

## تأثیر مایه کشت میکروبی و پاستوریزاسیون روی بازده، ویژگی‌های حسی و فیزیکی - شیمیایی پنیر گوسفندی ليقوان

مهناز منافی دیزج یکان<sup>۱</sup>، جواد حصاری<sup>۲\*</sup> و اصغر خسروشاهی اصل<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: 87/12/17

1- گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

2- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

3- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

\*مسئول مکاتبه E-mail: [Jhesari@tabriz.ac.ir](mailto:Jhesari@tabriz.ac.ir)

### چکیده

یکی از پنیرهای سنتی که از دیرباز در ایران تهیه می‌شود پنیر ليقوان است. این نوع پنیر از شیر خام و بدون افزودن مایه کشت آغازگر به طور سنتی تهیه می‌گردد. بروز بیماری‌های مشترک بین انسان و دام باعث شده است که محققان اعمال فرآیند پاستوریزاسیون را برای شیر پنیرسازی توصیه کنند لذا هدف از این تحقیق بررسی اثرات فرآیند پاستوریزاسیون و افزودن مایه کشت میکروبی روی شیر مورد استفاده در تهیه پنیر گوسفندی و ارائه راهکار مناسبی جهت سالم‌سازی و بهبود کیفیت محصول نهایی بود. برای این منظور، چهار نوع شیر گوسفندی برای تهیه پنیر مورد استفاده قرار گرفتند: شیر خام بدون افزودن مایه کشت آغازگر، شیر خام با افزودن مایه کشت آغازگر، شیر پاستوریزه بدون افزودن مایه کشت آغازگر و شیر پاستوریزه با افزودن مایه کشت آغازگر. پنیرهای تهیه شده از نظر بازده، خواص حسی و فیزیکی - شیمیایی در چهار مقطع زمانی (دو هفته، چهار هفته، شش هفته و هشت هفته) طی دوره رسیدن مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل، اعمال فرآیند پاستوریزاسیون باعث افزایش بازده، درصد چربی، درصد ازت غیر پروتئینی و افت ویژگی‌های حسی این پنیرها شد. همچنین افزودن مایه کشت به شیر پنیرسازی باعث بهبود خواص حسی، افزایش بازده، درصد چربی و درصد ازت غیر پروتئینی پنیرهای تولیدی گردید، ولی اثر عوامل فوق روی ماده خشک و فاکتور رسیدن (ازت غیر کازئینی) معنی‌دار نبود.

واژه های کلیدی: آغازگر، پاستوریزاسیون، پنیر ليقوان

## Effects of Starter Culture and Pasteurization on the Yield, Sensorial and Physicochemical Characteristics of Lighvan Cheese

M Manafi Dizaj Iekan<sup>1</sup>, J Hesari<sup>2\*</sup> and A Khosrowshahi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Khoi Branch, Khoi, Iran

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>3</sup>Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran

\*Corresponding author: E-mail: [Jhesari@tabrizu.ac.ir](mailto:Jhesari@tabrizu.ac.ir)

### Abstract

Lighvan cheese is one of the most famous traditional cheeses that are produced in Iran from raw ewe-milk without starter. Due to some common disease between human and animal, hygienic organizations advice to apply pasteurization process in cheesemaking. The objective of the present study was to investigating the effects of pasteurisation and starter on Lighvan cheese. Experimental cheeses was prepared using four batches of milk (raw milk with starter, raw milk without starter, pasteurized milk with starter and pasteurized milk without starter). Samples were taken after 15, 30, 45 and 60 days of ripening and their yield, physicochemical and organoleptic characteristics were investigated. Results showed that pH, non casein nitrogen, non protein nitrogen, Fat in dry matter and yield levels were the highest and organoleptical characteristics was the lowest in the batches made from the pasteurized milk. Although added starter to cheese milk reduced pH and significantly ( $P < 0.05$ ) increased yield, non protein nitrogen, Fat in dry matter and organoleptic characteristics but did not have a significant effect on dry matter and non casein nitrogen.

**Keywords:** Lighvan cheese, Pasteurisation, Starter

### مقدمه

می دهد. این مسئله موجب گردید فرآیند حرارتی شیر مورد استفاده برای پنیروسازی طبق استانداردهای بین‌المللی از جمله کدکس<sup>۱</sup> اجباری شود (بی نام ۱۹۹۹). حرارت اثرات فیزیکی-شیمیایی مختلفی روی شیر

در گذشته معمولاً پنیرها از شیرهای حرارت ندیده تهیه می شدند ولی به مرور زمان درک ارتباط بروز بیماریهای مختلف از قبیل تب مالت با مصرف پنیرهای تازه دانشمندان را به تحقیقات بیشتر در زمینه رفع این مشکل واداشت. حرارت دهی شیر علاوه بر سالم سازی و تامین ایمنی غذایی محصول تولید شده، ماندگاری پنیر را افزایش

<sup>1</sup>Codex

فرآیند به شیر بر روی پنیر نهایی ارزیابی گردید. در کنار این فرآیند تأثیر افزودن مایه کشت روی خواص این پنیر نیز مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

#### مواد

شیر مورد استفاده جهت تهیه پنیر، شیر گوسفند مربوط به اوایل فصل تابستان بود که در سه نوبت از یک دامداری محلی تهیه گردید. تمام مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت مرک آلمان با درجه خلوص آزمایشگاهی تهیه شد. مایه کشت مورد استفاده در این تحقیق مخلوط مایه کشت آغازگر تجارتي مزوفیل *G3mix7, G3mix6* و ترموفیل *Yoghurt231, Yoghurt709* و مایه پنیر (رنت) مورد استفاده از نوع *Fromase* (کشور فرانسه) بود که از کارخانه پگاه تبریز تهیه شدند.

