

بررسی اثر فرایند فراپالایش (UF) بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی، رئولوژیکی و حسی پنیر لاکتیکی

زهره محمدی^۱* و محمد دانشی^۲

چکیده

پنیر یکی از محصولات لبنی محسوب می شود که منبع مناسبی از پروتئین، کلسیم و فسفر به شمار می آید. پنیر لاکتیکی، نوعی پنیر سنتی در ایران است که بدون استفاده از مایه پنیر تهیه می شود و به دوره رسیدن نیاز ندارد. در شیوه رایج تولید این پنیر، تقریباً ۲۰ درصد از پروتئین های موجود در شیر از طریق آب پنیر هدر می رود. هدف از انجام این تحقیق به بررسی اثر فرایند فراپالایش (UF) بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی، رئولوژیکی و حسی پنیر لاکتیکی می باشد. پنیر یکی از محصولات لبنی است که تولید آن از شیر، نقش بسزایی در تأمین منابع غذایی دارد. با توجه به اتلاف پروتئین در فرایند تولید پنیرهای سنتی، هدف اصلی این مطالعه، بهبود کیفیت و افزایش بازده تولید پنیر لاکتیکی با استفاده از روش UF است. در این پژوهش، از شیر خام، ماست و نمک به عنوان مواد اولیه استفاده و ویژگی های شیمیایی، رئولوژیکی و حسی نمونه های پنیر در طول ۶۰ روز نگهداری در دمای یخچال ارزیابی شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۶ و آزمون های آماری ANOVA و مقایسه زوجی تحلیل شدند. نتایج نشان داد که پنیر لاکتیکی فراپالایش نسبت به پنیر سنتی، نرمی بافت بیشتری دارد و میزان SNF آن به طور معنی داری بالاتر است. همچنین، در آزمون های حسی، ویژگی هایی چون سفیدی رنگ، عطر و طعم پنیر فراپالایش به طور کلی مطلوب تر ارزیابی شدند. در نهایت، راندمان تولید پنیر لاکتیکی فراپالایش به ۱۸ درصد رسید که این میزان توجه اقتصادی مناسبی برای استفاده از این روش در صنعت لبنیات کشور فراهم می کند. این مطالعه می تواند به بهبود کیفیت محصولات لبنی و افزایش ارزش غذایی آن ها کمک کند.

واژگان کلیدی: فرایند فراپالایش (UF)، فیزیکی شیمیایی، رئولوژیکی، حسی، پنیر لاکتیکی.

۱. مقدمه

پنیر فراورده‌ای است که پس از انعقاد پروتئین شیر و خروج آب پنیر حاصل می‌شود. تقریباً یک سوم شیر تولید شده در جهان برای تولید پنیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. با افزایش میزان تولید شیر در سال‌های اخیر، تولید پنیر هم روند رو به رشد داشته است. به‌طوری‌که طبق آمار در سال ۲۰۱۰ میزان مصرف پنیر ارائه شده از سوی FAO طی سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸ از افزایش پایداری ۹ درصدی برخوردار بوده است [۱]. در ایران نیز میزان تولید پنیر طی سال‌های اخیر افزایش یافته و به ۲۴۵ هزار تن در سال ۲۰۰۹ رسیده است. با توجه به اینکه پنیر به تنهایی یک سوم شیر تولیدی را به خود اختصاص می‌دهد، لذا پژوهش پیرامون آن و روش‌های بهینه تولید پنیر ضرورتی غیرقابل انکار است. با این حال، تولید پنیر با چالش‌های متعددی مواجه است. یکی از چالش‌های اصلی اتلاف پروتئین در فرآیند تولید است؛ به‌طوری‌که در روش‌های سنتی، حدود ۲۰ درصد از پروتئین‌های شیر از طریق آب پنیر اتلاف می‌گردد [۲]. این اتلاف به هدررفت منابع غذایی و کاهش ارزش تغذیه‌ای محصول نهایی منجر می‌شود. همچنین، کیفیت بافت و طعم پنیر در طول زمان نگهداری کاهش می‌یابد و مشکلات مرتبط با آلودگی میکروبی نیز می‌تواند بر کیفیت نهایی تأثیرگذار باشد. فرآیند فراپالای (UF) به‌عنوان یک فناوری نوین در تولید پنیر، با هدف کاهش اتلاف پروتئین و بهبود کیفیت محصول ارائه شده است. UF به جداسازی کلئیدها و پروتئین‌ها از آب پنیر کمک کرده و باعث حفظ پروتئین‌های محلول در محصول نهایی می‌شود [۳]. این فناوری می‌تواند به بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر لاکتیکی کمک کند و به افزایش بازده تولید و کیفیت نهایی محصول منجر شود [۴]. هدف این تحقیق، بررسی امکان تولید پنیر لاکتیکی به روش غشایی (UF) به منظور بهبود ارزش تغذیه‌ای و افزایش بازده تولید می‌باشد. در این پژوهش ویژگی‌های شیمیایی، رئولوژیکی و حسی پنیر لاکتیکی سنتی و تولید شده با فرآیند فراپالایش طی دو ماه نگهداری در دمای یخچال بررسی و مقایسه خواهد شد. از آن جا که روش متداول برای تولید پنیر لاکتیکی استفاده از روش سنتی می‌باشد، لذا استفاده از فرایند فراپالایش و شیر غلیظ‌شده به منظور بهره‌برداری از مزایای آن، نوآوری این تحقیق می‌باشد که تا کنون پنیر لاکتیکی با این روش تولید نشده است. در این روش پروتئین آب پنیر در کنار پروتئین کازیین حفظ شده و ارزش غذایی پنیر افزایش می‌یابد و صرفه‌جویی در زمان تولید را به همراه خواهد داشت. فرضیه ی تحقیق بیان می‌دارد استفاده از فرایند فراپالایش جهت تولید پنیر لاکتیکی بازده بهتری نسبت به سایر روش‌های تولید این پنیر دارد. تحقیق در زمینه تولید پنیر با استفاده از فرایند فراپالایش می‌تواند به بهبود کیفیت و افزایش بازده تولید پنیر لاکتیکی منجر شود. این امر نه تنها به حفظ منابع غذایی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند منجر به تولید محصولات لبنی با کیفیت‌تر و سالم‌تر برای مصرف‌کنندگان گردد.

