

Research Article
Vol. 22, No. 4, Sep.-Oct. 2026, p. 349-362

Effect of Cream Fat Content and Milk Protein Concentrate on the Formation and Stability of Industrial Sarshir

M. Mazaheri Tehrani^{1*}, S. Abdullahzadeh¹, Sh. Taziki Shams-abadi¹

1- Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(* - Corresponding Author Email: mmtehrani@um.ac.ir)

Received: 07.05.2026

Revised: 02.06.2026

Accepted: 06.06.2026

Available Online: 24.08.2026

How to cite this article:

Mazaheri Tehrani, M., Abdullahzadeh, S., & Taziki Shams-abadi, Sh. (2026). Effect of cream fat content and milk protein concentrate on the formation and stability of industrial Sarshir. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 22(4), 349-362. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/ifstrj.2026.98607.1572>

Introduction

In recent years, consumer interest in traditional and natural dairy products has increased due to their perceived health benefits, cultural value, and unique sensory properties. Among traditional Iranian dairy products, sarshir is widely consumed and valued for its rich taste and high energy content. Sarshir is a traditional Iranian high-fat dairy product obtained through heat-induced creaming of milk. However, its industrial production faces several challenges, including long processing time, low yield, high susceptibility to lipid oxidation, and variability in texture and quality. Milk protein concentrate (MPC), rich in casein and whey proteins, is widely used in the dairy industry due to its functional properties such as emulsification, gelation, and texture enhancement. Therefore, the incorporation of MPC into sarshir formulations may improve structural stability, enhance sensory properties, and potentially enable partial fat reduction. Accordingly, this study aimed to evaluate the effects of different cream fat levels (50%, 60%, and 70%) and MPC concentrations (0%, 1%, and 2%) on the physicochemical, textural, sensory, yield, and shelf life of Sarshir, and to determine and introduce an optimal formulation for industrial production.

Materials and Methods

Raw milk was obtained from Sepidan Shir Company (Mashhad, Iran), and milk protein concentrate (MPC-80) was supplied by Pegah Isfahan Company (Isfahan, Iran). Sarshir samples were prepared by standardizing milk fat content to 50, 60, and 70% (w/w) using cream, along with MPC addition at 0, 1, and 2% (w/w). Raw milk was heated to 40–45 °C and centrifuged (7000 rpm) to obtain cream fractions, which were recombined with skim milk based on mass balance calculations. MPC was hydrated at 40 °C for 20 min under stirring. The mixtures were then heated to 90 °C and incubated at 43 °C for 3 h, followed by cooling at 5–6 °C for 24–48 h to form the sarshir layer. The sarshir layer was separated and analyzed for different properties. Shelf life was evaluated at 4–5 °C every 2 days based on sensory acceptability.

Results and Discussion

The highest dry matter and fat contents were observed in the samples containing 70% fat and 2% protein (68.03 g/g and 72.50%, respectively), whereas the lowest values were recorded in the control treatment (50% fat and 0% protein). The increase in MPC significantly affected the physicochemical properties, particularly pH and acidity ($p < 0.05$), with higher pH and lower acidity observed in formulations with higher fat and protein levels. The highest protein content (5.44%) was also recorded in samples containing 50% fat and 2% protein. Texture profile analysis indicated that increasing fat content from 50% to 70% significantly reduced hardness (61.00 to 21.00 g), consistency (5.00 to 1.75 g·s), and adhesiveness (25.50 to 9.50 g·s). In contrast, MPC addition generally increased



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/ifstrj.2026.98607.1572>

textural parameters, suggesting a strengthening effect of milk proteins on the gel structure, while fat had a softening effect on product consistency. Accordingly, the lowest textural values were observed in the 70% fat and 2% protein treatment, whereas the highest hardness was associated with the control sample. Production yield was significantly influenced by formulation ($p < 0.05$), reaching a maximum in the 70% fat and 2% protein treatment (approximately 58%) and a minimum in the control sample (approximately 30%). However, storage time showed an inverse trend, decreasing with increasing fat and MPC levels, with the shortest storage time (7 days) observed in the 70% fat and 2% protein sample and the longest (16 days) in the control. Sensory evaluation revealed that although high-fat/high-protein samples showed improved creaminess and mouthfeel, the formulation containing 50% fat and 2% protein received the highest overall sensory scores, particularly for flavor intensity, dairy flavor, and creamy mouth feel aftertaste.

Conclusion

The results indicated that the addition of milk protein concentrate (MPC) significantly influenced the physicochemical, textural, and sensory properties of sarshir. Increasing both fat and MPC concentrations improved total solids, fat content, production yield, and textural attributes; however, such increasing trend was associated with a reduction in shelf life. The sample containing 50% fat and 2% MPC demonstrated the highest sensory acceptability. Overall, this formulation achieved an optimal balance between quality and stability, and is therefore recommended for industrial production.

Acknowledgement: No specific acknowledgement is declared.

Keywords: Cream fat, Functional properties, Industrial Sarshir, Milk protein concentrate, Sensory evaluation

مقاله پژوهشی

جلد ۲۲، شماره ۴، مهر- آبان ۱۴۰۵، ص. ۳۶۲-۳۴۹

تأثیر میزان چربی خامه و کنسانتره پروتئین شیر بر تشکیل و پایداری بافت سرشیر صنعتی

مصطفی مظاهری طهرانی^{۱*} - صدف عبدالله‌زاده^۱ - شکوفه تازیکی شمس‌آبادی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۱۶

چکیده

تولید صنعتی سرشیر با وجود مقبولیت بالا با محدودیت‌هایی همراه است. کنسانتره پروتئین شیر به دلیل خواص عملکردی مطلوب، می‌تواند در بهبود ویژگی‌های کیفی این محصول مؤثر باشد. بنابراین، در این پژوهش اثر افزودن خامه با سطوح مختلف چربی (۵۰، ۶۰ و ۷۰٪) و کنسانتره پروتئین شیر (۱ و ۲٪) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی، حسی، راندمان تولید و زمان نگهداری نمونه‌های سرشیر جهت بهینه‌سازی فرمولاسیون و امکان تولید صنعتی آن مورد بررسی قرار گرفتند. افزودن کنسانتره پروتئین شیر به‌طور معنی‌داری موجب افزایش ماده خشک، کاهش نسبی چربی، افزایش pH و کاهش اسیدیته شد. نمونه حاوی ۷۰٪ چربی خامه و ۲٪ کنسانتره پروتئین شیر بیشترین ماده خشک و راندمان تولید را داشت. ویژگی‌های بافتی و ساختاری سرشیر تا حدود زیادی تحت تأثیر مقادیر بالای پروتئین قرار داشت. ارزیابی خصوصیات بافتی نشان داد که در سطح ۵۰٪ چربی، افزایش پروتئین از ۰ به ۲٪ موجب افزایش پارامترهای سختی از ۶۱/۰۰ به ۷۳/۵ گرم، چسبندگی از ۲۵/۵۰ به ۳۱/۰۰ گرم در ثانیه و قوام از ۵/۰۰ به ۶/۹۰ گرم در ثانیه گردید. افزایش سطوح چربی از ۵۰ به ۷۰٪ باعث کاهش این پارامترها شد اما در سطوح بالای پروتئین این کاهش کمتر اتفاق می‌افتد. زمان نگهداری محصول با افزایش چربی خامه و کنسانتره پروتئین کاهش معنی‌داری یافت (از ۱۶ روز در نمونه ۵۰٪ چربی-۰٪ پروتئین به ۷ روز در نمونه ۷۰٪ چربی-۲٪ پروتئین). ارزیابی حسی نشان داد که نمونه حاوی ۵۰٪ چربی خامه و ۲٪ کنسانتره پروتئین از بالاترین امتیاز در پارامترهای طعم خامه‌ای، قوام، نرمی و لطافت و پذیرش کلی برخوردار بود. استفاده از کنسانتره پروتئین شیر در فرمولاسیون سرشیر می‌تواند خواص تغذیه‌ای، بافتی و حسی محصول را بهبود بخشد. فرمولاسیون بهینه با ۵۰٪ چربی خامه و ۲٪ کنسانتره پروتئین شیر دارای بهترین ویژگی‌های بافتی و حسی بود که می‌تواند برای تولید صنعتی سرشیر با کیفیت مطلوب پیشنهاد شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی حسی، چربی خامه، خواص عملکردی، سرشیر صنعتی، کنسانتره پروتئین شیر