#### روش تهیه پنیر سستی با افزودن مایه کشت آغازگر

برای تهیه این نوع پنیر ابتدا شیر خام گوسفند پس از انجام آزمایشهای کیفی لازم (اسیدیته، pH و چربی) به مقدار مشخص حدود 25 لیتر وارد پایلوت پنیرسازی (شرکت سوت ماشین) شد. سپس دمای شیر با استفاده از المنت حرارتی دستگاه، به 31 تا 34<sup>o</sup>C رسانده شد. در ادامه به مقدار یک درصد وزنی مایه کشت به آن اضافه گردید و خوب هم زده شد. شیر درون وت، حدود نیم ساعت به حال خود باقی گذاشته شد تا اسیدیته آن به مقدار مورد نظر برسد. پس از گذشت زمان لازم، مایه پنیر (به مقدار 0/25 گرم به ازای هر 25 لیتر) به شیر اضافه گردید. بعد از تکمیل عمل انعقاد که حدود 40 تا 50 دقیقه به طول انجامید دلمه به وسیله تیغه‌های برش، برش‌های عمودی و افقی داده شد و به این ترتیب به

می‌گذارد و خصوصیات انعقادپذیری، پروتئولیز و خواص حسی آن را در پنیرسازی تغییر می‌دهد (بن‌فلدت و سورنسن 2001). بررسی این اثرات با مرسوم شدن فرآیند حرارتی نظر بسیاری از محققان را در سالهای اخیر به خود جلب نموده است. تأثیر حرارت دهی شیر روی افزایش بازده پنیر تولید شده از مزایای بسیار قابل توجه این فرآیند می باشد که مربوط به باقی ماندن پروتئینهای سرمی منعقد شده و رطوبت بیشتر در محصول نهایی است (مارشال 1986، بوف و همکاران 2001 و کاریدی و همکاران 2003). بنابراین چنین به نظر می رسد که اگر بتوان اثرات سوء ناشی از پاستوریزاسیون روی محصول تولیدی را با تدابیری از قبیل تنظیم pH شیر حرارت دیده و افزودن کلرید کلسیم کنترل کرد می‌توان بازده تولید پنیر را که یکی از مهمترین عوامل تولیدی در تمام محصولات غذایی محسوب می شود، به میزان قابل توجهی افزایش داد (کورد و همکاران 1997، فایریسه و همکاران 1999 و سینگ و وانگنا 2001). یکی از پنیرهایی که به طور سنتی در منطقه ليقوان آذربایجان تهیه می شود پنیر ليقوان است. این پنیر دارای عطر و طعم مطلوب و خاص خود می‌باشد که بازارپسندی بالایی را در کشور و حتی خارج از کشور دارا است و مانند برخی از پنیرهای سنتی موجود در دنیا بدون افزودن هیچ گونه مایه کشت از شیرخام گوسفند تهیه می‌گردد، لذا سوشهای بومی لاکتیک موجود در فلور شیر خام از عوامل مهم بهبود دهنده عطر و طعم خاص این نوع پنیر هستند ولی مشکل مهم در تولید این محصول بالا بودن بار آغازگر، در نتیجه استفاده از شیر خام می‌باشد (قدوسی و همکاران 1379). در این تحقیق به منظور فراهم کردن بسترهای لازم برای تولید آتی پنیر ليقوان به طریق کاملا بهداشتی و رفع مشکلات عدیده ناشی از کاربرد شیرخام به عنوان ماده اولیه، از فرآیند حرارتی پاستوریزاسیون استفاده شد و مزایا و معایب اعمال این

$30^{\circ}\text{C}$  خنک شد. تمام مراحل بعدی مانند تهیه پنیر سنتی با افزودن مایه کشت انجام گرفت.

روش تهیه پنیر پاستوریزه بدون افزودن مایه کشت در تهیه این پنیرها، تمام مراحل تولید پنیر پاستوریزه ذکر شده در قسمت قبلی به استثنای افزودن مایه کشت انجام گرفت.

#### نمونه برداری

پس از تولید پنیرها، از هر نوع پنیر در مقاطع زمانی دو هفته، چهار هفته، شش هفته و هشت هفته برای انجام آزمایشها نمونه برداری انجام گرفت.