۲. روش تحقیق

در این تحقیق، از روش های مختلف برای جمع آوری داده ها استفاده شد که شامل مشاهده، تکمیل فرم های اطلاعاتی و آنالیز نمونه ها می باشد. در این تحقیق از مواد شیمیایی مختلفی استفاده شد، که شامل اسید سولفوریک غلیظ، سود تیتراژول، ایزوامیلیک الکل، فنل فتالئین، اتانول، کلروفرم و گلوترالدهید بود. دستگاه های آزمایشگاهی مورد استفاده شامل دستگاه اینستران، میکروسکوپ الکترونی، ترازوی رطوبت سنج، سانتری فیوژ، pH متر و ترازوی دیجیتال بودند. مواد اولیه تحقیق شامل شیر خام از دامداری های صنعتی شهرستان کرمان، ماست با استارتر ترموفیل کد (۵۱۱) از شرکت DANISCO و نمک از شرکت تابان بود. تکنیک تحقیق به صورت مشاهده، تکمیل فرم های اطلاعاتی و آنالیز نمونه ها انجام شد. نمونه های بررسی شده از شیر انتخاب شده پس از بررسی های فیزیکی و شیمیایی به سالن پروسس UF منتقل شدند. ارزیابی های حسی و میکروسکوپی، ارزیابی بافت، شیمیایی و زمان ماندگاری در سه زمان مختلف (روز اول، سی ام و شصت) انجام شد. برای ارزیابی ارگانولپتیک، نمونه ها به صورت کمی یا کیفی ارزیابی شدند. ارزیابی در شرایط مناسب با حضور ۷ نفر از ارزیاب های آموزش دیده و بر اساس تست هدونیک ۵ نقطه ای انجام گردید. تولید پنیر لاکتیکی با استفاده از ۳۰۰ کیلوگرم شیر خام و مراحل مختلف از جمله پاستوریزاسیون و آب گیری انجام شد. فرآیند تولید پنیر با استفاده از غشای UF نیز مشابه با تولید سنتی بود، با این تفاوت که شیر تغلیظ شده مورد استفاده قرار گرفت. آزمون های فیزیکی و شیمیایی شیر و پنیر مطابق با استانداردهای ملی ایران انجام شد. آزمون های فیزیکی شامل چربی، اسیدیته، ماده خشک و پروتئین بودند. همچنین برای ارزیابی بافت پنیر از دستگاه اینستران استفاده شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS^{۱۶} تحلیل شدند و از آزمون های آماری مختلف مانند ANOVA و آزمون مقایسه زوجی برای تحلیل داده ها استفاده گردید.

Table (۱): Chemical Substances Used in the Research

No.	Substance Name	Manufacturer	Country of Origin	Number	Purity Grade
۱	Concentrated Sulfuric Acid	Merck	Germany	۰۰۷۳۱/۱	۹۸٪
۲	Titration Sodium Hydroxide	Merck	Germany	۰۴۶۶۶/۱	۹۸٪
۳	Isoamyl Alcohol	Merck	Germany	۰۷۵۰۰/۸	۹۸٪
۴	Phenolphthalein	Merck	Germany	۰۷۲۳۳/۱	۹۸٪
۵	Ethanol	Merck	Germany	۰۰۹۸۳/۱	۹۶٪
۶	Chloroform	Shimiaran	Iran	۲۳۶۰۱۶	۹۶٪
۷	Glutaraldehyde	Merck	Germany	S۴۴۱۰۹۰۳۵۷۱	۲۵٪

Table (۲): Specifications of Laboratory Equipment

No.	Device Name	Model
۱	Instron Machine	m ^{۳۵۰} ۰-۱۰ct
۲	Scanning Electron Microscope	KYKY, EM-۳۲۰۰
۳	Moisture Balance	Sartorius MA ^{۴۵}
۴	Centrifuge	Fanke GERBER
۵	pH Meter	Knick ۷۶۶
۶	Digital Balance	AND GF ^{۴۰۰۰}

۳. یافته ها

Table (۳): Chemical Specifications of Raw Milk for Lactic Cheese Production

Acidity	pH	Fat	Brix	SNF
۱۵.۵	۶.۸	۳.۱	۱۰	۸.۵

Table (۴): Chemical Specifications of Membrane Concentrated Milk for Ultra-Filtered Lactic Cheese Production

Acidity	pH	Brix	SNF	Fat
۲۶	۶.۸	۱۵	۱۲.۷۵	۴.۵

Table (۵): Statistical Test Results (ANOVA) of the Chemical Specifications of Whey Obtained from Ultra-Filtered Lactic Cheese Production and Traditional Lactic Cheese Production

Chemical Factor	Sig
Fat	۰.۰۰۲
SNF	۰.۳۳۲

با توجه به جدول (۵) بین چربی آب پنیر حاصل از نمونه های پنیر لاکتیکی تولید شده اختلاف معنی داری مشاهده نشد. اما میزان SNF آب پنیر حاصل از پنیر لاکتیکی فراپالایش با پنیر لاکتیکی سنتی اختلاف معنی داری وجود دارد.

