

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شیراز

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته علوم و صنایع غذایی گرایش تکنولوژی

عنوان

تولید پنیر سفید فراپالایش آنالوگ با استفاده از جایگزینی

چربی شیر با روغن کنجد

استادان راهنما

دکتر جواد حصاری

دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی

استاد مشاور

دکتر سید عباس رأفت

پژوهشگر

الناز ارزنی

شهریور ۱۳۹۳

# ملکا ذکر تو کویم کہ تو پائی و خدایی نروم جزبہ جان رہ کہ توام راہنمایی

برخود و طیفہ می دانم از زحمت بی دین، تلاش های بی وقفه و راهنمایی های ارزشمند اساتید ارجمندم آقای دکتر حوادحصاری و آقای دکتر صدیف آزاد مرد میرچی در

راستای انجام این پروژه شکر و قدردانی نمایم.

از زحمت استاد دکتر آقا و آقای دکتر عباس رافت در امر مشاوره این پروژه کمال شکر را دارم.

از جناب آقای دکتر سید مادی پنجم دوست که زحمت داری این پایان نامه را منتقل شدند کمال شکر و قدردانی را دارم.

از ازمودیریت و مسئولان محترم کارخانه شیر پاستوریزه چاه آذیجان شرقی به ویژه آقای مهندس حسین جدیری، آزمایشگاه دانش پژوه آموزش و ریاست محترم و کلیه

کارکنان آزمایشگاه های گروه علوم و صنایع غذایی ساختمان تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی جهت همکاری در راستای پیشبرد این پایان نامه سپاسگزارم.

از دوستان عزیزم مریم و طیفه خواه، ژیلار جمند و بهناز دهری که در پیشبرد این پایان نامه از بیچ گلی دین نکرده کمال شکر را دارم.

تقدیم به

پدر و مادر مهربانم

و

خواهر و برادر عزیزم

نام خانوادگی: ارزنی	نام: الناز
عنوان پایان نامه: تولید پنیر سفید فراپالایش آنالوگ با استفاده از جایگزینی چربی شیر با روغن کنجد	
استادان راهنما: دکتر جواد حصارى - دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی استاد مشاور: دکتر سید عباس رأفت	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: علوم و صنایع غذایی گرایش: تکنولوژی مواد غذایی دانشگاه: تبریز دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی: تابستان ۱۳۹۳ تعداد صفحه: ۸۲	
کلید واژه ها: پنیر آنالوگ، پنیر سفید فراپالایشی، روغن کنجد، جایگزینی چربی شیر	
<p><b>چکیده</b></p> <p>محصولات لبنی پرچرب به دلیل داشتن اسیدهای چرب اشباع و کلسترول بالا برای سلامتی افراد به ویژه بیماران قلبی- عروقی مضر است. نگرانی های مذکور از طرف مصرف کنندگان، به گسترش مصرف محصولات کم چرب و بدون چربی در بازار منجر شده است. هدف از این پژوهش بررسی اثر جایگزینی چربی شیر با روغن کنجد در نسبت- های مختلف بر روی ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، حسی و بافتی پنیر سفید فراپالایش بود. برای این منظور پنیر سفید فراپالایش آنالوگ با جایگزینی چربی شیر با روغن کنجد با نسبت های ۰.۲۵٪، ۰.۵۰٪ و ۰.۷۵٪ تولید شد و ویژگی- های فیزیکی، شیمیایی، پروفایل اسیدهای چرب، لیپولیز، سفتی بافت، رنگ، شمارش باکتریهای استارت و ویژگی های حسی آن ها در روزهای ۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ مورد بررسی قرار گرفت. همه اندازه گیری ها در سه تکرار انجام گرفت. داده های حاصل توسط طرح آماری کورت های خرد شده در زمان و با نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه گیری پروفیل اسیدهای چرب با گاز کروماتوگرافی نشان داد که پنیرهای حاوی روغن کنجد دارای اسیدهای چرب غیر اشباع (شامل اولئیک، لینولئیک و لینولنیک) بالایی بودند، در حالی که نمونه پنیر کنترل دارای اسیدهای چرب اشباع نظیر بوتیریک، کاپروئیک، کاپریک، لوریک، مریستیک، پالمیتیک و استئاریک بود. میزان لیپولیز در همه تیمارها طی رسیدن و با گذشت زمان به طور معنی داری (<math>p &lt; 0.05</math>) افزایش یافت. ارزیابی بافت توسط دستگاه اینستران نشان داد که تیمارهای حاوی روغن کنجد به طور معنی داری (<math>p &lt; 0.05</math>) سفتی کمتری در مقایسه با تیمار کنترل داشتند. پنیرهای حاوی روغن کنجد دارای سفتی مشابهی بودند و تفاوت معنی داری با هم نداشتند (<math>p &gt; 0.05</math>). شمارش باکتری های استارت لاکتوکوکوس طی رسیدن با گذشت زمان</p>	

