



دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

رساله

جهت دریافت درجه دکتری در رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی - گرایش تکنولوژی مواد غذایی

عنوان

تولید پنیر فرآسودمند با اصلاح ترکیب چربی آن

استادان راهنما

دکتر جواد حصارى

دکتر صديف آزادمرد دميرچى

استادان مشاور

دکتر سیده‌هاى پیغمبردوست

دکتر محسن اسمعیلى

پژوهشگر

بهرام فتحى آچاچلوئى

تیرماه ۱۳۹۱



تقدیم به بزرگترین بهانه‌های زیستتم

پدر و مادر عزیزم

همسر مهربانم و پسر عزیزم آیدین

خواهران و برادران مهربانم

سپاس و ستایش بی‌کران یگانه خالقم را که مرا به رفیع‌ترین روشنایی‌ها هدایت کرد.

مراتب سپاس و تقدیر بی‌پایان خود را تقدیم محضر اساتید راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر جواد حصاری و دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی که با راهنمایی‌های ارزنده خود راهگشای اینجانب بودند می‌نمایم که هدایت‌ها و راهنمایی‌هایشان چراغی شد فرارویم.

از اساتید گرانقدر جناب آقای دکترسید هادی پیغمبردوست و جناب آقای دکتر محسن اسمعیلی که زحمت مشاوره این رساله را بر عهده گرفتند کمال تشکر را دارم.

از اساتید ارجمند آقایان دکتر خسروشاهی، دکتر نعمتی و دکتر تقی زاده که بزرگوارانه زحمت داوری این رساله را بر عهده گرفتند، نهایت تقدیر و تشکر را دارم. از استاد ارجمند جناب آقای دکتر صادق علیجانی که با دقت نظر راهنمایی‌های ارزنده‌ای در جهت بهبود کیفی این پایان‌نامه و کارهای آماری ارائه فرمودند و همچنین از دوست عزیزم آقای مهندس کاظم علیرضالو که کمک‌های فراوانی را در انجام آزمایشات مربوطه انجام دادند، سپاسگذارم. از همکاری‌های خانم مهندس احمدی مسئول آزمایشگاه تجزیه مواد غذایی نیز قدردانی می‌نمایم.

بر خود لازم می‌دانم که از آقای پروفسور مک سوینی استاد دانشگاه کورک ایرلند و دانشجویان دکترای ایشان دارن، رودریگو، ورونیکا و ترز که صمیمانه مرا در انجام برخی از آزمایشات رساله در طول ۶ ماه اقامت در کشور ایرلند کمک کردند، تشکر و قدردانی نمایم.

از دوستان عزیزم آقایان دکتر ابوالفضل گلشن، دکتر مهدی داوری، مهندس حسن خلیفه، محمد سربازی، یونس صبحی و دیگر دوستان عزیزم که صمیمانه مرا در طی این راه پر پیچ و خم یاری نمودند، سپاسگذارم.

نام خانوادگی: فتحی آچالوئی	نام: بهرام
عنوان پایان‌نامه: تولید پنیر فرآسودمند با اصلاح ترکیب چربی آن	
اساتید راهنما: دکتر جواد حصاری - دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی	
اساتید مشاور: دکتر سیده‌ادی پیغمبردوست - دکتر محسن اسمعیلی	
مقطع تحصیلی: دکتری رشته: مهندسی علوم و صنایع غذایی گرایش: تکنولوژی مواد غذایی	
دانشگاه: دانشگاه تبریز دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ‌التحصیلی ۹۱/۴/۱۹ تعداد صفحات ۱۲۰	
کلید واژه‌ها: چربی شیر، پنیر فرآسودمند، روغن زیتون، روغن کانولا، گردو، بزرک، اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع، توکوفرول ها، ویژگی‌های بافتی	
<p>چکیده</p> <p>پنیر پر چرب حاوی مقادیر زیادی از اسیدهای چرب اشباع و کلسترول بالا می باشد که ممکن است برای سلامتی افراد بویژه بیماران قلبی - عروقی مضر باشد. به دلایل فوق، تقاضای مصرف کننده برای غذای سالم منجر به گسترش تعدادی از پنیرهای کم چرب یا بدون چرب شده است، اما پنیرهای کم چرب مشکلاتی از قبیل طعم، بافت و ویژگی‌های حسی نامطلوب دارند. لذا با توجه به ویژگی‌های تغذیه‌ای و سلامتی اصلاح معایب آن امری ضروری به نظر می‌رسد. در این مطالعه، پنیر سفید کم چرب فرآسودمند از شیر پس چرخ گاو با اضافه کردن پودرهای گردو (در مقادیر ۵، ۱۰ یا ۱۵ درصد وزنی-وزنی از دلمه پنیر) یا بزرک (در مقادیر ۱، ۲ یا ۳ درصد وزنی-وزنی از دلمه پنیر) و همچنین پنیر سفید دارای چربی جایگزین شده با روغن‌های گیاهی زیتون و کانولا به نسبت‌های ۵۰٪ و یا ۱۰۰٪ تولید گردید و یک نمونه کنترل نیز برای مقایسه تولید شد. ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی، شاخص لیپولیز، شاخص پروتئولیز، شمارش باکتری‌های لاکتیکی استارتر، ویژگی‌های حسی، پروفیل آنالیز بافتی، پروفیل اسیدهای چرب، توکوفرول‌ها و اسیدهای چرب آزاد نمونه‌های پنیر تولید شده در طول نگهداری و رسیدن پنیر تا ۸۰ روز تعیین گردید. نتایج نشان داد که چربی پنیرهای جایگزین شده با روغن‌های زیتون و کانولا در سطوح مختلف و نیز چربی پنیرهای تلفیق شده با پودرهای گردو یا بزرک بطور معنی داری ($P < 0/05$) دارای اسیدهای چرب ضروری و غیر اشباع بیشتر و اسیدهای چرب اشباع کمتری در مقایسه با چربی نمونه کنترل داشت، بطوری که مهمترین و بیشترین اسیدهای چرب شاخص در این پنیرها اسید اولئیک، لینولئیک و لینولنیک بودند. مقادیر توکوفرول‌ها نیز بطور معنی داری ($P < 0/05$) در نمونه کنترل و سایر نمونه‌ها متفاوت بود و در نمونه کنترل نسبت به سایر تیمارهای پنیر کمتر بود. نتایج بدست آمده نشان داد که مقادیر α و γ توکوفرول‌ها در تمام نمونه‌های پنیر بطور معنی داری ($P < 0/05$) بیشتر از نمونه کنترل بودند. پنیرهای تلفیق شده با روغن‌های زیتون و کانولا و پنیرهای تلفیق شده با پودرهای گردو یا بزرک مقدار رطوبت بیشتری ($P < 0/05$) نسبت به پنیر کنترل داشتند. همچنین شاخص لیپولیز پنیرهای محتوی روغن‌های گیاهی، پنیرهای محتوی پودرهای گردو یا بزرک و پنیر کنترل بطور معنی داری ($P < 0/05$) در طول رسیدن پنیر افزایش را نشان دادند و در روز آخر رسیدن پنیر مقدار آن در نمونه کنترل بیشتر از دیگر نمونه‌های پنیر محتوی روغن‌های گیاهی بود، ولی مقدار آن در نمونه کنترل کمتر از دیگر نمونه‌های پنیر حاوی پودرهای گردو یا بزرک بود. مقدار اسیدهای چرب آزاد نیز بین نمونه کنترل و سایر نمونه‌های پنیر بطور معنی داری ($P < 0/05$) متفاوت بود. مقدار pH 4.6-SN/TN\% و NPN/TN\% در</p>	

