتوای چربی بر اساس میزان کنسانتره‌های مورد استفاده بود و در اثر گذشت زمان تغییری نکرد.

### ۳-۴- بررسی روند تغییرات چربی در طول زمان

**Table 7** The amounts of fat (%) of UF feta cheese samples during storage (Mean  $\pm$  SD)

Treatment	1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>st</sup> day
T <sub>1</sub>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>2</sub>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>3</sub>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>4</sub>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>5</sub>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>6</sub>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	13.10 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
C (Control)	15.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	15.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	15.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	15.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	15.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>

The different small letters show the significant differences in each column ( $p < 0.05$ ).

The different capital letters show the significant differences in each row ( $p < 0.05$ ).

تیمارهایی که از کنسانتره پروتئین شیر جهت تولید پنیر استفاده شد به علت غنی شدن از نظر کازئین، میزان سفتی بافت بیشتر بود. گوئینی و همکاران (۲۰۰۲) در یک بررسی مشابه نشان دادند که افزایش محتوای پروتئین شیر مورد استفاده در پنیر چدار باعث افزایش استحکام پنیر چدار شد به انضمام اینکه سرعت تولید دلمه را نیز کاهش داد [۱۸].

### ۳-۵- بررسی روند تغییرات سفتی بافت در طول زمان

با توجه به جدول ۸ در طول مدت نگهداری اختلاف معنی داری بین مقادیر سفتی کلیه تیمارها مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). میزان سفتی بافت با گذشت زمان افزایش پیدا نمود که به علت افزایش اسیدیته و آب اندازی در نمونه‌ها می‌باشد. در

**Table 8** The amounts of hardness (N/s) of UF feta cheese samples during storage (Mean  $\pm$  SD)

Treatment	1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>st</sup> day
T <sub>1</sub>	58.21 $\pm$ 0.79 <sup>Ec</sup>	65.73 $\pm$ 0.29 <sup>Dc</sup>	72.83 $\pm$ 0.03 <sup>Cab</sup>	80.44 $\pm$ 0.43 <sup>Bc</sup>	87.69 $\pm$ 0.03 <sup>Ac</sup>
T <sub>2</sub>	54.71 $\pm$ 0.02 <sup>Ee</sup>	61.95 $\pm$ 0.02 <sup>Df</sup>	66.21 $\pm$ 0.02 <sup>Ce</sup>	76.43 $\pm$ 0.01 <sup>Be</sup>	82.04 $\pm$ 0.01 <sup>Ae</sup>
T <sub>3</sub>	56.56 $\pm$ 0.01 <sup>Ed</sup>	63.80 $\pm$ 0.02 <sup>De</sup>	71.07 $\pm$ 0.01 <sup>Ced</sup>	78.31 $\pm$ 0.00 <sup>Bd</sup>	84.85 $\pm$ 0.01 <sup>Ad</sup>
T <sub>4</sub>	61.63 $\pm$ 0.01 <sup>Eb</sup>	68.88 $\pm$ 0.01 <sup>Db</sup>	76.13 $\pm$ 0.00 <sup>Cb</sup>	83.35 $\pm$ 0.02 <sup>Bb</sup>	92.43 $\pm$ 0.01 <sup>Ab</sup>
T <sub>5</sub>	54.13 $\pm$ 0.01 <sup>Ee</sup>	61.39 $\pm$ 0.00 <sup>Dg</sup>	87.64 $\pm$ 0.01 <sup>Cde</sup>	75.86 $\pm$ 0.01 <sup>Ce</sup>	81.21 $\pm$ 0.02 <sup>Be</sup>
T <sub>6</sub>	57.88 $\pm$ 0.01 <sup>Ec</sup>	65.13 $\pm$ 0.00 <sup>Dd</sup>	72.38 $\pm$ 0.00 <sup>Cbc</sup>	79.62 $\pm$ 0.02 <sup>Bc</sup>	86.82 $\pm$ 0.03 <sup>Ac</sup>
C (Control)	70.31 $\pm$ 1.52 <sup>Ea</sup>	76.33 $\pm$ 0.57 <sup>Da</sup>	83.66 $\pm$ 0.02 <sup>Ca</sup>	91.27 $\pm$ 1.26 <sup>Ba</sup>	104.66 $\pm$ 1.52 <sup>Aa</sup>

The different small letters show the significant differences in each column ( $p < 0.05$ ).