مقدمه

تنها در ایران، بلکه در گستره وسیعی از کشورهای جهان از آمریکای جنوبی (Crema de Leche) تا آسیای مرکزی (Kaymak) در ترکیه، Malai در هند و پاکستان، Qaymoq در قزاقستان) تولید و مصرف می‌شود (Akarca, Tomar, & Çağlar, 2014). سرشیر از نظر ساختاری یک محصول لبنی غنی از چربی است که از طریق حرارت‌دهی شیر تا نقطه جوش و سپس سرد کردن بسیار آهسته آن طی حدود ۱۲ ساعت تهیه می‌شود (Cakmakci & Hayaloglu, 2011). در این فرآیند، ساختار امولسیون شیر تخریب شده و گلبول‌های

صنعت لبنیات نقش حیاتی در تأمین مواد مغذی ضروری برای جمعیت جهانی ایفا می‌کند. شیر و فرآورده‌های لبنی به‌عنوان منابع غنی از پروتئین‌های با کیفیت بالا، ویتامین‌ها (به‌ویژه ریبوفلاوین و ویتامین B12)، مواد معدنی (کلسیم، فسفر) و سایر ترکیبات زیست‌فعال، در رژیم غذایی انسان جایگاه ویژه‌ای دارند (Jensen & Newburg, 1995). سرشیر در برخی مناطق به قیماق، سرقیماق یا کایماک نیز معروف است (Akalin, Tokusoglu, Gönç, & Ökten, 2005). این محصول نه

۱- گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(*)- نویسنده مسئول: Email: mmtehrani@um.ac.ir

افزودنی لبنی است که از طریق فیلتراسیون غشایی (اولترافیلتراسیون)^{۱۲} شیر پس چرخ تولید می‌شود. در این فرآیند، کازئین و پروتئین‌های آب‌پنیر در رتنتیت^{۱۳} باقی مانده و تغلیظ می‌گردند، در حالی که لاکتوز، نمک‌های شیر و سایر اجزای مولکولی کوچک همراه پرمیت^{۱۴} خارج می‌شوند (Weinbreck, De Vries, Schrooyen, & De Kruif, 2003). کنسانتره پروتئین شیر معمولاً حاوی ۴۲٪ تا ۸۵٪ پروتئین (بر مبنای ماده خشک) است و نسبت کازئین به پروتئین‌های آب‌پنیر در آن معادل شیر (حدود ۲۰:۸۰) است (Goh, Teo, Sarkar, & Singh, 2020). تولید جهانی کنسانتره پروتئین شیر از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ از ۴۰,۰۰۰ تن به ۲۵۰,۰۰۰ تن افزایش یافته است که نشان‌دهنده اهمیت روزافزون این ماده در صنایع غذایی است (Kelly, Woonton, & Smithers, 2009). کنسانتره پروتئین شیر به دلیل خواص عملکردی مطلوب از جمله ژل‌شوندگی، امولسیفایی، خامه‌ای شدن و بهبود بافت، در طیف گسترده‌ای از محصولات لبنی مانند ماست، پنیر، بستنی، نوشیدنی‌های پروتئینی و سس‌ها به کار می‌رود (Akalin, Karagözü, & Ünal, 2008). فرضیه اصلی این پژوهش این است که افزودن کنسانتره پروتئین شیر به فرمولاسیون سرشیر می‌تواند با بهبود شبکه پروتئینی، پایداری بافت و خواص حسی محصول را ارتقا داده و همزمان امکان کاهش نسبی چربی را فراهم آورد (Liang & Luo, 2020). بررسی منابع نشان می‌دهد تاکنون تحقیق جامع و سیستماتیک در خصوص تأثیر کنسانتره پروتئین شیر بر خواص سرشیر انجام نشده است. با توجه به خواص عملکردی مطلوب این ترکیب، استفاده از آن می‌تواند رویکردی مؤثر برای بهبود ویژگی‌های کیفی سرشیر محسوب شود. بر این اساس، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر سطوح مختلف چربی خامه (۵۰٪، ۶۰٪ و ۷۰٪) و کنسانتره پروتئین شیر (۰٪، ۱٪ و ۲٪) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی (ماده خشک، چربی، پروتئین، pH و اسیدیته)، ویژگی‌های بافتی (سختی، قوام و چسبندگی)، خواص حسی، راندمان تولید و تغییرات ظاهر و پایداری بافت طی زمان نگهداری به جهت حسی نمونه‌ها می‌باشد. همچنین فرمولاسیون بهینه برای تولید صنعتی سرشیر با کیفیت مطلوب تعیین می‌گردد.

مواد و روش‌ها

چربی به همراه بخشی از پروتئین‌های شیر در اثر پدیده‌های فیزیکی نظیر انعقاد^۱ و لخته شدن^۲ دچار تجمع شده و بر مبنای نیروی ثقل به سطح مهاجرت می‌کنند (Hansen, Nielsen, Rasmussen, Larsen, & Wiking, 2020). فرآیند حرارتی موجب دناتوراسیون و باز شدن ساختار زنجیره‌ای پروتئین‌های شیر، به‌ویژه پروتئین‌های آب‌پنیر شامل بتا-لاکتوگلوبولین^۳، آلفا-لاکتوآلبومین^۴ و برخی اجزای کازئین به خصوص کاپا-کازئین^۵ می‌شود (De Kruif & Holt, 2003). این تغییرات کنفورماسیونی توانایی ایجاد برهم‌کنش و قرارگیری بر سطح غشای گلوبول‌های چربی را تسهیل می‌کند. قرارگیری زنجیره‌های پروتئینی همراه با ایجاد پل‌های دی‌سولفیدی به‌ویژه در حضور بتا-لاکتوگلوبولین^۶ موجب اتصال بین گلوبول‌ها و تشکیل ساختار توده‌ای منحصربه‌فرد سرشیر می‌شود (Oliveira & O'Mahony, 2020). در مرحله سرد شدن، پدیده آگلوتیناسیون سرد^۷ اتفاق می‌افتد بدین صورت که آگلوتینین‌ها بخشی از ایمونوگلوبولین‌های شیر، به‌ویژه ایمونوگلوبولین نوع ام^۸، در دماهای پایین بر روی گلوبول‌های چربی رسوب کرده و باعث چسبیدن آن‌ها به یکدیگر و تشدید پدیده خامه بستن می‌شوند (Deeth, 1997). سرشیر به دلیل ارزش غذایی بالا و طعم منحصر به فرد مورد توجه مصرف‌کنندگان قرار دارد. با این حال، تولید صنعتی این محصول با چالش‌هایی مواجه می‌باشد. از جمله فرآیند تولید زمان‌بر است و نیازمند حدود ۱۵-۱۸ ساعت زمان است که برای مقیاس صنعتی مقرون به صرفه نیست (Jukkola, Partanen, Rojas, & Heino, 2018) و به دلیل اتکا به نیروی ثقل برای جداسازی چربی، راندمان تولید نسبتاً پایین است (معمولاً ۸-۱۲٪ وزنی) (Ma & Barbano, 2000). از طرفی به دلیل محتوای بالای چربی (۵۰-۷۰٪) و فعالیت آنزیم لیپاز، سرشیر مستعد اکسیداسیون چربی و هیدرولیز تری‌گلیسیریدها است که منجر به ایجاد طعم‌های نامطلوب^۹ می‌شود (Santos, Suzuki, & Lannes, 2025). همچنین عدم یکنواختی کیفیت محصول تولیدی (Hasdogan, 2004) و مشکلات بافتی شامل آباندازی^{۱۰} و عدم پایداری بافت از مشکلات رایج در تولید سرشیر می‌باشند (Ong et al., 2020).