طول رسیدن پنیر بطور معنی داری ($P < 0/05$) در تمام نمونه ها افزایش یافت و مقدار pH4.6-SN/TN% در نمونه شاهد بطور معنی داری ($P < 0/05$) کمتر از بقیه نمونه های دارای پودرهای گردو یا بزرک بود. نتایج TPA تفاوت معنی داری را بین پارامترهای بافتی در نمونه کنترل و نمونه های دارای پودر یا روغن های گیاهی نشان ندادند به غیر از سختی و صمغیت که در نمونه کنترل بطور معنی داری ($P < 0/05$) بیشتر از نمونه های دارای روغن های گیاهی بودند و نیز سختی و پیوستگی که در نمونه کنترل به ترتیب بطور معنی داری ($P < 0/05$) کمتر و بیشتر از نمونه های دارای پودر بودند. تعداد و نحوه رشد باکتری های لاکتوکوکوس در طول نگهداری و رسیدن پنیر تا روز ۴۰ افزایش و بعد از آن تا روز آخر کاهش را نشان دادند ولی تعداد و نحوه رشد باکتری های لاکتوباسیلوس در طول رسیدن پنیر بین تمام نمونه های پنیر متفاوت بودند و در اکثر تیمارهای پنیر تا روز ۴۰ کاهش و بعد از آن تا روز آخر افزایش را نشان دادند. ویژگی های حسی این پنیرها نیز نشان دادند که پنیر تولید شده با روغن های گیاهی و پنیر تولید شده با پودر های گردو یا بزرک در مقایسه با پنیر کنترل دارای تفاوت معنی داری ($P < 0/05$) می باشند و پنیر های جایگزین شده با روغن های زیتون و کانولا با ۱۰۰٪ جایگزینی نمره مقبولیت کلی بیشتری نسبت به دیگر نمونه ها و پنیر کنترل داشت. پنیر های تلفیق شده با پودر های گردو در سطح ۱۵درصد یا بزرک در سطح ۱ درصد دارای نمره مقبولیت کلی بیشتری نسبت به دیگر نمونه ها و پنیر کنترل بودند. این مطالعه برای اولین بار محصول جدید لبنی فراسودمند را معرفی می کند که می تواند گامی در جهت اصلاح معایب پنیر پرچرب و افزایش اسیدهای چرب ضروری و آنتی اکسیدان ها در رژیم غذایی بوده و ممکن است در سلامتی و کاهش بیماری های قلبی و عروقی نیز مفید واقع شود و امکان عملی شدن جایگزینی روغن های گیاهی، پودرهای گردو یا بزرک با چربی پنیر در پنیر سفید ایرانی برای تولید محصولات لبنی فراسودمند و سالمتر از لحاظ تغذیه ای به خاطر افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع را نشان داد.

