



Evaluation of chemical characteristics and microbial contamination of Koozeh cheese from Maku city, Iran

Maghsoudzadeh¹, R., Jalilzadeh, A.², fshin Javadi, A.^{3*}, Yahyavi, F.⁴

1. Department of Food Science and Technology, Mamaghan branch, Islamic Azad University, Mamaghan, Iran.

2. Associate Professor, Department of Food science and technology, Maku branch, Islamic Azad University, Maku, Iran.

3. Department of Food Hygiene, TaMS.C., Islamic Azad University, Tabriz, Iran

4. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Mamaghan branch, Islamic Azad University, Mamaghan, Iran.

*Corresponding author: Javadi@iaut.ac.ir

(Received: 2025/10/3 Accepted: 2025/8/12)

Abstract

The Koozeh cheese is one of the most popular and consumed cheeses in the Northwest of the country, which is prepared from raw milk. This study aimed to determine the chemical and microbial properties of Maku Koozeh cheese. For this purpose, of 30 cheese samples were collected from the city, and their chemical characteristics including moisture, salt, protein, non-protein nitrogen, water-soluble nitrogen, fat, lipolysis, acidity, and pH were evaluated by total dry matter determination, Mohr's, Kjeldahl, Gerber, gravimetric method, titration, and pH meter, and Microbial characteristics using the Iranian standard method, and aflatoxin was analyzed using ELISA respectively. The results showed that their amounts were obtained as 24.48, 3.4, 18.24, 0.03, 0.21, 37.7, 13.9%, 1.45°D, and 5.16, respectively. In the study of free fatty acids by gas chromatography stearic acid (10.09±0.03%) is the most saturated fatty acid, and oleic acid (7.65±0.03%) is the most unsaturated fatty acid. Also, the count of *Escherichiacoli* and *Staphylococcus aureus* were not reported in samples. All samples were contaminated whit coliform, and 40% of the samples contained coliforms (13 CFU/g) exceeding the standard. 16.66% of the samples were found to be unacceptable due to mold contamination (110 CFU/g). Aflatoxin M₁ The contamination was positive in 23.33% of the samples (ranging from 9.67 to 73.42 ng/kg), but was lower than the determined range by Codex Alimentarius. Although Maku Koozeh cheese has acceptable quality, but more health supervision and a move toward industrial production could an important role in improving its safty and quality.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Aflatoxin M₁, Chemical and microbial quality, Koozeh cheese, Maku



DOI: 10.71876/jfh.2025.1126685

"مقاله پژوهشی"

کیفیت شیمیایی، میکروبی و میزان آفلاتوکسین M₁ در پنیر کوزه‌ای شهرستان ماکو

کیفیت شیمیایی، میکروبی و میزان آفلاتوکسین M₁ در پنیر

رامین مقصودزاده^۱، عباس جلیل‌زاده^۲، افشین جوادی^{۳*}، فرناز یحوی^۴

۱. دانش‌آموخته دکتری تخصصی مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد ممقان، دانشگاه آزاد اسلامی، ممقان، ایران

۲. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران

۳. استاد گروه بهداشت مواد غذایی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۴. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ممقان، دانشگاه آزاد اسلامی، ممقان، ایران

*نویسنده و مسئول مکاتبات: Afshin.javadi@iau.ir

(دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۲/۱۴ پذیرش نهایی: ۱۴۰۴/۷/۱۱)