Table (۶): One-Way ANOVA Analysis of the Chemical Specifications of Ultra-Filtered Lactic Cheese and Traditional Lactic Cheese

Sample	Chemical Factor	Day	Mean	Standard Deviation	F
Traditional Lactic Cheese	Total Dry Matter	۱	۳۵.۵۱۶۷	۰.۱۰۹۲۹	۲.۴۷۷
		۳۰	۳۵.۱۰	۰.۰۵۷۷	
		۶۰	۳۲.۴۶۶۷	۰.۰۶۶۶۷	
	Moisture	۱	۶۴.۳۷۳۳	۰.۰۱۳۳	۳.۱۵۵
		۳۰	۶۵.۰۳۳۳	۰.۰۳۳۳۳	
		۶۰	۶۷.۶۱۶۷	۰.۰۱۶۷	
	Salt in Dry Matter	۱	۶.۲۵۳۳	۰.۰۰۳۳۳	۱.۲۲۲
		۳۰	۶.۶۹۳۳		
		۶۰	۷.۳۸۶۷	۰.۰۰۶۶۷	
	pH	۱	۵.۲۰۳۳	۰.۰۰۳۳۳	۴.۶۱۸
		۳۰	۵.۵۲۳۳		
		۶۰	۵.۸۱۶۷	۰.۰۱۶۷	
Ultra-Filtered Lactic Cheese	Acidity	۱	۲۱.۵۱	۰.۰۱۶۷	۲.۶۹۴
		۳۰	۲۱.۵۰	۰.۰۰۶۶۷	
		۶۰	۲۴.۰۶	۰.۶۶۶۷	
	Total Dry Matter	۱	۳۷.۷۶	۰.۰۰	۲.۴۷۷
		۳۰	۳۷		
		۶۰	۳۰.۲۰		
	Moisture	۱	۶۲.۲۴		۳.۱۵۵
		۳۰	۶۳		

	۶۰	۶۹.۸	
Salt in Dry Matter	۱	۵.۸۵	۱.۲۲۲
	۳۰	۷.۹۸	
	۶۰	۸.۹۸	
pH	۱	۵.۹	۴.۶۱۸
	۳۰	۶.۶	
	۶۰	۶.۳	
Acidity	۱	۲۰.۵	۲.۶۹۴
	۳۰	۲۰	
	۶۰	۲۰.۵	

Significant at the level of $p < 0.05$

Table (۷): Results of Duncan's Test for Traditional and Ultra-Filtered Lactic Cheese Samples

Chemical Factor	Sample	Sig.	Mean
Total Dry Matter	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۶۰	۱.۰۰۰	۳۰.۲
	Traditional Lactic Cheese Day ۶۰		۳۲.۴۶۶۲
	Traditional Lactic Cheese Day ۳۰		۳۵.۱
	Traditional Lactic Cheese Day ۱		۳۵.۵۱۶۷
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۳۰		۳۷
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۱		۳۷.۷۶

Moisture	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۱	۱.۰۰۰	۶۲.۲۴
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۳۰		۶۳
	Traditional Lactic Cheese Day ۱		۶۴.۳۷۳۳
	Traditional Lactic Cheese Day ۳۰		۶۵.۰۳۳۳
	Traditional Lactic Cheese Day ۶۰		۶۷.۶۱
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۶۰		۶۹.۸
Salt in Dry Matter	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۱	۱.۰۰۰	۵.۸۵
	Traditional Lactic Cheese Day ۱		۶.۲۵۳۳
	Traditional Lactic Cheese Day ۳۰		۶.۶۹۳۳
	Traditional Lactic Cheese Day ۶۰		۷.۳۸۶۷۳
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۳۰		۷.۹۸
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۶۰		۸.۹۸
pH	Traditional Lactic Cheese Day ۱	۱.۰۰۰	۵.۳۰۳۳
	Traditional Lactic Cheese Day ۳۰		۵.۵۲۳۳
	Traditional Lactic Cheese Day ۶۰		۵.۸۱۶۷

	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۱		۵.۹
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۶۰		۶.۳
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۳۰		۶.۶
Acidity	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۳۰	۱.۰۰۰	۲۰
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۱		۲۰.۵
	Ultra-Filtered Lactic Cheese Day ۶۰		۲۰.۵
	Traditional Lactic Cheese Day ۳۰	۰.۸۰۶	۲۱.۵۰۶۷
	Traditional Lactic Cheese Day ۱	۱.۰۰۰	۲۱.۵۰۶۷
	Traditional Lactic Cheese Day ۶۰		۲۴.۰۶

Significant at the level of $p < 0.05$

آزمون های شیمیایی بر روی دو نمونه پنیر با استفاده از روش های استاندارد انجام شد و نتایج حاصل با استفاده از آزمون دانکن بین نمونه های مختلف پنیر لاکتیکی سنتی و پنیر لاکتیکی فراپالایش مورد بررسی قرار گرفت که تفاوت معنی داری در سطح ۰.۰۵ وجود دارد که به احتمال ۹۵ درصد این تفاوت به درستی معنی دار شده است. نتایج حاصل از آزمون دانکن نشان داد: ماده خشک که یکی از عوامل موثر در سفتی بافت است با راه یافتن ترکیبات محلول و کوچک به آب نمک موجب کاهش ماده خشک و متعاقبا باعث کاهش سفتی بافت پنیر شده است و بین تغییرات در کلیه دوره های اندازه گیری تفاوت معنی داری نشان داده است و ماده خشک پنیر فراپالایش روز ۶۰ اختلاف معنی داری نسبت به سایر نمونه ها داشته است. رطوبت و نمک، پنیر لاکتیکی فراپالایش روز اول اختلاف معنی داری دارد در واقع نمونه پنیر لاکتیکی سنتی سرعت جذب رطوبت کمتری داشته یعنی با گذر زمان میزان نمک افزایش یافته اما این افزایش جذب رطوبت و نمک در پنیر لاکتیکی

فراپالایش بیشتر بوده. سرعت جذب آب پنیر لاکتیکی فراپالایش به دلیل وجود پروتئین های آب پنیر که توانایی جذب آب بیشتری نسبت به پروتئین کازئین دارند بیشتر بوده است و همین امر باعث شد ماده خشک در پنیر لاکتیکی فراپالایش نسبت به پنیر لاکتیکی سنتی کاهش بیشتری پیدا کند. روند افزایش pH در هر دو پنیر یکسان بوده و در کل درجه pH پنیر لاکتیکی سنتی پایین تر از پنیر لاکتیکی فراپالایش بود. اسیدیته روز سی ام پنیر لاکتیکی سنتی اختلاف معنی داری بین نمونه ها ندارد و بیشترین اختلاف معنی داری بین نمونه پنیر لاکتیکی فراپالایش روز ۳۰ و پنیر لاکتیکی سنتی روز ۶۰ وجود دارد نمونه های پنیر لاکتیکی فراپالایش روز ۱ و ۶۰ با هم یکسانند اما با سایر نمونه ها اختلاف معنی داری دارند.

