مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هشتم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، صفحات ۹۲-۸۱

تولید پنیر فراسودمند با استفاده از روغن‌های زیتون و کانولا

بهرام فتحی آچاچلوئی[۱]، جواد حصاری[۲]، صدیف آزادمرد دمیرچی[۲]، سید هادی پیغمبردوست[۲]، محسن اسمعیلی[۳]

۱- نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، پست الکترونیکی: bahram1356@yahoo.com
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی- دانشکده کشاورزی- دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۴

چکیده

سابقه و هدف: محصولات لبنی پرچرب به دلیل داشتن اسیدهای چرب اشباع و کلسترول بالا برای سلامتی افراد به ویژه بیماران قلبی عروقی مضر است. در پژوهش حاضر چربی پنیر سفید ایرانی با روغن‌های زیتون و کانولا که حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و ضروری هستند، به نسبت‌های ۵۰٪ و ۱۰۰ ٪ جایگزین چربی شیر برای تولید پنیر فراسودمند شد. یک نمونه‌ی کنترل نیز برای مقایسه‌ی پنیرهای جایگزین شده با این روغن‌ها تولید شد.

مواد و روش‌ها: ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، شاخص لیپولیز، شمارش باکتری‌های لاکتیکی استارتر، ویژگی‌های حسی و پروفایل اسیدهای چرب نمونه‌های پنیر تولید شده در طول نگهداری و رسیدن پنیر تا ۸۰ روز تعیین شد.

یافته‌ها: چربی پنیرهای جایگزین شده در سطوح مختلف به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دارای اسیدهای چرب ضروری و غیراشباع بیشتر و اسیدهای چرب اشباع کمتری در مقایسه با چربی کنترل بود. در ضمن، پنیرهای تلفیق شده با روغن‌های زیتون و کانولا رطوبت و مقادیر pH بیشتری ($p<۰/۰۵$) نسبت به پنیر کنترل داشتند. هم‌چنین، شاخص لیپولیز پنیرهای حاوی روغن‌های گیاهی و پنیر کنترل به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در طول رسیدن پنیر افزایش نشان داد. شمارش باکتری‌های لاکتوکوکوس در طول نگهداری و رسیدن پنیر تا روز چهلم افزایش و بعد از آن تا روز آخر کاهش نشان داد، ولی شمارش باکتری‌های لاکتوباسیلوس در طول رسیدن پنیر تا روز چهلم کاهش و بعد از آن تا روز آخر افزایش پیدا کرد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش امکان عملی شدن جایگزینی روغن‌های گیاهی با چربی پنیر در پنیر سفید ایرانی را برای تولید محصولات لبنی فراسودمند و سالم‌تر از لحاظ تغذیه‌ای نشان داد.

واژگان کلیدی: چربی شیر، پنیر فراسودمند، اسیدهای چرب ، روغن زیتون، روغن کانولا

• مقدمه

پنیر یکی از محصولات لبنی با ارزش است که مصرف زیادی در جهان و کشور ما دارد. با این‌که پنیر از ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردار است، ولی مصرف محصولات لبنی پرچرب با مشکلات مهم تغذیه‌ای همراه است زیرا کلسترول و چربی اشباع بالایی دارد. امروزه، به دلیل افزایش بیماری‌های مرتبط از جمله قلبی عروقی و چاقی، مصرف‌کنندگان تقاضای روزافزونی برای فراورده‌های لبنی با ترکیب چربی اصلاح شده دارند تا ضمن تأمین نیازهای غذایی از خطرات ناشی از کلسترول و چربی مصون بمانند. پنیر یک محصول تخمیری است که از شیر تولید می‌شود و چربیِ شیر یکی از اجزای اصلی بیشتر واریته‌های پنیر است. بیشتر مردم مصرف پنیر خود را به خاطر نگرانی از مقدار کلسترول و اسیدهای چرب اشباع این چربی محدود می‌کنند.

چربی شیر به عنوان افزایش دهنده‌ی کلسترول خون شناخته شده است. زیرا مقدار کلسترول و اسیدهای چرب اشباع بلند زنجیره‌ی آن زیاد است. به طوری که چربی شیر بیش از ۷۰ ٪ اسیدهای چرب آن، اشباع هستند و در بین آن‌ها اسید لوریک، مریستیک و پالمیتیک خاصیت آتروژنیک (Atherogenic) دارند (۲، ۱). به دلیل نگرانی‌های مذکور از طرف مصرف کنندگان به ویژه افرادی که مشکلات قلبی عروقی دارند، تقاضای مصرف محصولات سالم و متعادل از نظر تغذیه‌ای به گسترش تعدادی از محصولات پنیر کم‌چرب و بدون چربی در بازار مصرف منجر شده است. اما طعم، مزه

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

و بافت این پنیرها مطلوب و مورد پسند مصرف‌کنندگان نیست و تحقیقات فراوانی برای بهبود این معایب در حال انجام است (۶-۳). از دیدگاه تغذیه‌ای، چربی شیر ایده‌ال باید حاوی ۱۰ ٪ اسیدهای چرب چندغیراشباع PUFA (polyunsaturated fatty acids)، ۸٪ اسیدهای چرب اشباع و ۸۲٪ اسیدهای چرب تک غیراشباع MUFA (monounsaturated fatty acids) باشد. البته، چربی شیر را می‌توان با تغییر در نوع چربی موجود در خوراک حیوان تا حدودی بهتر کرد، اما در گاوداری‌ها به ندرت از چنین رژیم‌های غذایی استفاده می‌شود.

محققان سعی کرده‌اند که مقدار چربی پنیر را به خاطر اثرات منفی چربی اشباع پنیر کاهش دهند (۷، ۲) ولی کاهش چربی محصولات لبنی مثل پنیر می‌تواند به کاهش مقبولیت محصول و ارزش بازاریابی آن به خاطر نقش اصلی چربی در ویژگی‌های حسی و بافتی محصول منجر شود (۸، ۶). در حالی که جایگزینی چربی شیر با روغن‌های گیاهی می‌تواند به تعادل نسبت چربی اشباع به غیر اشباع در پنیر کمک کند (۶).

در گذشته، چندین تحقیق برای استفاده از روغن‌های گیاهی به جای چربی شیر در تولید پنیر انجام گرفته است. چنین جایگزین‌هایی می‌تواند مفید باشد، زیرا روغن‌های گیاهی کلسترول ندارند و معمولاً ارزان‌تر هستند و نسبت به چربی شیر کمتر در معرض تغییرات فصلی قرار می‌گیرند. البته در برخی گزارش‌ها نشان داده‌اند که پنیرهای تهیه شده با روغن گیاهی طعم نامطلوب روغنی، بافتی نرم و شکننده و اسیدهای چرب فرّار کمتری دارند (۶). برخی از این مشکلات با ایجاد اصلاحاتی تا حدی برطرف شده‌اند. برای مثال، تلفیق اسیدهای چرب کوتاه زنجیره‌ی روغن آفتابگردان با اسید اولئیک بالا برای جبران کمبود اسیدهای چرب فرّار در پنیر انجام شده است (۶). با توجه به این موارد، اصلاح پروفایل اسیدهای چرب و میزان کلسترول در پنیرهای پر چرب ضروری به نظر می‌رسد. تولید محصولات لبنی کم‌چرب می‌تواند راه‌حلی برای اجتناب از مضرات مصرفی چربی بالا باشد، اما کاهش چربی یا حذف آن در فراورده‌های لبنی مانند دیگر مواد غذایی با توجه به نقش مهم چربی در ویژگی‌های حسی، بافت، عطر و طعم، موجب کاهش بازارپسندی آن‌ها می‌شود (۶، ۲). افزایش علاقه‌ی مصرف‌کنندگان به غذاهای سالم از قبیل پنیر کم‌چرب و پنیر تولید شده با جایگزین‌های چربی باعث گسترش محصولات جدید حاوی اسیدهای چرب غیراشباع برای پاسخ به تقاضای بازار مصرف شده است (۱۱-۹). غنی‌سازی پنیر چدار کم‌چرب با اسیدهای چرب امگا۳ با استفاده از دوکوزاهگزانوئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید بدون تولید طعم نامطلوب انجام گرفته است (۱۲). پنیر سوئیسی نیز با طعم مطلوب با استفاده از روغن‌های گیاهی غنی از اسیدهای چرب اولئیک مثل روغن آفتابگردان تولید شده است (۶). هم‌چنین، از روغن کانولا و کنسانتره پروتئینی آب پنیر به عنوان جایگزین چربی شیر در تولید پنیر سفید تازه استفاده شده است (۱۳).