#### آزمایش‌ها

##### ارزیابی خواص حسی

این آزمایش به روش ارزیابی حسی، توسط گروه پانلیست و مطابق استاندارد ملی شماره 4938 ایران انجام شد. برای این منظور یک گروه ده نفره متشکل از افراد خبره، پنیرها را هر 14 روزیکبار، در چهار مقطع زمانی رسیدن پنیر مورد ارزیابی قرار دادند. سپس مطابق با ویژگی حسی فراورده نمراتی بین صفر تا 5 برای آنها در نظر گرفته شد. به طوری که در صورت مطابقت کامل ویژگی های حسی فراورده با ویژگی های حسی تعیین شده در استاندارد مربوطه عدد 5 و در صورت نامناسب بودن برای مصرف انسان نمره صفر برای آنها منظور شد (بی- نام 1378).

##### اندازه‌گیری بازده واقعی پنیر سازی

به منظور ارزیابی بازده تولید پنیر، بلافاصله بعد از تهیه پنیرها، وزن آنها اندازه گیری شد و پس از جایگزینی

قطعات  $1\times 1\times 1\text{ cm}$  تبدیل گردید. دلمه 2 تا 3 دقیقه پس از برش، به آهستگی هم زده شد. بعد از اینکه بزرگی دلمه های بریده شده به نصف اندازه خود در موقع بریدن کاهش یافت عمل هم زدن متوقف و مکعب‌های دلمه ته نشین شدند. سپس ذرات دلمه از مقابل خروجی وت لخته‌گیری به عقب رانده شد و مقداری از آب آن تخلیه گردید. بعد از این مراحل دلمه‌ها وارد وت پرس شدند. حدود 50 دقیقه بعد از پرس، دلمه‌ها بریده شد و به داخل آب نمک اشباع که از قبل تهیه و پاستوریزه شده بود منتقل گردید. پس از 24 ساعت قالب های پنیر به درون سینی‌هایی که درون آنها نمک پودری ریخته شده بود منتقل و 24 ساعت بعد در آب نمک 11 درصد پاستوریزه قرار داده شدند سپس در پاکتهای پلاستیکی مخصوص بسته‌بندی شدند و در نهایت به یخچال با دمای  $2^{\circ}\text{C} \pm$  10 منتقل گردیدند.

##### روش تهیه پنیر سنتی بدون افزودن مایه کشت آغازگر

در تهیه این پنیرها تمام مراحل تولید پنیر سنتی ذکر شده در قسمت قبلی، به استثنای افزودن مایه کشت انجام گرفت.

##### روش تهیه پنیر پاستوریزه با افزودن مایه کشت آغازگر

فرآیند پاستوریزاسیون اعمال شده در این تحقیق، به روش <sup>1</sup>(LTLT) و توسط دستگاه ویسکوباتور انجام گرفت. در این روش ابتدا شیر خام گوسفند، پس از طی آزمایشات کیفی لازم در داخل ظروف ویسکوباتور ریخته شد. بعد از رسیدن شیر به دمای  $65^{\circ}\text{C}$ ، نیم ساعت در این دما باقی ماند و سپس سریعاً تا رسیدن به دمای حدود

<sup>1</sup>Low temperature long time

اندازه‌گیری شده در فاکتور تبدیل 6,38 بدست آمد (نژاد رزمجوی اخگر 1381).

ازت محلول در  $\text{pH} = 4,6$

برای اندازه‌گیری ازت محلول مطابق متد AOAC 40,99,20 میلی لیتر از محلول سیترات سدیم نیم مولار که  $\text{pH}$  آن به وسیله اسید کلریدریک یک نرمال، روی 7 تنظیم گردیده بود به 10 گرم پنیر افزوده شد و در بن ماری  $40^\circ\text{C}$  قرار داده شد. پنیرها پس از رسیدن به دمای مورد نظر، در طی 2 مرحله 30 ثانیه‌ای توسط خردکن خرد شدند و تا رسیدن به دمای  $22^\circ\text{C}$ ، در دمای محیط قرار گرفتند. در ادامه، حجم محلول‌ها به 250 میلی لیتر رسانده شد. به 50 میلی لیتر از محلول سیتراته فوق، قطره قطره اسیدکلریدریک نرمال افزوده شد تا  $\text{pH}$  محلول به 4,6 برسد. پس از مخلوط کردن به مدت 20 دقیقه در دمای محیط و تنظیم مجدد  $\text{pH}$  در صورت لزوم حجم محلول به 100 میلی لیتر رسانده شد. سپس این محلول با کاغذ واتمن شماره 42 صاف گردید. محلول صاف شده، حاوی ازت محلول می‌باشد که بخشی از آن با روش کلدال مورد آزمایش قرار گرفت (نژاد رزمجوی اخگر 1381).