با توجه به نیاز به اصلاح ساختار پروتئینی سرشیر برای بهبود پایداری و راندمان، استفاده از افزودنی‌های لبنی غنی از پروتئین با قابلیت ژل‌شوندگی و پایدارکنندگی، به‌عنوان یک استراتژی نوین مورد توجه قرار گرفته است. کنسانتره پروتئین شیر (MPC)^{۱۱} یک ماده

- 8- Immunoglobulin M
- 9- Rancidity
- 10- Syneresis
- 11- Milk Protein Concentrate
- 12- Ultrafiltration
- 13- Retentate
- 14- Permeate

- 1- Coagulation
- 2- Flocculation
- 3- β -lactoglobulin
- 4- α -lactalbumin
- 5- κ -casein
- 6- β -lactoglobulin
- 7- Cold Agglutination

افزایش یابد. چربی شیر بر اساس معادله موازنه جرمی زیر محاسبه شد (Pelegrine & Gasparetto, 2005):

$$(۱): \text{وزن شیر} + \text{وزن خامه} / ((\text{وزن شیر} \times \text{چربی شیر}) + (\text{وزن خامه} \times \text{چربی خامه})) = \text{چربی شیر}$$

پس از تنظیم سطح چربی شیر، پودر کنسانتره پروتئین شیر به میزان صفر، ۱ و ۲٪ (وزنی/وزنی) به مخلوط اضافه و با استفاده از همزن مغناطیسی (IKA RCT Basic، آلمان) در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه و تحت همزدن مداوم به‌طور کامل حل گردید تا هیدراتاسیون کامل حاصل شود (Pelegrine & Gasparetto, 2005). مخلوط‌های آماده شده در ظروف استیل ضدزنگ با قطر ۳۰ سانتی‌متر و عمق ۵ سانتی‌متر ریخته شد. نمونه‌ها روی حرارت مستقیم (شعله گاز) قرار گرفته و با همزدن مستمر تا رسیدن به دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد گرم شدند. سپس ظروف به محیطی با دمای ثابت ۴۳ درجه سانتی‌گراد (کنار شوفاژ) منتقل شده و به مدت ۳ ساعت در این دما نگهداری شدند. پس از آن، نمونه‌ها به یخچال با دمای ۵-۶ درجه سانتی‌گراد منتقل و به مدت ۲۴-۴۸ ساعت سرد شدند تا لایه سرشیر به‌طور کامل تشکیل گردد. سپس با استفاده از کارد، لایه سرشیر از سطح جدا شده و در ظروف دربدار استریل نگهداری شدند. نمونه S1 نمونه شاهد می‌باشد.

شیر خام مورد استفاده در این پژوهش از شرکت سپیدان شیر (مشهد، ایران) تهیه شد. شیر خام دارای ۳/۲٪ چربی، ۳/۱٪ پروتئین و pH معادل ۶/۷ بود. کنسانتره پروتئین شیر (MPC-80) حاوی ۸۰٪ پروتئین، ۶٪ رطوبت، ۱/۵٪ چربی و ۶٪ لاکتوز از شرکت پگاه اصفهان (ایران) خریداری شد. سایر مواد شیمیایی شامل متانول، هگزان، سدیم هیدروکسید، هیدروکسید پتاسیم اتانولی و سایر معرف‌ها با درجه خلوص آزمایشگاهی (AR Grade) از شرکت مرک (آلمان) خریداری گردیدند.

تهیه نمونه‌های سرشیر

نمونه‌های سرشیر با افزودن خامه با سطوح ۵۰، ۶۰ و ۷۰٪ چربی (به‌عنوان منبع چربی) و افزودن صفر، ۱ و ۲٪ کنسانتره پروتئین شیر به شیر تهیه شدند. جزئیات نمونه‌ها و مقادیر وزنی اجزا آن‌ها بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم شیر در جدول ۱ آورده شده است. نمونه‌ها بدین‌صورت آماده شدند؛ ابتدا شیر خام به دمای ۴۵-۴۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و با استفاده از دستگاه سیراتور (Cream Separator Model CS-100، دانمارک) با سرعت چرخش ۷۰۰۰ دور در دقیقه، خامه با سطوح مختلف چربی از شیر جدا گردید (Phipps, 1983). خامه به‌دست آمده از سیراتور با شیر پایه (فراوری نشده) ترکیب شد تا میزان چربی شیر

جدول ۱- تیمارهای تحقیق شامل سطوح هر تیمار و مقدار وزنی اجزای تشکیل دهنده

Table 1- The treatments include the levels of each treatment and the amount of the components (Milk, Cream fat (F), Milk protein concentrate (MPC))

نمونه Sample	چربی خامه Cream fat (%)	کنسانتره پروتئین شیر MPC (%)	اجزای تشکیل دهنده Components (g/100g)		
			کنسانتره پروتئین شیر		
			شیر Milk	خامه Cream	کنسانتره پروتئین شیر MPC
S1		0	85.71	14.29	0.00
S2	50	1	84.86	14.14	1.00
S3		2	84.00	14.00	2.00
S4		0	85.71	14.29	0.00
S5	60	1	84.86	14.14	1.00
S6		2	84.00	14.00	2.00
S7	70	0	85.71	14.29	0.00
S8		1	84.86	14.14	1.00
S9		2	84.00	14.00	2.00

S1 (شاهد): ۵۰٪ چربی-۰٪ پروتئین، S2: ۵۰٪ چربی-۱٪ پروتئین، S3: ۵۰٪ چربی-۲٪ پروتئین، S4: ۶۰٪ چربی-۰٪ پروتئین، S5: ۶۰٪ چربی-۱٪ پروتئین، S6: ۶۰٪ چربی-۲٪ پروتئین، S7: ۷۰٪ چربی-۰٪ پروتئین، S8: ۷۰٪ چربی-۱٪ پروتئین، S9: ۷۰٪ چربی-۲٪ پروتئین

S1 (control): 50%F-0%MPC, S2: 50%F-1%MPC, S3: 50%F-2%MPC, S4: 60%F-0%MPC, S5: 60%F-1%MPC, S6: 60%F-2%MPC, S7: 70%F-0%MPC, S8: 70%F-1%MPC, S9: 70%F-2%MPC

(Memmert UNB 100، آلمان) با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت خشک گردید. سپس نمونه‌ها در دسیکاتور سرد شده و مجدداً توزین شدند. این فرآیند تا رسیدن به وزن ثابت (اختلاف کمتر از ۰/۰۰۱ گرم) تکرار شد. ماده خشک بر اساس معادله ۲ محاسبه گردید:

آزمون‌های فیزیکو شیمیایی

اندازه‌گیری ماده خشک کل

ماده خشک کل بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹۵ (ISIRI, 695) با روش خشک کردن در آون اندازه‌گیری شد. بدین صورت که مقدار ۵ گرم از نمونه به‌طور دقیق توزین شد و در آون

(۲)
$$\frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$
 ماده خشک بر حسب درصد وزنی که در این معادله M_0 ، M_1 و M_2 به ترتیب وزن ظرف، درپوش و شن، وزن ظرف، درپوش، شن و نمونه، وزن ظرف، درپوش، شن و نمونه خشک شده بر حسب گرم می‌باشند.

اندازه گیری چربی

میزان چربی سرشیر با استفاده از روش ژربر^۱ بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۳۶۶ (ISIRI, 366) تعیین شد. ابتدا ۳ گرم از نمونه در بوتیرومتر وزن شد سپس ۵ میلی‌لیتر آب گرم، ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۶٪ و ۱ میلی‌لیتر الکل آمیلیک به آن اضافه گردید. بوتیرومتر در حمام آب با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵-۱۰ دقیقه قرار داده شد و در نهایت در سانتریفیوژ (Sigma 2-16P، آلمان) با سرعت ۱۱۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد (Jensen & Newburg, 1995).

اندازه گیری pH

مقدار pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر کالیبره (Metrohm 827، سوئیس) اندازه‌گیری گردید. الکتروده به‌طور مستقیم در نمونه هم‌وزن شده وارد شد و pH آن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید.

اندازه گیری اسیدیته

اسیدیته بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ (ISIRI, 2852) به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. اسیدیته توسط معادله ۳ بر حسب درصد اسید لاکتیک محاسبه گردید (Akaline et al., 2005):

$$(۳) \quad \text{اسیدیته} = \frac{N \times 0.009 \times 100}{M_1} \times \frac{\text{حجم بالن مورد استفاده}}{V}$$

که در این رابطه N میزان سود ۰/۱ نرمال بر حسب میلی‌لیتر، M_1 وزن نمونه بر حسب گرم و V حجم آزمونه بر حسب میلی‌لیتر می‌باشند.

اندازه گیری پروتئین

پروتئین کل نمونه‌ها به روش کج‌لدال با استفاده از دستگاه کج‌لتک (Gerhardt Kjeldatherm، آلمان) اندازه‌گیری شد. مقدار پروتئین با ضرب نیتروژن در ضریب ۶/۳۸ (برای محصولات لبنی) محاسبه گردید (AOAC, 1970).

ارزیابی ویژگی‌های بافتی

خواص بافتی نمونه‌های سرشیر با استفاده از دستگاه بافت‌سنج بروکفیلد (Brookfield CT3 Texture Analyzer، آمریکا) از طریق آزمون نفوذ توسط پروب استیل ضد زنگ استوانه‌ای (با قطر ۶ میلی‌متر) تعیین شدند. نمونه‌ها در ظروف استوانه‌ای با ابعاد یکنواخت (قطر حدود ۳۰ میلی‌متر و ارتفاع حدود ۲۰ میلی‌متر) آماده شدند و آزمون تا عمق نفوذ ۵۰٪ (تا ارتفاع ۱۰ میلی‌متر از سطح نمونه) در سرعت‌های پیش‌آزمون ۲ میلی‌متر بر ثانیه، آزمون ۱ میلی‌متر بر ثانیه و پس‌آزمون ۲ میلی‌متر بر ثانیه انجام پذیرفت. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه قبل از انجام آزمون از یخچال خارج شدند تا به دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) برسند. هر نمونه در ۲ تکرار مورد آزمون قرار گرفت و میانگین نتایج گزارش شد. پارامترهای استخراج شده از منحنی نیرو-زمان شامل سختی (حداکثر نیروی اعمال شده برای فشرده سازی نمونه بر حسب گرم (g))، چسبندگی (سطح زیر منحنی در ناحیه منفی بر حسب گرم در ثانیه (g.s)) و قوام (سطح زیر منحنی در ناحیه مثبت بر حسب گرم در ثانیه (g.s)) برآورد شدند (Adapa, Dingeldein, Schmidt, & Herald, 2000).