پژوهش حاضر، جایگزین کردن چربی حیوانی (حاوی مقدار زیادی اسیدهای چرب اشباع و کلسترول) با روغن‌های گیاهی غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع و مفید بررسی شد. روغن‌های زیتون و کلزا حاوی اسیدهای چرب ضروری مانند اسید اولئیک، لینولئیک، لینولنیک و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند توکوفرول‌ها و ترکیبات پلی‌فنلی با خواص تغذیه‌ای سودمند و فیتواسترول‌ها با اثر کاهنده‌ی کلسترول بد خون هستند. علاوه بر این، سعی شد که با کاهش معایب تغذیه‌ای چربی حیوانی، فراورده‌هایی با ویژگی‌های کیفی و حسی قابل مقایسه با پنیر پرچرب تولید شود. با توجه به اثر فیتواسترول‌ها در جلوگیری از جذب روده‌ای کلسترول و وجود مقادیر قابل توجهی اسیدهای چرب غیراشباع و ضروری در روغن‌های کلزا و زیتون به نظر می‌رسد که افزودن این ترکیبات می‌تواند اثر قابل توجهی در اصلاح معایب مذکور داشته باشد. در ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون بیش از ۷۰ ٪ اسید اولئیک وجود دارد و تغذیه با این روغن موجب کاهش کلسترول بد خون می‌شود (۱۴).

در این پژوهش، روغن‌های زیتون و کلزا به صورت روغن همراه با مخلوطی از امولسیفایرهای مناسب، جایگزین تمام یا بخشی از چربی شیر پنیرسازی در تولید پنیر سفید ایرانی شد. تأثیر تیمارهای به کار رفته روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و حسی پنیر و پروفایل اسیدهای چرب و لیپولیز در مقایسه با نمونه‌ی کنترل پنیر بررسی شد. استفاده از روغن‌های گیاهی در تولید پنیر می‌تواند موجب بهبود ارزش تغذیه‌ای آن شود و به عنوان یک محصول فراسودمند تنوع مهمی را در صنعت پنیرسازی ایجاد کند.

در این تحقیق، نمونه‌های مختلف پنیر با روغن‌های گیاهی و نمونه‌ی کنترل تولید شد و اثرات جایگزینی این روغن‌ها روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حسی، لیپولیز و

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

پروفایل اسیدهای چرب نمونه‌های پنیر تولید شده بررسی شد.

• مواد و روش‌ها

مواد: در پژوهش حاضر از این مواد استفاده شد: شیرخام، روغن زیتون، روغن کانولا و امولسیفایرهای پلی‌اکسی اتیلن سوربیتان منواستئارات(P)، سوربیتان منواستئارات(S) و گلیسرول منواستئارات(G)، استارتر پنیر و مایه‌ی پنیر. شیر خام از گروه *دامپروری دانشگاه تبریز*، روغن زیتون و کانولا (به ترتیب با نام تجاری *اویلا* و *رعنا*) از بازار تبریز، امولسیفایرها از شرکت Merck آلمان، استارتر پنیر از کارخانه *پگاه تبریز* (DVS ، ساخت کشور هلند) و مایه پنیر از کارخانه *پگاه تبریز* (Mito، ساخت ژاپن) تهیه شد.

مراحل آماده‌سازی و تولید پنیر: ترکیبات شیمیایی از قبیل مقدار پروتئین، چربی، لاکتوز، ماده‌ی جامد بدون چربی، نقطه‌ی انجماد، چگالی و pH شیر خام مورد استفاده برای پنیر سازی به وسیله دستگاه آنالایزر شیر (مدل Jet1 ، ساخت کشور بلغارستان) اندازه‌گیری شد. چربی شیر به وسیله‌ی سپراتور آزمایشگاهی(مدل ASYA Zenit, GA140) گرفته شد. چربیِ شیرِ پس‌چرخ به روش ژربر اندازه‌گیری شد. مقادیر مختلفی از روغن‌های گیاهی با مخلوطی از امولسیفایرهای پلی‌اکسی‌اتیلن‌سوربیتان منواستئارات (P)، سوربیتان منواستئارات (S) و گلیسرول منواستئارات (G) (به ترتیب به نسبت ۰/۵، ۰/۲ و ۰/۳ و ۲۰ گرم امولسیفایر برای جایگزینی ۵۰٪ روغن و ۴۰ گرم امولسیفایر برای جایگزینی ۱۰۰٪ روغن) استفاده شد. ابتدا در محدوده‌ی دمایی ۴۰ تا ۴۵ درجه‌ی سانتی‌گراد با استفاده از هموژنایزر اولترا توراکس (مدل IKA ، ساخت آلمان) با سرعت حدود ۲۲۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه با مقداری از شیر خام به‌هم زده شد و سپس به بقیه‌ی شیر خام اضافه شد و در دمای ۶۵°C به مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه شد. بعد از سرد شدن در دمای ۳۵ تا ۳۸ درجه‌ی سانتی‌گراد مایه پنیر در مقدار ۰/۰۷ گرم برای ۵ کیلو شیر و استارتر به نسبت ۱٪ وزنی/ وزنی بعد از حل کردن در آب مقطر استریل به شیر اضافه شد و به مدت ۶۰ دقیقه در آن دما نگهداری شد تا دلمه‌ی پنیر تشکیل شود. دلمه‌ی تشکیل شده به قطعات کوچک بریده شد تا آب پنیر خارج شود. دلمه برای خارج شدن آب پنیر تحت پرس قرار گرفت. بعد از آن در اندازه‌های مشخصی بریده شد و یک روز در آب نمک ۲۴٪ نگهداری شد و سپس به شیشه‌های حاوی آب نمک ۸٪ منتقل شد تا مدت ۸۰ روز برای رسیدن نگهداری شود. هر ۲۰ روز یک بار برای انجام آزمایش‌های مربوطه نمونه‌برداری شد.

به منظور بررسی تأثیر جایگزینی چربی شیر با روغن‌های گیاهی در تهیه‌ی پنیر سفید ایرانی، چهار تیمار به همراه نمونه‌ی پنیر تهیه شده‌ی شاهد از شیر کامل(نمونه‌ی کنترل) به شرح ذیل بررسی شد:

جایگزینی روغن زیتون در دو سطح (۱۸۰ گرم و ۳۵۰ گرم روغن در ۱۰ کیلوگرم شیر) به شیر پس‌چرخ، همراه با مخلوطی از امولسیفایرهای P ، S و G (به ترتیب به نسبت ۰/۵، ۰/۲ و ۰/۳) جایگزینی روغن کانولا در دو سطح (۱۸۰ گرم و ۳۵۰ گرم روغن در ۱۰ کیلوگرم شیر) به شیر پس‌چرخ، همراه با مخلوطی از امولسیفایرهای P ، S و G .

آنالیز شیمیایی نمونه‌های پنیر تولید شده: طی مدت رسیدن (۸۰ روز) هر ۲۰ روز یک بار چربی، رطوبت، نمک، ماده‌ی جامد و pH نمونه‌های پنیر مطابق روش *Marshall* (۱۵) اندازه‌گیری شدند.

شاخص شدت لیپولیز نمونه‌های پنیرهای تولید شده طبق روش *Nunez* و همکاران و *Park* اندازه‌گیری شد. شدت لیپولیز در نمونه‌های پنیر که به صورت مقدار درجه اسیدی ADV (Acid Degree Value) نمایش داده می‌شود، در طول ۸۰ روز نگهداری نمونه‌های پنیر هر ۲۰ روز یک بار اندازه‌گیری شد (۱۷، ۱۶). نمونه‌های پنیر به میزان ۱۰ گرم با ۶ گرم سولفات سدیم بدون آب کاملاً خرد و با ۶۰ میلی-لیتر دی‌اتیل‌اتر به یک ظرف در پیچ‌دار منتقل و با همزن مغناطیسی کاملاً مخلوط شد. مخلوط به دست آمده با استفاده از کاغذ واتمن شماره‌ی ۱ صاف شد. رسوب باقی-مانده دو بارِ متوالی و هر بار با ۲۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر شسته شد. محلول زیرِ صافی با محلول پتاس اتانولی ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل‌فتالئین تا ایجاد رنگ ارغوانی پایدار به مدت ۲۰ ثانیه تیتر شد. بعد از تیتراسیون، حلال در زیر هود تبخیر شد. چربی باقی‌مانده توزین و مقدار کل اسیدهای چرب آزاد در پنیر با واحد میلی‌اکی‌والان در یک کیلوگرم چربی گزارش شد.