کاهش و شمارش باکتری‌های استارتر لاکتوباسیلوس طی رسیدن افزایش پیدا کرد. از نظر ویژگی‌های حسی پنیر کنترل دارای بیشترین امتیاز بود و از میان پنیرهای تیمار شده با روغن کنجد، پنیر آنالوگ با ۲۵٪ روغن کنجد دارای بیشترین امتیاز حسی بود. در مجموع نتایج تحقیق امکان عملی شدن جایگزینی چربی پنیر با روغن‌های گیاهی در پنیر سفید فراپالایش را که در حال حاضر مهم‌ترین پنیر صنعتی ایران را تشکیل می‌دهد، نشان داد.

مقدمه..... ۱

### فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱ پنیر و ارزش غذایی آن.....	۳
۲-۱ انواع پنیر.....	۴
۳-۱ پنیر سفید فتا.....	۴
۴-۱ تولید پنیر به روش اولترافیلتراسیون.....	۵
۵-۱ پنیر کم چرب.....	۸
۱-۵-۱ روش های تولید پنیر کم چرب.....	۸
۱-۵-۱-۱ اصلاح فرآیند تولید.....	۸
۲-۱-۵-۱ استفاده از استارترهای تولیدکننده اگزوپلی ساکارید.....	۹
۳-۱-۵-۱ استفاده از جایگزین های چربی.....	۹
۲-۵-۱ انواع جایگزین های چربی مورد استفاده در پنیر های کم چرب.....	۹
۶-۱ پنیر های آنالوگ.....	۱۰
۱-۶-۱ منابع پروتئینی و جایگزین پروتئین شیر.....	۱۳
۲-۶-۱ جایگزینی چربی.....	۱۵
۷-۱ چربی شیر.....	۱۵
۱-۷-۱ اهمیت چربی شیر در پنیر.....	۱۷
۸-۱ روغن دانه کنجد.....	۱۷
۱-۸-۱ ترکیب اسیدهای چرب روغن کنجد.....	۱۸
۲-۸-۱ خواص روغن کنجد.....	۲۲

### فصل دوم: مروری بر تحقیقات اخیر

۱-۲ استفاده از جایگزین های چربی در پنیر کم چرب.....	۲۴
۲-۲ استفاده از روغن های گیاهی در تولید پنیر آنالوگ.....	۲۶
۳-۲ ویژگی های بافتی پنیرهای آنالوگ.....	۲۹

### فصل سوم: مواد و روش ها

۱-۳ مواد مورد استفاده.....	۳۴
۱-۱-۳ مواد خام مورد استفاده.....	۳۴
۱-۱-۱-۳ شیر برای تهیه پنیر.....	۳۴

۳۴	۲-۱-۱-۳ رتنتیت
۳۴	۳-۱-۱-۳ خامه
۳۵	۴-۱-۱-۳ روغن کنجد
۳۵	۵-۱-۱-۳ استارتر
۳۵	۲-۱-۳ مواد شیمیایی و محیط کشت مورد استفاده
۳۵	۳-۱-۳ تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی
۳۶	۲-۳ محل انجام پژوهش
۳۶	۳-۳ مراحل انجام پژوهش
۳۸	۴-۳ نمونه برداری
۳۸	۵-۳ آزمایش های شیمیایی
۳۸	۱-۵-۳ اندازه گیری pH
۳۸	۲-۵-۳ اندازه گیری اسیدیته
۳۹	۳-۵-۳ ماده خشک
۳۹	۴-۵-۳ اندازه گیری نمک
۳۹	۵-۵-۳ اندازه گیری چربی پنیر
۳۹	۶-۵-۳ ازت کل پنیر
۴۰	۷-۵-۳ ازت محلول در pH= ۴/۶
۴۰	۸-۵-۳ اندازه گیری ازت محلول در تری کلرو استیک اسید
۴۱	۹-۵-۳ اندازه گیری شدت لیپولیز
۴۱	۱۰-۵-۳ اندازه گیری عدد پراکسید
۴۲	۱۱-۵-۳ اندازه گیری اسید های چرب
۴۲	۱-۱۱-۵-۳ استخراج روغن از نمونه های پنیر برای آنالیز اسید های چرب
۴۲	۲-۱۱-۵-۳ آماده سازی برای گاز کروماتوگرافی
۴۳	۶-۳ آزمایشات میکروبی
۴۳	۱-۶-۳ شمارش لاکتوباسیلوس ها
۴۳	۲-۶-۳ شمارش لاکتوکوکوس ها
۴۳	۷-۳ رنگ سنجی
۴۵	۸-۳ ارزیابی سفتی بافت پنیر
۴۵	۹-۳ ارزیابی حسی
۴۶	۱۰-۳ تجزیه و تحلیل آماری