The different capital letters show the significant differences in each row ( $p < 0.05$ ).

گزارش نمود و اعلام کرد که در حین مدت انبارداری افزایش کمی این ترکیبات به وسیله GC/Mass spectofotometry قابل ملاحظه بود [۲۰]. همچنین در مطالعه‌ای که توسط لوسی و همکاران (۲۰۰۳) انجام شد فاکتورهای تاثیر گذار بر روی طعم پنیر بررسی گردید و نشان داده شد که ترکیبات شیر، کیفیت شیر، دما، نسبت باکتری‌های آغازگر، غلظت نمک کلسیم و pH اثر گذارند [۲۱].

### ۳-۶- بررسی روند تغییرات طعم در طول زمان

با توجه به جدول ۹ تیمار ۴ بیشترین امتیاز را و تیمار ۵ کمترین امتیاز را دریافت کرد که علت آن افزایش شدید اسید و ترشی در نمونه ۵ بود. امتیاز طعم نمونه های پنیر طی نگهداری به طور معنی داری ( $P < 0.05$ ) افزایش یافت. در یک بررسی مشابه، سانسن (۲۰۰۲) بهبود ترکیبات فرار را در حین انبارداری پنیر پروسس در شرایط مختلف شامل نور، تاریکی

**Table 9** The scores of flavor of UF feta cheese samples during storage (Mean  $\pm$  SD)

Treatment	1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>st</sup> day
T <sub>1</sub>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>	3.33 $\pm$ 0.28 <sup>Bb</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Ba</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Bab</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>
T <sub>2</sub>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	2.33 $\pm$ 0.28 <sup>Ac</sup>	2.67 $\pm$ 0.28 <sup>Ab</sup>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>
T <sub>3</sub>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Bc</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>ABa</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Aab</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>4</sub>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ca</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>	4.33 $\pm$ 0.28 <sup>ABa</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>
T <sub>5</sub>	1.67 $\pm$ 0.28 <sup>Bb</sup>	2.66 $\pm$ 0.28 <sup>Bbc</sup>	2.00 $\pm$ 0.00 <sup>ABb</sup>	2.00 $\pm$ 0.00 <sup>ABc</sup>	1.00 $\pm$ 0.00 <sup>Cd</sup>
T <sub>6</sub>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ca</sup>	3.33 $\pm$ 0.28 <sup>BCab</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>ABa</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>ABa</sup>	4.33 $\pm$ 0.28 <sup>Ab</sup>
C (Control)	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>	3.33 $\pm$ 0.28 <sup>Bab</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Ba</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Bab</sup>	5.00 $\pm$ 0.28 <sup>Aa</sup>

The different small letters show the significant differences in each column ( $p < 0.05$ ).

The different capital letters show the significant differences in each row ( $p < 0.05$ ).

آمد همخوانی داشت. در واقع در تیمارهای ۱ و ۴ که از کنسانتره پروتئین شیر جهت تولید پنیر استفاده شد، به علت غنی شدن از نظر کازئین، میزان سفتی بافت بیشتر بود. گوئینی و همکاران (۲۰۰۲) نتایج مشابهی را در پنیر چدار کسب نمودند [۱۸].

### ۳-۷- بررسی روند تغییرات بافت در طول

#### زمان

با توجه به جدول ۱۰ با گذشت زمان امتیاز بافت نمونه‌های پنیر افزایش معنی داری ( $P < 0.05$ ) پیدا کرد. این نتایج با نتایجی که به وسیله دستگاه Texture analyzer به دست