Table (۸): Comparison of Lactic Cheese Production Yield with Ultra-Filtered and Traditional Methods

Sample	Milk to Cheese Conversion Factor (kg)
Ultra-Filtered Lactic Cheese	۵.۳۵
Traditional Lactic Cheese	۵.۸۳

راندمان پنیرسازی به احتمال زیاد از راه افزایش نگه داری آب پنیر و بازیافت پروتئین در دلمه افزایش یافته است.

Table (۹): One-Sample T-Test for Sensory Evaluation (Taste, Aroma, Texture, and Whiteness) of Ultra-Filtered Lactic Cheese on Days (۱, ۳۰, ۶۰)

Sensory Factor	Day	Degrees of Freedom	Significance Level	Mean Difference
Taste	۱	۲۰	۰.۰۰	۰.۸۵۷۱۴
	۳۰	۲۰	۰.۰۸۳	۰.۲۸۵۷۱
	۶۰	۲۰	۰.۰۰	۰.۸۵۷۱۴
Aroma	۱	۲۰	۰.۰۰	۱.۰۰
	۳۰	۲۰	۰.۰۱۰	۰.۵۷۱۴۳
	۶۰	۲۰	۰.۰۰۲	۰.۵۷۱۴۳
Texture	۱	۲۰	۰.۰۱۶	۰.۴۲۸۵۷
	۳۰	۲۰	۰.۰۰۱	۰.۴۲۸۵۷

	۶۰	۲۰	۰.۰۴۲	۰.۵۷۱۴۳
Color (Whiteness)	۱	۲۰	۰.۰۰۰	۰.۸۵۷۱۴
	۳۰	۲۰	۰.۰۰۰	۰.۵۷۱۴۳
	۶۰	۲۰	۰.۰۰۰	۰.۵۷۱۴۳

Significant at the level of $p < 0.05$

با توجه به این که در تعیین سطح پاسخ سوال های پرسشنامه جهت سنجش سفیدی رنگ، بافت، عطر و طعم پنیر لاکتیکی فراپالایش از طیف لیکرت پنج قسمتی با میانگین ۳ استفاده شده است لذا با توجه به سطح میانگین بدست آمده، همچنین با توجه به سطح معناداری بدست آمده از این آزمون که کوچک تر از ۰.۰۵ می باشد فرض مساوی بودن سفیدی رنگ، بافت، عطر و طعم پنیر یک روزه، سفیدی رنگ، بافت و عطر پنیر سی روزه و سفیدی رنگ، بافت، عطر و طعم پنیر شصت روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش با میانگین (یعنی عدد ۳) رد می شود و با توجه به حد بالا و پایین، که صفر در این فاصله قرار ندارد و بیشتر از صفر می باشند می توان نتیجه گرفت که سفیدی رنگ، بافت، عطر و طعم پنیر یک روزه، سفیدی رنگ، بافت و عطر پنیر سی روزه و سفیدی رنگ، بافت، عطر و طعم پنیر شصت روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش بیشتر از حد متوسط است. به عبارتی، این نمونه ها مطلوب می باشند. همچنین طعم پنیر سی روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش از طیف لیکرت پنج قسمتی با میانگین ۳ استفاده شد که با توجه به سطح میانگین بدست آمده، و سطح معناداری حاصله از این آزمون که بیشتر از ۰.۰۵ می باشد. فرض مساوی بودن طعم پنیر سی روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش با میانگین (یعنی عدد ۳) تائید می شود و با توجه به حد بالا و پایین، که صفر در این فاصله قرار دارد می توان نتیجه گرفت که طعم پنیر سی روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش در حد متوسط است.

۱.۳. آزمون مقایسه زوجی

از این آزمون برای بررسی داده های آزمایش در دوره های متفاوت بررسی اثر زمان بر آن ها پرداخته می شود این آزمون دو متغیر مربوط به یک جامعه را مقایسه میکند در حالی که در آزمون مقایسه میانگین دو جامعه (ANOVA) یک متغیر در دو جامعه بررسی می شود.

همبستگی معنی داری بین دو متغیر وجود ندارد: H_0

همبستگی معنی داری بین دو متغیر وجود دارد: H_1

Table (۱۰): Results of T-Test and Correlation of Pairwise Comparison for Sensory Evaluation (Taste, Aroma, Texture, and Whiteness) of Ultra-Filtered Lactic Cheese (UF) on Day ۱, ۳۰, and ۶۰

Sensory Factor	Lactic Cheese UF Samples	Lower Limit	Upper Limit	Sig. (T-Test)
Taste	۳۰ and ۶۰	-۰.۹۱۱۱	- ۰.۲۳۱۶	۰.۰۰۲
Aroma		- ۰.۷۰۵۱۸	۰.۷۰۵۱۸	۱.۰۰
Texture		- ۰.۶۶۷۵ ۳	۰.۳۸۱۸	۰.۵۷ ۶
Color (Whiteness)		- ۰.۳۵۲۵ ۹	۰.۳۵۲۵ ۹	۱.۰۰
Taste	۱ and ۶۰	- ۰.۳۵۲۵ ۹	۰.۳۵۲۵ ۹	۱.۰۰
Aroma		- ۰.۱۹۷۷ ۵	۰.۶۵۹۴ ۰	۰.۰۰۱
Texture		- ۰.۷۷۵۰	۰.۴۸۹۲ ۹	۰.۶۴ ۳
Color (Whiteness)		- ۰.۱۲۵۰۴	۰.۶۹۶۴ ۷	۰.۱۶۲
Taste	۱ and ۳۰	۰.۲۳۱۶۶	۰.۹۱۱۱۹	۰.۰۰۲