#### فصل چهارم: نتایج و بحث

۴۶	۱-۴ مطالعه ویژگی های فیزیکی شیمیایی پنیر
----	--



۴۶	۱-۱-۴ تغییرات pH
۴۷	۲-۱-۴ تغییرات چربی
۴۹	۳-۱-۴ تغییرات اسیدیته
۵۰	۴-۱-۴ تغییرات درصد ماده خشک
۵۱	۵-۱-۴ تغییرات درصد پروتئین
۵۲	۶-۱-۴ تغییرات نمک
۵۳	۷-۱-۴ ارزیابی پروتئولیز
۵۳	۱-۷-۱-۴ تغییرات درصد ازت محلول در pH=۴/۶ به ازت کل
۵۴	۲-۷-۱-۴ تغییرات درصد ازت غیر پروتئینی به ازت کل (NPN/TN)
۵۵	۸-۱-۴ پروفایل اسیدهای چرب
۵۷	۹-۱-۴ عدد پراکسید
۵۸	۱۰-۱-۴ ارزیابی لیپولیز
۵۹	۲-۴ ارزیابی بافت نمونه های پنیر
۶۱	۳-۴ رنگ
۶۳	۴-۴ نتایج میکروبی
۶۳	۱-۴-۴ شمارش لاکتوکوکوس‌ها
۶۴	۲-۴-۴ شمارش لاکتوباسیلوس‌ها
۶۵	۵-۴ ارزیابی حسی
۶۵	۱-۵-۴ مقایسه ویژگی‌های حسی میان تیمارها در زمان‌های مختلف رسیدن
۶۸	۲-۵-۴ ویژگی طعمی
۶۹	۳-۵-۴ ویژگی بافت دهانی
۶۹	۴-۵-۴ ویژگی ظاهری
۷۰	۵-۵-۴ بافت غیر دهانی
۷۱	نتیجه گیری
۷۲	پیشنهادها

### فهرست منابع و مآخذ

۷۷	منابع
----	-------

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱- گروه‌های اصلی لیپید در شیر..... ۱۵

جدول ۲-۱- اسیدهای چرب اصلی در چربی شیر گاو..... ۱۶

جدول ۳-۱- ترکیب اسید چرب و بعضی پارامترهای روغن کنجد..... ۱۹

جدول ۴-۱- ویژگی‌های مهم روغن کنجد..... ۲۱

جدول ۱-۳- ویژگی‌های شیر خام مصرفی..... ۳۲

جدول ۲-۳- ویژگی رتنیت..... ۳۲

جدول ۳-۳- برخی ویژگی‌های شیمیایی روغن کنجد..... ۳۳

جدول ۳-۳- تیمارهای تولید شده..... ۳۶

جدول ۱-۴- آمار توصیفی صفات اندازه‌گیری شده در طی زمان رسیدن..... ۴۸

جدول ۲-۴- جدول ۲-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی pH طی رسیدن..... ۴۷

جدول ۳-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی درصد چربی نمونه‌های پنیر..... ۴۹

جدول ۴-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی اسیدیته نمونه‌های پنیر طی رسیدن..... ۵۰

جدول ۵-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی پروتئین نمونه‌های پنیر طی رسیدن..... ۵۲

جدول ۶-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی درصد نمک نمونه‌های پنیر طی رسیدن..... ۵۲

جدول ۷-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی درصد ازت غیر پروتئینی نمونه‌های پنیر طی رسیدن..... ۵۵

جدول ۸-۴- ترکیب اسیدهای چرب چربی نمونه‌های پنیر..... ۵۶

جدول ۹-۴- تغییرات عدد پراکسید بین تیمارها..... ۶۰

جدول ۱۰-۴- پارامترهای رنگی نمونه‌ها..... ۶۱

جدول ۱۱-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی شمارش لاکتوکوکوس‌ها طی رسیدن..... ۷۴

جدول ۱۲-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی شمارش لاکتوباسیلوس‌ها طی رسیدن..... ۷۵