آزمون میکروبی نمونه‌های پنیر تولید شده برای شمارش استارترهای مورد استفاده: برای شمارش جمعیت استارترهای مورد استفاده (DVS ، ساخت هلند) در نمونه‌های پنیر تولید شده به روش کشت میکروبی با استفاده از دو محیط کشت روگازا آگار و M-17Agar مطابق روش‌های استاندارد توضیح داده شده توسط *Marshall*

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

استفاده شد (۱۵). کشت کلونی‌های باکتری‌های *لاکتوکوکوس* روی محیط کشت M17 آگار به صورت پورپلیت و با شرایط انکوباسیون ۴۸ ساعت در ۳۷°C (هوازی) انجام شد. کشت کلونی‌های باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* روی محیط کشت روگازا آگار اسیدی به صورت پورپلیت و با شرایط انکوباسیون ۷۲ ساعت در ۳۷°C (بی هوازی) انجام گرفت (۱۵).

استخراج روغن از نمونه‌های پنیر برای آنالیز اسیدهای چرب: استخراج روغن از نمونه‌های پنیر مطابق روش *Prandini* و همکاران (۱۸) در شرایط سرد (دمای یخچال معمولی) انجام گرفت. به این ترتیب که ۱۰ گرم پنیر با ۱۰۰ میلی‌لیتر مخلوط کلروفرم- متانول (۱:۲ حجمی/حجمی) مخلوط شد. مخلوط حاصل بعد از همگن کردن به مدت ۳ تا ۴ دقیقه در هموژنایزر اولترا توراکس (مدل IKA ، ساخت آلمان) ۳۰ دقیقه با شیکر آزمایشگاهی به هم زده شد. سپس با استفاده از کاغذ صافی معمولی داخل قیف دکانتور ریخته شد و ۲۵ میلی‌لیتر از محلول NaCl اشباع به مخلوط فوق اضافه شد. فاز کلروفرم با استفاده از سولفات سدیم بدون آب دهیدراته شده و توسط سپراتور چرخان در ۴۰ °C تحت خلأ خشک شد. روغن حاصل برای آنالیزهای بعدی در دمای ۲۰°C- نگهداری شد.

اندازه‌گیری اسیدهای چرب: آماده‌سازی مشتق متیل استر اسیدهای چرب و آنالیز آن‌ها با دستگاه کروماتوگرافی گازی بر اساس روش گزارش شده توسط *Azadmard-Damirchi* و *Dutta* انجام گرفت(۱۹). در حدود ۱۰ میلی‌گرم روغن در ۰/۵ میلی‌لیتر هگزان در لوله آزمایش حل شد و سپس ۲ میلی‌لیتر NaOH ۰/۰۱ مولار تهیه شده در متانول خشک به لوله آزمایش اضافه شد. لوله آزمایش حاوی محلول‌های یاد شده در حمام آب ۶۰°C به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری شد. سپس ۳ میلی‌لیتر معرف BF3 افزوده و ۱۰ دقیقه دیگر در حمام آب ۶۰°C نگهداری شد. بعد از انجام واکنش، لوله آزمایش یاد شده تحت جریان آب ، سرد شده و ۲ میلی‌لیتر محلول نمک ۲۰ ٪ و ۱ میلی‌لیتر هگزان اضافه شد. بعد از مخلوط کردن کامل، سانتریفوژ کرده و لایه هگزان حاوی متیل استرهای اسیدهای چرب جداسازی شد. سپس آنالیز متیل استر اسیدهای چرب طبق روش *Azadmard-Damirchi* و *Dutta* (۲۰۰۸) با اعمال برخی تغییرات جزئی صورت گرفت. برای جداسازی متیل استرهای اسیدهای چرب از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به ستون موئینی سیلیکانی BPX70 (مدل SGE, AUSTIN، آمریکا) به طول ۵۰ متر و قطر ۰/۲۲ میلی‌متر با ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد (۱۹). دمای اولیه ۵۰°C به مدت ۲ دقیقه بود و با افزایش ۱۰°C در دقیقه به ۲۳۰°C رسید. دمای پورت تزریق ۲۱۰°C و دمای آشکارساز ۲۴۰°C بود. تزریق به GC به صورت Split انجام گرفت.

آزمون حسی نمونه‌های پنیر تولید شده: آزمون حسی پنیر بعد از ۶۰ و ۸۰ روز سپری شدن از زمان رسیدن پنیرهای آماده شده به وسیله ۱۲ نفر ارزیاب حسی انتخاب شده از بین دانشجویان ارشد *گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تبریز* و به روش آزمایش هدونیک پنج نقطه‌ای انجام گرفت. نمونه‌های پنیر برای ارزیاب‌های حسی به صورت تصادفی انتخاب شد تا شاخص‌های طعم روغن، طعم رنسید، مزه‌ی تلخ، شوری و مقبولیت کلی ارزیابی شود(برای طعم، مزه و بافت نمره‌ی ۱ برای نمونه‌های خیلی بد و نمره‌ی ۵ برای نمونه‌های خیلی خوب در نظر گرفته شد).

تجزیه و تحلیل آماری: همه‌ی آزمایش‌ها و اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار انجام شد و با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳) میانگین داده‌ها و خطای آزمایش محاسبه شد. آنالیز واریانس با استفاده از روش‌های Mixed Procedure و GLM (General Linear Model) انجام گرفت و اثرات تیمارها و تکرارها تخمین زده شد و سطح معنی‌داری در سطح احتمال کمتر از ۵٪ تعیین شد.

• یافته‌ها

ترکیب شیمیایی اولیه‌ی شیر خام در جدول ۱ خلاصه شده است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های پنیر تلفیق شده با غلظت‌های مختلف روغن‌های زیتون و کانولا در طول نگهداری و رسیدن پنیر در جدول۲ آورده شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، مقدار رطوبت همه‌ی نمونه‌های پنیر به طور معنی‌داری($p<۰/۰۵$) طی رسیدن نمونه‌های پنیر افزایش یافته است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی شیرخام مورد استفاده برای تولید پنیرهای مختلف

pH	چربی(٪)	لاکتوز(٪)	نقطه انجماد(°C)	ماده جامد بدون چربی(٪)	پروتئین(٪)	دانسیته
۶/۶۷ ±۰/۰۱	۳/۵۶ ±۰/۱۲	۴/۸۳ ±۰/۱۱	-۰/۵۳۵ ±۰/۰۲	۸/۷۱ ±۰/۱۳	۳/۴ ±۰/۲۲	۱/۰۳۱ ±۰/۰۲

جدول ۲. اثرات تیمارهای مختلف جایگزینی روغن‌های زیتون و کانولا بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پنیرهای تولید شده