چکیده

پنیر کوزه‌ای یکی از محبوب‌ترین و پرمصرف‌ترین پنیرهای شمال‌غرب کشور است که به‌طور سنتی از شیرخام تولید می‌شود. هدف از این مطالعه تعیین ویژگی‌های شیمیایی و آلودگی میکروبی پنیر کوزه‌ای شهرستان ماکو است. برای این منظور ۳۰ نمونه پنیر از سطح شهر جمع‌آوری و ویژگی‌های شیمیایی آنها شامل رطوبت، نمک، پروتئین، ازت غیر پروتئینی، ازت محلول در آب، چربی، لیپولیز، اسیدیته و pH به ترتیب با روش تعیین مقدار ماده خشک کل، موهر، کلدال، ژربر، روش وزنی، تیتراسیون و دستگاه pH متر و خصوصیات میکروبی آن با روش استاندارد ایران و آفلاتوکسین با الیزا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد میزان آنها به ترتیب ۲۴/۴۸، ۳/۴، ۱۸/۲۴، ۰/۰۳، ۰/۲۱، ۳۷/۷، ۱۳/۹ درصد، ۱/۴۵ درجه‌دورنیک و ۵/۱۶ است. در بررسی اسیدهای چرب آزاد با دستگاه کروماتوگرافی گازی اسیداستئاریک (۱۰/۰۹±۰/۰۳ درصد) و اسیداولئیک (۷/۶۵±۰/۰۳ درصد) به ترتیب بیشترین اسیدهای چرب آزاد اشباع و غیراشباع بودند. همچنین شمارش/شرشیاکلی و/ستافیلوکوکوس/ورئوس در هیچ‌کدام از نمونه‌ها گزارش نشد. تمامی نمونه‌ها به کلی‌فرم آلوده بودند و در ۴۰ درصد نمونه‌ها تعداد کلی‌فرم‌ها (۱۳ CFU/g) بالاتر از حد مجاز استاندارد پنیر کوزه‌ای بود. همچنین ۱۶/۶۶ درصد نمونه‌ها از نظر آلودگی به کپک (۱۱۰ CFU/g) غیرقابل قبول تشخیص داده شدند. آلودگی به آفلاتوکسین M₁ در ۲۳/۳۳ درصد نمونه‌ها مثبت بود (محدوده آلودگی بین ۹/۶۷ تا ۷۳/۴۲ نانوگرم در کیلوگرم) اما در تمام نمونه‌ها آلودگی کمتر از حد مجاز تعیین‌شده کدکس بود. اگرچه پنیر کوزه‌ای ماکو کیفیت قابل قبولی دارد، اما نظارت بهداشتی بیشتر و حرکت به سمت تولید صنعتی می‌تواند نقش مهمی در ارتقای کیفیت و ایمنی آن داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: پنیر کوزه‌ای، کیفیت شیمیایی و میکروبی، آفلاتوکسین M₁، ماکو

مقدمه

پنیر از مهم‌ترین فرآورده‌های شیری سنتی است که در تغذیه بشر، سهم بسزایی دارد و ضمن تأمین مواد لازم جهت رشد، در مطبوع ساختن رژیم غذایی روزانه مؤثر است. این ماده غذایی را می‌توان جزو برترین منابع پروتئینی برای بدن محسوب کرد که حاوی تمام اسیدآمینه‌های ضروری بوده و بنابراین با برطرف نمودن بخشی از نیازهای پروتئینی، کلسیم، منیزیم و ویتامین B12 نقش مهمی را در برنامه غذایی روزانه بشر ایفا می‌کند (Atashzaban et al., 2021).

در ایران تولید پنیر از گذشته معمول بوده است و هنوز گرایش زیادی به استفاده از پنیرهای سنتی و محلی در این کشور وجود دارد. بر اساس آمارهای موجود حدود ۲۰ درصد شیر تولیدی در کشور در بخش صنایع شیر به پنیر تبدیل می‌شود. از این مقدار سهم تولید پنیر سنتی بیشترین مقدار (حدود ۸۰ درصد) را تشکیل می‌دهد (Mashak and Rooshani, 2019).

استان آذربایجان غربی با توجه به تنوع زیست‌محیطی و وجود قومیت‌های مختلف در آن، شاهد به‌وجود آمدن انواع غذاهای سنتی به‌ویژه فرآورده‌های حاصل از شیر است. پنیر با توجه به ویژگی‌های تنوع طعمی و امکان اضافه کردن انواع افزودنی‌ها به آن نسبت به دیگر فرآورده‌ها دارای تنوع بیشتری است. پنیرکوزه یکی از فرآورده‌های شیری تخمیری و سنتی پرطرفدار مناطق غرب و شمال‌غرب ایران بوده و به دلیل دارا بودن عطر و طعم مطلوب و قوی، بازارپسندی بالایی دارد (Mahdavi et al., 2016).

پنیرکوزه‌ای (Koozeh cheese) پنیری نیمه‌سخت و تا حدی اسیدی و شور مزه است و ظاهری خشک دارد و تولید آن به‌صورت کاملاً سنتی است. این محصول به دلیل حفظ موادمغذی موجود در دلمه، نسبت به پنیر آب‌نمکی از ارزش غذایی بالاتری برخوردار است. این نوع پنیر معمولاً در کوزه‌های سفالی، دبه پلاستیکی و یا پوست دباغی‌شده گوسفند و بز نگهداری می‌شود. دوره رسیدن این پنیر در شرایط غیر هوایی صورت می‌گیرد و در انبارها و یا کاهدان‌ها در زیرخاک با شرایط ویژه نگهداری می‌شود (Sarbaz et al., 2015).