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- خط تولید پنیر UF..... ۷
- شکل ۱-۳- شمایی از سیستم عکس برداری..... ۴۴
- شکل ۲-۳- پارامترهای رنگ سنجی..... ۴۴
- شکل ۱-۴- اثر زمان رسیدن بر pH نمونه‌های پنیر..... ۴۷
- شکل ۲-۴- اثر زمان رسیدن بر درصد چربی نمونه‌های پنیر..... ۴۸
- شکل ۳-۴- اثر زمان رسیدن بر درصد ماده خشک نمونه‌های پنیر..... ۵۱
- شکل ۴-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی درصد ازت محلول به ازت کل..... ۵۴
- شکل ۵-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی لیپولیز نمونه‌های پنیر طی رسیدن..... ۵۸
- شکل ۶-۴- اثر تیمارهای مختلف بر سفتی نمونه‌ها..... ۶۰
- شکل ۷-۴- تأثیر جایگزینی چربی پنیر فراپالایش با روغن کنجد بر روی سفتی بافت..... ۶۰
- شکل ۸-۴- تغییرات پارامتر a بین تیمارها..... ۶۲
- شکل ۹-۴- تغییرات پارامتر b بین تیمارها..... ۶۳
- شکل ۱۰-۴- مقایسه ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر در روز اول..... ۶۶
- شکل ۱۱-۴- مقایسه ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر در روز ۱۵..... ۶۶
- شکل ۱۲-۴- مقایسه ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر در روز ۳۰..... ۶۷
- شکل ۱۳-۴- مقایسه ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر در روز ۴۵..... ۶۷
- شکل ۱۴-۴- مقایسه ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر در روز ۶۰..... ۶۸
- شکل ۱۵-۴- تغییرات طعم نمونه‌های پنیر طی رسیدن..... ۶۸
- شکل ۱۶-۴- تغییرات بافت دهانی نمونه‌های پنیر طی رسیدن..... ۶۹
- شکل ۱۷-۴- تغییرات ویژگی ظاهری نمونه‌های پنیر طی رسیدن،..... ۷۰
- شکل ۱۸-۴- تغییرات بافت غیر دهانی (قاشق برداری) نمونه‌های پنیر طی رسیدن..... ۷۰

فرآورده‌های شیری به واسطه ترکیبات مغذی از جمله پروتئین، چربی، ویتامین B<sub>۱۲</sub>، ویتامین A و کلسیم از اجزا اصلی رژیم غذایی هستند؛ در کشور ما، ۴/۸ درصد انرژی دریافتی روزانه هر فرد از گروه شیر و فرآورده‌های آن تامین می‌شود (انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور ۱۳۷۹-۱۳۸۱)، اما فرآورده‌های شیری مقادیر قابل توجهی چربی اشباع و کلسترول دارند.

پنیر از جمله مواد غذایی است که محتوای مقادیر بالایی از اسیدهای چرب اشباع می‌باشد و معمولاً حدود ۹۵ درصد چربی‌های پنیر را تری‌گلیسیریدها تشکیل می‌دهند، که از این مقدار، ۷۴ درصد اسیدهای چرب اشباع شده (SFA)، ۲۳ درصد اسیدهای چرب تک غیر اشباع (MUFA) و ۳ درصد اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) می‌باشد. هر ۱۰۰ گرم پنیر فتا ۲۱/۲ گرم چربی دارد و محتوی ۱۴/۹ گرم اسیدهای چرب اشباع شده (SFA)، ۴/۶۱ گرم اسیدهای چرب تک غیر اشباع (MUFA)، ۰/۶ گرم اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) و ۸۸ میلی گرم کلسترول است. مصرف اضافی اسیدهای چرب اشباع ممکن است با ایجاد ناراحتی‌های مزمن قلبی-عروقی، افزایش وزن و فشار خون بالا سلامت مصرف کنندگان را به خطر بیندازد؛ از این رو استفاده از روغن‌های گیاهی و جایگزین کردن آنها به چربی شیر در محصولات لبنی بویژه پنیر به منظور کاهش کلسترول پنیر و بهبود نوع اسیدهای چرب آن مورد توجه قرار گرفته است، زیرا روغن‌های گیاهی نسبت به چربی شیر اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتری دارند، فاقد کلسترول بوده و ارزان‌تر هستند و نسبت به چربی شیر کمتر تحت تاثیر تغییرات فصلی و تغییرات اسیدهای چرب قرار می‌گیرند (تقوایی و همکاران، ۱۳۸۵). روغن کنجد نیز منبع غنی از چربی غیر اشباع، به ویژه لینولئیک اسید و لینولنیک اسید بوده و عاری از هر گونه کلسترول بد (LDL) است (آزادمرد دمیرچی، ۱۳۸۹).

فصل اول:

کلیات

## ۱-۱ پنیر و ارزش غذایی آن

پنیر فرآورده تازه یا رسیده از شیر است که پس از انعقاد و خروج سرم شیر از شیر کامل، شیر پس چرخ و یا ترکیبی از این دو بدست می‌آید و متشکل از چربی، پروتئین، کلسیم و فسفر می‌باشد. از لحاظ ارزش غذایی، پنیر به دلیل دارا بودن محتوای پروتئینی و چربی بالا، ویتامین B<sub>۱۲</sub> و کلسیم بسیار مغذی است. پنیر از جمله مهم ترین منابع پروتئینی است و حاوی تمام اسیدهای آمینه ضروری می‌باشد و میزان پروتئین انواع مختلف آن متفاوت است (اکیقی و همکاران، ۱۹۸۷). ارزش بیولوژیکی ترکیب پروتئین‌های پنیر تا حدی پایین تر از ترکیب پروتئین‌های شیر است، ولی در صورت استفاده از روش فرآپالایش در تهیه پنیر، پروتئین‌های آب پنیر نیز در دلمه باقی می‌مانند، در نتیجه ارزش غذایی پروتئین پنیر بالا می‌رود. در چنین پنیرهایی، پروتئین‌های آب پنیر حدود ۲۰٪ کل پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند (مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۵)؛ بنابراین می‌توان گفت که پنیر یک ماده غذایی بسیار با ارزش و در عین حال از لحاظ اقتصادی در مقایسه با دیگر مواد غذایی ارزان تر است.