**Table 10** The scores of texture of UF feta cheese samples during storage (Mean  $\pm$  SD)

Treatment	1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>st</sup> day
T <sub>1</sub>	3.33 $\pm$ 0.28 <sup>Da</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>CDab</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>BCa</sup>	4.33 $\pm$ 0.28 <sup>ABa</sup>	4.67 $\pm$ 0.28 <sup>Aab</sup>
T <sub>2</sub>	2.33 $\pm$ 0.28 <sup>Cbc</sup>	2.67 $\pm$ 0.28 <sup>BCbc</sup>	2.67 $\pm$ 0.28 <sup>BCb</sup>	3.33 $\pm$ 0.28 <sup>Ab</sup>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>ABc</sup>
T <sub>3</sub>	2.67 $\pm$ 0.28 <sup>Cabc</sup>	3.33 $\pm$ 0.28 <sup>Bb</sup>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>BCb</sup>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>BCb</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>4</sub>	3.33 $\pm$ 0.28 <sup>Ca</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>BCab</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>	4.67 $\pm$ 0.28 <sup>ABa</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>
T <sub>5</sub>	2.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>	2.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ac</sup>	1.33 $\pm$ 0.28 <sup>Bc</sup>	1.67 $\pm$ 0.28 <sup>ABc</sup>	1.67 $\pm$ 0.28 <sup>ABd</sup>
T <sub>6</sub>	3.33 $\pm$ 0.28 <sup>Da</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>CDab</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>BCa</sup>	4.33 $\pm$ 0.28 <sup>Ba</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>
C (Control)	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Bab</sup>	4.67 $\pm$ 0.28 <sup>Aa</sup>	4.67 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	4.67 $\pm$ 0.28 <sup>Aab</sup>

The different small letters show the significant differences in each column ( $p < 0.05$ ).

The different capital letters show the significant differences in each row ( $p < 0.05$ ).

تیمارهای ۱ و ۴ بالاترین امتیاز را کسب نمودند. در واقع نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئین شیر پذیرش کلی بهتری داشتند. این نتایج در راستای یافته‌های برخی محققین بود [۱۸].

### ۳-۸- بررسی روند تغییرات پذیرش کلی

#### نمونه‌های پنیر در طول زمان

با توجه به جدول ۱۱ در کلیه نمونه‌های پنیر به جز تیمار ۵ رتبه پذیرش کلی افزایش معنی داری در طول دوره نگهداری داشت ( $P < 0.05$ ). تیمار ۵ کمترین امتیاز پذیرش کلی و

**Table 11** The scores of overall acceptance of UF feta cheese samples during storage (Mean  $\pm$  SD)

Treatment	1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>st</sup> day
T <sub>1</sub>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Cab</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Cbc</sup>	4.67 $\pm$ 0.28 <sup>ABab</sup>	4.33 $\pm$ 0.28 <sup>Bb</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>
T <sub>2</sub>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Bbc</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Abc</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Ac</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>
T <sub>3</sub>	2.67 $\pm$ 0.28 <sup>Bc</sup>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Bc</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Ac</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ab</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Ab</sup>
T <sub>4</sub>	3.00 $\pm$ 0.00 <sup>Cbc</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Bb</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Bbc</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>ABb</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>
T <sub>5</sub>	1.00 $\pm$ 0.28 <sup>Bd</sup>	1.00 $\pm$ 0.00 <sup>Bd</sup>	1.33 $\pm$ 0.28 <sup>Ad</sup>	1.67 $\pm$ 0.28 <sup>Ac</sup>	1.00 $\pm$ 0.00 <sup>Bc</sup>
T <sub>6</sub>	3.33 $\pm$ 0.00 <sup>Cabc</sup>	3.67 $\pm$ 0.28 <sup>Cbc</sup>	4.33 $\pm$ 0.28 <sup>Babc</sup>	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>BCb</sup>	4.67 $\pm$ 0.28 <sup>Aa</sup>
C (Control)	4.00 $\pm$ 0.00 <sup>Ba</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	5.00 $\pm$ 0.00 <sup>Aa</sup>	4.67 $\pm$ 0.28 <sup>Aa</sup>

The different small letters show the significant differences in each column ( $p < 0.05$ ).

The different capital letters show the significant differences in each row ( $p < 0.05$ ).

باشد. همچنین علت کاهش بازیافت پروتئین در پنیر همگام با افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر می‌تواند به مقدار کمتر کازئین در نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئین آب پنیر مربوط باشد. پروتئین‌های موجود در کنسانتره پروتئین آب پنیر نمی‌توانند دقیقاً همان نقش کازئین را در تشکیل شبکه پروتئینی ایفا کنند [۲۲]. شکیل- اور- رحمان و همکاران (۲۰۰۳) در یک بررسی مشابه، اثر افزودن کنسانتره پروتئین شیر را در پنیر موزارلا بررسی نمودند و دریافتند که در شیر پنیرسازی که کنسانتره پروتئین شیر استفاده شد بازیافت ماده خشک از آب پنیر بهتر بود که باعث افزایش راندمان در این پنیر گردید [۱۵]. همچنین گوئینی و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی راندمان پنیر چدار تولیدی با استفاده از پروتئین شیر نشان دادند که با افزایش پروتئین از ۳/۳٪ به ۳/۶٪ و ۴٪ به وسیله اضافه کردن فسفو کازئین راندمان افزایش قابل توجهی داشت [۹].

