

## مقایسه برخی ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و حسی شیر بافت‌دار با شیر بی‌چربی و پرچرب در دوره نگهداری

مرجان نوری، حمید عزت پناه\*، سلیمان عباسی، مهدی امین افشار و هما بهمدی\*\*

\* نگارنده مسئول، نشانی: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۵۱۵، تلفن: ۰۲۱-۴۴۸۶۵۱۳۷

پیام‌نگار: hamidezzatpanah@srbiau.ac.ir

\*\* به ترتیب: کارشناسی ارشد و عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد علوم تحقیقات تهران؛ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران؛ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس تهران؛ استادیار گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران؛ و عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج  
تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۶

### چکیده

هدف اصلی این پژوهش، مقایسه خواص شیمیایی، فیزیکی، و حسی شیر بافت‌دار با شیر بی‌چربی و پرچرب در دوره نگهداری ۱، ۳، ۵ و ۷ روز در دمای  $4 \pm 1$  درجه سلسیوس است. به منظور تولید شیر بافت‌دار، شیر بی‌چربی به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد و به دنبال آن  $0.4$  میلی‌لیتر محلول مایه پنیر به  $100$  میلی‌لیتر شیر افزوده شد. جهت غیرفعال کردن مایه پنیر، نمونه‌ها در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه (پاستوریزاسیون کند) حرارت داده شدند. نمونه‌های شیر بی‌چربی، بافت‌دار، و پرچرب در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری در یخچال، تحت آزمون‌های شیمیایی (pH، اسیدیته قابل تیتر کردن، درصد پروتئین، درصد چربی، و درصد ماده خشک کل)، فیزیکی (رنگ‌سنجی و گرانشی)، و ارزیابی حسی (ویژگی‌های ظاهری، ساختار، بافت، عطر، طعم، و ارزیابی کلی) قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که ویژگی‌های شیمیایی شیر بافت‌دار، بینابین شیر بی‌چربی و پرچرب قرار دارد. در مقایسه با شیر بی‌چربی، شیر بافت‌دار به طور معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) گرانشی، سفیدی، زردی و سبزی بیشتری دارد و امتیاز داده شده به شیر بافت‌دار توسط ارزیاب‌های حسی بیشتر از امتیازهای شیر بی‌چربی و مشابه شیر پرچرب است. در مجموع به نظر می‌رسد که شیر بافت‌دار دارای خواص مشابه شیر پرچرب است و در دوره نگهداری ۵ روزه پایدار باقی می‌ماند. این محصول قابلیت تولید برای اهداف صنعتی از طریق محدود کردن فعالیت مایه پنیر را خواهد داشت.

### واژه‌های کلیدی

تقلیدکنندگان چربی، شیر بافت‌دار، کازئین، مایه پنیر

### مقدمه

زمینه‌ساز بسیاری از بیماری‌های متابولیک است (Sun & Zeme, 2007). اگرچه توصیه متخصصان تغذیه استفاده از منابع غذایی کم‌چرب است، لیکن تغییر الگوی غذایی به سبب برخی ویژگی‌های نه چندان مطلوب محصولات کم‌چرب و بی‌چربی مشکل به نظر می‌رسد. برای نمونه، فرآورده‌های کم‌چرب به دلیل طعم و مزه ضعیف، رنگ و ظاهر نه چندان مطلوب، احساس آبکی

امروزه با تغییر الگوی زندگی و صنعتی‌تر شدن جوامع انسانی، آمار مبتلایان به بیماری‌های غیر واگیردار مانند بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان به صورت چشمگیر افزایش یافته است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که رژیم غذایی نامتعادل، تحرک نداشتن، و برخی عوامل ارثی در بروز چاقی و تجمع بیش از حد چربی مؤثرند و این عارضه



پژوهشگران در سال ۲۰۰۶ با بررسی تأثیر تغلیظ شده پروتئین‌های آب پنیر و کازئین هیدرولیز شده<sup>۱</sup> بر ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و حسی ماست پروبیوتیک به این نتیجه رسیدند که ماست غنی شده تغلیظ شده با پروتئین‌های آب پنیر، قوام بیشتر و آب اندازی کمتری نسبت به نمونه تهیه شده با کازئین هیدرولیز شده و نمونه شاهد دارد (Shakeri *et al.*, 2006).