پنیر نام کلی برای گروهی از فرآورده‌های تخمیری شیر است که در مناطق مختلف جهان با طعم‌ها، بافت‌ها و اشکال بسیار متنوع تولید می‌گردد (رشیدی، ۱۳۸۵). تولید پنیر با هدف افزایش قابلیت نگهداری شیر ابداع شده است که طی آن محصول با ماندگاری پایین (شیر) به محصول با ماندگاری بالا تبدیل می‌شود.

پنیر از منابع رژیمی مهم چربی می‌باشد. چربی پنیر محتوی حدوداً ۶۶٪ اسید چرب اشباع، ۳۰٪ تک غیر اشباع و ۴٪ چند غیر اشباع می‌باشد (فاکس و همکاران، ۲۰۰۴). در ایران نیز تولید پنیر از اهمیت زیادی برخوردار است (رشیدی، ۱۳۸۵). هر چند که مواد اولیه به کار رفته در تولید پنیر محدود است (شیر گاو، بز، گوسفند و گاو میش)، اما بالغ بر ۵۰۰ نوع پنیر توسط فدراسیون لبنی بین المللی شناسایی شده است.

## ۲-۱ انواع پنیر

در یک طبقه بندی، پنیرها به ۲ گروه انعقادی و فراپالایش تقسیم می‌شوند. در تهیه پنیرهای انعقادی یا کوآگوله مانند پنیرهای سنتی لیقوان، به شیر، آنزیم اضافه می‌شود و افزودن پنیر مایه موجب لخته شدن کازئین شیر می‌شود و پروتئین‌های نامحلول رسوب می‌کنند؛ سپس پنیر آبگیری شده و به آن نمک زده می‌شود. در این روش برای تهیه یک کیلوگرم پنیر ۱۰ کیلوگرم شیر لازم است.

در تهیه این پنیرها، پروتئین‌های کازئینی شیر در دلمه باقی می‌مانند، در حالی که قسمت عمده پروتئین‌های محلول در آب، وارد آب پنیر می‌گردند. به دلیل اینکه پروتئین‌های آب پنیر از ارزش زیستی بالاتری نسبت به کازئین‌ها برخوردار می‌باشند (پروتئین‌های کازئینی از نظر اسید آمینه گوگردی فقیر هستند)، ارزش بیولوژیکی ترکیب پروتئین‌های پنیر تا حدی پایین تر از ترکیب پروتئین‌های شیر است، ولی وقتی از روش فراپالایش در تهیه پنیر استفاده شود، پروتئین‌های آب پنیر نیز در دلمه باقی می‌مانند، در نتیجه ارزش غذایی پروتئین پنیر بالا می‌رود (فاکس و همکاران، ۲۰۰۰).

در پنیرهای فراپالایش، بازدهی بیشتر است و از میزان کمتر شیر مقدار بیشتری پنیر تهیه می‌شود و تا ۴۰ درصد چربی در پنیر می‌ماند و در نتیجه این محصولات انرژی بالاتری دارند که پنیرهای صبحانه موجود در بازار از همین گروه هستند، مانند پنیرهای فتا. این پنیرها قابلیت مالیدن روی نان را دارند، در حالی که پنیرهای سنتی هنگام استفاده خرد می‌شوند.

## ۳-۱ پنیر سفید فتا

واژه فتا معنای خاصی در زبان یونان دارد و مترادف Slice در زبان انگلیسی، Tranche در زبان فرانسه، Pezza در زبان ایتالیایی و Shnitz در زبان آلمانی می‌باشد (حسینی اقدم، ۱۳۹۱).

پنیر فتا از دید مصرف کنندگان یونانی این گونه تعریف می‌شود: پنیری است با کیفیت عالی که از شیر گوسفند یا مخلوط شیر گوسفند و بز تهیه شده و درون آب نمک نگهداری می‌شود. در ابتدا برای تهیه این نوع پنیر از شیر گوسفند یا بز استفاده می‌شد، ولی امروزه با افزایش تقاضا از شیر گاو نیز برای تولید آن استفاده می‌شود. بزرگترین تولیدکننده پنیر فتا از شیر گاو کشور دانمارک است. (حسن و همکاران،

۲۰۰۴) در سالهای اخیر در ایران نیز تولید پنیر به روش فراپالایش با عنوان فتا توسعه زیادی پیدا کرده است. میزان رطوبت پنیرهای فتای تولید شده به روش اولترافیلتراسیون معمولاً بالاتر و محتوای چربی آنها کمتر از پنیرهای مشابه سنتی است که این ویژگی‌ها ناشی از ظرفیت و نگهداری بیشتر آب توسط پروتئین‌های آب پنیر موجود در رنتیت است (عبدالسلام و همکاران، ۱۹۹۹).