Aroma	-	۱.۰۳۱	۰.۱۵۴
	۰.۱۷۴۸		
Texture	-۰.۳۵۲	۰.۳۵۲۵	۱.۰۰
Color (Whiteness)	-	۰.۸۸۱۷	۰.۳۲
	۰.۳۱۰۲۸	۰	۹

Significant at the level of $p < 0.05$

نتایج آزمون مقایسه زوجی نشان دهنده وجود همبستگی معنی دار بین ویژگی های سفیدی رنگ، بافت و عطر نمونه پنیر لاکتیکی فرآپالایش در روز ۳۰ و سفیدی رنگ این نمونه در روز ۱ است، با این حال، فرضیه صفر H_0 رد می شود. همچنین، برای طعم نمونه های پنیر در روزهای ۱ و ۳۰ هیچ همبستگی معنی داری وجود ندارد، به طوری که H_0 تایید می شود. از طرف دیگر، بین سفیدی رنگ، بافت و طعم نمونه های پنیر در روزهای ۱ و ۶۰ همبستگی معنی داری مشاهده نمی شود، به این معنی که فرض H_0 تایید و H_1 رد می شود. در مورد عطر، نتایج آزمون T زوجی نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین عطر نمونه های پنیر در روزهای ۱ و ۶۰ وجود دارد، و فرض H_0 رد و H_1 تایید می شود. همچنین، بررسی ها نشان می دهند که هیچ همبستگی معنی داری بین عطر و سفیدی رنگ نمونه های پنیر در روزهای ۳۰ و ۶۰ وجود ندارد. این نشان دهنده این است که تفاوتی بین این دو نمونه وجود ندارد. در نهایت، بین بافت و طعم نمونه های پنیر در روزهای ۳۰ و ۶۰ هم تفاوت معنی دار وجود دارد که به طور معکوس H_0 را رد و H_1 را تایید می کند.

Table (۱۱): One-Way ANOVA Test for Comparison of Means of Multiple Populations to Evaluate Aroma, Taste, Texture, and Color of Lactic Cheese Samples

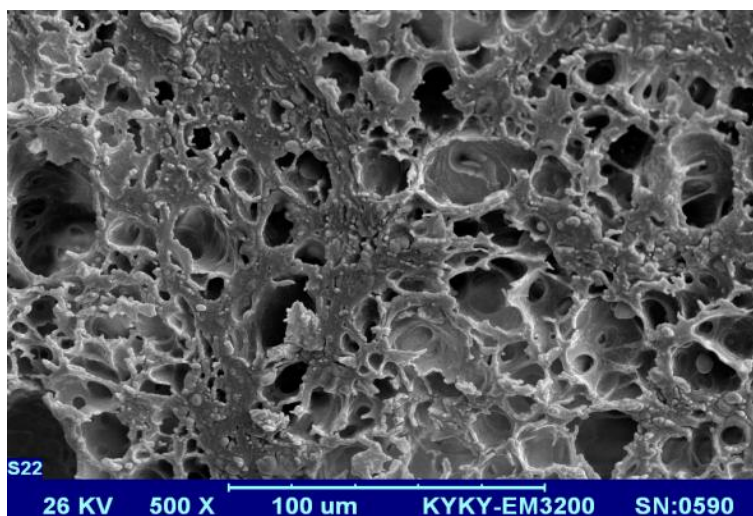
Sensory Factor	Day	Sig.
Taste	۶۰	۰.۷۰۹
Aroma		۰
Texture		۰
Color (Whiteness)		۰.۰۰۱
Taste	۳۰	۰
Aroma		۰
Texture		۰.۱۰۴
Color (Whiteness)		۰
Taste	۱	۰.۱۱۶
Aroma		۰
Texture		۰

Color (Whiteness)