به نظر می‌رسد تلاش‌ها برای تهیه ریز ذرات پروتئینی با استفاده از پروتئین‌های محلول شیر تا حدودی موفق بوده است، اما در مورد تغییر وضعیت کازئین شیر و تبدیل آن به ریز ذرات پروتئینی مطالعات اندک هستند. از مهم‌ترین این مطالعات می‌توان به تحقیق چانگ و همکاران در سال ۱۹۹۵ اشاره کرد، که طی آن تأثیر میسل‌های کازئین نسبتاً هیدرولیز شده<sup>۲</sup> با آنزیم کیموزین<sup>۳</sup> بر ویژگی‌های بستنی کم‌چرب بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از این ترکیب به کاهش سرعت ذوب محصول، افزایش نرمی، پیوستگی، لغزندگی و کیفیت بستنی کم‌چرب می‌انجامد. علت این تغییرات بدین‌گونه بیان شده است که با ایجاد پیوندهای هیدروژنی، آب داخل حفره‌ها به دام می‌افتد و آب آزاد موجود در محیط کاهش می‌یابد، بنابراین تعداد کریستال‌ها کمتر و اندازه آن‌ها کوچک‌تر می‌شود به گونه‌ای که از رشد کریستال‌های بزرگ یخ جلوگیری شده و ماحصل این تحولات، بهبود خواص حسی بستنی کم‌چرب است (Chang *et al.*, 1995).

در این تحقیق، ویژگی‌های حسی بستنی کم‌چرب بررسی شده و تهیه شیر بدون چربی عمل‌آوری شده با مایه پنیر، به عنوان جزء ترکیبی<sup>۱۱</sup> با امکان استفاده بالقوه در طیف وسیعی از محصولات غذایی (به ویژه محصولات

بودن به ویژه در هنگام مصرف، و همچنین بافت و گرانروی نامناسب، با این‌که در جهت تأمین سلامت مصرف‌کنندگان تولید شده‌اند، چندان مورد استقبال قرار نگرفته‌اند (Tamime & Robinson, 2007) جهت چاره‌اندیشی در این خصوص، متخصصان این رشته تهیه جانشین‌های چربی<sup>۱</sup> را در دستور کار قرار دادند. در عمل این گروه ترکیبات به دو دسته فرآورده‌های شبیه چربی<sup>۲</sup> و جایگزین‌های چربی<sup>۳</sup> دسته‌بندی می‌شوند. گروه اول معمولاً از ترکیبات طبیعی مانند پروتئین و کربوهیدرات و دسته دیگر از ترکیبات مصنوعی تهیه می‌شوند (Belitz *et al.*, 2009). پروتئین‌های ریز ذره<sup>۴</sup> (مانند سیمپلس<sup>۵</sup>)، از جمله این محصولات محسوب می‌شوند که می‌توان استفاده از آن‌ها را یکی از راه‌حل‌های پیشنهادی به منظور جبران ضعف‌های محصولات کم‌چرب و بی‌چربی دانست. در سال ۱۹۸۳، ساختمان میکروسکوپی ماست تهیه شده با سه نوع پودر آب پنیر و کازئین مطالعه و مشخص شد که در نمونه‌های ماست، میسل‌های کازئین با ذرات پروتئینی (پروتئین‌های آب پنیر) احاطه شده‌اند و در نمونه تهیه شده با کازئینات سدیم بهترین نرمی بافت و کمترین آب‌اندازی مشاهده شده است (Modler & Kalab, 1983). در سال ۱۹۹۵ محققان دریافتند که فرآورده‌های شبیه چربی، مانند ذرات بسیار ریز پروتئین‌های آب پنیر<sup>۶</sup> و چربی بدون آب شیر<sup>۷</sup> می‌توانند از اجزای تشکیل دهنده ساختار ماست محسوب شوند، در حالی که اندازه آن‌ها از گویچه چربی بزرگ‌تر است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ماست‌های تولیدی با ریز ذرات پروتئین‌های محلول شیر، نسبت به ماست‌های تولیدی با چربی بدون آب شیر، آب‌اندازی بیشتر و نرمی کمتری دارند (Tamime *et al.*, 1995).

1- Fat Substitutes

3- Fat Replacers

5- Simplex

7- Anhydrous Milk Fat

9- Partially Hydrolyzed Casein Micelles

11- Ingredient

2- Fat Mimetics

4- Microparticulated Proteins

6- Microparticulated Whey Protein

8- Hydrolyzed Casein

10- Chymosin

۱۰۰ میلی‌لیتر شیر بازساخته بی‌چربی، نمونه‌ها در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه حرارت داده شد (Nouri, 2010). سپس شیر بی‌چربی مایه خورده در دمای ۶۳ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه (پاستوریزاسیون دمای پایین و زمان طولانی<sup>۱</sup>)، با هدف غیرفعال کردن مایه پنیر و سالم‌سازی شیر بی‌چربی، پاستوریزه شد. نمونه‌ها در بن‌ماری همزن‌دار (مدل B206، ساخت شرکت Firstek، انگلستان) آماده‌سازی شدند. شیر بافت‌دار به مدت یک شب تا آغاز اجرای مراحل بعدی، در دمای  $4 \pm 1$  درجه سلسیوس نگهداری شد (Savello & Soloria, 1994) پس از یک، سه و پنج روز نگهداری در دمای  $4 \pm 1$  درجه سلسیوس بر نمونه‌های شیر بی‌چربی، بافت‌دار و پرچرب به ترتیب آزمون‌های شیمیایی، فیزیکی، و حسی زیر صورت گرفت:

#### آزمون‌های شیمیایی

اسیدیته قابل تیتراژ کردن (بر حسب درجه دورنیک) با روش تیتراسیون، pH با pH متر (مدل 827، ساخت شرکت Metrohm، سوئیس)، چربی (بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم) به روش ژربر<sup>۲</sup> (دستگاه ژربر، ساخت شرکت Gerber Funk، آلمان)، پروتئین خام<sup>۳</sup> به روش ماکروکلدال (دستگاه ماکروکلدال، ساخت شرکت Gerhardt Kjeldathatherm، آلمان) و ماده جامد کل با خشک کردن ۸ تا ۱۱ گرم از نمونه‌ها در آون (مدل SLP600، ساخت شرکت Memmert، آلمان) در دمای  $105 \pm 5$  درجه سلسیوس به مدت ۵ ساعت، اندازه‌گیری شد (Anon, 2002).

#### آزمون رنگ‌سنجی

رنگ نمونه‌ها با دستگاه رنگ‌سنج هانت‌رلب (مدل D25/DP9000، ساخت شرکت Huter Lab، آمریکا) تعیین شد. قبل از آغاز آزمون، دستگاه با کاشی‌های سفید و سیاه کالیبره و از کاشی زرد جهت کنترل دستگاه

شیرینی)، مورد نظر نبوده است. در این تحقیق سعی شد با به کارگیری مایه پنیر<sup>۱</sup> و تاثیر آن بر شیر بی‌چربی، امکان هیدرولیز نسبی میسل‌های کازئین فراهم شود و ضمن بررسی امکان دستیابی به ریز ذرات پروتئینی با کازئینی در حد و اندازه تقلیدکنندگان چربی، رفتاری مشابه چربی در شیر بی‌چربی عمل‌آوری شده با مایه پنیر حاصل شود؛ بر اساس نتایج مختلف به ویژه داده‌های ساختار و بافت در آزمون ارزیابی حسی، به این محصول "شیر بافت‌دار"<sup>۲</sup> اطلاق شد. بر این اساس هدف این بررسی، مقایسه ویژگی‌های شیر بافت‌دار با شیر بی‌چربی (ماده اولیه مورد استفاده جهت تهیه آن) و شیر پرچرب (هدفی از دیدگاه ویژگی‌های مختلف) از جنبه‌های شیمیایی، فیزیکی و حسی است.

#### مواد و روش‌ها

##### آماده‌سازی شیر

در این پژوهش از دو نوع شیر خشک کم‌حرارت دیده<sup>۳</sup> (از شرکت Australian Dairy Goods Ltd. Pty، کشور استرالیا) استفاده شد. شیر خشک بی‌چربی به منظور تهیه نمونه‌های شیر بی‌چربی و شیر بافت‌دار به کار گرفته شد، در حالی که شیر خشک پرچرب جهت تهیه نمونه‌های شیر پرچرب استفاده شد. نمونه‌های شیر خشک با آب مقطر به نسبت ۱۰ به ۱۰۰ بازسازی و تا هنگام به کارگیری در دمای  $4 \pm 1$  درجه سلسیوس نگهداری شدند (Westergaad, 1994).

##### آماده‌سازی شیر بافت‌دار

مایه پنیر خشک (Rennilase<sup>®</sup>) از شرکت DSM کشور فرانسه) با قدرت منعقدکنندگی ۵۵ (۱ گرم مایه پنیر برای ۲۵ لیتر شیر) بر اساس واحدهای بین‌المللی انعقاد شیر<sup>۴</sup> تهیه شد. یک گرم پودر در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه حل شد و پس از افزودن ۰/۴ میلی‌لیتر از این محلول به

1- Rennet Enzyme

3- Milk Powder (Low Heat)

5- Low Temperature Long Time: LTLT

7- Crude Protein

2- Textured Milk

4- International Milk Clotting Units

6- Gerber

محرک، نمونه‌ها در اندازه و ظروف مشابه مخصوصی در اختیار ارزیاب‌ها قرار داده شد که با اعداد سه رقمی و به صورت تصادفی رمزگذاری شده بودند. با استفاده از روش امتیازدهی، شاخص‌های طعم، ویژگی‌های ظاهری، ساختار، بافت و بوی نمونه‌های شیر کم‌چرب، بافت‌دار، و پرچرب از ۱ تا ۵، غیر قابل مصرف (خیلی ضعیف) تا بسیار رضایت‌بخش (خیلی خوب) در پرسشنامه‌های مخصوصی تهیه و میان ارزیاب‌ها پخش شد (Anon, 1997; Anon, 1998).