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
۱-۱- پنیر و ارزش غذایی آن	۶
۲-۱- چربی شیر و اهمیت آن در پنیر	۶
۳-۱- معایب ناشی از کاهش چربی پنیر	۱۷
۴-۱- استفاده از جانشین های چربی	۲۰
۵-۱- چشم اندازهای آینده جایگزین های چربی	۲۴
۶-۱- ضرورت اصلاح پروفیل اسید چربی پنیر	۲۴
۷-۱- بررسی روش های مختلف اصلاح معایب چربی شیر	۲۶
۱-۷-۱- اصلاح به وسیله تغذیه دام	۲۶
۲-۷-۱- اصلاح به وسیله روش های فیزیکی و شیمیایی	۲۷
۱-۲-۷-۱- روش های فیزیکی	۲۷
۲-۲-۷-۱- روش های شیمیایی	۲۹
۳-۲-۷-۱- روش های آنزیمی	۳۰
۸-۱- ترکیبات مغزها	۳۱
۱-۸-۱- ترکیب توکوفرول ها و توکوتتری انول ها	۳۲
۲-۸-۱- ترکیب استرول ها	۳۳
۹-۱- دانه روغنی بزرک	۳۴
۱-۹-۱- ترکیب روغن بزرک	۳۴
۱۰-۱- مغز گردو	۳۷
۱۱-۱- روغن کلزا و ترکیب اسید چرب آن	۳۹
۱-۱۱-۱- توکوفرول ها در روغن کلزا	۴۱
۲-۱۱-۱- فیتواسترول ها در روغن کلزا	۴۲
۱۲-۱- روغن زیتون	۴۳
۱-۱۲-۱- اسیدهای چرب و تری آسیل گلیسرول ها در روغن زیتون	۴۳
۲-۱۲-۱- مونو و دی آسیل گلیسرول ها در روغن زیتون	۴۴

۴۴	..... ۳-۱۲-۱- توکوفرول‌ها در روغن زیتون
۴۵	..... ۴-۱۲-۱- پلی فنل‌ها در روغن زیتون
۴۶	..... ۵-۱۲-۱- فیتواسترول‌ها در روغن زیتون
۴۶	..... ۶-۱۲-۱- ترکیبات فرار و آروما در روغن زیتون
۴۷	..... نتیجه گیری کلی
۵۶	..... ۱-۳- مواد مورد استفاده
۵۶	..... ۱-۱-۳- مواد اولیه
۵۶	..... ۲-۱-۳- مواد شیمیایی مورد استفاده
۵۶	..... ۳-۱-۳- نمونه های استاندارد
۵۶	..... ۴-۱-۳- لوازم آزمایشگاهی
۵۷	..... ۲-۳- محل انجام پژوهش
۵۷	..... ۳-۳- مراحل آماده سازی و تولید پنیر
۵۸	..... ۱-۳-۳- نمونه برداری
۵۸	..... ۲-۳-۳- آزمایش‌های فیزیکی- شیمیایی
۵۹	..... ۱-۲-۳-۳- اندازه‌گیری چربی
۵۹	..... ۲-۲-۳-۳- اندازه‌گیری شدت لیپولیز
۵۹	..... ۳-۲-۳-۳- اندازه‌گیری شدت پروتئولیز
۶۰	..... ۳-۳-۳- بررسی درجه هیدرولیز سیستم کازئینی نمونه های پنیر در طی رسیدن
۶۰	..... ۳-۳-۳- ۱- آماده‌سازی نمونه‌ها، محلول‌ها و بافرها
۶۳	..... ۳-۳-۳- ۲- آماده سازی ژل و دستگاه
۶۳	..... ۳-۳-۳- ۳- بارگذاری نمونه‌ها و نحوه توزیع آنها در الکتروفورگرام
۶۳	..... ۳-۳-۳- ۴- مراحل رنگ‌آمیزی و رنگبری ژل
۶۴	..... ۴-۳-۳- اندازه گیری آزمون میکروبی نمونه های پنیر تولید شده برای شمارش استارترهای مورد استفاده شده
۶۴	..... ۵-۳-۳- استخراج روغن از نمونه های پنیر برای آنالیز اسیدهای چرب
۶۴	..... ۶-۳-۳- اندازه گیری اسیدهای چرب
۶۴	..... ۱-۶-۳-۳- آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب
۶۵	..... ۲-۶-۳-۳- آنالیز متیل استر اسیدهای چرب با کروماتوگرافی گازی
۶۵	..... ۷-۳-۳- اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد

۶۶	..... اندازه‌گیری توکوفرول
۶۶	..... آماده سازی و استخراج نمونه ها
۶۶	..... آنالیز توکوفرول ها با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)
۶۷	..... آنالیز پروفیل بافتی (TPA)
۶۷	..... ارزیابی حسی
۶۷	..... آنالیز توصیفی
۷۰	..... تست هدونیک
۷۰	..... تجزیه و تحلیل آماری
۱-۴	ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن زیتون و کانولا به جای چربی شیردر سطوح مختلف
۷۲	.....
۷۲	..... ۱-۱-۴ رطوبت
۷۳	..... ۲-۱-۴ pH و اسیدیته
۷۴	..... ۳-۱-۴ نمک
۷۴	..... ۴-۱-۴ چربی
۷۵	..... ۵-۱-۴ پروتئین
۷۵	..... ۲-۴ ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی پنیر های تولید شده با تلفیق پودرهای مغز گردو یا پودر بزرک در سطوح مختلف
۷۵	..... ۱-۲-۴ رطوبت
۷۷	..... ۲-۲-۴ pH و اسیدیته
۷۷	..... ۳-۲-۴ نمک
۷۷	..... ۴-۲-۴ چربی
۷۸	..... ۵-۲-۴ پروتئین
۷۸	..... ۳-۴ پروتئولیز پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن زیتون و کانولا به جای چربی شیردر سطوح مختلف
۸۰	..... ۴-۴ پروتئولیز پنیرهای تولید شده با تلفیق پودرهای مغز گردو یا پودر بزرک در سطوح مختلف
۸۰	..... ۵-۴ اوره پلی آکریل آمید ژل الکتروفورز پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن زیتون و کانولا به جای چربی شیردر
۸۲	..... مقادیر مختلف
۸۴	..... ۶-۴ الکتروفورز پنیرهای تولید شده با تلفیق پودرهای مغز گردو یا پودر بزرک در سطوح مختلف
۸۵	..... ۷-۴ لیپولیز پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن های زیتون و کانولا به جای چربی شیردر سطوح مختلف