پنیر فتا پنیری سفید، نرم، رسیده و آب نمکی است. دارای مزه نسبتاً شور، کمی اسیدی و عطر و طعم خوشایند است. پنیر فتا به صورت سنتی در یونان از زمان هومری ها تولید می‌شود (فلانگان و همکاران ۲۰۰۳). محتوای رطوبتی این پنیرها معمولاً بالاتر و محتوای چربی آنها کمتر از پنیرهای مشابه سنتی است که این ویژگی‌ها ناشی از ظرفیت نگهداری بیشتر آب توسط پروتئین‌های سرمی موجود در رنتیت است (عبدالسلام و همکاران، ۱۹۹۹).

#### ۴-۱ تولید پنیر به روش فراپالایش

کاربرد ویژه فراپالایش برای فراوری شیر به منظور تولید پنیر در سال ۱۹۶۹ تحقق پیدا کرد و در آن زمان به نام مخترعان آن، فرآیند <sup>۱</sup>MMV نامیده شد. امروزه مقادیر زیادی از پنیرها با کمک این روش تولید می‌شوند و عمدتاً فتا نامیده می‌شوند. فراپالایش یک فرآیند غشایی است که می‌تواند ترکیبات آلی را همزمان و بدون تغییر فاز، تغلیظ و تفکیک کند. فرآیند اولترافیلتراسیون به طور کلی برای تغلیظ پروتئین‌ها در شیر و آب پنیر، استاندارد کردن پروتئین شیر مورد استفاده برای تولید پنیر، ماست و سایر محصولات به کار می‌رود. نقش فراپالایش در پنیر سازی تولید فاز ماندگاری<sup>۲</sup> است که ماده خشک آن در حد مناسبی تنظیم شده است؛ علاوه بر این اجزای شیر باید در نسبت‌های صحیح در آن وجود داشته و حالات فیزیکی اجزاء آسیب ندیده باشد، همچنین مایع تغلیظ شده باید از کیفیت بالایی برخوردار باشد.

از سال ۱۳۷۵ نیز سیستم تولید پنیر با استفاده از روش فراپالایش در ایران آغاز شد (حصاری و همکاران، ۱۳۸۵). پنیرهایی که در کشور ما به روش فراپالایش تولید و بسته بندی می‌شوند، با نام پنیر سفید ایرانی و پنیر فتا شناخته شده می‌باشند. پنیر سفید فراپالایشی در حال حاضر مهمترین پنیر صنعتی ایران را