زمان رسیدن پنیر	تیمارهای مختلف پنیر	pH	رطوبت(٪)	نمک(٪)	چربی(٪)	لیپولیز(meq/kg oil)
روز اول	پنیر کنترل	۵/۹۳±۰/۰۱^{b}	۵۶/۸۹ ±۰/۴۲^{d}	۲/۲۰۲ ±۰/۰۹^{a}	۱۸ ±۰/۱۱^{a}	۴/۱۶ ±۰/۶۲^{b}
	تیمار۱	۶/۱۰±۰/۰۱^{a}	۵۸/۸۹ ±۰/۴۲^{c}	۱/۹۸ ±۰/۰۹^{a}	۱۶ ±۰/۱۱^{b}	۲/۱۳ ±۰/۶۲^{d}
	تیمار۲	۵/۸۸±۰/۰۱^{d}	۶۰/۹۸ ±۰/۴۲^{b}	۲/۱۶ ±۰/۰۹^{a}	۱۶ ±۰/۱۱^{b}	۴/۳۴ ±۰/۶۲^{b}
	تیمار۳	۵/۹۰±۰/۰۱^{c}	۶۲/۶۷ ±۰/۴۲^{a}	۲/۰۱ ±۰/۰۹^{a}	۱۵ ±۰/۱۱^{c}	۲/۳۷ ±۰/۶۲^{c}
	تیمار۴	۵/۸۵±۰/۰۱^{c}	۶۳/۱۱ ±۰/۴۲^{a}	۲/۰۵۲ ±۰/۰۹^{a}	۱۵ ±۰/۱۱^{c}	۵/۱۰ ±۰/۶۲^{a}
روز بیستم	پنیر کنترل	۶/۰۷±۰/۰۱^{a}	۵۷/۶۷ ±۰/۴۴^{d}	۲/۲۲ ±۰/۱۳^{a}	۱۸ ±۰/۱۱^{a}	۴/۵۲ ±۱/۱۰^{b}
	تیمار۱	۶/۰۷±۰/۰۱^{a}	۵۹/۲۹ ±۰/۴۴^{c}	۲/۰۷ ±۰/۱۳^{a}	۱۶ ±۰/۱۱^{b}	۲/۵۲ ±۱/۱۰^{c}
	تیمار۲	۵/۹۲±۰/۰۱^{c}	۶۱/۵۴ ±۰/۴۴^{b}	۲/۲۲ ±۰/۱۳^{a}	۱۶ ±۰/۱۱^{b}	۴/۵۲ ±۱/۱۰^{b}
	تیمار۳	۵/۹۹±۰/۰۱^{b}	۶۴/۶۷ ±۰/۴۴^{a}	۲/۰۷ ±۰/۱۳^{a}	۱۵ ±۰/۱۱^{c}	۲/۴۶ ±۱/۱۰^{c}
	تیمار۴	۵/۹۲±۰/۰۱^{c}	۶۵/۶۷ ±۰/۴۴^{a}	۲/۱۷ ±۰/۱۳^{a}	۱۵ ±۰/۱۱^{c}	۵/۳۲ ±۱/۱۰^{a}
روز چهلم	پنیر کنترل	۶/۲۴±۰/۰۱^{b}	۵۸/۱۱ ±۰/۵۳^{c}	۲/۲۵ ±۰/۱۲^{a}	۱۸ ±۰/۱۱^{a}	۶/۱۴ ±۱/۱۱^{a}
	تیمار۱	۶/۲۷±۰/۰۱^{a}	۶۰/۷۸ ±۰/۵۳^{b}	۲/۲۲ ±۰/۱۲^{a}	۱۶ ±۰/۱۱^{b}	۳/۰۷ ±۱/۱۱^{c}
	تیمار۲	۶/۱۸±۰/۰۱^{d}	۶۲/۲۸ ±۰/۵۳^{b}	۲/۲۰ ±۰/۱۲^{a}	۱۶ ±۰/۱۱^{b}	۵/۳۵ ±۱/۱۱^{b}
	تیمار۳	۶/۲۱±۰/۰۱^{c}	۶۵/۵۶ ±۰/۵۳^{a}	۲/۰۷ ±۰/۱۲^{a}	۱۵ ±۰/۱۱^{c}	۲/۶۰ ±۱/۱۱^{d}
	تیمار۴	۶/۱۶±۰/۰۱^{c}	۶۵/۸۷ ±۰/۵۳^{a}	۲/۲۷ ±۰/۱۲^{a}	۱۵ ±۰/۱۱^{c}	۶/۲۳ ±۱/۱۱^{a}
روز شصتم	پنیر کنترل	۵/۶۴±۰/۰۱^{c}	۵۹/۵۶ ±۰/۵۱^{c}	۲/۲۲ ±۰/۱۳^{a}	۱۷/۸ ±۰/۱۱^{a}	۷/۳۷ ±۱/۰۳^{a}
	تیمار۱	۵/۷۴±۰/۰۱^{a}	۶۰/۹۸ ±۰/۵۱^{c}	۲/۳۵ ±۰/۱۳^{a}	۱۶ ±۰/۱۱^{b}	۴/۵۱ ±۱/۰۳^{d}
	تیمار۲	۵/۵۸±۰/۰۱^{d}	۶۳/۳۴ ±۰/۵۱^{b}	۲/۱۹ ±۰/۱۳^{a}	۱۶ ±۰/۱۱^{b}	۶/۱۱ ±۱/۰۳^{c}
	تیمار۳	۵/۶۷±۰/۰۱^{b}	۶۵/۶۷ ±۰/۵۱^{a}	۲/۱۲ ±۰/۱۳^{a}	۱۵ ±۰/۱۱^{c}	۳/۴۶ ±۱/۰۳^{e}
	تیمار۴	۵/۶۵±۰/۰۱^{c}	۶۵/۷۰ ±۰/۵۱^{a}	۲/۲۹ ±۰/۱۳^{a}	۱۵ ±۰/۱۱^{c}	۶/۷۲ ±۱/۰۳^{b}
روز هشتادم	پنیر کنترل	۶/۰۸±۰/۰۱^{c}	۵۹/۳۴ ±۰/۵۳^{c}	۲/۲۳ ±۰/۱۲^{a}	۱۷/۷ ±۰/۱۱^{a}	۱۲/۴۰ ±۱/۵۸^{a}
	تیمار۱	۶/۲۴±۰/۰۱^{a}	۶۰/۶۷ ±۰/۵۳^{c}	۲/۳۹ ±۰/۱۲^{a}	۱۵/۷ ±۰/۱۱^{b}	۱۱/۴۰ ±۱/۵۸^{b}
	تیمار۲	۵/۹۲±۰/۰۱^{d}	۶۲/۳۴ ±۰/۵۳^{b}	۲/۲۳ ±۰/۱۲^{a}	۱۵/۸ ±۰/۱۱^{b}	۱۰/۵۰ ±۱/۵۸^{c}
	تیمار۳	۶/۲۳±۰/۰۱^{a}	۶۵/۳۴ ±۰/۵۳^{a}	۲/۱۹ ±۰/۱۲^{a}	۱۴/۷ ±۰/۱۱^{c}	۶/۷۵ ±۱/۵۸^{d}
	تیمار۴	۶/۲۰±۰/۰۱^{b}	۶۶/۳۴ ±۰/۵۳^{a}	۲/۲۵ ±۰/۱۲^{a}	۱۴/۸ ±۰/۱۱^{c}	۱۱/۳ ±۱/۵۸^{b}

تیمار۱: پنیر تیمار شده با ۵۰ ٪ روغن کانولا، تیمار ۲: پنیر تیمار شده با ۵۰ ٪ روغن زیتون، تیمار ۳: پنیر تیمار شده با ۱۰۰ ٪ روغن کانولا، تیمار ۴: پنیر تیمار شده با ۱۰۰ ٪ روغن زیتون. میانگین اعداد تعیین شده در سه تکرار (%CV<۳) .

کاهش مقدار چربی شیر مقدار رطوبت پنیر را افزایش داد (جدول۲). مقدار نمک پنیر در طول رسیدن کمی‌افزایش یافت، اما این افزایش در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار نبود (جدول۲). کمترین و بیشترین مقدار چربی در نمونه‌های پنیر به ترتیب ۱۵ ٪ و ۱۸ ٪ بود (جدول۲). بیشترین مقدار نمک و چربی در طول رسیدن پنیر به ترتیب به نمونه‌های پنیر تلفیق شده با روغن کانولا (با ۵۰٪ جایگزینی) و نمونه‌ی کنترل مربوط می‌شود. علت پایین بودن چربی در نمونه‌های پنیرتولید شده با جایگزینی روغن‌های گیاهی به احتمال زیاد ناشی از اتلاف و افت روغن‌های گیاهی تلفیق شده با مخلوطی از امولسیفایرها است. مقدار چربی نمونه‌های پنیر تیمار شده در طول

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

رسیدن پنیر به دلیل افزایش مقدار رطوبت و لیپولیز چربی کاهش یافت. اسیدیته‌ی قابل تیتر از روز اول تا روز چهلم رسیدن پنیر کاهش یافت، ولی بعد از آن تا روز هشتادم افزایش پیدا کرد. افزایش اسیدیته در طول ۴۰ تا ۸۰ روز ممکن است به خاطر تشکیل اسید لاکتیک به وسیله باکتری‌های استارتر و غیراستارتر باشد. این پدیده می‌تواند بوسیله افزایش جمعیت میکروبی باکتری‌های استارتر بعد از روز چهلم توجیه شود (جدول ۳). هر چند که تعداد و نحوه‌ی رشد باکتری‌های لاکتوکوکوس برعکس باکتری‌های لاکتوباسیلوس در طول رسیدن پنیر بود (جدول ۳).

مقدار درجه‌ی اسیدی ADV (Acid Degree Value) به عنوان شاخص لیپولیز در طول رسیدن نمونه‌های پنیر تولید شده با جایگزینی روغن‌های زیتون و کانولا و نمونه‌ی پنیر کنترل در جدول ۲ آورده شده است. مقدار درجه‌ی اسیدی به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در همه‌ی نمونه‌های پنیر در طول رسیدن پنیر افزایش پیدا کرد این موضوع نشان‌دهنده‌ی هیدرولیز چربی در طول رسیدن پنیر است. هم‌چنین، شدت لیپولیز بین تیمارهای مختلف به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) متفاوت بود. نرخ افزایش لیپولیز در طول زمان رسیدن پنیر در جدول ۲ نشان داده شده است. در این پژوهش لیپولیزِ بیشتر پنیرهای تلفیق شده با روغن‌های گیاهی احتمالاً به دلیل وجود نداشتن غشای گلبول‌های چربی در محصولات حاوی روغن‌های گیاهی است.