### آنالیز آماری

همه آزمون‌ها روی نمونه‌های نگهداری شده در یخچال، در روزهای اول، سوم، و پنجم پس از تولید در سه تکرار اجرا و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 تجزیه و تحلیل شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آنالیز واریانس ANOVA و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج آزمون‌های تعیین pH و اسیدیته قابل تیتراژ نمونه‌های مختلف در دوره‌های ۱، ۳، و ۵ روز نگهداری در یخچال نشان داده شده است.

جدول ۱- میزان pH و اسیدیته قابل تیتراژ کردن نمونه‌های شیر بی‌چربی، بافت‌دار، و پرچرب (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

آزمون‌ها	pH					
	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب
نمونه‌ها روزهای نگهداری	۶/۴۶ cd $\pm$ ۰/۲	۶/۵۱ d $\pm$ ۰/۳	۶/۵۲ d $\pm$ ۰/۲	۱۵/۷bc $\pm$ ۰/۴	۱۴/۸ a $\pm$ ۰/۳	۱۵/۱ ab $\pm$ ۰/۱
	۶/۴۳ bc $\pm$ ۰/۱	۶/۴۷ cd $\pm$ ۰/۲	۶/۴۹ cd $\pm$ ۰/۱	۱۵/۸ c $\pm$ ۰/۴	۱۵/۱ ab $\pm$ ۰/۲	۱۵/۲ ab $\pm$ ۰/۱
	۶/۳۶ a $\pm$ ۰/۰۲	۶/۳۹ ab $\pm$ ۰/۴	۶/۴۴ bc $\pm$ ۰/۲	۱۵/۹ c $\pm$ ۰/۶	۱۵/۳ ab $\pm$ ۰/۵	۱۵/۲ ab $\pm$ ۰/۲

a, b, c, d حروف متفاوت در قسمت pH نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است. a, b, c حروف متفاوت در قسمت اسیدیته نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

استفاده شد. اساس رنگ‌سنجی در این سیستم CIELAB<sup>۱</sup> و سنجش شاخص‌های  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  به ترتیب نشان‌دهنده روشنی، رنگ سبز تا قرمز، و آبی تا زرد هستند. آزمون سنجش گرانی

گرانی نمونه‌ها با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (مدل LV-DVIII، ساخت شرکت Brookfield Programming Rheometry، آمریکا) به دست آمد. بدین‌منظور از اسپیندل LV۲ در سرعت چرخشی ۶۰ دور بر دقیقه در دمای  $1 \pm 19$  درجه سلسیوس استفاده شد. سری و شماره اسپیندل‌ها مطابق با مقالات مختلف و به صورت تجربی انتخاب شد. در تمام آزمون‌ها دقت شد که گشتاور دستگاه در محدوده ۱۰ تا ۱۰۰ درصد باشد تا نتایج قابل اطمینانی به دست آید (Cies'la et al., 2004; Camillo & Sabato 2004; Brennan & Tudorica, 2008).

### آزمون ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی بر اساس روش‌های استاندارد ملی شماره (۴۶۹۱ و ۴۹۴۰) در دمای ۸ تا ۱۰ درجه سلسیوس با همکاری یک گروه ۱۴ نفره ارزیابی شد. به منظور پرهیز از بروز خطاهای متداول در ارزیابی حسی نظیر خطای حاصل از انتظار ارزیاب‌ها یا خطای حاصل از

نتایج آزمون نشان می‌دهد که اسیدیتته قابل تیترا کردن شیر پرچرب با شیر بافت‌دار یکسان، اما با شیر بی‌چربی متفاوت است. به نظر می‌رسد تغییر وضعیت کازئین‌ها بر اثر عمل مایه پنی در شیر بافت‌دار، احتمالاً بر عملکرد کازئین‌ها به عنوان ترکیبی که در برابر مادهٔ قلیایی (چون NaOH) مانند بافر عمل می‌کند (Spreer, 1998)، تأثیر داشته و اسیدیتته بالقوه را در مجموع کاهش داده است.

در جدول ۲ نتایج آزمون‌های تعیین پروتئین خام و چربی نمونه‌های مختلف در دورهٔ نگهداری در یخچال نشان داده شده است.