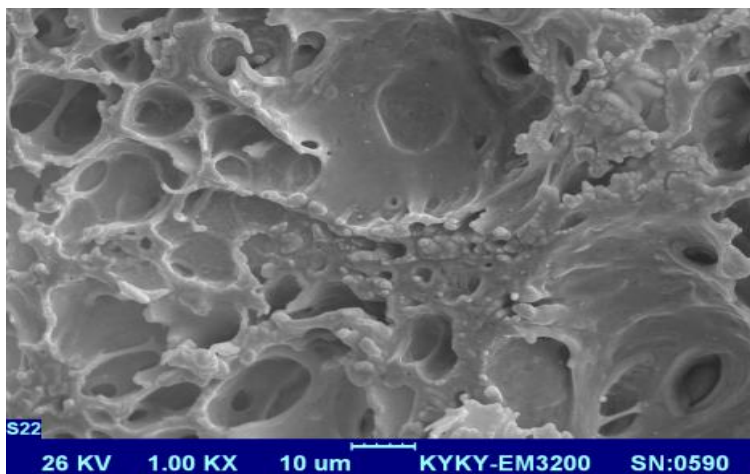
۰.۰۳۸

Significant at the level of $p < 0.05$

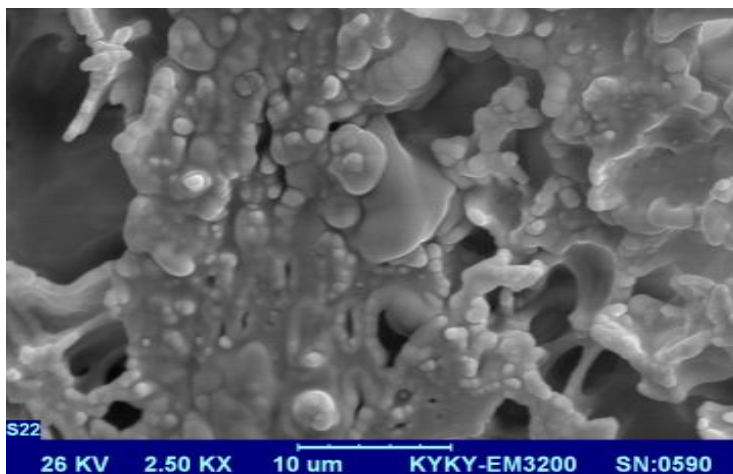
سفیدی رنگ، بافت و عطر یک روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش و پنیر لاکتیکی سنتی از سطح ۰/۰۵ کوچکتر و یکسان نیست در نتیجه فرضیه تحقیق (H_1) پذیرفته می شود. طعم نمونه های یک روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش و پنیر لاکتیکی سنتی از سطح ۰/۰۵ بیشتر و یکسان است در نتیجه فرضیه تحقیق (H_1) رد می شود. سفیدی رنگ، عطر، طعم نمونه های سی روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش و پنیر لاکتیکی سنتی از سطح ۰/۰۵ کوچکتر و یکسان نیست در نتیجه فرضیه تحقیق (H_1) پذیرفته می شود. بافت نمونه های سی روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش و پنیر لاکتیکی سنتی از سطح ۰/۰۵ بیشتر و یکسان است در نتیجه فرضیه تحقیق (H_1) رد می شود. سفیدی رنگ، بافت، عطر نمونه های شصت روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش با پنیر لاکتیکی سنتی از سطح ۰/۰۵ کوچکتر و یکسان نیست در نتیجه فرضیه تحقیق (H_1) پذیرفته می شود. طعم نمونه های شصت روزه پنیر لاکتیکی فراپالایش و پنیر لاکتیکی سنتی از سطح ۰/۰۵ بیشتر و یکسان است در نتیجه فرضیه تحقیق (H_1) رد می شود.



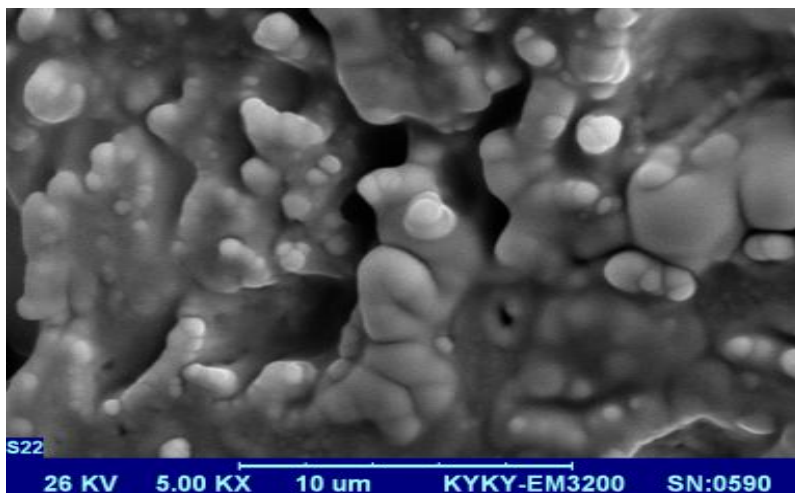
with a magnification of ۵۰۰, scale bar width of ۱۰۰ microns, and voltage of ۲۶,۰۰۰.



with a magnification of ۲۵۰۰, scale bar width of ۱۰ microns, and voltage of ۲۶,۰۰۰.



with a magnification of ۵۰۰۰, scale bar width of ۱۰ microns, and voltage of ۲۶,۰۰۰.



with a magnification of ۵۰۰۰, scale bar width of ۱۰ microns, and voltage of ۲۶,۰۰۰.

Figure (۱): SEM Micrographs of Ultra-Filtered Lactic Cheese on Day ۱

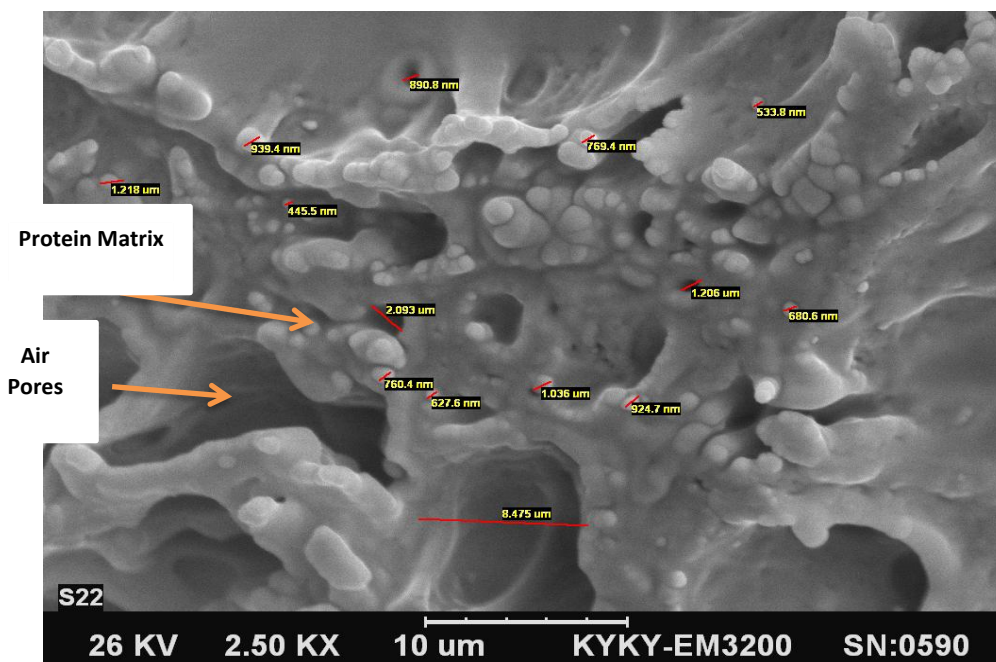
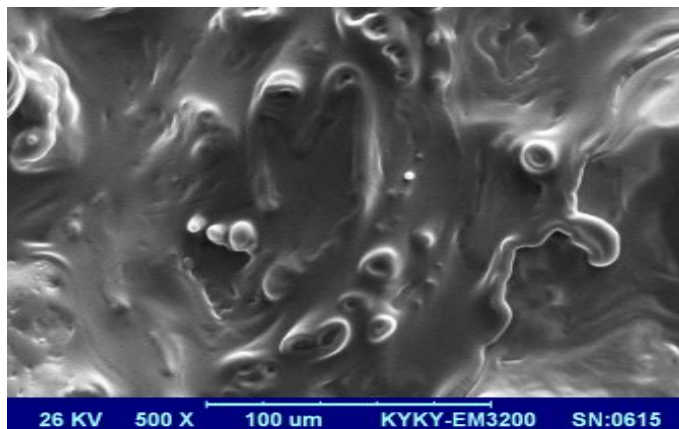
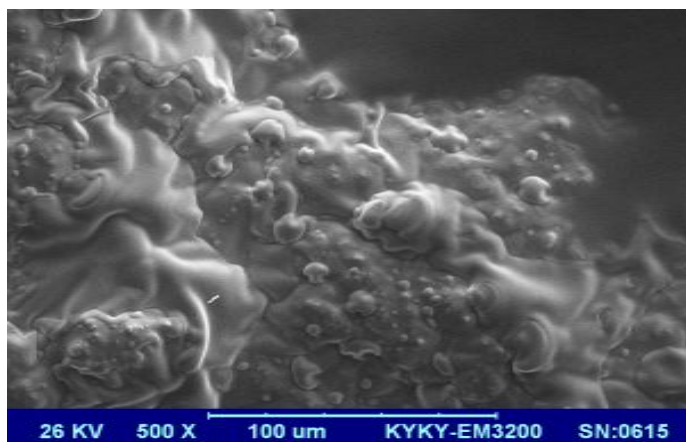