۸-۴- اسیدهای چرب آزاد پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن‌های زیتون و کانولا به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۸۶
۹-۴- لیپولیز پنیرهای تولید شده با تلفیق پودرهای گردو و بزرک به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۸۹
۱۰-۴- اسیدهای چرب آزاد پنیرهای تولید شده با تلفیق پودرهای گردو و بزرک به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۹۰
۱۱-۴- پروفیل اسیدهای چرب پنیرهای تولید شده با جایگزینی چربی شیر با روغن‌های زیتون و کانولا.....	۹۳
۱۲-۴- پروفیل اسیدهای چرب پنیرهای تولید شده با تلفیق پودرهای گردو و بزرک به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۹۵
۱۳-۴- مقدار توکوفرول‌های پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن‌های زیتون و کانولا به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۹۹
۱۴-۴- مقدار توکوفرول‌های پنیرهای تولید شده با تلفیق پودرهای گردو و بزرک به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۱۰۱
۱۵-۴- شمارش باکتری‌های استارتر پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن‌های زیتون و کانولا به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۱۰۲
۱۶-۴- شمارش باکتری‌های استارتر پنیرهای تولید شده با تلفیق پودرهای گردو و بزرک به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۱۰۵
۱۷-۴- پروفیل آنالیز بافتی پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن‌های زیتون و کانولا به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۱۰۸
۱۸-۴- پروفیل آنالیز بافتی پنیرهای تولید شده با تلفیق پودرهای گردو و بزرک به جای چربی شیر در سطوح مختلف.....	۱۱۱
۱۹-۴- ویژگی‌های حسی پنیرهای تولید شده با جایگزینی روغن‌های زیتون و کانولا به جای چربی شیر.....	۱۱۵
۲۰-۴- ویژگی‌های حسی پنیرهای تولید شده با تلفیق پودرهای گردو و بزرک به جای چربی شیر.....	۱۱۷
نتیجه‌گیری.....	۱۱۹
پیشنهادات.....	۱۲۲
منابع.....	۱۲۳

فهرست جداول

جدول ۱-۱- گروه‌های اصلی لیپیدها در شیر	۷
جدول ۲-۱- ترکیب لیپیدی غشای گلبول‌های چربی در شیر	۱۰
جدول ۳-۱- اسیدهای چرب اصلی در چربی شیر گاو	۱۲
جدول ۴-۱- ویژگی‌ها و ترکیب اسید چربی روغن بزرک (واریته با اسید لینولنیک بالا)	۳۶
جدول ۵-۱- ترکیب اسید چربی بزرک و بعضی از روغن‌های خوراکی	۳۷
جدول ۶-۱- ترکیب اسیدهای چرب عمده در روغن‌های کلزا (w/w%)	۴۰
جدول ۷-۱- توکوفرول‌ها در بعضی از روغن‌های گیاهی معمول در مقایسه با روغن‌های مختلف کلزا	۴۲
جدول ۸-۱- ترکیب اسید چرب روغن زیتون	۴۴
جدول ۱-۳- طرح بلوک ناقص برای ویژگی‌های حسی پنیرهای فرآسودمند	۶۸
جدول ۲-۳- فرم ارزش یابی حسی برای ویژگی‌های حسی پنیرهای فرآسودمند	۶۹
جدول ۳-۳- جدول ارزیابی هدونیک برای ویژگی‌های حسی پنیرهای فرآسودمند	۷۰
جدول ۱-۴- ترکیبات شیمیایی شیرخام مورد استفاده برای تولید پنیرهای مختلف	۷۲
جدول ۲-۴- اثرات تیمارهای مختلف جایگزینی روغن‌های زیتون و کانولا بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی پنیرهای تولید شده	۷۳
جدول ۳-۴- اثرات تیمارهای مختلف جایگزینی پودرهای گردو یا بزرک بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی پنیرهای تولید شده	۷۶
جدول ۴-۴- شاخص‌های لیپولیز و پروتئولیز پنیرهای تولید شده با روغن‌های گیاهی در زمان‌های مختلف رسیدن...	۷۹
جدول ۵-۴- شاخص‌های لیپولیز و پروتئولیز پنیرهای تولید شده با پودرهای گردو و بزرک در زمان‌های مختلف رسیدن	۸۱
جدول ۶-۴- تغییرات اسیدهای چرب آزاد پنیرهای سفید تولید شده از روغن‌های گیاهی در روزهای رسیدن مختلف (mg/100g fat)	۸۸
جدول ۷-۴- تغییرات اسیدهای چرب آزاد پنیرهای سفید کم چرب اصلاح شده با پودرهای گردو و بزرک در روزهای رسیدن مختلف (mg/100g fat)	۹۱