مقایسه pH هر یک از نمونه‌ها در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری در یخچال در جدول ۱ نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین pH روز اول و پنجم هر یک از نمونه‌ها وجود دارد و نشان از روند طبیعی اسیدی شدن شیر پاستوریزه بر اثر فعالیت برخی میکروارگانیسم‌ها دارد. اما اسیدیتته بالقوه<sup>۱</sup> (یا اسیدیتته قابل تیترا کردن) هر یک از نمونه‌های شیر در روزهای نگهداری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. از سوی دیگر، pH نمونه‌های مختلف در هر یک از روزها تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند (به استثنای pH نمونهٔ شیر بی‌چربی و پرچرب در پنجمین روز نگهداری).

جدول ۲- درصد پروتئین خام و درصد چربی نمونه‌های شیر بی‌چربی، بافت‌دار و پرچرب (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

آزمون‌ها	درصد پروتئین خام			درصد چربی		
	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب
۱	۳/۳ ab $\pm$ ۰/۶	۳/۴ b $\pm$ ۰/۳	۳/۴ b $\pm$ ۰/۴	۰/۱۳ a $\pm$ ۰/۴	۰/۲ a $\pm$ ۰/۱	۲/۹ b $\pm$ ۰/۳
۳	۳/۲ ab $\pm$ ۰/۴	۳/۳ b $\pm$ ۰/۲	۳/۴ b $\pm$ ۰/۵	۰/۲۰ a $\pm$ ۰/۱	۰/۲ a $\pm$ ۰/۰	۲/۸ b $\pm$ ۰/۲
۵	۳/۲ ab $\pm$ ۰/۱	۳/۳ ab $\pm$ ۰/۰	۳/۲ ab $\pm$ ۰/۷	۰/۱۶ a $\pm$ ۰/۶	۰/۲ a $\pm$ ۰/۶	۲/۸ b $\pm$ ۰/۵

a, b حروف متفاوت در قسمت درصد پروتئین خام نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

a, b حروف متفاوت در قسمت درصد چربی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

خشک پرچرب و نمونه‌های دیگر از شیر خشک بی‌چربی تهیه شده‌اند. نتایج آزمون تعیین مادهٔ خشک کل و آزمون فیزیکی گرانیوی نمونه‌های مختلف در دورهٔ نگهداری در یخچال در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد در مقایسهٔ درصد پروتئین خام نمونه‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. تفاوت در نتایج درصد چربی نمونه‌ها به علت انتخاب مادهٔ اولیه است که نمونه‌های شیر پرچرب از شیر

جدول ۳- درصد مادهٔ خشک کل و گرانیوی نمونه‌های شیر بی‌چربی، بافت‌دار و پرچرب (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

آزمون‌ها	درصد ماده خشک کل			گرانیوی (میلی پاسکال. ثانیه)		
	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب
۱	۹/۱ a $\pm$ ۰/۱	۱۰/۴ b $\pm$ ۰/۲	۱۲/۳ c $\pm$ ۰/۵	۱/۴۷ a $\pm$ ۰/۰	۱/۷۳ b $\pm$ ۰/۱	۱/۸۴ cd $\pm$ ۰/۵
۳	۹/۰ a $\pm$ ۰/۲	۱۰/۳ b $\pm$ ۰/۳	۱۲/۲ c $\pm$ ۰/۴	۱/۵۱ a $\pm$ ۰/۷	۱/۷۶ bc $\pm$ ۰/۰	۱/۸۵ cd $\pm$ ۰/۶
۵	۸/۸ a $\pm$ ۰/۳	۱۰/۱ b $\pm$ ۰/۳	۱۲/۱ c $\pm$ ۰/۱	۱/۵۱ a $\pm$ ۰/۶	۱/۷۶ bc $\pm$ ۰/۲	۱/۸۷ d $\pm$ ۰/۵

a, b, c حروف متفاوت در قسمت درصد ماده خشک کل نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

a, b, c, d حروف متفاوت در قسمت گرانیوی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

آنزیمی مذکور بیشتر می‌شود (Fox, 1987). هیدرولیز کنترل شده کازئین با مایه پنیر، خارج شدن بخشی از تارهای مو مانند<sup>۱</sup> از سطح میسل، کاهش نسبی پتانسیل زتا<sup>۲</sup>، و هم‌جوشی نسبی میسل‌ها همگی به افزایش گرانروی شیر انجامیده است. گفتنی است که علاوه بر این پدیده‌ها، آزاد شدن کازئینوماکروپپتید<sup>۳</sup> در فاز سرمی و افزایش معنی‌دار ماده خشک کل نسبت به شیر بی‌چربی، در تفاوت معنی‌داری گرانروی شیر بافت‌دار نیز بی‌تأثیر نبوده است. گرانروی بیشتر در نمونه شیر پرچرب به دلیل داشتن چربی و ماده خشک بالا است.