Figure (۲): Scanning Electron Microscope (SEM) Image of Ultra-Filtered Lactic Cheese on Day ۱ with a magnification of ۲۵۰۰, scale bar width of ۱۰ microns, and voltage of ۲۶۰۰۰.

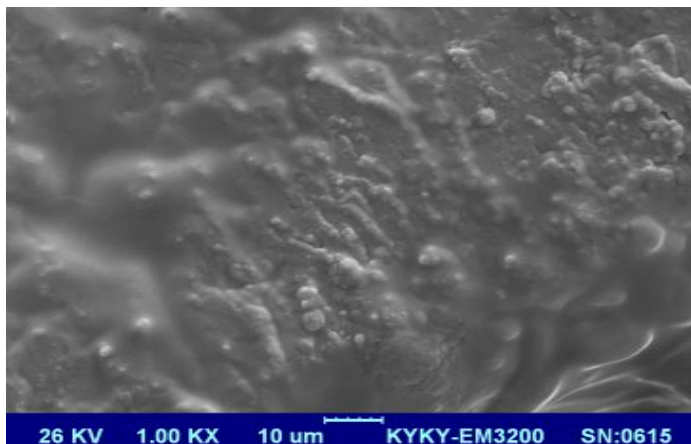
شکل (۲) پنیر لاکتیکی فراپالایش را نشان می دهد که در تصویرمیسسل کازئین و منافذ هوایی در نمونه پنیر تولید شده مشاهده می گردد. پروتئین و منافذ هوا با پیکان مشخص شده اند که قطر متوسط پروتئین و منافذ هوا که با کمک نرم افزار سنجش اندازه اجزاء ریز ساختار اندازه گیری شده اند که میانگین اندازه ها به ترتیب ۱.۱۲۷ میکرومتر، ۵.۲۸۴ میکرومتر است.



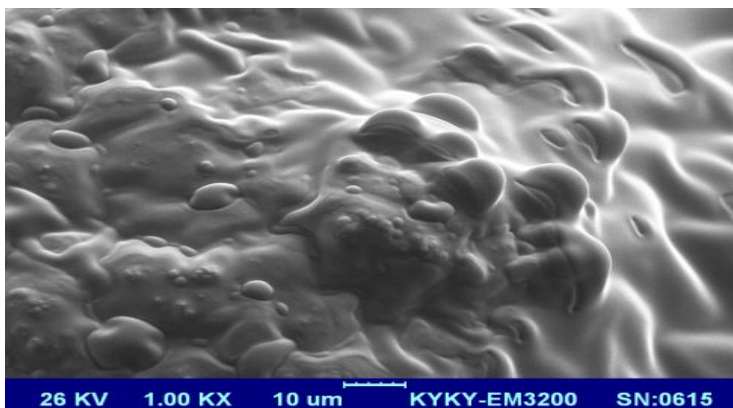
with a magnification of ۵۰۰, scale bar width of ۱۰۰ microns, and voltage of ۲۶,۰۰۰.



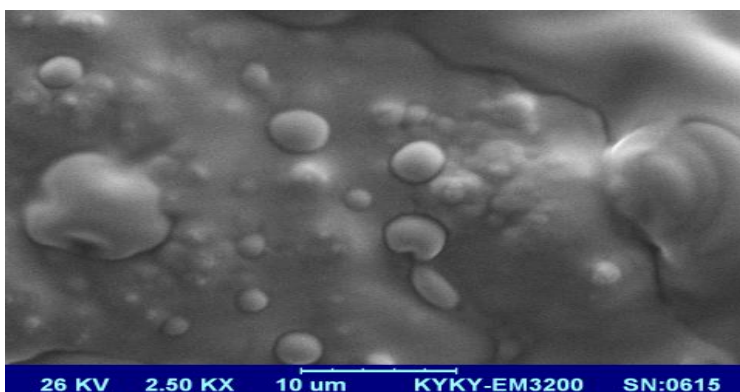
with a magnification of ۵۰۰, scale bar width of ۱۰۰ microns, and voltage of ۲۶,۰۰۰.



with a magnification of ۱۰۰۰, scale bar width of ۱۰ microns, and voltage of ۲۶,۰۰۰.



with a magnification of ۱۰۰۰, scale bar width of ۱۰ microns, and voltage of ۲۶,۰۰۰.



with a magnification of ۲۵۰۰, scale bar width of ۱۰ microns, and voltage of ۲۶,۰۰۰.