نتایج حاصل از آنالیز واریانس و مقایسه‌ی میانگین داده‌های مربوط به شمارش میکروارگانیسم‌ها (log cfu/g) در پنیرهای کنترل و پنیرهای تولید شده با روغن‌های زیتون و کانولا در طول مدت زمان نگهداری ۸۰ روز در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس نمونه‌های پنیر نشان داد که نوع تیمار، مدت زمان نگهداری و اثرات متقابل آن‌ها اثر معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بر شمارش باکتری‌های آغازگر، به ویژه لاکتوکوکوس‌ها و لاکتوباسیل‌ها دارد. جدول ۳ تغییرات تعداد کلونی‌های باکتری‌های لاکتوکوکوس و لاکتوباسیل را در نمونه‌های پنیر طی مدت زمان ۸۰ روز نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که شمارش تعداد باکتری‌های لاکتوکوکوس طی مدت زمان نگهداری به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) تا روز چهلم نگهداری پنیرها در طی رسیدن افزایش و بعد از آن تا روز هشتادم نگهداری به تدریج کاهش می‌یابد. هم‌چنین، با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که تعداد باکتری‌های لاکتوباسیلوس طی مدت زمان نگهداری به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) تا روز چهلم نگهداری پنیرها کاهش یافته و بعد از آن تا روز هشتادم به تدریج افزایش می‌یابد. علت این تفاوت احتمالاً مربوط به افزایش بیشتر pH در انتهای زمان نگهداری (۸۰ روز) در نمونه‌های پنیر است. با توجه به این که میزان pH در طول نگهداری و رسیدن پنیر افزایش پیدا می‌کند، این تغییر شرایط می‌تواند اثر مثبتی روی رشد *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* داشته باشد.

جدول ۳ . شمارش میکروارگانیسم‌ها در پنیرهای تولید شده در طول مدت زمان نگهداری ۸۰ روز (Log cfu/g)

میکروارگانیسم	نمونه‌ها	مدت زمان نگهداری				
		روز اول	روز بیستم	روز چهلم	روز شصتم	روز هشتادم
لاکتوکوکوس‌ها	پنیر کنترل	۶/۳۴ ±۰/۰۵^{a}	۶/۴۶ ±۰/۰۶^{a}	۷/۳۵ ±۰/۰۶^{a}	۴/۸۰±۰/۰۵^{e}	۴/۵۳ ±۰/۰۷^{d}
	پنیر حاوی ۵۰٪ روغن کانولا	۴/۷۲ ±۰/۰۵^{e}	۶/۵۵ ±۰/۰۶^{a}	۷/۴۴ ±۰/۰۶^{a}	۶/۶۰ ±۰/۰۵^{a}	۶/۳۶ ±۰/۰۷^{a}
	پنیر محتوی ۵۰٪ روغن زیتون	۵/۴۹ ±۰/۰۵^{c}	۶/۵۷ ±۰/۰۶^{a}	۶/۶۶ ±۰/۰۶^{c}	۶/۱۴ ±۰/۰۵^{b}	۵/۹۰ ±۰/۰۷^{b}
	پنیر حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا	۵/۰۲ ±۰/۰۵^{d}	۵/۱۶±۰/۰۶^{b}	۵/۹۳ ±۰/۰۶^{d}	۵/۵۸ ±۰/۰۵^{d}	۵/۴۱ ±۰/۰۷^{c}
	پنیر حاوی ۱۰۰٪ روغن زیتون	۵/۸۸ ±۰/۰۵^{b}	۶/۴۴ ±۰/۰۶^{a}	۷/۱۶±۰/۰۶^{b}	۵/۷۴ ±۰/۰۵^{c}	۵/۲۶ ±۰/۰۷^{c}
لاکتوباسیلوس‌ها	پنیر کنترل	۷/۲۳ ±۰/۱۲^{b}	۶/۵۷ ±۰/۱۶^{b}	۶/۷۰ ±۰/۱۷^{a}	۵/۷۰ ±۰/۱۸^{b}	۵/۶۷ ±۰/۱۸^{bc}
	پنیر حاوی ۵۰٪ روغن کانولا	۸/۸۷ ±۰/۱۲^{a}	۶/۶۸ ±۰/۱۶^{b}	۴/۴۸ ±۰/۱۷^{d}	۵/۹۴ ±۰/۱۸^{b}	۵/۷۶ ±۰/۱۸^{b}
	پنیر حاوی ۵۰٪ روغن زیتون	۷/۵۴ ±۰/۱۲^{b}	۷/۴۲ ±۰/۱۶^{a}	۵/۸۰ ±۰/۱۷^{b}	۶/۵۶ ±۰/۱۸^{a}	۶/۷۸ ±۰/۱۸^{a}
	پنیر حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا	۵/۸۰ ±۰/۱۲^{d}	۵/۲۱ ±۰/۱۶^{c}	۴/۵۰ ±۰/۱۷^{d}	۵/۰۰ ±۰/۱۸^{c}	۵/۱۸ ±۰/۱۸^{c}
	پنیر حاوی ۱۰۰٪ روغن زیتون	۶/۵۹ ±۰/۱۲^{c}	۶/۴۱ ±۰/۱۶^{b}	۵/۰۴ ±۰/۱۷^{c}	۶/۱۶ ±۰/۱۸^{ab}	۶/۲۸ ±۰/۱۸^{a}

a- e: کلمات غیرمشابه در هر ستون یعنی وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال P <۰/۰۵ بین تیمارهای پنیر در روزهای مختلف رسیدن پنیر

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

پروفایل اسیدهای چرب اندازه‌گیری شده در روغن استخراج شده از این پنیر ها در جدول۴ نشان می‌دهد که همه‌ی پنیرهای تیمار شده با روغن‌های گیاهی در مقایسه با نمونه‌ی پنیر کنترل، تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دارند. مهم‌ترین و بیشترین اسیدهای چرب موجود در پنیر کنترل اسیدهای چرب اشباع بودند؛ شامل: اسیدهای بوتیریک (C4:0)، کاپروئیک (C6:0)، کاپریک (C8:0)، کاپریلیک (C10:0)، لوریک(C12:0)، مریستیک(C14:0)، پالمیتیک (C16:0) و استئاریک (C18:0). همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، مقدار این اسیدهای چرب به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در نمونه‌ی پنیر کنترل نسبت به نمونه‌های پنیر تیمار شده با روغن‌های زیتون و کانولا بیشتر بود. مهم‌ترین و بیشترین اسیدهای چرب غیر اشباع در نمونه‌های پنیرهای تیمار شده با روغن‌های زیتون و کانولا اسیدهای اولئیک (C18:1)، لینولئیک (C18:2) و لینولنیک (C18:3) بودند که مقدارشان به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در نمونه‌های پنیر تیمار شده با روغن‌های گیاهی نسبت به نمونه‌ی پنیر کنترل بیشتر بود (جدول ۴). پروفایل اسیدهای چرب تیمارهای مختلف پنیر مربوط به روزهای مختلف رسیدن پنیر در این بررسی نشان داد که با افزایش درصد روغن گیاهی در نمونه‌های پنیر میزان اسیدهای چرب اشباع (C4:0 تا C18:0) کاهش و میزان اسیدهای چرب غیراشباع (C18:1، C18:2 و C18:3) افزایش یافته است. علت این امر را می‌توان به مقادیر زیاد اسیدهای چرب غیراشباع و مقادیر بسیار کم اسیدهای چرب اشباع در روغن‌های زیتون و کانولا نسبت داد.

میزان اسید اولئیک که اسید چرب غالب زیتون است، در نمونه‌های پنیر حاوی زیتون در مقایسه با نمونه‌های حاوی کانولا افزایش بیشتری داشته است. هم‌چنین، میزان اسید لینولئیک که اسید چرب غالب کانولا به شمار می‌رود، در نمونه‌های پنیر حاوی کانولا افزایش بیشتری نسبت به نمونه‌های حاوی زیتون داشته است (جدول ۴).