ارزیابی راندمان تولید

راندمان تولید سرشیر بر اساس نسبت وزن محصول نهایی سرشیر به وزن کل محصول طبق رابطه ۴ محاسبه شد (Keogh, 2006):

$$(۴) \quad \text{راندمان تولید} = \frac{\text{وزن سرشیر}}{\text{وزن کل محصول}} \times 100$$

ارزیابی زمان نگهداری

به‌منظور ارزیابی پایداری ظاهر و بافت نمونه‌های سرشیر طی زمان در ظروف دربدار در یخچال با دمای ۴-۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. هر ۲ روز یکبار توسط ۵ داور آموزش‌دیده از نظر تغییرات ظاهری رنگ، بو، طعم، آب اندازی و بافت ارزیابی شدند. زمان نگهداری به‌عنوان مدت زمانی تعریف شد که نمونه‌ها خواص حسی ظاهری و بافت اولیه و قابل قبول خود را حفظ می‌کردند (امتیاز بالاتر از ۵ از ۹ در پذیرش کلی) (Berge & Baars, 2020).

ارزیابی حسی و تحلیل توصیفی-کمی (QDA)

ارزیابی حسی نمونه‌ها توسط آزمون هدونیک ۹ نقطه‌ای با استفاده از ۱۲ پانلیست آموزش‌دیده (۸ زن و ۴ مرد، بازه سنی ۲۵-۴۵ سال) از دانشجویان و اساتید گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد انجام پذیرفت. پانلیست‌ها طی ۴ جلسه آموزشی (هر جلسه ۲ ساعت) با

با آب معدنی و نان سفید شستشو دادند (Sajedi, Nasirpour, Keramat, & Desobry, 2014). خصوصیات حسی به روش QDA با استفاده از مقیاس خطی بدون ساختار ۱۰ سانتی‌متری (=۰ فقدان کامل صفت، ۱۰= شدت بسیار زیاد صفت) ارزیابی شد (Akarca et al., 2014) پارامترهای مورد بررسی در جدول ۲ نمایش داده شدند:

خصوصیات حسی سرشیر، روش‌های ارزیابی و استفاده از مقیاس‌ها آشنا شدند. پذیرش کلی و درجه پسندیدگی نمونه‌ها با استفاده از مقیاس هدونیک ۹ نقطه‌ای (۱= بسیار نامطلوب، ۵= نه مطلوب و نه نامطلوب، ۹= بسیار مطلوب) ارزیابی شد. نمونه‌ها به‌صورت رمزگذاری شده (کدهای سه رقمی تصادفی) در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به پانلیست‌ها ارائه شدند. بین ارزیابی هر نمونه، پانلیست‌ها دهان خود را

جدول ۲- تعریف پارامترهای خصوصیات حسی

Table 2- Definition of parameters for sensory attributes

پارامتر Parameter	تعریف خصوصیت Introduce the charactritic
	شدت مزه: شدت کلی مزه احساس شده Taste intensity: Overall intensity of perceived taste
مزه و طعم Taste and flavor	طعم لبنی: طعم شیر تازه Dairy flavour: Fresh, sweet milk flavor طعم خامه‌ای: طعم خامه‌ای و چربی Creamy flavor: Creamy and fatty flavor
	قوام و غلظت: مقاومت در برابر جریان در دهان Viscosity and consistency: Resistance to flow in the mouth
احساس دهانی Mouthfeel	نرمی و لطافت: بافت ابریشمی و نرم Smoothness and softness: Silky and soft texture حس خامه‌ای: احساس چربی و غنا در دهان Creaminess: Sensation of fat and richness in the mouth
پس طعم Aftertaste	پوشش دهانی: لایه باقی‌مانده در دهان پس از بلع Mouth coating: Residual layer remaining in the mouth after swallowing پس طعم خامه‌ای: حس خامه‌ای پس از بلع Creamy aftertaste: Creamy sensation perceived after swallowing

بود که در نمونه حاوی ۷۰٪ چربی-۲٪ پروتئین (S9) مشاهده شد و کمترین مقدار ۶۴/۶۲٪ بود که در نمونه شاهد با ۵۰٪ چربی-۰٪ پروتئین (S1) مشاهده گردید. افزودن کنسانتره پروتئین شیر به فرمولاسیون سرشیر باعث افزایش ماده جامد کل و در نتیجه افزایش ماده خشک نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئین شیر می‌شود. این یافته‌ها با نتایج فرج‌زاده، شهاب‌لوسانی و اسحاقی (Farajzadeh, Shahbalvasani, & Eshaghi, 2020) و فان لنت، لی، وانلیگه و فاندمیقن (van Lent, Le, Vanlerberghe, & Van der Meeren, 2008) همخوانی دارد که گزارش کردند افزودن پروتئین به محصولات لبنی منجر به افزایش معنی‌دار ماده خشک می‌گردد.

چربی

میزان چربی در نمونه‌ها تحت تأثیر معنی‌دار اثرات متقابل پروتئین و چربی قرار گرفت ($p < 0.05$). مطابق جدول ۳، بیشترین مقدار چربی در نمونه ۷۰٪ چربی-۲٪ پروتئین و کمترین در نمونه شاهد با ۵۰٪ چربی-۰٪ پروتئین بود که به ترتیب در مقادیر ۷۲/۵٪ و ۴۹/۸٪ مشاهده شد. پروتئین کنسانتره شیر کمتر از ۳٪ دارای چربی می‌باشد

طرح آزمایشی و تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش اثر افزودن خامه با سطوح چربی مختلف (۵۰، ۶۰ و ۷۰٪) و پروتئین کنسانتره شیر در سطوح (۱، ۲ و ۳٪) بر خصوصیات سرشیر به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل مورد مطالعه قرار گرفت. تمامی آزمون‌ها حداقل در دو تکرار مستقل انجام شدند؛ در آزمون‌های دستگاهی دو تکرار و در سایر آزمون‌ها سه تکرار لحاظ گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab (نسخه ۱۹) انجام گرفت. تحلیل نتایج داده‌ها توسط آنالیز واریانس (ANOVA) دو طرفه انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۹۵٪ ($p < 0.05$) صورت گرفت.

نتایج و بحث

ماده خشک کل

نتایج مقادیر ماده خشک کل نمونه‌های سرشیر در جدول ۳ مشاهده می‌شوند. آنالیز آماری نتایج نشان داد که اثرات متقابل چربی و پروتئین در مورد ماده خشک معنی‌دار نبودند ($p > 0.05$). با افزایش درصد چربی از ۵۰ به ۷۰٪ و افزایش کنسانتره پروتئین شیر از صفر به ۲٪، مقدار ماده خشک افزایش یافته است. بیشترین مقدار ماده خشک ۶۸/۰۳٪

بنابراین با افزودن آن میزان چربی کل سرشیر همراه با افزایش میزان چربی کل نمونه افزایش می‌یابد.

pH و اسیدیته

نتایج مقادیر pH و اسیدیته نمونه‌های سرشیر در جدول ۳ مشاهده می‌شوند. اثرات متقابل پروتئین و چربی بر اسیدیته دارای اختلاف بسیار معنی‌داری بودند ($p < 0.05$) درحالی‌که بر pH اثر معنی‌دار نداشتند. با افزایش درصد چربی، مقدار املاح محلول در سرشیر کاهش یافته که منجر به کاهش تبدیل لاکتوز به اسید لاکتیک و در نتیجه کاهش اسیدیته و افزایش pH می‌گردد (Walstra, Walstra, Wouters, & Geurts, 2005). درحالی‌که افزودن کنسانتره پروتئین شیر منجر به کاهش pH می‌شود که به دلیل افزایش اسیدیته و پایین‌تر بودن ظرفیت بافری پروتئین‌های سرشیر است (Foroughinia, Abbasi, & Hamidi Esfahani, 2007). با این حال، با افزایش بیشتر کنسانتره پروتئین شیر، ظرفیت بافری نیز افزایش می‌یابد که نوسانات pH را

کاهش می‌دهد. بیشترین pH که معادل ۶/۶۲ بود و کمترین اسیدیته در نمونه ۷۰٪ چربی-۲٪ پروتئین مشاهده شد. این نمونه با pH معادل ۶/۶۲ در محدوده استاندارد (۶/۸-۶/۵) قرار داشت. کاملان و همکاران (Kamelan, Mazaheri Tehrani, Edalatian Dovom, Razavi, & Haddad Khodaparast, 2020) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

پروتئین

اثرات متقابل پروتئین و چربی بر میزان پروتئین کل اثر بسیار معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$). بیشترین مقدار پروتئین (۵/۴۴٪) در نمونه ۵۰٪ چربی-۲٪ پروتئین و کمترین (۲/۵۷٪) در نمونه ۷۰٪ چربی-۰٪ پروتئین مشاهده شد (جدول ۳). افزایش کنسانتره پروتئین شیر به‌طور طبیعی منجر به افزایش محتوای پروتئینی محصول نهایی می‌گردد که برای بهبود ارزش تغذیه‌ای سرشیر حائز اهمیت است (Swaisgood, 1982).