جدول ۴-۸- اثرات تیمارهای مختلف جایگزینی روغن های زیتون و کانولا بر ترکیب اسیدهای چرب (%/.) پنیرهای تولید شده	۹۵.....
جدول ۴-۹- اثرات تیمارهای مختلف جایگزینی پودر های گردو یا بزرک بر ترکیب اسیدهای چرب (%/.) پنیرهای تولید شده	۹۸.....
جدول ۴-۱۰- اثرات تیمارهای مختلف جایگزینی روغن های زیتون و کانولا بر ترکیب توکوفرول های پنیرهای تولید شده	۱۰۰.....
جدول ۴-۱۱- اثرات تیمارهای مختلف جایگزینی پودر های گردو یا بزرک بر ترکیب توکوفرول های پنیرهای تولید شده	۱۰۲.....
جدول ۴-۱۲- شمارش میکروارگانیسم ها در پنیرهای تولید شده در طول مدت زمان نگهداری ۸۰ روز (Log cfu/g)	۱۰۳.....
جدول ۴-۱۳- شمارش میکروارگانیسم ها در پنیرهای تولید شده با پودر های گردو یا بزرک در طول مدت زمان نگهداری ۸۰ روز (Log cfu/g)	۱۰۶.....
جدول ۴-۱۴- پارامترهای آنالیز پروفیل بافتی پنیرهای تولید شده با روغن های گیاهی در روزهای مختلف رسیدن	۱۰۹.....
جدول ۴-۱۵- پارامترهای آنالیز پروفیل بافتی پنیرهای کم چرب تلفیق شده با پودرهای گردو و بزرک در روزهای مختلف رسیدن	۱۱۲.....
جدول ۴-۱۶- ویژگی های حسی پنیرهای تولید شده در طول مدت زمان نگهداری ۶۰ و ۸۰ روز	۱۱۶.....
جدول ۴-۱۷- ویژگی های حسی پنیرهای تولید شده با پودرهای گردو یا بزرک در طول مدت زمان نگهداری ۶۰ و ۸۰ روز	۱۱۸.....

فهرست شکل ها

شکل ۴-۱- الکتروفورتوگرام های نمونه های پنیر تولید شده با روغن های گیاهی و نمونه کنترل	۸۳.....
شکل ۴-۲- الکتروفورتوگرام های نمونه های پنیر تولید شده با پودرهای بزرک و گردو و نمونه کنترل	۸۴.....
شکل ۴-۳- شدت لیپولیز در پنیر های کنترل (شاهد) و انواع مختلف پنیر های تیمار شده با روغن های زیتون و کانولا در مقادیر مختلف در طی رسیدن پنیر	۸۶.....
شکل ۴-۴- شدت لیپولیز در پنیر های کنترل (شاهد) و انواع مختلف پنیر های تیمار شده با پودر های گردو یا بزرک در مقادیر مختلف در طی رسیدن پنیر	۸۹.....

- شکل ۴-۵- کروماتوگرام GC مربوط به ترکیبات اسیدهای چرب آزاد نمونه حاوی ۳٪ دانه بزرک..... ۹۲
- شکل ۴-۶- ساختار مولکولی توکو فرول ها و توکوتری انول ها ۹۹
- شکل ۴-۷- کروماتوگرام HPLC مربوط به ترکیبات توکوفرولی نمونه حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا..... ۱۰۰
- شکل ۴-۸- شمارش میکروبی لاکتوکوکوس ها در انواع مختلف پنیر های کنترل (شاهد) و پنیر های تیمار شده با روغن های زیتون و کانولا در مقادیر مختلف در طی زمان های رسیدن پنیر..... ۱۰۴
- شکل ۴-۹- شمارش میکروبی لاکتوباسیلوس ها در انواع مختلف پنیر های کنترل (شاهد) و پنیر های تیمار شده با روغن های زیتون و کانولا در مقادیر مختلف در طی زمان های رسیدن پنیر ۱۰۴
- شکل ۴-۱۰- شمارش میکروبی لاکتوکوکوس ها در انواع مختلف پنیر های کنترل (شاهد) و پنیر های تیمار شده با پودر های گردو یا بزرک در مقادیر مختلف در طی زمان های رسیدن پنیر..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱۱- شمارش میکروبی لاکتوباسیلوس ها در انواع مختلف پنیر های کنترل (شاهد) و پنیر های تیمار شده با پودر های گردو یا بزرک در مقادیر مختلف در طی زمان های رسیدن پنیر..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱۲- نمودار سختی پنیرهای تولید شده با روغنهای گیاهی و نمونه کنترل در زمان های رسیدن مختلف..... ۱۱۰
- شکل ۴-۱۳- نمودار صمغیت پنیرهای تولید شده با روغنهای گیاهی و نمونه کنترل در زمان های رسیدن مختلف... ۱۱۰
- شکل ۴-۱۴- نمودار سختی پنیرهای تولید شده با پودرهای گردو و بزرک و نمونه کنترل در زمان های رسیدن مختلف ۱۱۴
- شکل ۴-۱۵- نمودار پیوستگی پنیرهای تولید شده با پودرهای گردو و بزرک و نمونه کنترل در زمان های رسیدن مختلف..... ۱۱۴
- شکل ۴-۱۶- نمودار صمغیت پنیرهای تولید شده با پودرهای گردو و بزرک و نمونه کنترل در زمان های رسیدن مختلف ۱۱۵
- شکل ۴-۱۷- ارزیابی حسی در انواع مختلف پنیر های کنترل (شاهد) و پنیر های تیمار شده با روغن های زیتون و کانولا در مقادیر مختلف در روز ۸۰ رسیدن پنیر ۱۱۶
- شکل ۴-۱۸- ارزیابی حسی در انواع مختلف پنیر های کنترل (شاهد) و پنیر های تیمار شده با پودر های گردو یا بزرک در مقادیر مختلف در روز ۸۰ رسیدن پنیر..... ۱۱۸

مقدمه

چربی یکی از ترکیبات اصلی تشکیل دهنده اکثر مواد غذایی است که وجود آن در رژیم غذایی تا حد معینی مطلوب و ضروری است. با این حال مصرف اضافی آن به ویژه چربی‌های اشباع مضر است و ممکن است با ایجاد ناراحتی‌های مزمن قلبی- عروقی، افزایش وزن، تصلب شرائین و فشار خون بالا سلامت مصرف کنندگان را به طور جدی به مخاطره بیافکند. آمارهای گزارش شده حاکی از این است که امروزه به علت مصرف چربی زیاد درصد بالایی از مردم جامعه به این بیماری‌ها مبتلا شده‌اند (کاتسیاری و همکاران، ۲۰۰۲ و کاواس و همکاران، ۲۰۰۴).