<sup>۱</sup>Moubios, Mocquot, Vassal

<sup>۲</sup>Retantate

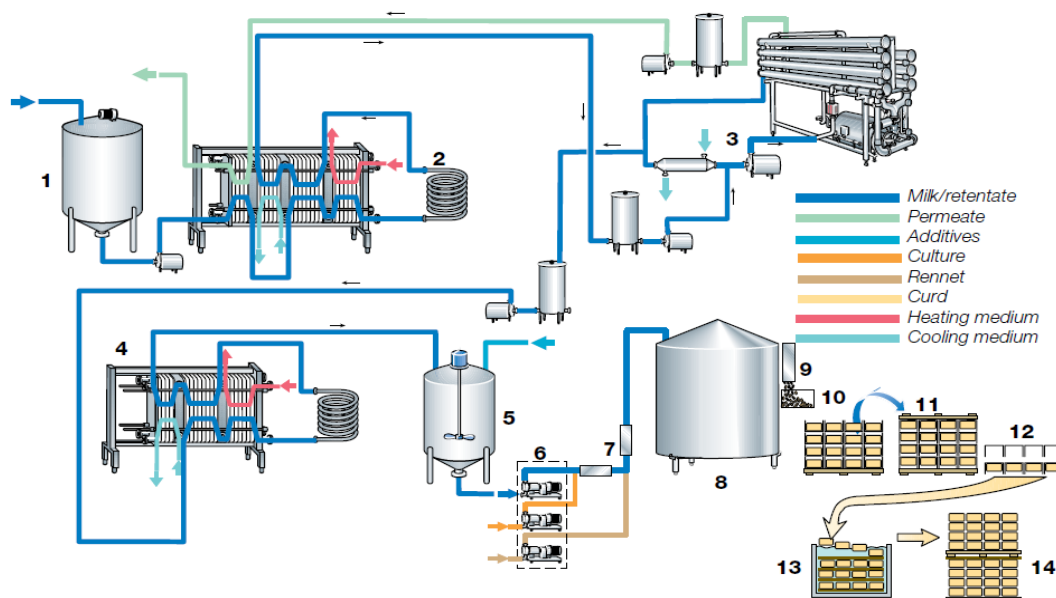


تشکیل می‌دهد که از حدود ۲ دهه گذشته با راه اندازی کارخانه‌های مدرن تولید آن در ایران آغاز شده است و با داشتن مزایای منحصر به فرد مانند راندمان بالای تولید، اکنون مهمترین تولیدی صنایع لبنیات کشور را به خود اختصاص داده است.

پنیر سفید فراپالایشی ایرانی پنیری است با بافت نرم و مالش پذیر که از شیر پاستوریزه ( ۷۲ درجه سلسیوس و ۱۵ ثانیه) گاو و متعاقب فرآیند فراپالایش تولید می‌گردد. این پنیر با افزودن رنت و باکتریهای آغازگر لاکتیکی مزوفیل تهیه می‌شود (قدس روحانی، ۱۳۸۸). این پنیر از شیر کامل با چربی حداقل ۳/۸ درصد تولید می‌گردد. pH نهایی این فراورده که ۷۲ ساعت پس از تولید حاصل می‌گردد، ۴/۸ است.

اصول تولید پنیر با استفاده از روش فراپالایش در واقع مشابه با اصول کلی تولید پنیر معمولی است، با این تفاوت که در اینجا شیر تغلیظ می‌گردد و آب و مواد محلول خود را تا حد لازم ( ۴۰٪ ماده خشک) از دست می‌دهد. پروتئین‌های محلول در آب شیر و پروتئین‌های نامحلول آن (کازئین) پشت این صافی‌ها می‌مانند و به این ترتیب شیر کم‌کم غلیظ می‌شود. با باقی ماندن پروتئین‌های آب پنیر در دلمه راندمان پنیر سازی افزایش می‌یابد و از پروتئین‌های آب پنیر استفاده بهتری می‌شود، زیرا در روش سنتی حدود ۲۰٪ پروتئین‌های شیر از طریق آب پنیر خارج می‌شود. ارزش غذایی پروتئین‌های محلول در آب پنیر فراپالایشی بسیار زیاد است، زیرا شبیه پروتئین‌های انسانی هستند و قابلیت هضم صد در صد دارند. رتنتیت حاصل دارای حدود ۳۷٪ ماده خشک، ۱۵/۶٪ پروتئین، ۳/۴٪ لاکتوز، ۱/۷۵٪ املاح و ۱۶/۴٪ چربی است. این نوع پنیر پس از طی دوره رسیدن کوتاه مدت (در دمای ۲۷ درجه سلسیوس به مدت ۱ روز) و دوره نگه داری (در دمای ۸ درجه سلسیوس به مدت ۱ تا ۲ هفته) به بازار عرضه می‌گردد. این پنیر فاقد دوره رسیدن است و ماندگاری آن نیز حداکثر ۲ ماه می‌باشد (قدس روحانی، ۱۳۸۸). پنیر فراپالایش پاستوریزه می‌شود و به همین دلیل از لحاظ بهداشتی به پنیرهای سنتی ارجحیت دارد.

۱- تانک شیر	۵- تانک مخلوط کردن	۹- واحد برش دلمه	۱۳- نمک زنی
۲- پیش تیمار (ترمیمزاسیون)	۶- پمپ	۱۰- پرکنی	۱۴- هدایت به
۳- مودول فرآپالایش	۷- میکسر	۱۱- افزودن رنت	گرم خانه
۴- پاستوریزاسیون	۸- تشکیل دلمه	۱۲- تونل انعقاد	



شکل ۱-۱- خط تولید پنیر فرآپالایشی

تولید پنیر به روش فرآپالایش دارای مزایای متعددی است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- باقی ماندن پروتئین‌های آب پنیر در دلمه باعث افزایش بازده تولید و افزایش ارزش غذایی پنیر می‌شود.

- مصرف آنزیم و مایه کشت میکروبی به میزان ۸۰٪ کاهش می‌یابد.

- ۴۰ درصد چربی در پنیر باقی می‌ماند، در نتیجه از هدر رفتن چربی در آب پنیر ممانعت می‌شود.

- تغلیظ پروتئین‌های شیر قبل از انعقاد، سبب ایجاد بافت همگن و صاف تر در پنیرهای فرآپالایشی در مقایسه با پنیرهای سنتی می‌شود.

- BOD پرمیت کاهش می‌یابد.