#### نتایج و بحث

تأثیر فرآیند حرارتی پاستوریزاسیون و افزودن مایه کشت روی خواص حسی پنیرها طی دوره رسیدن داده‌های حاصل از ارزیابی خواص حسی پنیرها براساس مدل فاکتوریل با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی تجزیه شدند. براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر دو عامل فاصله زمانی و نوع پنیر بر خواص حسی آن معنی‌دار و اثر متقابل آنها غیر معنی‌دار بود (جدول 2). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که

اعداد به دست آمده در روابط مربوطه بازده ظاهری و در نهایت بازده واقعی محاسبه گردید.

$$\text{وزن پنیر تولیدی} \times 100 = \frac{\text{وزن پنیر تولیدی}}{\text{وزن شیر مصرفی}} = \text{بازده واقعی}$$

خواص فیزیکی - شیمیایی پنیرها

ماده خشک پنیر

برای اندازه‌گیری ماده خشک پنیر، 5 گرم از هر نمونه، در آون با دمای  $105^\circ\text{C}$  تا حصول وزن ثابت قرار گرفت و از روی افت وزنی مقدار رطوبت تعیین گردید (نژاد رزمجوی اخگر 1381).

چربی پنیر

میزان چربی پنیر به روش ژربر تعیین شد (بی نام 1975).

اندازه‌گیری مقدار ازت غیر پروتئینی

به 32 میلی لیتر از محلول صاف شده (ازت محلول)، 8 میلی لیتر محلول تری کلرواستیک اسید (که 60 گرم از آن به حجم 100 میلی لیتر رسانده شده بود) اضافه شد. پس از یک ساعت تماس در دمای محیط، رسوب حاصله به وسیله کاغذ صافی واتمن شماره 42 صاف گردید. سپس محلول صاف شده به حجم 50 میلی لیتر رسانده شد. این محلول نمایانگر ازت غیر پروتئینی بود که قسمتی از آن با روش کلدال مورد آزمایش قرار گرفت (نژاد رزمجوی اخگر 1381).

ازت کل پنیر

ازت کل نمونه‌های پنیر به روش کلدال، با استفاده از دستگاه میکروکلدال ساخت شرکت FOSS سوئد، اندازه‌گیری شد. پروتئین کل، از حاصل ضرب مقدار ازت

در محصول می‌شوند لذا پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه، به خصوص مدتی بعد از گذشت دوره رسیدن، پس طعم تلخ خواهند داشت (سینگ و وانگانا 2001).

افزودن مایه کشت آغازگر به شیر پنی‌سازی، باعث بهبود عطر و طعم محصول می‌گردد. به این ترتیب که مایه کشت با منعقد کردن و نگه داشتن آنزیمها در داخل دلمه، منجر به ادامه پروتئولیز در مرحله رسانیدن پنیر و گسترش عطر و طعم آن می‌گردد. به علاوه برخی از باکتری‌های موجود در مایه کشت آغازگر نظیر استرپتوکوکوس دی استی لاکتیس و لوکونوستوک سیترووروم با تخمیر اسید سیتریک و تولید ترکیبات مولد عطر و طعم، مانند دی استیل و نیز با ترشح پپتیدازهای مختلف باعث ایجاد طعم مناسب در پنیر می‌شوند (مرتضوی و همکاران 1375).

تاثیر فرآیند حرارتی پاستوریزاسیون و افزودن مایه کشت روی بازده تولید پنیر

نتایج به دست آمده از محاسبه بازده واقعی پنیرهای تهیه شده در جدول 1 نشان داده شده است.

جدول 1- بازده تولید انواع پنیر

بازده واقعی (kg /100 kg)	انواع پنیر
13/1±0/54	پنیر تهیه شده از شیر خام با مایه کشت
12/17±0/51	پنیر تهیه شده از شیر خام بدون مایه کشت
15/6±0/63	پنیر تهیه شده از شیر پاستوریزه با مایه کشت
14/53±0/62	پنیر تهیه شده از شیر پاستوریزه بدون مایه کشت

طی دوره رسیدن پنیرها عطر و طعم، گسترش پیدا کرد و خواص حسی پنیر بهبود یافته است. به طوری که در شش هفته بعد از رسانیدن پنیرها، خواص حسی به مقدار قابل توجهی افزایش یافت ولی در حد فاصل شش هفته تا هشت هفته اختلاف معنی‌داری بین پنیرها از این لحاظ وجود نداشت (جدول 3). اسیدهای آمینه آزاد و اسیدهای چرب آزاد مهمترین ترکیبات ایجاد کننده عطر و طعم پنیرها هستند. غلظت این ترکیبات به تدریج در دوره رسیدگی پنیر افزایش می‌یابد (کوردیگ و دالگیش 1996، اورتیگوزا و همکاران 1999 و اوررحمان و همکاران 2000a). تعداد زیادی از پژوهشگران فرآیند پروتئولیز و تجزیه پروتئین‌های پنیر در طی دوره رسیدن را، که تحت تاثیر فعالیت رنت و پپتیدازهای آغازگر انجام می‌گیرد به عنوان مهمترین عامل ایجاد کننده عطر و طعم می‌دانند (مندی و همکاران 2000، تروچیلو و همکاران 2002 و کاریدی و همکاران 2003). همچنین اسیدهای چرب فرار موجود در پنیرها که در طی دوره رسیدن عمدتاً از لیپولیز تری‌گلیسیریدهای شیر و تا حدی از طریق متابولیسم کربوهیدرات‌ها و دامیناسیون اکسیداتیو اسیدهای آمینه بوجود می‌آیند در عطر و طعم پنیرها دخالت دارند. در بین انواع پنیر، پنیرهای تهیه شده از شیرخام با مایه کشت، بیشترین میزان عطر و طعم را دارا بود که از این نظر با سایر پنیرها اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0/05$ ). ولی بین سایر انواع پنیر از نظر میزان عطر و طعم اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول 4). در توجیه این مساله میتوان گفت که برخی پروتئازها که به طور اختصاصی روی کازئین اثر می‌گذارند و منجر به تولید پپتیدهای هیدروفوبیک می‌شوند، در پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه نسبت به پنیرهای تهیه شده از شیرخام بیشتر می‌باشند (گومز و همکاران 1997 و فاکس و همکاران 2000). از آن جایی که پپتیدهای هیدروفوبیک باعث ایجاد طعم تلخ