به دلیل گسترش بیماری‌های مرتبط، از جمله قلبی- عروقی و چاقی، امروزه تقاضای روز افزونی برای فرآورده‌های غذایی کم چرب و یا با ترکیب چربی اصلاح شده وجود دارد تا ضمن تامین نیازهای غذایی از خطرات ناشی از کلسترول و چربی مصنوعی بمانند (رودریگز و همکاران، ۲۰۰۷). وجود اسیدهای چرب اشباع و کلسترول بالا از معایب عمده پنی‌های پرچرب به شمار می‌رود (یو و هاموند، ۲۰۰۰a)، چون جذب و مصرف مقادیر بالای کلسترول در رژیم غذایی در کنار چربی کل و چربی اشباع بالا و مصرف کم مواد فیبری، از جمله عوامل تاثیرگذار روی افزایش مقادیر کلسترول در سرم می‌باشد و وجود کلسترول زیاد در سرم، خصوصا لیپوپروتئین‌های با دانسیته پایین (LDL^1) از جمله فاکتورهای خطرزا در رابطه با تصلب شرایین است (هتینگا، ۱۹۹۶).

پنیر یک محصول لبنی مغذی، متنوع و پرارزش است که مصرف زیادی در جهان و در کشور ما دارد. میزان مصرف سرانه آن در اتحادیه اروپا حدود ۱۵/۲ کیلو گرم در سال گزارش شده است. یونان دارای بیشترین مصرف پنیر یعنی حدود ۲۳/۵ کیلو گرم در سال می‌باشد (فاکس و همکاران، ۲۰۰۴). در ایران نیز مقدار مصرف پنیر هر چند دقیقا مشخص نیست ولی مصرف سرانه شیر و محصولات لبنی حدود ۱۱۵ کیلوگرم گزارش شده است (بی نام، ۱۳۸۶). نشان داده شده است که چربی رژیم غذایی (بویژه اسیدهای چرب اشباع موجود در محصولات لبنی) ممکن است با افزایش خطر چاقی، آتروسکلروزیس، بیماری عروق کرونر قلب (CHD^2)، افزایش فشار خون، بیماری‌های ناشی از آسیب بافتی مرتبط با اکسیداسیون چربی‌های غیر اشباع و سرطان مرتبط باشد. این مسئله نگرانی مصرف کنندگان را از دلالت‌های چربی رژیم

1- Low density lipoprotein

2- Coronary heart disease

غذایی روی سلامتی افزایش داده است و به مقدار زیادی تهیه و تقاضا برای غذاهای کم چرب مثل پنیر کم چرب را افزایش می‌دهد (فاکس و همکاران، ۲۰۰۶). مصرف محصولات لبنی پرچرب با مشکلات مهم تغذیه ای همراه است که از مهمترین آن می‌توان به دارا بودن کلسترول بالا و چربی اشباع زیاد اشاره کرد.

به همین منظور، تلاش‌های قابل توجهی در راستای کاهش میزان کلسترول و اسیدهای چرب اشباع در مواد غذایی صورت گرفته است. پنیر از جمله مواد غذایی است که محتوی مقدار زیادی از ترکیبات ذکر شده می‌باشد. لذا اصلاح پروفیل اسید چرب و نیز میزان کلسترول در آن امری ضروری به نظر می‌رسد. البته تولید محصولات لبنی کم چرب می‌تواند راه حلی برای اجتناب از مضرات مصرف چربی بالا باشد، اما کاهش چربی یا حذف آن در فرآورده های لبنی به مانند دیگر مواد غذایی با توجه به نقش مهم چربی در ویژگیهای حسی، بافت، عطر و طعم، موجب کاهش بازاری پسندی آنها می‌گردد (کوندیلی و همکاران، ۲۰۰۳، میستری، ۲۰۰۱).

با این حال علی‌رغم قیمت پایین‌تر چربی‌های گیاهی، عطر و طعم پنیر با استفاده از فرآورده‌های گیاهی حاصل نمی‌شود (یو و هاموند، ۲۰۰۰a). با توجه به معایب مذکور و به دنبال آن بیماری‌هایی نظیر چاقی و سایر بیماری‌های مرتبط در این زمینه، اصلاح پروفیل اسید چربی پنیر و نیز کاهش مقادیر کلسترول در آن بدون ایجاد افت محسوس در ویژگی‌های حسی امری ضروری به نظر می‌رسد. همچنین با تغییر در پروفیل اسید چربی ممکن است چند ویژگی فیزیکی و شیمیایی چربی شیر مثل سفتی، نقطه ذوب، میزان چربی جامد و مایع، ویسکوزیته، پایداری اکسیداتیو و عطر و طعم تحت تاثیر قرار بگیرد (گونزالس و همکاران، ۲۰۰۳). بدین منظور در دهه‌های گذشته فرآورده‌هایی نظیر پنیرهای کم چرب و یا بدون چرب، جایگزین‌های چربی و نیز چربی‌های فاقد کالری تولید شده است. استفاده از روغن‌های گیاهی و مغزها در پنیر می‌تواند موجب بهبود ارزش تغذیه ای آن شود و به عنوان یک محصول فرآسودمند تنوع مهمی را در صنعت پنیرسازی ایجاد کند. از منابع مهم روغنهای گیاهی می‌توان روغن زیتون، کانولا، آرد بزرک و مغز گردو را نام برد. روغن زیتون حاوی تعدادی زیادی از ترکیبات جزئی همانند ترکیبات پلی فنلی است که آن را از سایر روغن‌ها متمایز می‌سازد (آزادمرد دمیرچی، ۱۳۸۸). ترکیبات فنولی از لحاظ تغذیه‌ای مهم هستند و بسیاری از اثرات سودمند روغن زیتون به این ترکیبات نسبت داده می‌شود. همچنین در ترکیب اسید چربی روغن زیتون بیش از ۷۰٪ اسید اولئیک وجود دارد که بدین دلیل تغذیه با این روغن، موجب کاهش کلسترول بد خون می‌شود (آزادمرد دمیرچی، ۱۳۸۸). یکی دیگر از