## ۱-۵ پنیر کم چرب

مصرف بیش از حد چربی باعث بروز بیماری‌هایی مثل چاقی افراطی یا بیماری قلبی عروقی و انواع سرطان می‌شود، که این موضوع باعث توجه مصرف کنندگان به مضرات مصرف چربی شده و استفاده از مواد غذایی کم چرب به خصوص محصولات لبنی کم چرب، به ویژه پنیر که از مهمترین فرآورده‌های لبنی و ماده پرچربی است، در طی سالیان اخیر افزایش یافته است.

### ۱-۵-۱ روش‌های تولید پنیر کم چرب

- بهبود یا اصلاح روش‌های تولید
- استفاده از استارترهای تولیدکننده اگزوپلی ساکارید
- استفاده از جایگزین‌های چربی

### ۱-۵-۱-۱ اصلاح فرآیند تولید

ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین روش بهبود طعم و بافت پنیرهای با چربی کاهش یافته است. بسیاری از روش‌های اصلاح فرآیند تولید در جهت افزایش میزان رطوبت پنیر هدف گذاری می‌شوند. از روش‌های اصلاح فرآیند تولید می‌توان کاهش زمان پرسینگ، کاهش زمان پخت، شستشوی دلمه با آب سرد، هموژنیزاسیون، افزودن مواد جامد بدون چربی نظیر شیر پس چرخ، کاهش زمان آب نمک گذاری و ... را نام برد (دریک و سوانسون، ۱۹۹۵). با افزایش محتوی رطوبت تا حدی باعث اصلاح بافت شده و بافت پنیر کم چرب را نرم می‌کند. از طرف دیگر رطوبت بالا در پنیرهای کم چرب باعث توسعه اسید در این پنیرها می‌شود. چون در رطوبت بالا استارترهای لاکتیکی به سرعت رشد و تکثیر کرده و اسید اضافی تولید می‌کنند و باعث طعم تلخ می‌شوند (رودریگز، ۱۹۹۸). برای جلوگیری از تولید بیش از حد اسید و حفظ ظرفیت بافری قوی در پنیر راه کارهای زیر پیشنهاد می‌شود: استفاده از مقادیر کم باکتری‌های استارتر لاکتیک اسید، استفاده از سویه‌های ویژه باکتری‌های لاکتیک اسید، کاهش زمان رسیدن و شستشوی دلمه.

## ۱-۵-۱ استفاده از استارترهای تولیدکننده آگزو پلی ساکارید

کشت‌های الحاقی با افزایش پروتئولیز به ویژه افزایش فعالیت آمیلوپپتیدازها که طعم تلخ را کاهش می‌دهند و غلظت پپتیدهای مؤثر در طعم مطلوب را افزایش می‌دهند، باعث بهبود طعم می‌شوند. تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از جفت مایه کشت تولیدکننده پلی ساکارید برون سلولی /استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتو باسیلوس دلبروکی زیر گونه‌ی بولگاریکوس به طور قابل توجهی رطوبت و خصوصیت ذوب پذیری پنیر موزارلای کم چرب را افزایش می‌دهد (زیسو، ۲۰۰۵). همچنین این استارترها باید قادر به فعالیت در رطوبت بالای پنیر کم چرب باشند (آردو، ۱۹۹۷).

## ۱-۵-۱-۳ استفاده از جایگزین‌های چربی

جایگزین‌های چربی به منظور شبیه سازی ویژگی‌های عملکردی و ارگانولپتیکی چربی، با کاهش قابل توجهی در کالری به کار می‌روند. مشکل اصلی در پنیرهای کم چرب، مقادیر پروتئین بالا می‌باشد. وقتی میزان چربی کاهش می‌یابد، ماتریکس پروتئین بسیار متراکم می‌شود و بافت پنیر بسیار جویدنی می‌شود (کاواس و همکاران، ۲۰۰۴). در تولید پنیرهای کم چرب نسبت رطوبت به کازئین، نمک، نمک در رطوبت و pH که موجب بهبود ساختار و طعم می‌شود و تحت تأثیر تغییرات بیوشیمیایی و میکروبیولوژیکی قرار می‌گیرد، باید به خوبی کنترل شود.

## ۱-۵-۲ انواع جایگزین‌های چربی مورد استفاده در پنیرهای کم چرب

## ➤ جانشین‌های چربی

جانشین‌های چربی بر پایه چربی می‌باشند. در واقع تری‌آسیل‌گلیسرول‌های حاوی اسیدهای

چرب بلند و متوسط زنجیر هستند که حدود ۵-۷ kcal/gr انرژی تولید می‌کنند، اما به طور متفاوتی در مقایسه با تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها هضم و اکسید می‌شوند. نظیر اولسترا، سالاتریم و کاپرنین. اولسترا یک نام تجاری برای پلی‌استر اسید چرب ساکارز است و بسیار مناسب برای استفاده در پنیر می‌باشد (دوران و همکاران، ۱۹۹۸). این ترکیبات مانند چربی غیر قطبی هستند،