جدول ۳- خصوصیات فیزیکوشیمیایی سرشیر در حضور سطوح مختلف چربی خامه و کنسانتره پروتئین شیر
Table 3- Physicochemical properties of Sarshir in the presence of different cream fat levels and milk protein concentrate (MPC)

چربی خامه Cream fat (%)	کنسانتره پروتئین شیر MPC (%)	پارامترها Parameters				
		ماده جامد کل Total solids (g/g)	چربی Fat (%)	بی‌اچ pH	اسیدیته Acidity	پروتئین Protein (%)
50	0	0.00±64.62	0.00±49.80	0.00±6.78	0.00±9.90	0.00±4.99
	1	0.04±65.04	0.14 ^{bc} ±51.10	0.01±6.77	0.01 ^{ab} ±9.79	0.04 ^b ±5.07
	2	0.00±65.58	0.07 ^{bc} ±52.05	0.01±6.75	0.00 ^{abc} ±9.75	0.00 ^a ±5.44
60	0	0.00±66.04	0.07 ^b ±59.65	0.00±6.84	0.00 ^{abc} ±9.70	0.00 ^d ±3.02
	1	0.01±66.41	0.21 ^{ab} ±60.45	0.01±6.82	0.02 ^{bc} ±9.64	0.11 ^d ±3.26
	2	0.02±66.97	0.00 ^{ab} ±61.20	0.01±6.80	0.01 ^c ±9.49	0.11 ^{cd} ±3.55
70	0	0.00±67.08	0.14 ^a ±69.80	0.00±6.96	0.00±9.45	0.00±2.57
	1	0.01±67.47	0.21 ^a ±71.15	0.14±6.92	0.02±9.34	0.03 ^e ±2.65
	2	0.02±68.03	0.00 ^a ±72.50	0.03±6.88	0.07±9.30	0.03 ^{de} ±2.81

نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار برای دو تکرار است. میانگین‌های با حروف یکسان اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p > 0.05$).

All data are expressed as mean ± standard deviation of two determinations. Values followed by the same letters show no significant differences (Tukey test, $P > 0.05$).

ویژگی‌های بافتی

آنالیز بافت نشان داد که اثرات متقابل پروتئین و چربی بر پارامترهای بافتی شامل سختی، چسبندگی و قوام تأثیر بسیار معنی‌داری دارد ($p < 0.05$). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، نمونه حاوی ۵۰٪ چربی-۲٪ پروتئین (S3) بیشترین سختی (۷۳/۵۰ گرم)، قوام (۳۱/۰۰ گرم در ثانیه) و چسبندگی (۶/۹۰ گرم در ثانیه) را نشان داد، در حالی‌که نمونه حاوی ۷۰٪ چربی-۰٪ پروتئین (S7) کمترین مقادیر سختی (۲۱/۰۰ گرم)، قوام (۱/۷۵ گرم در ثانیه) و چسبندگی (۹/۵۰ گرم در ثانیه) را داشت. با کاهش چربی و افزایش پروتئین، بافت سخت‌تری با چسبندگی و قوام بیشتر حاصل می‌شود (Dickinson, 1998).

پروتئین‌های کارژین موجود در کنسانتره پروتئین شیر با تشکیل شبکه سه‌بعدی و ایجاد پل‌های دی‌سولفیدی، به ساختار سفت‌تری کمک می‌کنند (Girard, Turgeon, & Gauthier, 2002). این نتایج با یافته‌های فو و همکاران (Fu, He, Zeng, Qin, & Chen, 2020) و ساجدی و همکاران (Sajedi et al., 2014) مطابقت دارد که افزایش سختی بافت خامه هواهی شده را با افزایش سطح پروتئین گزارش کردند. جذب پروتئین‌ها بر سطوح حباب‌های هوا و متراکم شدن تدریجی گویچه‌های چربی بر سطوح پروتئینی منجر به تشکیل شبکه‌ای پایدار می‌شود که ساختار را سفت و پایدار می‌کند (Allen, Murray, & Dickinson, 2008).

جدول ۴- ویژگی‌های بافت سرشیر در حضور سطوح مختلف چربی خامه و کنسانتره پروتئین شیر

Table 4- Textural characteristics of Sarshir in the presence of different cream fat levels and milk protein concentrate (MPC)

چربی خامه Cream fat (%)	کنسانتره پروتئین شیر MPC (%)	پارامترها Parameters		
		سختی Hardness (g)	قوام Consistency (g.s)	چسبندگی Adhesiveness (g.s)
50	0	61.00±1.52	5.00±0.42	25.50±2.12 ^{bc}
	1	63.00±0.00	5.50±0.28	27.00±0.001 ^{ab}
	2	73.50±1.41	6.90±0.70	31.00±1.41 ^a
60	0	45.50±0.71	3.85±0.21	19.00±1.41 ^{de}
	1	52.50±0.71	4.20±0.14	20.50±0.71 ^{cd}
	2	59.50±1.12	5.15±0.21	24.50±0.71 ^{bc}
70	0	21.00±1.41	1.75±0.63	9.50±2.12 ^f
	1	30.00±2.21	2.50±0.28	17.50±0.71 ^e
	2	43.00±0.00	3.65±0.07	19.50±0.11 ^{de}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار برای دو تکرار است. میانگین‌های با حروف یکسان اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p > 0.05$).

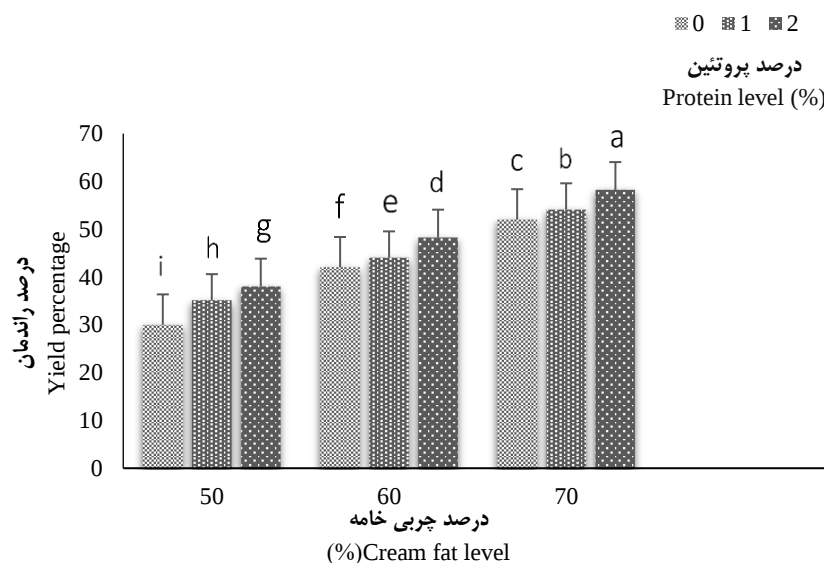
All data are expressed as mean ± standard deviation of three determinations. Values followed by the same letters show no significant differences (Tukey test, $P > 0.05$).