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس خواص حسی پنیرها، طی دوره رسیدن

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات (MS)
تکرار	2	9/65 *
فاصله زمانی (A)	3	18/307 **
نوع پنیر (B)	3	16/ 58 **
اثر متقابل (AB)	9	0/152 ns
خطای آزمایشی	30	1/9289

\*: در سطح احتمال 5% معنی دار است. \*\*: در سطح احتمال 1% معنی دار است. ns: در کلیه سطوح معنی دار نیست

جدول 3- مقایسه میانگین خواص حسی پنیرها در فواصل زمانی مختلف

فاصله زمانی	دو هفته	چهار هفته	شش هفته	هشت هفته
خواص ارگانولپتیکی	2/40 <sup>b</sup>	2/56 <sup>b</sup>	2/93 <sup>a</sup>	3/27 <sup>a</sup>

a و b: حروف غیرمشابه در یک ردیف مبین وجود اختلاف معنی دار ( $P < 0/05$ ) است.

جدول 4- مقایسه میانگین خواص حسی انواع پنیر

انواع پنیر	پنیر خام با مایه کشت	پنیر خام بدون مایه کشت	پنیر پاستوریزه با مایه کشت	پنیر پاستوریزه بدون مایه کشت
خواص ارگانولپتیکی	3/32 <sup>a</sup>	2/58 <sup>b</sup>	2/75 <sup>b</sup>	2/50 <sup>b</sup>

a و b: حروف غیرمشابه در یک ردیف مبین وجود اختلاف معنی دار ( $P < 0/05$ ) است.

جدول 5- نتایج تجزیه واریانس صفات ماده خشک، چربی در ماده خشک، ازت غیر پروتئینی به ازت کل وازت محلول به ازت کل پنیرها طی دوره رسیدن

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات (MS)
تکرار	2	نسبت ازت محلول به ازت کل
فاصله زمانی (A)	3	ازت غیر پروتئینی (NPN/TN)
نوع پنیر (B)	3	چربی در ماده خشک (FDM)
فاصله زمانی × نوع پنیر (AB)	9	ازت محلول به ازت کل
خطای آزمایشی	30	ماده خشک (DM)

\*: در سطح احتمال 1% معنی دار است. ns: غیر معنی دار

## ماده خشک

به منظور بررسی تغییرات ماده خشک پنیرها طی دوره رسیدن، ماده خشک انواع پنیر در فواصل زمانی دو هفته، چهار هفته، شش هفته و هشت هفته پس از تولید اندازه گیری شد. نتایج تجزیه نشان داد که از نظر ماده خشک، بین انواع پنیر اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. در حالی که طی دوره رسانیدن بین فواصل زمانی مختلف برای ماده خشک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۵). اثر متقابل فاصله زمانی در نوع پنیر برای ماده خشک معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر ماده خشک پنیرها، از دو هفته به چهار هفته اختلاف معنی‌دار وجود داشت. یا به عبارت دیگر با گذشت زمان از دو هفته به چهار هفته ماده خشک افزایش یافته بود. ولی پس از این مدت ماده خشک پنیرها به حالت ثابت رسید، بطوریکه تفاوت معنی‌داری بین چهار، شش و هشت هفته مشاهده نشد (جدول ۶). ماده خشک کل در آب نمک، به سرعت از ۵۲٫۳ درصد در هفته دوم رسانیدن، به ۵۶٫۳ درصد در هفته چهارم رسانیدن افزایش یافت و بین روزهای سی‌ام تا شصتم بعد از رسانیدن، به مقدار ناچیزی بر مقدار آن افزوده شد. در توجیه این مساله می‌توان گفت که در ابتدای دوره رسیدن به علت بالا بودن غلظت نمک در آب نمک نسبت به پنیرها، مبادله آب و نمک بین پنیر و محیط اطراف آن صورت می‌گیرد، در نتیجه به تدریج مقدار رطوبت دلمه کاهش یافته و ماده خشک آن افزایش می‌یابد (کاریدی و همکاران ۲۰۰۳ و یلماز و همکاران ۲۰۰۴).