روغن های سرشار از اسیدهای چرب تک غیر اشباعی، روغن کلزا با ۶۱ درصد اسید اولئیک می باشد. در رابطه با تاثیر روغن کلزا در کاهش بروز بیماری های قلبی نیز پژوهش های بسیاری انجام شده است (کستین و همکاران، ۱۹۹۰، چان و همکاران، ۱۹۹۱، موتانن، ۱۹۹۷، استریکر و همکاران، ۲۰۰۸). بزرگ نیز حاوی مقدار بالایی (۷۰-۵۰٪) اسید چرب ضروری، ترکیبات فنولیک و لیگنانها است که این دانه روغنی را از سایر دانه های روغنی متمایز می سازد (آزادمرد دمیرچی، ۱۳۸۸). همچنین مطالعه ترکیبات مغذیهایی همچون گردو و بزرگ نشان می دهد که بیش از ۷۵٪ کل اسیدهای چرب آنها را اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل می دهند (ماگور و همکاران، ۲۰۰۴) که قادر به جلوگیری از بیماری های قلبی-عروقی هستند (آمارال و همکاران، ۲۰۰۵). در این بین اسیدهای چرب تک غیراشباعی (MUFA¹)، اسیدهای چرب غالب هستند. البته به جز اسیدهای چرب غیراشباع، حضور ترکیبات دیگری در مغزها نظیر فیتواسترول-ها، آنتی اکسیدانها (مثل توکوفرولها) و اسکوالن نیز در این رابطه موثر است (ماگور و همکاران، ۲۰۰۴). مغز گردو حاوی مقدار مناسبی از پروتئین (۲۴٪)، کربوهیدرات (۱۶-۱۲٪)، فیبر (۲-۱/۵٪) و مواد معدنی (۲-۱/۷٪) است. گردو همچنین حاوی مقدار قابل توجهی روغن (۷۰-۵۲٪) می باشد. در کل روغن آن محتوی حدود ۷٪ اسید چرب اشباع، ۲۰٪ اسید چرب تک غیراشباعی و ۷۳٪ اسید چرب چند غیر اشباعی می باشد. همچنین دارای مقدار بالایی ترکیبات فنلی (آنتی اکسیدان های قوی)، توکوفرولها (آنتی اکسیدان و دارای خاصیت ویتامین E) و فیتواسترولها (کاهش دهنده مقدار کلسترول کل و LDL) می باشد (دیانا و همکاران، ۲۰۰۸، شهیدی و میرعلی اکبری، ۲۰۰۵). همچنین در فرهنگ غذایی ایران مصرف پنیر با فرآورده های گیاهی چون مغز گردو معمول است. از لحاظ علمی هم ثابت شده است که مغز گردو با توجه به ترکیب خاص آن، در کاهش مقدار کلسترول کل و LDL خون نقش مهمی ایفا می کند (دیانا و همکاران، ۲۰۰۸، آمارال و همکاران، ۲۰۰۳). لذا افزودن آنها به منابع حیوانی و یا جایگزین کردن چربیهای حیوانی با این روغنهای گیاهی می تواند موجب بهبود ارزش تغذیه ای و رفع اثرات سوء کلسترول و اسیدهای چرب اشباع شود.

توکوفرولها آنتی اکسیدانهای قوی محلول در چربی هستند و علاوه بر حفاظت سلولهای بدن از آسیب رادیکالهای آزاد و تعویق در فرایند پیری سلولها، در جلوگیری از بیماریهای کرونری خاص (کورنستاینر و همکاران، ۲۰۰۶) سرطان و دیابت (فریزر، ۲۰۰۰) فشار خون و آلزایمر (جیانگ و همکاران، ۲۰۰۱) موثرند. فیتواسترولها که دارای ساختاری

1- Mono unsaturated fatty acid

مشابه با کلسترول هستند، کلسترول خون و نیز خطر انواع خاصی از سرطان را کاهش داده و نیز عملکرد سیستم ایمنی را افزایش می‌دهند (فیلیپس و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین گردو حاوی مقدار زیادی از ترکیبات فنولیک است که به دلیل ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از اکسیداسیون LDL تاثیرات مطلوبی روی سلامتی انسان دارند (لابوکاس و همکاران، ۲۰۰۸).

لذا با توجه به ویژگی‌های تغذیه‌ای پنیرهای پرچرب و معایب عطر و طعم و بافتی پنیر های بدون چرب و نیز دلایل ذکر شده در رابطه با فواید روغن های گیاهی و مغزهای خوراکی نسبت به چربی های حیوانی و نیز کمبود منابع علمی در رابطه با بررسی اثر افزودن روغن های گیاهی نظیر روغن زیتون و روغن کانولا و نبود منابع علمی در مورد اثر افزودن مغزها به پنیر، هدف از انجام این پروژه بررسی اثر افزودن روغن های زیتون و کانولا و مغزهای گردو و پودر بزرک به عنوان منابع غنی از اسیدهای چرب غیراشباع و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حسی و بافتی پنیر سفید ایرانی، با هدف دستیابی به فرآورده‌ای با ارزش تغذیه‌ای بالاتر و بافتی مناسب تر بعنوان محصول لبنی فرآسودمند برای افراد جامعه بود.