### ۳-۹- بررسی روند تغییرات راندمان نمونه‌های

#### پنیر

با توجه به جدول ۱۲ نمونه‌ها از نظر راندمان اختلاف معنی‌داری داشتند ( $P < 0/05$ ). تیمار ۳ که حاوی ۱ درصد از مخلوط دو کنسانتره بود، بالاترین راندمان را داشت. پایین‌ترین راندمان در نمونه‌های ۲ و ۵ مشاهده شد که فقط حاوی کنسانتره پروتئین آب‌پنیر بودند. باید متذکر شد افزودن کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر می‌تواند باعث افزایش راندمان پنیر گردد که این موضوع مربوط به بهبود ظرفیت نگهداری آب توسط این کنسانتره‌ها است. البته مقدار جذب آب پروتئین‌های آب پنیر کمتر می‌باشد و این مسئله می‌تواند تا حدی توجیه کننده پایین بودن راندمان نمونه‌های ۲ و ۵ (نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئین آب پنیر)

**Table 12** The amounts of yield of UF feta cheese samples (Mean  $\pm$  SD)

Treatment	First day
T <sub>1</sub>	29.90 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	20.53 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	30.67 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup>
T <sub>4</sub>	29.90 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	21.62 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>
T <sub>6</sub>	29.87 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>
C (Control)	20.00 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>

The different small letters show the significant differences in each column ( $p < 0.05$ ).

درصد کنسانتره پروتئین شیر از نظر ویژگی‌های شیمیایی، رئولوژیکی و حسی بالاترین امتیاز را کسب نمود.

### ۴- نتیجه‌گیری

افزودن کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر موجب افزایش راندمان تولید و بهبود ویژگی‌های حسی، شیمیایی و رئولوژیکی پنیر فتای ایرانی فرآپالایش شد. نمونه حاوی ۱ درصد مخلوط کنسانتره پروتئین شیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر بالاترین راندمان را داشت. نمونه حاوی ۲

### ۵- منابع

- [1]. Robinson, R. K. and Tamime, A.Y. 1996. Feta and Related Cheeses: CRC Press.
- [2]. Didari, M. and Farahnoodi, F. 2000. Application of ultrafiltration in dairy industry. Tehran Pasteurized Milk Company.