تغییرات درصد چربی در ماده خشک پنیرها طی دوره رسیدن

به منظور ارزیابی تغییرات درصد چربی در ماده خشک پنیرها طی دوره رسیدن، چربی آنها هر ۱۵ روز یکبار و در چهار فاصله زمانی اندازه‌گیری شد. نتایج

بازده تولید پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه بیشتر از پنیرهای تهیه شده از شیر خام بود. مهمترین تاثیر فرآیند حرارتی مربوط به تشکیل کمپلکسهای حرارتی بین پروتئین‌های آب پنیر و کازئین‌ها است. به این ترتیب که اعمال فرآیند پاستوریزاسیون باعث تغییر ماهیت  $\beta$  - لاکتوگلوبولین و تشکیل کمپلکس بین مولکول‌های  $\beta$  - لاکتوگلوبولین -  $\alpha$  - لاکتالبومین و  $\kappa$  - کازئین از طریق پیوندهای دی سولفیدی می‌گردد (فاکس و همکاران ۲۰۰۰ ونوح و ریچاردسون ۱۹۸۹). تشکیل کمپلکس‌های حرارتی به دلیل نکه داشتن پروتئین‌های بیشتر در داخل دلمه، بازده تولید پنیر را افزایش می‌دهد. تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد که در فرآیند تولید پنیر از شیر خام بالغ بر ۱۵ تا ۲۰ درصد پروتئین‌های شیر به صورت پروتئین‌های آب پنیر از دلمه پنیر خارج می‌شوند. در صورتی که با حرارت دادن شیر می‌توان پروتئین‌های سرمی را به کازئین‌ها متصل نمود و به این ترتیب بازده پنیرسازی را افزایش داد. به علاوه پروتئین‌های سرمی به دلیل هیدروفیل بودن، موجب می‌شوند رطوبت بیشتری در دلمه باقی بماند و بازده تولید پنیر افزایش یابد (مرتضوی و همکاران ۱۳۷۵).

بررسی تغییرات فیزیکی و شیمیایی پنیرها طی دوره رسیدن نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تغییرات ماده خشک<sup>۱</sup>، چربی در ماده خشک<sup>۲</sup>، ازت غیر پروتئینی<sup>۳</sup> و نسبت ازت محلول به ازت کل<sup>۴</sup> پنیرها طی دوره رسیدن، در جدول ۵ نشان داده شده است.

<sup>۱</sup>Dry Matter

<sup>۲</sup>Fat In Dry Matter

<sup>۳</sup>Non Protein Nitrogen

<sup>۴</sup>Soluble Nitrogen/ Total Nitrogen



جدول 6- مقایسه میانگین ماده خشک، چربی در ماده خشک، ازت غیر پروتئینی و فاکتور رسانیدن در فواصل زمانی مختلف

فاصله زمانی	درصد ماده خشک (DM)	درصد چربی در ماده خشک (FDM)	درصد ازت غیر پروتئینی (NPN/TN)	فاکتور رسانیدن (SN/TN)
دو هفته	52/33 <sup>b</sup>	53/14 <sup>a</sup>	10/69 <sup>b</sup>	7/87 <sup>c</sup>
چهار هفته	56/30 <sup>a</sup>	50/55 <sup>ab</sup>	13/03 <sup>b</sup>	19/33 <sup>b</sup>
شش هفته	57/82 <sup>a</sup>	49/16 <sup>b</sup>	21/54 <sup>a</sup>	25/50 <sup>a</sup>
هشت هفته	57/83 <sup>a</sup>	45/97 <sup>c</sup>	24/94 <sup>a</sup>	22/95 <sup>ab</sup>

a, b و c: حروف غیر مشابه در یک ستون مبین وجود اختلاف معنی دار ( $P < 0/05$ ) است.

جدول 7- مقایسه میانگین چربی در ماده خشک و ازت غیر پروتئینی انواع پنیر

نوع پنیر	درصد چربی در ماده خشک	درصد ازت غیر پروتئینی (NPN/TN)
پنیر خام با مایه کشت	47/65 <sup>b</sup>	17/71 <sup>ab</sup>
پنیر خام بدون مایه کشت	45/43 <sup>b</sup>	14/14 <sup>b</sup>
پنیر پاستوریزه با مایه کشت	54 <sup>a</sup>	20/20 <sup>a</sup>
پنیر پاستوریزه بدون مایه کشت	51/41 <sup>ab</sup>	18/16 <sup>a</sup>

a و b: حروف غیر مشابه در یک ستون مبین وجود اختلاف معنی دار ( $P < 0/05$ ) است.