در جدول ۴، نتایج آزمون فیزیکی رنگ‌سنجی نمونه‌های مختلف در دوره نگهداری در یخچال نشان داده شده است.

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد ماده خشک کل شیر بافت‌دار به طور معنی‌داری از ماده خشک کل شیر بی‌چربی بالاتر است که به نظر می‌رسد این افزایش معنی‌دار به دلیل فرآیند حرارتی (دمای ۶۰ تا ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۵۰-۴۰ دقیقه در ظرف رو باز) است که طی آن مقداری از آب تبخیر شده و غلظت مواد جامد شیر بافت‌دار افزایش یافته است. نمونه‌های شیر پرچرب به طور کلی به دلیل داشتن درصد بالای چربی (حدود ۳ درصد) ماده خشک کل بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها دارد.

برخی پژوهشگران معتقدند که در مراحل تأثیر مایه پنیر بر کازئین‌ها، ماهیت و قدرت پیوند بین این پروتئین‌ها تغییر نمی‌کند اما احتمالاً تعداد آن‌ها در حضور مجموعه

جدول ۴- رنگ‌سنجی نمونه‌های شیر بی‌چربی، بافت‌دار و پرچرب (انحراف معیار ± میانگین)

نمونه‌ها	L* (سفید)			a* (سبز)			b* (زرد)		
	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب
۱	۸۹/۹a±۰/۱	۹۱/۳b±۰/۰	۹۷/۴c±۱/۱	-۲/۳b±۰/۵	-۳/۷c±۰/۱	-۳/۰a±۰/۲	۸/۱a±۰/۱	۸/۷ab±۰/۲	۹/۶b±۰/۸
۳	۸۹/۶a±۰/۳	۹۱/۳b±۰/۴	۹۷/۴c±۰/۶	-۲/۴b±۰/۰	-۳/۸c±۰/۰	-۲/۹a±۰/۱	۸/۱a±۰/۴	۸/۷ab±۰/۲	۹/۳b±۰/۳
۵	۸۹/۵a±۰/۰	۹۱/۳b±۰/۳	۹۷/۳c±۰/۹	-۲/۳b±۰/۱	-۳/۸c±۰/۱	-۳/۰a±۰/۰	۷/۹a±۰/۳	۸/۶a±۰/۱	۹/۶b±۰/۶

a, b, c حروف متفاوت در قسمت L\* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

a, b, c حروف متفاوت در قسمت a\* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

a, b حروف متفاوت در قسمت b\* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

سرمی (رنگ سبز)، آن‌چنان‌که در مراحل پنیرسازی معمول است، منجر نشده لیکن با حفظ نسبی ماهیت میسل‌های کازئین تا حدودی در مجتمع شدن آن‌ها اثر داشته است. به گونه‌ای که به دلیل کم اثر شدن نقش میسل‌های کازئین در ایجاد کدورت و رنگ سفید شیر،

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که روشنی (L\*) و زردی (b\*) شیر بافت‌دار حد واسط شیر بی‌چربی و پرچرب در دوره نگهداری است، اما میزان رنگ سبز آن بالاتر از شیر بی‌چربی و پرچرب است. به نظر می‌رسد عمل نسبی مایه پنیر اگرچه به جدا شدن کامل لخته از فاز

1- Protruding Hair Layer  
3- Caseinomacropeptide

2- Zeta Potential

است و این نوید را می‌دهد که تا حدودی رضایت ارزیابی‌کنندگان را تأمین کرده است.

### نتیجه‌گیری

تهیه شیر بافت‌دار بر مقدار پروتئین خام شیر بی‌چربی تأثیری ندارد اما بر وضعیت و عملکرد کازئین‌ها به عنوان ترکیبی با عملکرد اسیدی در برابر قلیاها، ایجاد کدورت، و سفیدی شیر تأثیر مشخصی دارد، به گونه‌ای که علاوه بر کاهش اسیدیته قابل تیتراژ کردن به گرانروترا شدن شیر می‌انجامد. همچنین تجمع نسبی میسل‌های کازئین تا حدودی تأثیر نامطلوبی بر رنگ و ظاهر شیر بافت‌دار دارد تا آن‌جا که در آزمون رنگ‌سنجی و ارزیابی حسی به این ضعف نیز اشاره شده است.

در مجموع، بسیاری موارد یا ویژگی‌های این ماده جدید در حد شیر پرچرب یا حد واسط شیر پرچرب و کم‌چربی است که خود نویدبخش یافتن راهی برای تهیه تقلیدکننده مناسب و کم‌هزینه با تغییر مراحل سنتی پنیرسازی است.