- [13]. Anonymous, 2009. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Determination of nitrogen, part 5th, determination of protein nitrogen, National standard No. 9188\_1.
- [14]. Anonymous, 1978. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Determination of fat content, National standard No. ۷۶۰.
- [15]. Shakeel-Ur-Rehman, F, N. Y., Considine, T., Schaffner, A. and Drake, M. A. 2003. Effects of Standardization of Whole Milk with Dry Milk Protein Concentrate on the Yield and Ripening of Reduced-Fat Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, 86: 1608–1615.
- [16]. Anonymous, 2008. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Sensory evaluation, Detective method, National standard No. 3442.
- [17]. Fox, P.F. and Mcsweeney, P.L. 1998. *Dairy chemistry and Biochemistry*, Kluwer Academic Publisher
- [18]. Guinee, T. P., Feeney, E. P., Auty, M. A. E. and Fox, P. F. 2002. Effect of pH and Calcium Concentration on Some Textural and Functional Properties of Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science*, 85: 1655–1669
- [19]. Pastorino, A. J., Hansen, C. L. and McMahon, D. J. 2003. Effect of pH on the Chemical Composition and Structure-Function Relationships of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, 86: 2751–2760
- [20]. Sunesen, L. O. 2002. Development of Volatile Compounds in Processed Cheese during Storage, Technical University of Denmark, Lyngby, Capital Region, Denmark, 35(2):128-134.
- [21]. Lucey, J. A., Johnson, M. E. and Horne, D. S. 2003. Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese. *Journal of Dairy Science*, 86: 2725–2743.
- [22]. Joyandeh, M. 2008. Effect of addition of fermented whey protein concentrate (FWPC) on cheese yield and fat and protein recoveries of Feta cheese, 18th National Congress on Food Technology, Mashhad. I.R.Iran, 15-16.
- [3]. Anonymous, 2007. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Cheese and general characteristics, National standard No. 2344.
- [4]. Mortazavi, S.A., Qods Rouhani, M. and Jouyandeh, H. 2005. *Technology of milk and milk products*. Mashhad Ferdousi University Publishing.
- [5]. Svanborg, S., Johansen, A., Abrahamsen, R. K. and Skeie, S. B. 2015. The composition and functional properties of whey protein concentrates produced from buttermilk are comparable with those of whey protein concentrates produced from skimmed milk. *Journal of Dairy Science*, 98: 5829-5840.
- [6]. Hugunin, A.G. 1984. *Dairy products for the Cereal Processing Industry*, J.L.Vettet(ed), Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, USA, p.133.
- [7]. Dalvi, M, and Hamdami, N. 2011. Characterization of Thermophysical Properties of Iranian Ultrafiltrated White Cheese: Measurement and Modeling. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13: 67-78.
- [8]. Tamime, A.Y. and Robinson, R. K. 1999. *Yogurt Science and Technology*, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC.130-134.
- [9]. Guinee, T. P., O’Kennedy, B. T, and Kelly, P. M. 2006. Effect of Milk Protein Standardization Using Different Methods on the Composition and Yields of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, 89: 468–482.
- [10]. Francolino, A. S., Locci, A. F., Ghiglietti, A. R., Iezzib, R. and Mucchetti, G. 2010. Use of milk protein concentrate to standardize milk composition in Italian citric Mozzarella cheese making. *LWT- Food Science and Technology*, 43: 310–314.
- [11]. Anonymous, 2007. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Milk and milk Production-Determination of titratable acidity and pH value, National standard No. 2852.
- [12]. Anonymous, 2002. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Determination of dried matter of cheese, National standard No.1753.

## Effect of Milk protein concentrate and Whey protein concentrate on yield and chemical, sensory and rheological properties of UF Feta cheese.

Taghizadeh, A.E.<sup>1</sup>, Pourahmad, R.<sup>2\*</sup>, Hashemiravan, M.<sup>3</sup>

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
  2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
  3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
- (Received: 2016/04/30 Accepted: 2017/05/25)

The aim of this study was to investigate the effect of Milk Protein Concentrate and Whey Protein Concentrate on yield and chemical, sensory and rheological properties of ultrafiltration Feta Cheese. Milk Protein Concentrate and Whey Protein Concentrate were used with 1 and 2 percent solely or combined. These concentrates were added to retentate what was produced via ultrafiltration. Moreover control sample (without Milk Protein Concentrate and Whey Protein Concentrate) was produced. The samples were evaluated on 1, 15, 30, 45, 60 days after production in terms of chemical, sensory and rheological properties. Significant pH decrease ( $P < 0.05$ ) was observed in sample containing 1% Milk Protein Concentrate, sample containing 0.5% Milk Protein Concentrate + 0.5% Whey Protein Concentrate, sample containing 2% Whey Protein Concentrate, and sample containing 1% Milk Protein Concentrate + 1% Whey Protein Concentrate. The samples containing high amounts of Milk Protein Concentrate and Whey Protein Concentrate had the highest acidity. There was a significant difference ( $p < 0.05$ ) between protein of samples. Also a significant difference in fat was observed in test and control samples ( $P < 0.05$ ). There was a significant difference ( $p < 0.05$ ) between yield of test samples and control sample. In fact adding Milk Protein Concentrate and Whey Protein Concentrate increased yield and quality of Ultrafiltered Feta Cheese. Sample containing 0.5% Milk Protein Concentrate + 0.5% Whey Protein Concentrate had the highest yield. Sample containing 2% Milk Protein Concentrate had the highest amount of hardness and sensory acceptance.

**Key words:** Feta Cheese, Ultrafiltration, Milk Protein Concentrate, Whey Protein Concentrate

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: [rjpourahmad@yahoo.com](mailto:rjpourahmad@yahoo.com)