Figure (۳): Scanning Electron Microscope (SEM) Images of Ultra-Filtered Lactic Cheese on Day ۶۰

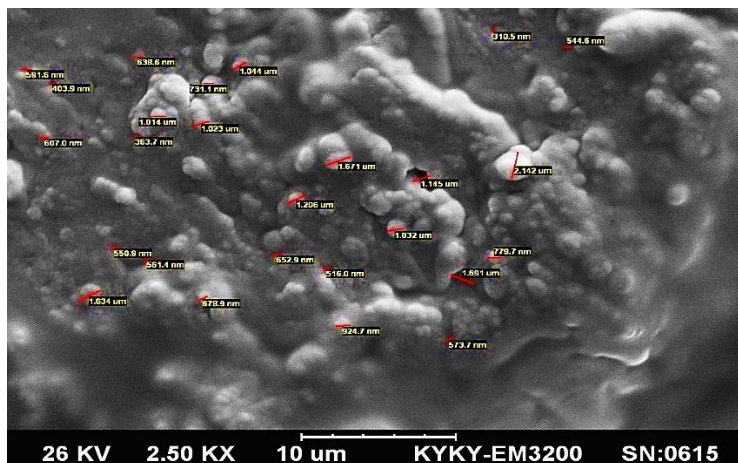


Figure (۴): Changes in Size and Shape of Fat Globules During the Storage of Ultra-Filtered Lactic Cheese on Day ۶۰

در شکل (۴) قطر متوسط پروتئین ها و منافذ هوا که با کمک نرم افزار سنجش اندازه اجزاء ریز ساختار اندازه گیری شده اند به ترتیب ۱.۴۱۹ میکرومتر، ۰.۳۶۶۷۶۹ میکرومتر و ۱.۶۹۱ میکرومتر است.

۴. نتیجه گیری

پنیر، محصولی است که از انعقاد پروتئین شیر و جداسازی آب پنیر تولید می شود، و حدود یک سوم شیر تولیدی در جهان صرف تولید آن می شود. با رشد تولید شیر در سال های اخیر، تولید پنیر نیز به تبع آن افزایش یافته است، به طوری که مصرف جهانی پنیر بین سال های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸، ۹ درصد افزایش داشته است. در ایران، تولید پنیر در سال ۲۰۰۹ به ۲۴۵ هزار تن رسید. پنیرها بر اساس خصوصیات رئولوژیکی و میزان رطوبت به دسته های مختلفی مانند سخت، نیمه سخت، نیمه نرم، و نرم طبقه بندی می شوند. در جهان بیش از ۲۰۰۰ نوع پنیر وجود دارد که تنها ۴۰۰ نوع آن به طور گسترده شناخته شده است. در این تحقیق، از تکنیک های متنوعی برای جمع آوری داده ها استفاده شده که شامل مشاهده، تکمیل فرم های اطلاعاتی و آنالیز نمونه ها می شود. مواد شیمیایی مورد استفاده شامل اسید سولفوریک غلیظ، سود تیتراژول، ایزوامیلیک الکل، فنل فتالئین، اتانول، کلروفرم و گلوترالدهید می باشد. همچنین، از ابزارهای آزمایشگاهی نظیر دستگاه اینستران، میکروسکوپ الکترونی، ترازوی رطوبت سنج، سانتریفیوژ، دستگاه pH متر و ترازوی دیجیتال استفاده شده است. مواد اولیه تحقیق شامل شیر خام از دامداری های صنعتی شهرستان کرمان، ماست با استارتر ترموفیل کد (۵۱۱) از شرکت DANISCO و نمک از شرکت تابان است. فرایندهای پاستوریزاسیون و آب گیری از ۳۰۰ کیلوگرم شیر خام برای تولید پنیر لاکتیکی انجام شده، که به صورت کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفته است. ارزیابی های حسی، میکروسکوپی و شیمیایی مطابق با استانداردهای ملی ایران انجام شده و داده ها با استفاده از نرم افزار ۱۶SPSS

تحلیل شده‌اند. از آزمون‌های آماری ANOVA و مقایسه زوجی برای تحلیل نتایج استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داده‌اند که پنیر لاکتیکی فراپالایش نسبت به پنیر لاکتیکی سنتی در طول زمان نرم‌تر می‌شود. اختلاف معنی‌داری در میزان SNF و چربی آب پنیر بین دو نوع پنیر مشاهده شد. در جدول (۵)، تفاوت‌ها در میزان چربی آب پنیر حاصل از نمونه‌های مختلف پنیر لاکتیکی نشان داد که تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. اما برای SNF، اختلاف معنی‌دار بود. آزمون‌های شیمیایی نشان دادند که ماده خشک پنیر فراپالایش در روز ۶۰ نسبت به سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت و میانگین اندازه منافذ هوا و پروتئین در پنیر تولیدی ۵.۲۸۴ و ۱.۱۲۷ میکرومتر بود. راندمان تولید پنیر لاکتیکی فراپالایش ۱۸ درصد بود که نشان‌دهنده بالاترین توجیه اقتصادی برای استفاده از این فرآیند در صنعت لبنیات است.

منابع

- [۱] FAO. Dairy Summit. Food and Agricultural Organisation of the United Nations; ۲۰۰۸. Rome, Italy.
- [۲] Fox PF, McSweeney PLH, Cogan TM, Guinee TP. Cheese chemistry, physics and microbiology. ۲nd ed. Elsevier Academic Press; ۲۰۰۴. ۴۲۹ p.
- [۳] Yorgun MS, Balcioglu IA, Saygin O. Performance comparison of ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis on whey treatment. Desalination. ۲۰۰۸;۲۲۹:۲۰۴-۱۶.
- [۴] Kondyli E, Massouras T, Katsiari MC, Voutsinas LP. Free-fatty acids and volatile compounds in low-fat Kefalograviera-type cheese made with commercial adjunct cultures. Int Dairy J. ۲۰۰۳;۱۳:۴۷-۵۴.