رنگ سبز تا حدودی افزایش یافته است. نتایج آزمون ارزیابی حسی نمونه‌های مختلف در جدول ۵ نشان می‌دهد که در هر روز از دوره نگهداری ویژگی‌های مزه و ارزیابی حسی کلی و تا حدودی ویژگی‌های ظاهری شیر بافت‌دار بینابین شیر بی‌چربی و پرچرب است، و با این‌که ساختار و بافت آن بیشتر به شیر پرچرب مشابه است (به همین سبب نام شیر بافت‌دار به این محصول اطلاق شد)، اما عطر و طعم آن به شیر بی‌چربی شباهت بیشتری دارد. بررسی ویژگی‌های حسی برای هر یک از محصولات در روزهای نگهداری در یخچال نشان می‌دهد که هر چند مزه، ساختار، و بافت هر یک از نمونه‌ها تغییری نمی‌کنند، ثبات ویژگی‌های ظاهری در شیر بافت‌دار در این دوره چندان رضایت‌بخش نیست که دلیل آن افزایش رنگ سبز در محصول است، ضمن این‌که عطر و طعم آن از سومین روز نگهداری به طور مشخص افت کرده است. اگرچه بهترین ارزیابی کلی به شیر پرچرب اختصاص دارد و این برتری در تمام دوره نگهداری حفظ شده، اما ارزیابی کلی شیر بافت‌دار بالاتر از شیر بی‌چربی

جدول ۵- امتیاز حاصل از ارزیابی نمونه‌های شیری چربی، بافت‌دار، و پرچرب (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

نمونه‌ها روزهای نگهداری	آزمون‌ها		مزه		ویژگی‌های ظاهری		ساختار و بافت		عطر و طعم		ارزیابی کلی		
	شیر بی‌چربی	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب	شیر بافت‌دار	شیر بی‌چربی	شیر پرچرب	شیر بافت‌دار	شیر بی‌چربی	شیر پرچرب	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب	شیر بافت‌دار	شیر پرچرب
۱	۳/۳ab $\pm$ ۰/۵	۴/۰bcd $\pm$ ۱	۵/۰d $\pm$ ۰/۰	۳/۰a $\pm$ ۱/۰	۴/۶cd $\pm$ ۰/۵	۵/۰d $\pm$ ۰/۰	۳/۳abc $\pm$ ۰/۵	۴/۶d $\pm$ ۰/۵	۴/۶d $\pm$ ۰/۵	۳/۶ab $\pm$ ۰/۵	۴/۶c $\pm$ ۰/۵	۵/۰c $\pm$ ۰/۰	۳/۳b $\pm$ ۰/۱
۳	۳/۰ab $\pm$ ۰/۰	۳/۶bc $\pm$ ۰/۵	۴/۶cd $\pm$ ۰/۵	۲/۶a $\pm$ ۰/۵	۳/۶abc $\pm$ ۰/۵	۴/۶cd $\pm$ ۰/۵	۲/۶ab $\pm$ ۰/۵	۴/۶d $\pm$ ۰/۵	۴/۳cd $\pm$ ۱/۰	۴/۳cd $\pm$ ۱/۰	۲/۹c $\pm$ ۰/۳	۴/۶c $\pm$ ۰/۵	۳/۰ab $\pm$ ۰/۲
۵	۲/۳a $\pm$ ۰/۵	۲/۳ab $\pm$ ۰/۵	۴/۰bcd $\pm$ ۰/۰	۲/۶a $\pm$ ۰/۵	۳/۳ab $\pm$ ۰/۵	۴/۳bcd $\pm$ ۰/۵	۲/۳a $\pm$ ۰/۵	۳/۶bcd $\pm$ ۰/۵	۴/۳cd $\pm$ ۰/۵	۲/۳a $\pm$ ۰/۵	۳/۴b $\pm$ ۰/۱	۴/۳bc $\pm$ ۰/۵	۲/۵a $\pm$ ۰/۳

a, b, c, d حروف متفاوت در قسمت مزه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

a, b, c, d حروف متفاوت در قسمت ویژگی‌های ظاهری نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

a, b, c, d حروف متفاوت در قسمت ساختار و بافت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

a, b, c حروف متفاوت در قسمت عطر و طعم نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

a, b, c, d حروف متفاوت در قسمت ارزیابی کلی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.