فصل اول

کلیات

۱-۱- پنیر و ارزش غذایی آن

پنیر فرآورده تازه یا رسیده از شیر است که بعد از انعقاد و خروج سرم شیر از شیر کامل، شیر چربی گرفته یا مخلوطی از این دو بدست می‌آید و متشکل از چربی و پروتئین به همراه کلسیم و فسفر که به صورت مختلف با پروتئین شیر ترکیب شده‌اند، می‌باشد. مخلوط فوق به روش‌های مختلفی از شیر استخراج می‌گردد که برخی از این روش‌ها جدید و برخی دیگر قرن‌ها پیش ابداع شده‌اند (قدوسی و همکاران، ۱۳۷۹).

ارزش غذایی پنیر بسیار بالا است و نقش مهمی را در برنامه غذایی روزانه بشر ایفا می‌کند. اهمیت آن در بر طرف نمودن بخشی از نیازهای پروتئینی، چربی، کلسیم، منیزیم و ویتامین B6 مصرف کننده گویای این ارزش غذایی است. پنیر را می‌توان از مهمترین منابع پروتئینی برای بدن محسوب کرد که حاوی تمام اسیدآمین‌های ضروری می‌باشد و میزان پروتئین انواع مختلف آن متفاوت است (اوکیفه و همکاران، ۱۹۷۸).

۱-۲- چربی شیر و اهمیت آن در پنیر

تری‌گلیسریدها لیپیدهای غالب در شیر هستند که حدود ۹۸٪ کل بخش لیپید را به خود اختصاص می‌دهند. ۲٪ باقیمانده شامل مونوگلیسریدها، دی‌گلیسریدها، اسیدهای چرب، فسفولیپیدها، استرول‌ها (عمدتاً کلسترول) و مقادیر ناچیزی از ویتامین‌های محلول در چربی (A, D, E, K) می‌باشد (جدول ۱-۱) (فاکس و همکاران، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴).

استرول‌ها که از ترکیبات جزئی شیر هستند حدود ۰/۳ درصد از چربی شیر را شامل می‌شوند و کلسترول به عنوان استرول اصلی چربی شیر بیشتر از ۹۵٪ از کل استرول‌های شیر را به خود اختصاص می‌دهد. استرول‌های یافت شده در جزء غیرقابل صابونی لیپیدهای شیر عمدتاً استرول‌های کلسترول و مقادیر جزئی لانوسترول و دی‌هیدرولانوسترول هستند (هتینگا، ۱۹۹۶).

جدول ۱-۱- گروه‌های اصلی لیپیدها در شیر

مقدار (%W/W)	گروه لیپیدی
۹۸/۳	تری آسیل گلیسرول‌ها
۰/۳	دی آسیل گلیسرول‌ها
۰/۰۳	مونو آسیل گلیسرول‌ها
۰/۱	اسیدهای چرب آزاد
۰/۸	فسفولیپیدها
۰/۳	استرول‌ها
ناچیز	کاروتنوئیدها
ناچیز	ویتامین‌های محلول در چربی
ناچیز	ترکیبات طعمی

لیپیدها در شیر گاو بصورت امولسیون روغن در آب در گلبولهای چربی موجود هستند. هدف اولیه این لیپیدها فراهم کردن یک منبع انرژی به گوساله تازه متولد شده می‌باشد. مقدار چربی شیر و ترکیب اسیدهای چرب لیپیدها تحت تاثیر عواملی همچون نژاد گاو، رژیم غذایی و مرحله شیردوشی می‌تواند متفاوت باشد. مقدار چربی شیر گاو می‌تواند از حدود ۳-۶٪ متغیر باشد ولی معمولاً در محدوده ۳/۵-۴/۷٪ می‌باشد. تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب (برای مثال C۱۶:۰ و C۱۸:۱) می‌تواند کاملاً مشخص باشد و منجر به تغییرات در خصوصیات فیزیکی چربی گردد. از نقطه نظر عملی، لیپیدهای شیر که خصوصیات بافتی، اورگانولپتیکی و تغذیه‌ای متمایزی در محصولات لبنی از قبیل خامه، کره، پودر شیر کامل و پنیر دارند، حایز اهمیت زیادی هستند (فاکس و همکاران، ۲۰۰۶).

ساختار چربی شیر تا حدودی پیچیده است. تری آسیل گلیسرول‌ها ترکیب غالب در چربی شیر هستند و حدود ۹۸٪ آن را تشکیل می‌دهند. اسیدهای چرب اشباع در حدود ۶۵-۷۰٪ و اسیدهای چرب غیر اشباع ۲۹-۳۴٪ از کل چربی شیر را تشکیل می‌دهند. بین اسیدهای چرب اشباع اسید پالمیتیک (۲۵-۴۰٪) و بین اسیدهای چرب غیر اشباع اسید اولئیک (۱۸-۳۴٪) بیشترین میزان را به خود اختصاص می‌دهند (فاکس و همکاران، ۲۰۰۶). ترکیب اسیدهای چرب تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی نظیر تغییرات فصلی، نژاد، سن حیوان و طول دوره‌ی شیردهی قرار می‌گیرد، به طوری که عدد یدی چربی شیر در فصل تابستان چند واحد بیشتر از فصل زمستان است که این امر به تفاوت جیره مورد استفاده دام در این