جدول ۴. اثرات تیمارهای مختلف جایگزینی روغن‌های زیتون و کانولا بر ترکیب اسیدهای چرب (٪) پنیرهای تولید شده

زمان رسیدن پنیر	تیمارهای مختلف پنیر	C4:0	C6:0	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
روز اول	پنیر کنترل	۲/۴^{a}	۱/۶^{a}	۳/۰^{a}	۳/۵^{a}	۱۱/۲^{a}	۲۷/۵^{a}	۱۲/۵^{a}	۱۷/۰^{e}	۱/۵^{e}	۰/۵^{c}	
	تیمار۱	۱/۵^{b}	۱/۰^{b}	۱/۶^{b}	۱/۹^{b}	۵/۵^{b}	۱۶/۰^{c}	۶/۸^{c}	۴۱/۰^{d}	۱۰/۵^{e}	۵/۷^{b}	
	تیمار۲	۱/۴^{b}	۰/۹^{b}	۱/۵^{c}	۱/۸^{b}	۵/۷^{b}	۲۱/۰^{b}	۸/۱^{b}	۴۶/۵^{c}	۵/۲^{e}	۰/۹^{c}	
	تیمار۳	۰/۰۱۴^{c}	۰/۰۰۹^{c}	۰/۰۱۶^{d}	۰/۰۱۸^{c}	۰/۱۵^{c}	۳/۸^{c}	۱/۷^{e}	۵۷/۴^{b}	۱۹/۳^{e}	۹/۲^{a}	
	تیمار۴	۰/۰۱۵^{c}	۰/۰۰۸^{c}	۰/۰۱۷^{d}	۰/۰۱۹^{c}	۰/۰۷^{c}	۱۱/۸^{d}	۲/۷^{d}	۶۶/۵^{a}	۷/۳^{e}	۰/۴۵^{c}	
روز چهلم	پنیر کنترل	۲/۳^{a}	۱/۵^{a}	۲/۹^{a}	۳/۴^{a}	۱۱/۲^{a}	۲۷/۴^{a}	۱۲/۵^{a}	۱۷/۰^{e}	۱/۵^{e}	۰/۵^{c}	
	تیمار۱	۱/۴^{b}	۱/۰^{b}	۱/۵^{b}	۱/۸۵^{b}	۵/۴^{c}	۱۶/۰^{c}	۶/۷^{c}	۴۰/۸^{d}	۱۰/۳^{b}	۵/۵^{b}	
	تیمار۲	۱/۳^{b}	۱/۴^{c}	۱/۵^{b}	۱/۷^{b}	۵/۶^{b}	۲۰/۸^{b}	۸/۰^{b}	۴۶/۲^{c}	۵/۰^{d}	۰/۸^{c}	
	تیمار۳	۰/۰۱۴^{c}	۰/۰۰۸^{c}	۰/۰۱۹^{c}	۰/۰۱۸^{c}	۰/۱۴^{d}	۳/۷^{e}	۱/۶^{e}	۵۷/۱^{b}	۱۹/۱^{a}	۹/۰^{a}	
	تیمار۴	۰/۰۱۵^{c}	۰/۰۰۸^{c}	۰/۰۱۶^{d}	۰/۰۱۸^{c}	۰/۰۶^{d}	۱۱/۷^{d}	۲/۶^{d}	۶۶/۲^{a}	۷/۲^{c}	۰/۴۴^{c}	
روز هشتادم	پنیر کنترل	۲/۲^{a}	۱/۴^{a}	۲/۸^{a}	۳/۳^{a}	۱۱/۱^{a}	۲۷/۳^{a}	۱۲/۴^{a}	۱۶/۹^{e}	۱/۴^{e}	۰/۴۳^{c}	
	تیمار۱	۱/۳^{b}	۰/۹^{b}	۱/۴^{b}	۱/۶^{b}	۵/۳^{c}	۱۵/۹^{c}	۶/۶^{c}	۴۰/۶^{d}	۱۰/۱^{b}	۵/۲^{b}	
	تیمار۲	۱/۲^{b}	۱/۳^{c}	۱/۴^{b}	۰/۰۱۴^{d}	۵/۵^{b}	۲۰/۷^{b}	۷/۹^{b}	۴۶/۰^{c}	۴/۹^{d}	۰/۷^{c}	
	تیمار۳	۰/۰۱۲^{c}	۰/۰۰۷^{c}	۰/۱۷^{c}	۰/۰۱۷^{d}	۰/۱۳^{d}	۳/۶^{e}	۱/۵^{e}	۵۶/۷^{b}	۱۸/۹^{a}	۸/۷^{a}	
	تیمار۴	۰/۰۱۳^{c}	۰/۰۰۷^{c}	۰/۰۱۵^{d}	۰/۰۱۷^{d}	۰/۰۶^{d}	۱۱/۶^{d}	۲/۵^{d}	۶۵/۸^{a}	۷/۰^{c}	۰/۴۱^{c}	

a– e: کلمات غیر مشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $P<۰/۰۵$ بین تیمارهای پنیر در روزهای مختلف رسیدن پنیر می‌باشد.

تیمار۱: پنیر تیمار شده با ۵۰ ٪ روغن کانولا، تیمار ۲: پنیر تیمار شده با ۵۰ ٪ روغن زیتون، تیمار ۳: پنیر تیمار شده با ۱۰۰ ٪ روغن کانولا، تیمار ۴: پنیر تیمار شده با ۱۰۰٪ روغن زیتون. میانگین اعداد تعیین شده در سه تکرار (%CV<۳) .

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

داده‌های مربوط به ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر در روزهای شصتم و هشتادم نگهداری در جدول ۵ آورده شده است. مقبولیت کلی، ظاهر و رنگ پنیرها در طول آزمون حسی خوب ارزیابی شد. بین تیمارهای مختلف اختلافات معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) وجود داشت. جالب توجه است که نمرات ارزیابی مقبولیت کلی نشان داد که پنیرهای محتوی روغن‌های زیتون و کانولا (با ۱۰۰ ٪ جایگزینی روغن) بیشترین نمرات را نسبت به پنیرهای دیگر برای مقبولیت کلی دریافت کردند. هم‌چنین نمونه‌ی کنترل نمره‌ی مقبولیت بیشتری نسبت به پنیرهای حاوی روغن‌های زیتون و کانولا با ۵۰ ٪ جایگزینی روغن داشت. با وجود این، همه‌ی نمونه‌های پنیر توسط ارزیاب‌ها به عنوان محصولات قابل قبول ارزیابی شدند. هیچ گونه طعم نامطلوب یا تلخ برای نمونه‌های پنیر در طول نگهداری و رسیدن پنیر گزارش نشد. در مجموع، ارزیاب‌ها نمونه‌های پنیر حاوی روغن زیتون و کانولا را به خاطر طعم و ظاهر بهتر ترجیح دادند.

جدول ۵. ویژگی‌های حسی پنیرهای تولید شده در طول مدت زمان نگهداری ۶۰ و ۸۰ روز

زمان رسیدن پنیر	تیمارهای پنیر	ویژگی‌های حسی				
		طعم روغن	شوری	تندی	تلخی	مقبولیت کلی
روز شصتم	پنیر کنترل	۱/۰۰ ±۰/۳۲^{c}	۲/۳۳ ±۰/۳۶^{a}	۱/۰۰ ±۰/۲۰^{a}	۱/۰۰ ±۰/۲۰^{a}	۳/۶۶ ±۰/۳^{a}
	پنیر حاوی ۵۰٪ روغن کانولا	۱/۶۶ ±۰/۳۲^{bc}	۲/۳۳ ±۰/۳۶^{a}	۱/۰۰ ±۰/۲۰^{a}	۱/۰۰ ±۰/۲۰^{a}	۳/۶۶ ±۰/۳^{a}
	پنیر حاوی ۵۰٪ روغن زیتون	۲/۳۳ ±۰/۳۲^{ab}	۲/۶۶ ±۰/۳۶^{a}	۱/۰۰ ±۰/۲۰^{a}	۱/۰۰ ±۰/۲۰^{a}	۳/۶۶ ±۰/۳^{a}
	پنیر حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا	۱/۶۶ ±۰/۳۲^{bc}	۲/۶۶ ±۰/۳۶^{a}	۱/۳۳ ±۰/۲۰^{a}	۱/۳۳ ±۰/۲۰^{a}	۴/۶۶ ±۰/۳^{a}
	پنیر حاوی ۱۰۰٪ روغن زیتون	۳/۰۰ ±۰/۳۲^{a}	۲/۳۳ ±۰/۳۶^{a}	۱/۳۳ ±۰/۲۰^{a}	۱/۶۶ ±۰/۲۰^{a}	۴/۶۶ ±۰/۳^{a}
روز هشتادم	پنیر کنترل	۱/۰۰ ±۰/۲۸^{d}	۳/۶۶ ±۰/۲۷^{a}	۱/۰۰ ±۰/۳^{a}	۱/۰۰ ±۰/۲۵^{c}	۳/۶۶ ±۰/۲^{b}
	پنیر حاوی ۵۰٪ روغن کانولا	۲/۳۳ ±۰/۲۸^{bc}	۳/۳۳ ±۰/۲۷^{a}	۲/۳۳ ±۰/۳^{a}	۱/۰۰ ±۰/۲۵^{c}	۴/۰۰ ±۰/۲^{b}
	پنیر حاوی ۵۰٪ روغن زیتون	۲/۶۶ ±۰/۲۸^{ab}	۳/۰۰ ±۰/۲۷^{a}	۲/۶۶ ±۰/۳^{a}	۱/۳۳ ±۰/۲۵^{bc}	۴/۰۰ ±۰/۲^{b}
	پنیر حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا	۲/۳۳ ±۰/۲۸^{bc}	۳/۰۰ ±۰/۲۷^{a}	۲/۳۳ ±۰/۳^{a}	۱/۳۳ ±۰/۲۵^{bc}	۵/۰۰ ±۰/۲^{a}
	پنیر حاوی ۱۰۰٪ روغن زیتون	۳/۳۳ ±۰/۲۸^{a}	۳/۳۳ ±۰/۲۷^{a}	۳/۳۳ ±۰/۳^{a}	۲/۰۰ ±۰/۲۵^{ab}	۵/۰۰ ±۰/۲^{a}