راندمان تولید

اثرات متقابل پروتئین و چربی بر راندمان تولید اثر معنی‌داری داشت ($p < 0.05$). افزایش درصد چربی و پروتئین به‌طور معنی‌دار باعث افزایش راندمان تولید سرشیر شد. مطابق شکل ۱، بالاترین راندمان در نمونه ۷۰٪ چربی-۲٪ پروتئین (۵۸/۲۰۰٪) و کمترین راندمان در نمونه شاهد با ۵۰٪ چربی-۰٪ پروتئین (۳۰/۰۰۰٪) مشاهده شد. شیر با محتوای پروتئین و چربی بالاتر باعث تولید بیشتر سرشیر و افزایش راندمان می‌شود. افزایش راندمان تولید سرشیر در تیمارهای دارای درصد بالاتر چربی و پروتئین را می‌توان به ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی شیر نسبت داد. چربی به‌عنوان فاز اصلی تشکیل‌دهنده سرشیر، با افزایش غلظت خود موجب افزایش تعداد گلبول‌های چربی قابل جداسازی می‌شود. از سوی دیگر، پروتئین‌های شیر به‌ویژه کازئین‌ها نقش مهمی در پایداری امولسیون و پوشش سطح گلبول‌های چربی دارند و موجب بهبود قابلیت جداسازی و بازیابی چربی می‌شوند. بنابراین، وجود همزمان مقادیر بالاتر چربی و پروتئین می‌تواند اثر هم‌افزایی ایجاد کرده و راندمان استخراج سرشیر را افزایش دهد. این یافته با گزارش‌های قبلی در زمینه نقش ساختار امولسیونی شیر و ترکیب آن بر کارایی فرآوری لبنی همخوانی دارد (O'Mahony, Auty, & McSweeney, 2005; Walstra et al., 2005). این یافته با نتایج جوکولا و همکاران (Jukkola et al., 2018) همخوانی دارد که نشان دادند کیفیت شیر خام و فناوری فرآوری نقش مهمی در تعیین بازده کلی تولید دارند.

زمان نگهداری

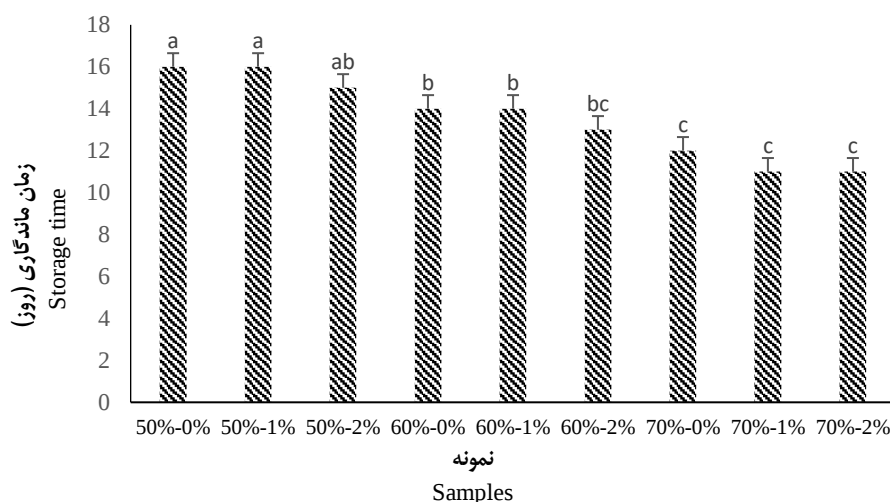
زمان نگهداری محصول در نمونه‌های مختلف اختلاف آماری بسیار معنی‌داری نشان داد ($p < 0.05$). زمان نگهداری نمونه‌های سرشیر در حضور سطوح مختلف چربی و پروتئین در شکل ۲ مشاهده می‌شود. بیشترین زمان نگهداری (۱۶ روز) در نمونه شاهد با ۵۰٪ چربی-۰٪ پروتئین و کمترین (۷ روز) در نمونه ۷۰٪ چربی-۲٪ پروتئین مشاهده شد. همان‌طوری که مشاهده می‌کنید، با افزایش درصد چربی زمان نگهداری محصول کاهش یافت که به دلیل حساسیت بیشتر چربی به اکسیداسیون و فراهم شدن محیط مطلوب برای رشد میکروارگانیسم‌ها است (Arul, Boudreau, Makhlouf, Tardif, & Grenier, 2009). علت رنگ زرد شدن سرشیر در واقع اکسیداسیون چربی‌ها و تیز شدن طعم به سبب هیدرولیز تری‌گلیسیریدها توسط آنزیم لیپاز می‌باشد (Jensen, 2002). همچنین، افزایش پروتئین به علت وجود گروه‌های نیتروژنی و کاهش ظرفیت بافری، خاصیت اسیدی را افزایش داده و نگهداری را کاهش می‌دهد (Precht, 2001). این نتایج با یافته‌های رودارت، زامورا، توجیلو و یوان (Rodarte, Zamora, Trujillo, & Juan, 2018) و آبابو، انداشاو و فِسِها (Ababu, Endashaw, & Fesseha, 2020) مطابقت داشت.



شکل ۱- درصد راندمان سرشیر در حضور سطوح مختلف چربی خامه و کنسانتره پروتئین شیر

(a-i، حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار بین نمونه‌ها می‌باشد)

Fig. 1- Yield percentage of Sarshir in the presence of different cream fat levels and milk protein concentrate (MPC) (a-i, means followed by the different are significantly different (Tukey test, $P < 0.05$))



شکل ۲- زمان نگهداری در حضور سطوح مختلف چربی خامه (۵۰، ۶۰ و ۷۰٪) و کنسانتره پروتئین شیر (۰، ۱ و ۲٪)

(a-c، حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار بین نمونه‌ها می‌باشد)

Fig. 2. Storage time of Sarshir in the presence of different cream fat levels (50, 60 and 70%) and milk protein concentrate (MPC) (0, 1 and 2%)

(a-c, means followed by the different are significantly different (Tukey test, $P < 0.05$))

2025). در بررسی شدت مزه، نمونه حاوی ۵۰٪ چربی-۲٪ پروتئین (S3) بالاترین امتیاز (۹/۵۹) را کسب کرد. این نمونه همچنین در پارامترهای طعم لبنی امتیاز ۹/۳۰، طعم خامه‌ای امتیاز ۶/۱۰، قوام امتیاز ۱۰/۵۴، نرمی و لطافت امتیاز ۹/۴۱، حس خامه‌ای امتیاز ۱۰/۲۳، پوشش دهانی امتیاز ۹/۵۲ و پس طعم خامه‌ای امتیاز ۹/۲۳ را کسب کرد که امتیازات بالاتری نسبت به سایر نمونه‌ها بود.

خصوصیات حسی

آزمون هدونیک ۹ نقطه‌ای و تحلیل توصیفی-کمی

(QDA)

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، نتایج ارزیابی حسی نشان دادند که استفاده از کنسانتره پروتئین شیر در سرشیر منجر به تغییرات معنی‌داری در خصوصیات حسی گردید (Santos et al.,)

از کاربردهای آشپزی مورد نظر است. علاوه بر این، پروتئین‌ها با تشکیل ماتریکسی مانند ژل که آب و قطرات چربی را درون مخلوط نگه می‌دارد، به ویسکوزیته و ضخامت سرشیر کمک می‌کنند. با توجه به یافته‌های به‌دست آمده می‌توان گفت افزایش شدت درک حس دهانی خامه‌ای باعث بیشتر شدن پس طعم خامه‌ای می‌شود. یافته‌های دیویک و همکاران (de Wijk, Prinz, Engelen, & Weenen, 2004) نشان داد حضور ترکیبات ساده‌تر پروتئین با کاهش پس طعم خامه‌ای همراه است که مطابق با یافته‌های این پژوهش بود.

طعم لبنی قابل درک در سرشیر با فرمولاسیون حاوی ۵۰٪ چربی-۲٪ پروتئین بالاترین امتیاز را داشت. چربی و پروتئین اگرچه دخالت مستقیم در مزه ندارند، اما باعث قوی‌تر شدن طعم می‌شوند (Kilpatrick, 2012). پوشش دهانی ایجاد شده در این نمونه نیز بهترین امتیاز را کسب کرد که نشان‌دهنده ارتباط نزدیک بین پروتئین و چربی با احساس دهانی مطلوب است (Ledward, 1993).