## مراجع

- Anon. 1997. Method for Sensory Evaluation of Fermented Milk Products. ISIR. No. 4940. (in Farsi)
- Anon. 1998. General Method for Sensory Evaluation of Dairy Products. ISIR. No. 4691. (in Farsi)
- Anon. 2002. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. AOAC. NO. 981.12, 947.05, 981.20, 989.05, 925.23. USA.
- Belitz, H. D., Grosch, W. and Schieberle, P. 2009. Food Chemistry. Springer Verlag. Berlin. Germany.
- Brennan, C. S. and Tudorica, C. M. 2008. Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological, textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilization of barley beta-glucan, guar gum and inulin. *Int. J. Food. Sci. Technol.* 43(5): 824-833.
- Camillo, A. and Sabato, S. F. 2004. Effect of combined treatments on viscosity of whey dispersions. *J. Radiat. Phys. Chem.* 71(1-2): 103-106.
- Chang, J. L., Marshall, R. T. and Heymann, H. 1995. Casein micelles partially hydrolyzed by chymosin to modify the texture of low-fat ice cream. *J. Dairy Sci.* 78(12): 2617-2623.
- Cies'la, K., Salmieri, S., Lacroix, M. and Le Tien, C. 2004. Gamma irradiation influence on physical properties of milk proteins. *J. Radiat. Phys. Chem.* 71(1-2): 95-99.
- Fox, P. F. 1987. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology Major Cheese Groups. Elsevier Applied Science. London. UK.
- Modler, H. W. and Kalab, M. 1983. Microstructure of yogurt stabilized with milk protein. *J. Dairy Sci.* 66, 430-437.
- Nouri, M. 2010. The effect of textured skim milk on chemical, rheological and sensory properties of non-fat set yogurt. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture and Natural Resources. Science and Research Branch of Islamic Azad University. Tehran. Iran. (in Farsi)
- Savello, P. A. and Solorio, H. A. 1994. Compositions and Methods Manufacturing a Skim or Low Fat Milk Product with Increased Creamness, Color, Mouthfeel, and Taste Sensations Similar to Milk with a Higher Fat Content. U. S. Patent No. 5368869. Utah State University Foundation.
- Shakeri, M., Beyraghi- Tousi, Sh. and Mortazavi, S. A. 2006. The effect of whey protein concentrate supplementation and hydrolyzed casein on physicochemical and sensory properties of yoghurt probiotics. *Iranian J. Food Sci. Tech.* 3(2):1-9. (in Farsi)
- Spreer, E. 1998. Milk and Dairy Product Technology. Marcel Dekker. Inc. New York..
- Sun, X. and Zeme, M. B. 2007. Calcium and 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> regulation of adipokine expression. *Obesity.* 15(2): 340-348.
- Tamime, A. Y., Kalab, M., Muir, D. D. and Barrantes, E. 1995. The microstructure of set-style, natural yogurt made by substituting microparticulate whey protein for milk fat. *Int. J. Dairy Technol.* 48(4): 107-111.
- Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. 2007. Tamime and Robinson's Yoghurt. Woodhead Publishing Limited and CRC press LLC. New York. USA.
- Westergaard, V. 1994. Milk Powder Technology Evaporation and Spray Drying. Niro A/S. Copenhagen. Denmark.

## **Comparison of Some Chemical, Physical and Sensory Characteristics of Skim, Textured Skim, and Whole Milk During Storage**

**M. Nouri, H. Ezzatpanah\*, S. Abbasi, M. Aminafshar and H. Behmadi**

\* Corresponding Author: Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, P.O.Box: 14515-775, Tehran, Iran.  
E-Mail: hamidezzatpanah@srbiau.ac.ir

Received: 23 April 2011, Accepted: 14 April 2012

The present study compared the chemical, physical and sensory properties of textured skim milk with skim and whole milk over 1, 3, and 5 days of storage at  $4\pm 1$  °C. A skim milk sample was heated at 60°C for 15 min, then 0.4 ml of rennet solution were added to 100 ml of the milk. The milk and rennet mixture was then pasteurized at 65°C for 30 min to deactivate the rennet. Skim, whole and textured milk samples were tested for pH, titratable acidity, protein, fat and total solids and colorimetrics, viscosity, appearance, structure, texture, taste, flavor and overall parameters on days 1, 3 and 5 of storage in a refrigerator. The results revealed that values for the chemical properties of the textured skim milk fell between those of the skim and whole milk for all storage times. The textured skim milk also showed greater viscosity, higher whiteness, yellowness and greenness values than did skim milk ( $p<0.05$ ). Panelists scored textured skim milk higher than skim milk and nearly identically to whole milk. Overall, textured milk was found to have properties similar to whole milk and remains stable over 5 days of storage. For industrial purposes, this product can be simply produced by limiting rennet activity.

**Key word:** Casein, Fat mimetics, Rennet, Textured milk