a-e : وجود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ ٪

• بحث

مقدار رطوبت در طول رسیدن نمونه‌های پنیر افزایش یافته است (جدول ۲). گزارش شده است که میزان رطوبت ارتباط معکوسی با مقدار چربی شیر مورد استفاده برای پنیرسازی دارد (۲۰). هم‌چنین، کاهش مقدار چربی شیر، مقدار رطوبت پنیر را افزایش داد (جدول۲). اختلاف در مقدار رطوبت نمونه‌های پنیر کم‌چرب و پرچرب ممکن است به مقدار پروتئین آن‌ها مربوط باشد. یعنی مقدار پروتئین بیشتر پنیرهای کم‌چرب ممکن است باعث افزایش ظرفیت مقدار اتصال آب پنیر شود (۲۰). نمک در کنترل رشد و فعالیت میکروبی، کنترل فعالیت آنزیم‌های مختلف، کاهش مقدار رطوبت و تغییرات فیزیکی در پروتئین‌های پنیر نقش دارد (۲۱). به دلیل افزایش مقدار رطوبت و لیپولیز چربی، مقدار چربیِ نمونه‌های پنیرِ تیمار شده در طول رسیدن پنیر کاهش یافت که مطابق با تحقیقات *Sabbagh* و همکاران است (۲۲).

اسیدیته قابل تیتر از روز اول تا چهلم رسیدن پنیر کاهش، ولی بعد از آن تا روز هشتادم افزایش پیدا کرد. طبق تحقیقات *Guinee* و *Fox* کاهش اسیدیته ممکن است نتیجه‌ی رشد کپک و تشکیل ترکیبات قلیایی ازت‌دار باشد (۲۳). زمان رسیدن پنیر و مقدار چربی به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با pH مرتبط می‌باشد (۲۴). افزایش pH در طول رسیدن پنیر به دلیل کاهش چربی ممکن است به کاهش مقدار رطوبت در مواد جامد بدون چربی و نسبت لاکتات به پروتئین منجر شود (۲۴).

نرخ افزایش لیپولیز در طول زمان رسیدن پنیر در جدول ۲ نشان داده شده است. تأثیر مثبت زمان رسیدن پنیر در شدت لیپولیز پنیرهای دیگر نیز توسط محققان مختلف گزارش شده است (۲۶، ۲۵، ۲۲). مطابق نظر *Vafopoulou* و همکاران محصولات لیپولیز و پروتئولیز در طعم مشخص پنیر فتا دخالت دارند (۲۵). مقایسه‌ی پنیر پرچرب با دیگر

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

نمونه‌های پنیر نشان می‌دهد که لیپولیز بیشتر ممکن است به مقدار رطوبت نسبتاً بیشتر پنیرها مرتبط باشد که معمولاً فعالیت آنزیمی و رشد میکروبی را مطلوب می‌کند (۲۷). معمولاً منشاء لیپولیز در پنیر از شیر (آنزیم‌های لیپاز با منشاء داخلی و لیپاز لیپوپروتئینی)، عامل انعقاد شیر (رنین) و باکتری‌های آغازگر و غیر آغازگر و میکروارگانیسم‌های تلفیق شده است (۲۷).

در مورد تأثیر روغن‌های سرشار از MUFA مانند روغن زیتون با ۷۵٪ اسیداولئیک - در کاهش میزان بروز بیماری‌های قلبی و کلسترول مطالعات فراوانی انجام شده است (۲۹، ۲۸). در تمامی این مطالعات اصلی‌ترین دلیل پایین بودن بروز بیماری‌های قلبی در کشورهای مدیترانه‌ای مانند ایتالیا و اسپانیا با وجود بالا بودن میزان مصرف چربی در این کشورها که از لحاظ مقدار مشابه رژیم‌های غذایی آمریکاست- کیفیت روغن مصرفی ذکر شده است. در آمریکا رژیم‌های غذایی به طور عمده از غذاهای دارای روغن‌های اشباع مانند گوشت و لبنیات تشکیل شده است. اما در کشورهای مدیترانه‌ای رژیم‌های غذایی از چربی‌های غیراشباع مانند روغن زیتون تشکیل شده است و رژیم‌های غذایی سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع می‌توانند میزان کلسترول خون و در نتیجه احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی را به طور مطلوبی کاهش دهند. البته، در مورد روغن زیتون بجز بالا بودن مقدار MUFA، وجود ترکیباتی مانند ترکیبات فنلی هم اثرات مطلوبی روی میزان LDL و HDL دارد (۲۹، ۲۸). یکی دیگر از روغن‌های سرشار از MUFA روغن کلزا با ۶۱٪ اسیداولئیک است. در رابطه با تأثیر روغن کلزا در کاهش بروز بیماری‌های قلبی نیز پژوهش‌های بسیاری انجام شده است (۳۱، ۳۰).

مطابق جدول ۴ میزان اسید لینولئیک در نمونه‌های پنیر حاوی کانولا افزایش بیشتری نسبت به نمونه‌های حاوی زیتون داشته است که با یافته‌های ذکر شده مطابقت دارد. در مجموع، نتایج به دست آمده از جایگزینی چربی گیاهی به جای چربی شیر با نتایج منتشر شده قبلی توسط محققان دیگر مطابقت دارد (۱۳، ۶، ۲).

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، جایگزینی چربی پنیر با روغن‌های زیتون و کانولا در مقادیر ۵۰٪ و ۱۰۰٪ جایگزینی در پنیر سفید ایرانی با مخلوطی از امولسیفایرها بررسی شد. ترکیبات شیمیایی، لیپولیز ، نحوه‌ی رشد باکتری‌های آغازگر تلفیقی، پروفایل اسیدهای چرب و ویژگی‌های حسی پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن‌های گیاهی و نمونه‌ی پنیر کنترل برای مقایسه‌ی آن‌ها مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج نشان داد که پنیرهای حاوی روغن‌های زیتون و کانولا دارای رطوبت و مقادیر pH بیشتری نسبت به پنیر کنترل بودند. شاخص لیپولیز در پنیرهای حاوی روغن‌های گیاهی و پنیر کنترل به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در طول رسیدن پنیر افزایش داشت و مقدار آن در روز آخر رسیدن پنیر در نمونه‌ی کنترل بیشتر از دیگر نمونه‌های پنیر بود. تعداد و نحوه‌ی رشد باکتری‌های لاکتوکوکوس در طول نگهداری و رسیدن پنیر تا روز چهلم افزایش و بعد از آن تا روز آخر کاهش داشتند، ولی تعداد و نحوه‌ی رشد باکتری‌های لاکتوباسیلوس در طول رسیدن پنیر برعکس باکتری‌های لاکتوکوکوس بود. پروفایل اسیدهای چرب نیز نشان داد که در پنیرهای حاوی روغن‌های گیاهی مهم‌ترین اسیدهای چرب غیراشباع اسیدهای اولئیک، لینولئیک و لینولنیک بودند. در روز هشتادم رسیدن پنیر بیشترین اسیدهای چرب، اسید اولئیک با ۶۵/۸ ٪ در نمونه‌های پنیر حاوی روغن زیتون با ۱۰۰٪ جایگزینی چربی و اسید لینولئیک با ۱۸/۹ ٪ و اسید لینولنیک با ۸/۷ ٪ در نمونه‌های پنیر حاوی روغن کانولا با ۱۰۰٪ جایگزینی چربی بودند. ارزیابی ویژگی‌های حسی این پنیرها نشان داد که پنیر تولید شده با روغن‌های گیاهی در مقایسه با پنیر کنترل تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دارد و پنیرهای جایگزین شده با روغن‌های زیتون و کانولا با ۱۰۰ ٪ جایگزینی مقبولیت کلی بیشتری نسبت به دیگر نمونه ها و پنیر کنترل داشت. در مجموع نتایج تحقیق امکان عملی شدن جایگزینی روغن‌های گیاهی با چربی پنیر در پنیر سفید ایرانی را برای تولید محصولات لبنی فراسودمند و سالم‌تر از لحاظ تغذیه‌ای نشان داد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