افزایش پروتئین منجر به افزایش امتیاز حسی پارامترهای لبنی، طعم خامه‌ای، نرمی و لطافت، پوشش دهانی و پس طعم خامه‌ای شد و همچنین باعث بهبود خواص بافتی از قبیل افزایش سختی، چسبندگی و قوام گردید (Vanderghem, Danthine, Blecker, & Deroanne, 2007). کاهش چربی نیز منجر به افزایش قابل توجه غلظت و قوام و همچنین افزایش حس خامه‌ای نمونه‌ها شد. این یافته‌ها با نتایج کاسارس، اسکریبا و روسلا (Casares, Escribá, & Rosselló, 2019) و فروست، دایکستهوس و مافتنس (Frøst, Dijksterhuis, & Martens, 2001) مطابقت داشت که نشان دادند پروتئین نقش مهمی در تعیین خواص بافتی و حسی محصولات لبنی دارد. وجود پروتئین بر ویسکوزیته، ثبات و احساس کلی سرشیر در دهان تأثیر می‌گذارد. هنگامی که پروتئین‌ها دناتوره یا باز می‌شوند، شبکه‌ای را تشکیل می‌دهند که به دام انداختن هوا و تثبیت ساختار سرشیر کمک می‌کند. این منجر به یک بافت مطلوب و کرمی می‌شود که در بسیاری

جدول ۵- رتبه‌بندی پاسخ هدونیک ۹ نقطه‌ای سرشیر در حضور سطوح مختلف چربی و کنسانتره پروتئین شیر

Table 5- Nine-point hedonic rating of Sarshir in the presence of different cream fat (F) levels and milk protein concentrate (MPC)

پارامتر Parameter	خصوصیت Charactritic	رتبه‌بندی پاسخ هدونیک ۹ نقطه‌ای Nine-point hedonic rating								
		اول First	دوم Second	سوم Third	چهارم Fourth	پنجم Fifth	ششم Sixth	هفتم Seventh	هشتم Eighth	نهم Ninth
مزه و طعم Taste and flavor	شدت مزه Taste intensity	S3	S2	S1	S6	S5	S4	S9	S8	S7
	طعم لبنی Dairy flavour	S3	S1	S2	S6	S5	S4	S7	S9	S8
	طعم خامه‌ای Creamy flavor	S3	S2	S1	S6	S5	S4	S7	S9	S8
احساس دهانی Mouthfeel	قوام و غلظت Viscosity and consistency	S3	S2	S1	S6	S5	S4	S9	S8	S7
	نرمی و لطافت Smoothness and softness	S3	S1	S2	S6	S5	S4	S9	S8	S7
	حس خامه‌ای Creaminess	S3	S2	S1	S6	S5	S4	S9	S8	S7
پس طعم Aftertaste	پوشش دهانی Mouth coating	S3	S2	S1	S6	S5	S4	S9	S8	S7
	پس طعم خامه‌ای Creamy aftertaste	S3	S1	S2	S6	S4	S5	S9	S8	S7

S1 (شاهد): ۵۰٪ چربی-۰٪ پروتئین، S2: ۵۰٪ چربی-۱٪ پروتئین، S3: ۵۰٪ چربی-۲٪ پروتئین، S4: ۶۰٪ چربی-۰٪ پروتئین، S5: ۶۰٪ چربی-۱٪ پروتئین، S6: ۶۰٪ چربی-۲٪ پروتئین، S7: ۷۰٪ چربی-۰٪ پروتئین، S8: ۷۰٪ چربی-۱٪ پروتئین، S9: ۷۰٪ چربی-۲٪ پروتئین
S1 (control): 50%F-0%MPC, S2: 50%F-1%MPC, S3: 50%F-2%MPC, S4: 60%F-0%MPC, S5: 60%F-1%MPC, S6: 60%F-2%MPC, S7: 70%F-0%MPC, S8: 70%F-1%MPC, S9: 70%F-2%MPC

فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی محصول داشته باشد. افزایش سطوح مختلف چربی و پروتئین باعث افزایش میزان ماده خشک کل و چربی در نمونه‌های سرشیر شد درحالی‌که باعث کاهش میزان اسیدیته گردید.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کنسانتره پروتئین شیر در فرمولاسیون سرشیر می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های

میزان مشارکت نویسندگان

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است. نمونه سازی سرشیر، انجام آزمون های فیزیکی و شیمیایی و حسی، طراحی و اجرای پژوهش و نگارش پیش نویس اصلی مقاله توسط خانم صدف عبدالله زاده انجام شده است. آقای دکتر مظاهری تهرانی (استاد راهنمای پایان نامه و نویسنده مسئول) در طراحی کلی پژوهش، نظارت علمی، تفسیر نتایج و ویراستاری نهایی مقاله با سهم مشارکت ۳۰ تا ۴۰ درصد مشارکت داشته اند. خانم شکوفه تازیکی شمس آبادی در انجام آزمون بافتی و تحلیل داده های آن، نگارش و ویرایش مقاله با سهم مشارکت ۱۰ درصد همکاری داشته اند. تمامی نویسندگان نسخه نهایی مقاله را مطالعه و تأیید نموده اند.

منابع تأمین مالی

این پژوهش برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است و با حمایت مالی (گرنٹ پژوهشی) دانشگاه فردوسی مشهد انجام شده است.

افزایش سطح چربی خامه در نمونه سرشیر باعث کاهش چشمگیری در مقدار پروتئین شد و نمونه حاوی ۵۰٪ چربی-۲٪ کنسانتره پروتئین دارای بیشترین مقدار پروتئین بود. افزایش سطوح چربی خامه باعث کاهش پارامترهای سختی، چسبندگی و قوام نمونه های سرشیر شد درحالی که حضور و افزایش پروتئین موجب افزایش پارامترهای بافتی گردید و از این کاهش جلوگیری کرد. راندمان تولید تحت تأثیر درصد چربی و پروتئین قرار داشت و با افزایش آن ها افزایش پیدا کرد. ارزیابی حسی نشان داد که نمونه حاوی ۵۰٪ چربی خامه و ۲٪ کنسانتره پروتئین از بالاترین امتیاز در پارامترهای طعم خامه ای، قوام، نرمی و لطافت و پذیرش کلی برخوردار بود. زمان نگهداری محصول با افزایش چربی خامه و کنسانتره پروتئین کاهش معنی داری یافت. نتایج نشان داد که نمونه حاوی ۵۰٪ چربی خامه و ۲٪ کنسانتره پروتئین شیر (S3)، بهترین تعادل را بین ویژگی های تغذیه ای، بافتی و حسی دارد و می تواند به عنوان فرمولاسیون بهینه برای تولید صنعتی سرشیر پیشنهاد شود. افزودن کنسانتره پروتئین شیر نه تنها ارزش تغذیه ای محصول را افزایش می دهد، بلکه موجب بهبود بافت و پایداری آن نیز می شود. با این حال، برای افزایش زمان نگهداری، کنترل دقیق میزان چربی و استفاده از بسته بندی مناسب ضروری است. همچنین پیشنهاد می شود جهت بررسی زمان ماندگاری محصول در پژوهش های آتی آزمون میکروبی انجام پذیرد.

References

1. Ababu, A., Endashaw, D., & Fesseha, H. (2020). Isolation and antimicrobial susceptibility profile of *Escherichia coli* O157:H7 from raw milk of dairy cattle in Holeta district, central Ethiopia. *International Journal of Microbiology*, 2020(1), 6626488. <https://doi.org/10.1155/2020/6626488>
2. Adapa, S., Dingeldein, H., Schmidt, K., & Herald, T. (2000). Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. *Journal of Dairy Science*, 83(10), 2224-2229. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75106-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75106-X)
3. Akalin, A.S., Karagözlü, C., & Ünal, G. (2008). Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227(3), 889-895. <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0800-z>
4. Akalin, A.S., Tokusoglu, Ö., Gönç, S., & Ökten, S. (2005). Detection of biologically active isomers of conjugated linoleic acid in kaymak. *Grasas Y Aceites*, 56(4), 298-302. <https://doi.org/10.3989/gya.2005.v56.i4.96>
5. Akarca, G., Tomar, O., & Çağlar, A. (2014). Production of Afyon kaymak with traditional and technological methods. *Journal of Food Science and Engineering*, 4(3). <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2014.03.001>
6. Allen, K.E., Murray, B.S., & Dickinson, E. (2008). Development of a model whipped cream: Effects of emulsion droplet liquid/solid character and added hydrocolloid. *Food Hydrocolloids*, 22(4), 690-699. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.01.017>
7. AOAC. (1970). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Association of official analytical chemists*. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.44636>
8. Arul, J., Boudreau, A., Makhlouf, J., Tardif, R., & Grenier, B. (2009). Distribution of cholesterol in milk fat fractions. *Journal of Dairy Research*, 55(3), 361-371. <https://doi.org/10.1017/S0022029900028624>
9. Berge, A., & Baars, T. (2020). Raw milk producers with high levels of hygiene and safety. *Epidemiology & Infection*, 148, e14. <https://doi.org/10.1017/S0950268820000060>
10. Cakmakci, S., & Hayaloglu, A.A. (2011). Evaluation of the chemical, microbiological and volatile aroma characteristics of Ispir Kaymak, a traditional Turkish dairy product. *International Journal of Dairy Technology*, 64(3), 444-450. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2011.00687.x>