میانگین‌ها بیشترین درصد چربی در ماده خشک در پنیر پاستوریزه با مایه کشت (54 درصد) اندازه‌گیری شد، هر چند که از این نظر با پنیر پاستوریزه بدون مایه کشت اختلاف معنی‌دار نداشت، ولی اختلاف پنیر پاستوریزه با مایه کشت از نظر درصد چربی در ماده خشک با پنیرهای خام با مایه کشت و بدون مایه کشت معنی‌دار بود (جدول 3-3). در توجیه این مساله می‌توان گفت که حین فرآیند پاستوریزاسیون به علت اتصال پروتئین‌های سرمی منعقد شده با گلبول‌های چربی، بازیافت چربی در پنیرهای تهیه شده از این شیرها نسبت به شیرخام بیشتر می‌باشد (کوردیگ و دالگلیش 1996). هم‌چنین باقی ماندن لپاز طبیعی در پنیرهای تهیه شده از شیرخام، دلیل دیگر این امر می‌باشد. در حالی که این آنزیم، حین فرآیند

حاصل از تجزیه واریانس درصد چربی در ماده خشک برای انواع پنیر در جدول 5 آورده شده است. براساس نتایج حاصل، از نظر درصد چربی در ماده خشک، بین فواصل زمانی مختلف (دو هفته، چهار هفته، شش هفته و هشت هفته) هم‌چنین بین انواع پنیر اختلاف معنی‌دار وجود داشت. ولی اثر متقابل دو عامل تأثیر معنی‌داری روی درصد چربی پنیر نداشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین درصد چربی در ماده خشک پنیر مربوط به 15 روز اول رسانیدن و بیشترین مقدار آن مربوط به 60 روز بعد از رسانیدن بود. هر چند که بین چهار هفته و شش هفته و نیز بین شش هفته و هشت هفته اختلاف معنی‌داری از نظر درصد چربی در ماده خشک پنیرها وجود نداشت (جدول 6). براساس مقایسه

پاستوریزاسیون غیرفعال می‌شود (اوررحمان و همکاران 2000b).

#### درصد ازت غیر پروتئینی

برای بررسی تغییرات درصد ازت غیر پروتئینی پنیرها این فاکتور در فواصل زمانی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. درصد ازت غیر پروتئینی پنیرها، طی دوره رسیدن به تدریج افزایش یافت که کمترین و بیشترین مقدار آن به ترتیب در دو هفته و هشت هفته مشاهده شد. هر چند که مقدار ازت غیر پروتئینی در هشت هفته با شش هفته اختلاف معنی‌دار نداشت ولی اختلاف آنها با دو تیمار اول (دو هفته و چهار هفته) معنی‌دار بود (جدول 6). مقایسه میانگین درصد ازت غیر پروتئینی انواع پنیرها نشان داد که درصد ازت غیر پروتئینی پنیرهای تهیه شده از شیرخام نسبت به پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه کمتر بود. با این وجود اختلاف درصد ازت غیر پروتئینی پنیر تهیه شده از شیر خام با پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه معنی‌دار بود. بیشترین درصد ازت غیر پروتئینی در پنیر پاستوریزه با مایه کشت مشاهده شد (جدول 7). دلیل این امر انعقاد پروتئین‌های سرمی و باقی ماندن آنها در پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه است (برنال و همکاران 1985 و مندی و همکاران 2000).

طی دوره رسیدن پنیرها، پپتیدهای درشت مولکول و متوسط مولکول، تحت تاثیر آنزیم‌های رنینی و آنزیم‌های مایه کشت میکروبی، به اسیدهای آمینه و پپتیدهای با وزن مولکولی کم، که در تری کلرواستیک اسید ۱۲ درصد محلول می‌باشند، شکسته شده و در نتیجه درصد ازت غیر پروتئینی افزایش می‌یابد.

نسبت درصد ازت محلول به ازت کل (فاکتور رسیدن) از بین دو عامل مورد بررسی و اثر متقابل آنها، فقط عامل فاصله زمانی رسانیدن پنیر از نظر نسبت درصد ازت محلول به ازت کل (فاکتور رسیدن) تأثیر معنی‌دار داشت (جدول 5). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین درصد نسبت ازت محلول به ازت کل در پنیرهای نگهداری شده تا شش هفته مشاهده شد که از این نظر با دو هفته و چهار هفته اختلاف معنی‌دار داشت (جدول 6). در مجموع مشاهده شد که با افزایش زمان نگهداری، فاکتور رسیدن نیز افزایش می‌یابد. علت عمده این امر مربوط به تجزیه قسمت عمده مواد پروتئینی از شکل غیر محلول، به شکل محلول (واحدهای کوچکتر) تجزیه می‌شوند. این افزایش تدریجی ازت محلول، توأم با گذشت زمان موجب افزایش فاکتور رسیدن و در نتیجه رسیده شدن محصول می‌شود (مندیا و همکاران 2000).

#### نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج به دست آمده در این تحقیق، مشاهده شد که پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه، بازده بیشتری نسبت به پنیرهای بدست آمده از شیرخام دارند. این امر علاوه بر این که موجب افزایش مقدار محصول تولیدی می‌شود، با باقی گذاشتن پروتئین و چربی بیشتر در محصول نهایی باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای آن هم خواهد شد. ولی اعمال فرآیند پاستوریزاسیون، روی برخی خواص پنیرهای تولیدی تأثیر منفی دارد. به طوری که با از بین بردن فلور میکروبی، موجب کاهش خواص حسی پنیرهای می‌شود. بررسی نتایج به دست آمده در زمینه افزودن مایه کشت به شیر پنی‌سازی نشان دهنده بهبود خواص حسی پنیرهای تولید شده می‌باشد. بعلاوه بازده پنیرهای تولیدی از شیرهایی که حاوی مایه کشت بودند، افزایشی در حدود یک درصد نشان می‌داد.

## منابع مورد استفاده

- بی نام، 1378. موسسه استاندارد ایران. شماره استاندارد 4938.
- قدوسی ح، حبیبی م، مظاهری م و رضوی م، 1379. تولید پنیر فتا به روش صنعتی و سنتی (ترجمه). انتشارات دانشگاه مشهد.
- مرتضوی ع، قدس روحانی م و جوینده ح، 1375. تکنولوژی شیر و فراورده‌های لبنی (ترجمه). انتشارات دانشگاه مشهد.
- نژاد رزمجوی اخگر ر، 1381. بررسی اثرات سه نوع مایه پنیر متداول با منشاء مختلف روی پروتئولیز پنیر سفید ایرانی. پایان نامه کارشناسی ارشد صنایع غذایی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- Anonymous, 1975. ISO STD No.3433: Cheese Determination of Fat content-Van Guilk Method. International organization for standardization, Geneva. Anonymous, 1999. Codex STD No. 208-1999. Codex Group standard for Cheese in Brine. Amend. 1-2001.
- Benfeldt C and Sorensen J, 2001. Heat treatment of cheese milk: Effect on proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*, 11:567-574.
- Bernal V and Jelen P, 1985. Thermal stability of whey proteins-A calorimetric study. *Journal of Dairy Science*, 68:2847-2852
- Buffa MN, Trujillo AJ, Pavia M and Guamis B, 2001. Changes in textural, microstructural, and colour characteristics during ripening of cheeses made from raw, Pasteurized or high –pressure-treated goats' milk. *International Dairy journal*, 11:927-934.
- Caridi A, Micari P, Cappara P, Cufari A and Sarullo V, 2003. Ripening and seasonal changes in microbial groups and in physico- chemical properties of the ewe's chees pecorino delporo. *International Dairy Journal.*, 13: 191-200.
- Corredig M and Dalgleish DG, 1996. Effect of different heat treatments on the strong binding interactions between whey proteins and milk fat globules in whole milk. *Journal of Dairy Research.*, 63: 441-449.
- Curda L, Belhacova L, Uhrova M, Stetina J and Fukal L, 1997. Assessment of heat-induced denaturation of whey proteins. *Journal of Chromatography.*, 772: 231-234.
- Fairise JF, Cayot P and Lorient D, 1999. Characterisation of the protein composition of casein micells after heating. *International Dairy Journal.*, 9: 249-254. pp. 10- 350.
- Fox PF, Guinee TP and Cogan TM, 2000. *Fundamentals of cheese Science*.
- Gomez M, Garde S, Gaya P, Medina M and Nunez M, 1997. Relationship between level of hydrophobic peptides and bitterness in cheese made from pasteurized and raw milk. *Journal of Dairy Research.*, 64:289-297.

- Marshall RJ, 1986. Increasing cheese yields by high heat treatment of milk. *Journal of Dairy Research.*, 53: 313-322.
- Mendia C, Ibanez FJ, Torre P and Barcina Y, 2000. Effect of pasteurization and use of a native starter culture on proteolysis in a ewe's milk cheese. *Food Control.*, 11: 195-200.
- Noh B and Richardson T, 1989. Incorporation of whey proteins into casein micelles by heat processing. *Journal of Dairy Science.*, 72: 1724-1731.
- Ortigosa M, Barcenas P, Arizcun C, Perez F, Albisu M and Torre P, 1999. Influence of the starter culture on the microbiological and sensory characteristics of ewe's cheese. *Food Microbiology.*, 16: 237-247.
- Singh H and Waungana A, 2001. Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. *International Dairy Journal.*, 11: 543-551.
- Trujillo AJ, Buffa M, Casals I, Fernandez P and Guamis B, 2002. Proteolysis in goat cheese made from raw, pasteurized or pressure treated milk. *Food science and Technology.*, 3: 309-319.
- Ur-rehman S, Banks JM, Brechany EY and Muir DD, 2000a. Influence of ripening temperature on the volatiles profile and flavour of cheddar cheese made from raw or pasteurised milk. *International Dairy Journal.*, 10:55-65.
- Ur-rehman S, McSweeney PLH, Banks JM, Brechany EY, Muir DD and Fox PF, 2000b. Ripening of cheddar cheese made from blends of raw and pasteurised milk. *International Dairy journal.* 10:33-44.
- Yilmaz G, Ayar A and Akin N, 2004. The Effect of microbial lipase on the lipolysis during the ripening of Tulum cheese. *Journal of food Engineering.* 64:451-460.