• References

1. Ney DM. Potential for enhancing the nutritional properties of milk fat. J Dairy Sci 1991; 74: 4002-12.

2. Liangping Yu, Hammond EG. The modification and analysis of vegetable oil for cheese making. J Am Oil Chem Soc 2000b; 77 (9): 911-15.

3. Mistry VV, Anderson DL. Compositional microstructure of commercial full-fat and low-fat cheeses. Food Stru 1993; 12: 259-66.

4. Bryant A, Ustunol Z, Steffe J. Texture of cheddar cheese as influenced by fat reduction. J Food Sci 1995; 60: 1216-9.

5. Ardo Y, Law BA. Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk. 2nd edition. New York: Chapman and Hall; 1997.

6. Liangping Yu, Hammond EG. Production and characterization of a Swiss cheese-like product from modified vegetable oils. J Am Oil Chem Soc 2000; 77 (9): 917–24.

7. Baer RJ. Alteration of the fatty acid content of milk fat. J Food Prot 1991; 54: 383-6.

8. Strugnell C. Vegetable oil cheese: a necessary development? Nut and Food Sci 1993; 4: 21–5.

9. Drake MA, Swanson BG. Reduced and low fat cheese technology: a review. Trends in Food Sci and Technol 1995; 61: 366-9.

10. During A, Mazarette S, Combe N, Entressangles B. Lipolysis and oxidative stability of soft ripened cheeses containing vegetable oils. J Dairy Res 2000; 67:461-6.

11. Bermudez-Aguirre D, Barbosa-Canovas GV. Quality of selected cheeses fortified with vegetable and animal sources of omega-3. LWT- Food Sci Tech 2011; 44: 1577-84.

12. Martini S, Thurgood JE, Brothersen C, Ward R, McMahon DJ. Fortification of reduced-fat Cheddar cheese with n-3 fatty acids: Effect on off-flavor generation. J Dairy Sci 2009; 92(5): 1876-84.

13. Lobato-Calleros C, Reyes-Hernandez J, Beristain CI, Horneas-Uribe Y, Sanchez-Garcia JE, Vernon-Carter EJ. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. Food Res Int 2007; 40: 529-37.

14. Azadmard-Damirchi S. Edible oils: compositions, processings control, refining problems and solutions.Tabriz : Amidi Press; 2010 [in Persian].

15. Marshall TR. Standard methods for the examination of dairy products. Washington: American Public Health Association; 2005.

16. Nunez M, Garcia-Aser C, Rorriguez-Martin A, Medina M, Gaya P. The effect of ripening and cooking temperatures in proteolysis and lipolysis in manchego cheese. Food Chem 1996; 21: 115-23.

17. Park YW. Proteolysis and lipolysis of goat's milk cheese. J Dairy Sci 2001; 84(Suppl E): 84-92.

18. Prandini A, Sigolo S, Tansini G, Brogna N, Piva G. Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy. J Food Comp and Anal 2007; 20: 472-9.

19. Azadmard-Damirchi S, Dutta PC. Stability of minor lipid components with emphasis on phytosterols during chemical interesterification of a blend of refined olive oil and palm stearin. J Am Oil Chem Soc 2008; 85: 13-21.

20. Romeih EA, Michaelidou A, Biliaderis CG, Zerfiridis GK. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. Inter Dairy J 2002; 12: 525-40.

21. Hayaloglu AA, Guven M, Fox PF, Mcsweeney PLH. Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish white-brined cheese during ripening. J Dairy Sci 2005; 88: 3460-74.

22. Sabbagh N, Gheisari HR, Aminlari M. Monitoring the chemical and microbiological changes during ripening of Iranian probiotic low-fat white cheese. Am J Animal and Veterinary Sci 2010; 5(4): 249-57.

23. Guinee TP, Fox PF. Salt in cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. In: Fox PF editor. Cheese: chemistry, physics and microbiology, general aspects. London: Chapman and Hall; 1993.

24. Fenelon MA, Guinee TP. Primary proteolysis and textural changes during ripening in cheddar cheeses manufactured to different fat contents. Inter Dairy J 2000; 10: 151-8.

25. Vafopoulou A, Alichanidis E, Zerfiridis G. Accelerated ripening of feta cheese, with heat-shocked culture microbial proteinases. J Dairy Res 1989; 56: 285-96.

26. Virto M, Chavarri F, Bustamante MA, Barron LJR, Aramburu M, Vicente MS. Lamb rennet paste in ovine cheese manufacture. Lipolysis and flavour. Inter Dairy J 2003; 13: 391-9.

27. McSweeney PLH. Biochemistry of cheese ripening. Int J Dairy Tech 2004; 2(3): 127-44.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

28. Visioli F, Galli C. Biological properties of olive oil phytochemicals. Crit Rev Food Sci Nutr 2002; 42(3):209-21

29. Martinez-Gonzalez MA, Fernandez-Jarne E, Serrano-Martinez M, Marti A, Martinez JA, Martin-Moreno JM. Mediterranean diet and reduction in the risk of a first acute myocardial infarction: an operational healthy dietary score. Eur J Nutr 2002; 41(4):153-60.

30. Chan JK, Bruce VM, McDonald BE. Dietary alpha-linolenic acid is as effective as oleic acid and linoleic acid in lowering blood cholesterol in normolipidemic men. Am J Clin Nutr 1991; 53:1230-40.

31. Stricker H, Duchini F, Facchini M, Mombelli G. Canola oil decreases cholesterol and improves endothelial function in patients with peripheral arterial occlusive disease-a pilot study. Artery Research 2008; 2:67-73

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]

Manufacture of functional cheese using olive and canola oils

Fathi-Achachlouei B[1], Hesari J[2], Azadmard-Damirchi S[2], Peighambardoust SH[2], Esmaiili M[3]*

1- [*]Corresponding author: Assistant Prof, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: bahram1356@yahoo.com

2- Associate Prof, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

3- Assistant Prof, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Received 11 Jun, 2012 **Accepted 25 Aug, 2012**

Background and Objective: Full-fat dairy products have been reported as a major disease risk factor, particularly for cardiovascular diseases, due to their high cholesterol and saturated fatty acid contents. In this study, Iranian brined white cheese samples were prepared using olive and canola oils, known to contain essential unsaturated fatty acids, and compared with cheese made with full-fat milk.

Materials and Methods: Iranian brined white cheese samples were prepared by substituting milk fat with olive and canola oils (at a level of 50% or 100% w/w) known to contain essential unsaturated fatty acids. A full-fat cheese (FFC) sample was prepared as the control. Physicochemical properties, lipolysis patterns, total fatty acids, total count of lactic acid bacteria starters, and sensory characteristics of all the samples were determined during 80 days of storage (ripening) at 20-day intervals**.**

Results: Results showed that white brined cheeses made with vegetable oils had significantly ($P<0.05$) lower contents of saturated fatty acids and higher levels of unsaturated fatty acids compared to FFC control. The moisture contents and pH were also significantly ($P<0.05$) higher in the experimental cheeses than in the control cheese during ripening. Further analysis of the data showed that lipolysis index significantly ($P<0.05$) increased in all the experimental and control samples during the ripening period. Total counts of *Lactococcus* bacteria increased during the first 40 days of ripening but then decreased slightly, whereas the total count of *Lactobacillus* bacteria decreased during the first 40 days but increased afterwards

Conclusion: It can be concluded that Iranian white brined cheese can be successfully made by substituting milk fat with vegetable oils, such functional cheese being nutritionally more acceptable and healthier.

Keywords: Milk fat, Functional cheese, Fatty acids, Olive oil, Canola oil

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-08]