11. Casares, D., Escribá, P.V., & Rosselló, C.A. (2019). Membrane lipid composition: effect on membrane and organelle structure, function and compartmentalization and therapeutic avenues. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(9), 2167. <https://doi.org/10.3390/ijms20092167>
12. De Kruif, C., & Holt, C. (2003). Casein micelle structure, functions and interactions *Advanced dairy chemistry—1 proteins: part a/part b* (pp. 233-276): Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8602-3_5
13. de Wijk, R.A., Prinz, J.F., Engelen, L., & Weenen, H. (2004). The role of α -amylase in the perception of oral texture and flavour in custards. *Physiology & Behavior*, 83(1), 81-91. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2004.07.014>
14. Deeth, H. (1997). The role of phospholipids in the stability of milk fat globules. *Australian Journal of Dairy Technology*, 52, 44-46.
15. Dickinson, E. (1998). Stability and rheological implications of electrostatic milk protein-polysaccharide interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 9(10), 347-354. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(98\)00057-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(98)00057-0)
16. Farajzadeh, J., Shahbalvasani, A., & Eshaghi, M. (2020). Production of low-fat pastry cream using cow's milk protein concentrate. *Journal of Animal Environment*, 12(1), 435-442.
17. Foroughinia, S., Abbasi, S., & Hamidi Esfahani, Z. (2007). Effect of individual and combined addition of salep, tragacanth and guar gums on the stabilization of Iranian doogh. *Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology*, 2(2), 25-15.
18. Frøst, M.B., Dijksterhuis, G., & Martens, M. (2001). Sensory perception of fat in milk. *Food Quality and Preference*, 12(5), 327-336. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00018-0](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00018-0)
19. Fu, L., He, Z., Zeng, M., Qin, F., & Chen, J. (2020). Effects of soy protein composition in recombined soy-based cream on the stability and physical properties of whipping cream. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(6), 2732-2741. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10305>
20. Girard, M., Turgeon, S.L., & Gauthier, S.F. (2002). Interbiopolymer complexing between β -lactoglobulin and low- and high-methylated pectin measured by potentiometric titration and ultrafiltration. *Food Hydrocolloids*, 16(6), 585-591. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(02\)00020-6](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(02)00020-6)
21. Goh, K.K., Teo, A., Sarkar, A., & Singh, H. (2020). Milk protein-polysaccharide interactions *Milk proteins* (pp. 499-535): Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815251-5.00013-X>
22. Hansen, S.F., Nielsen, S.D., Rasmussen, J.T., Larsen, L.B., & Wiking, L. (2020). Disulfide bond formation is not crucial for the heat-induced interaction between β -lactoglobulin and milk fat globule membrane proteins. *Journal of Dairy Science*, 103(7), 5874-5881. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18066>
23. Hasdogan, H. (2004). *Determination of some chemical and microbiological properties of milk creams consumed in breakfast salons of Van province*. (M.Sc. Thesis), Yüzüncü Yıl University, Van, Turkey.
24. ISIRI. (366). Milk, cream and evaporated milk—Determination of fat content (Vol. 1992). Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran.
25. ISIRI. (695). Milk, cream and evaporated milk—Determination of total solids content (Vol. 1985). Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran. <https://doi.org/10.3403/30229880u>
26. ISIRI. (2852). Milk and milk products—Determination of titratable acidity and pH test method (Vol. 2007). Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran.
27. Jensen, R.G. (2002). The composition of Bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 295-350. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74079-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74079-4)
28. Jensen, R.G., & Newburg, D.S. (1995). Bovine milk lipids *Handbook of milk composition* (pp. 543-575): Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-012384430-9/50024-x>
29. Jukkola, A., Partanen, R., Rojas, O.J., & Heino, A. (2018). Effect of heat treatment and pH on the efficiency of micro-diafiltration for the separation of native fat globules from cream in butter production. *Journal of Membrane Science*, 548, 99-107. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2017.11.012>
30. Kamelan, H., Mazaheri Tehrani, M., Edalatjan Dovom, M., Razavi, S.M.A., & Haddad Khodaparast, M.H. (2020). Study of the fatty acids profile and some physicochemical properties of Gilanvand and Daliran kaymaks in comparison to the heavy cream. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 17(104), 114-105. <https://doi.org/10.52547/fsct.17.104.105>
31. Kelly, P., Woonton, B., & Smithers, G. (2009). Improving the sensory quality, shelf-life and functionality of milk *Functional and speciality beverage technology* (pp. 170-231): Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845695569.2.170>
32. Keogh, M. (2006). Chemistry and technology of butter and milk fat spreads *Advanced dairy chemistry volume 2 lipids* (pp. 333-363): Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-28813-9_9
33. Kilpatrick, P.K. (2012). Water-in-Crude oil emulsion stabilization: Review and unanswered questions. *Energy & Fuels*, 26(7), 4017-4026. <https://doi.org/10.1021/ef3003262>

34. Ledward, D.A. (1993). Creating textures from mixed biopolymer systems. *Trends in Food Science & Technology*, 4(12), 402-405. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(93\)90044-B](https://doi.org/10.1016/0924-2244(93)90044-B)
35. Liang, L., & Luo, Y. (2020). Casein and pectin: Structures, interactions, and applications. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 391-403. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.027>
36. Ma, Y., & Barbano, D. (2000). Gravity separation of raw bovine milk: fat globule size distribution and fat content of milk fractions. *Journal of Dairy Science*, 83(8), 1719-1727. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75041-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75041-7)
37. O'Mahony, J.A., Auty, M.A.E., & McSweeney, P.L.H. (2005). The manufacture of miniature Cheddar-type cheeses from milks with different fat globule size distributions. *Journal of Dairy Research*, 72(3), 338-348. <https://doi.org/10.1017/S0022029905001044>
38. Oliveira, D., & O'Mahony, J. (2020). Composition, fractionation, techno-functional properties and applications of milk fat globule membrane-derived material *Advanced Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids* (pp. 169-195): Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48686-0_6
39. Ong, L., Pax, A.P., Ong, A., Vongsvivut, J., Tobin, M.J., Kentish, S.E., & Gras, S.L. (2020). The effect of pH on the fat and protein within cream cheese and their influence on textural and rheological properties. *Food Chemistry*, 332, 127327. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127327>
40. Pelegrine, D., & Gasparetto, C. (2005). Whey proteins solubility as function of temperature and pH. *LWT-Food Science and Technology*, 38(1), 77-80. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.03.013>
41. Phipps, L.W. (1983). Effects of fat concentration on the homogenization of cream. *Journal of Dairy Research*, 50(1), 91-96. <https://doi.org/10.1017/S0022029900032556>
42. Precht, D. (2001). Cholesterol content in European bovine milk fats. *Food/Nahrung*, 45(1), 2-8. [https://doi.org/10.1002/1521-3803\(20010101\)45:1<2::aid-food2>3.0.co;2-5](https://doi.org/10.1002/1521-3803(20010101)45:1<2::aid-food2>3.0.co;2-5)
43. Rodarte, D., Zamora, A., Trujillo, A.-J., & Juan, B. (2018). Effect of ultra-high pressure homogenization on cream: Shelf life and physicochemical characteristics. *LWT*, 92, 108-115. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.020>
44. Sajedi, M., Nasirpour, A., Keramat, J., & Desobry, S. (2014). Effect of modified whey protein concentrate on physical properties and stability of whipped cream. *Food Hydrocolloids*, 36, 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.09.007>
45. Santos, P.H.d.S., Suzuki, C.K., & Lannes, S.C.d.S. (2025). Structural properties before and after ripening of ice cream made with different dairy fat bases. *Foods*, 14(18), 3276. <https://doi.org/10.3390/foods14183276>
46. Swaisgood, H.E. (1982). Chemistry of milk protein.
47. van Lent, K., Le, C.T., Vanlerberghe, B., & Van der Meeren, P. (2008). Effect of formulation on the emulsion and whipping properties of recombined dairy cream. *International Dairy Journal*, 18(10-11), 1003-1010. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.04.002>
48. Vanderghem, C., Danthine, S., Blecker, C., & Deroanne, C. (2007). Effect of protease-peptone addition on some physico-chemical characteristics of recombined dairy creams. *International Dairy Journal*, 17(8), 889-895. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.10.008>
49. Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J.T., & Geurts, T.J. (2005). *Dairy science and technology*: CRC press. <https://doi.org/10.1201/9781420028010>
50. Weinbreck, F., De Vries, R., Schrooyen, P., & De Kruif, C. (2003). Complex coacervation of whey proteins and gum arabic. *Biomacromolecules*, 4(2), 293-303. <https://doi.org/10.1021/bm025667n>