انواع پنیرکوزه‌ای در ایران با نام‌های مختلفی از جمله پنیرکوزه‌ای گاوی و یا گوسفندی، پنیر مهاباد، پنیر ماکو، پنیر کنگر، پنیر زیره، پنیر کرفس، پنیر سیرک و پنیر دری نامیده می‌شود (Mashak and Rooshani, 2019).

پنیرکوزه‌ای در استان‌های شمال غرب کشور به‌طور سنتی از شیر خام تولید می‌گردد. پنیرهای حاصل از شیر خام، معمولاً در نواحی روستایی و در مواردی به‌صورت خانگی از شیر خام گوسفند و بز (یا مخلوط هردو) و یا شیر گاو، با استفاده از رنین طبیعی (یا رنت تجاری) و معمولاً بدون کشت آغازگر تولید می‌شوند. بنابراین فرایندهای تخمیر و رسیدگی این فرآورده، کاملاً توسط فلورمیکروبی ذاتی موجود در شیر و نیز ناشی از محیط شیردوشی و تولید پنیر، انجام می‌گردد (Khazaei and Zand, 2022). علی‌رغم برتری‌های حسی پنیرهای سنتی نسبت به پنیرهای صنعتی، مسئله مهم در تولید این محصولات، بالا بودن بار میکروبی آن‌ها در اثر استفاده از شیر خام است و احتمال آلودگی پنیرهای تولیدشده

محلول ۰/۱ مولار نیترات نقره برای تیتراسیون استفاده گردید (Mousavipour et al., 2009).

برای اندازه‌گیری pH، الکتروود دستگاه pH متر (pH lab 827, Switzerland) داخل نمونه همگن پنیر قرار داده شد و قبل از شروع کار دستگاه در بافر های ۴ و ۷ در دمای ۲۵ درجه سلسیوس کالیبره گردید.

در تعیین میزان پروتئین، ازت غیر پروتئینی و ازت محلول در آب از دستگاه کج‌لدال (K1100, China) استفاده گردید. مراحل آزمایش شامل هضم مواد آلی توسط اسید سولفوریک و سپس عیار سنجی محتوی آمونیاک آزاد تقطیر شده به عنوان فاکتوری قراردادی جهت محاسبه پروتئین خام بود (Hasanzadeh et al., 2018).

برای آزمون لیپولیز، به ۱۰ گرم نمونه خرد شده ۶ گرم سولفات سدیم بدون آب اضافه شد و پس از افزودن ۶۰ میلی‌لیتر محلول دی‌اتیل‌اتر به مدت ۳۰ دقیقه مخلوط شدند. محلول با کاغذ واتمن شماره ۱ صاف شده و رسوب باقی‌مانده دو بار با ۲۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر شسته شد. نهایتاً محلول زیر صافی با محلول پتاس اتانولی ۰/۱ نرمال و معرف فنل فتالین تا پیدایش رنگ ارغوانی تیترا گردید. حلال محلول تیترا شده تبخیر گردید و میزان چربی توزین و مقدار کل اسیدهای چرب پنیر با واحد میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم چربی بیان گردید.

برای تعیین میزان چربی نمونه‌های پنیر از روش ژربر و اندازه‌گیری اسیدیته قابل‌تیترا (درجه دورنیک) از سود ۰/۱ نرمال و فنل فتالین به عنوان شناساگر استفاده گردید (Shaukat et al., 2020).

از این شیر به انواع میکروب‌های بیماری‌زا وجود دارد (Darzikola et al., 2021). بنابراین ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی پنیرکوزه‌ای و مطابقت این شاخص‌ها با معیار تعیین‌شده از نظر تضمین صحت و سلامت محصول دارای اهمیت بوده و می‌تواند راهی برای عرضه مطمئن و گسترش تولید آن باشد (Mashak and Rooshani, 2019). با توجه به مطالب ذکرشده و همچنین تولید و مصرف بالای پنیر کوزه‌ای در سطح شهرستان ماکو هدف این پژوهش بررسی شاخص‌های شیمیایی و میکروبی و میزان آلودگی به آفلاتوکسین M₁ در پنیرکوزه‌ای شهرستان ماکو به منظور تعیین میزان کیفیت و سلامت محصول نهایی تولیدشده بود.

مواد و روش‌ها

- روش تهیه نمونه

تعداد ۳۰ نمونه پنیرکوزه‌ای و از هر کدام به مقدار تقریبی ۲۵۰ گرم به صورت تصادفی ساده از فروشگاه‌های عرضه فرآورده‌های شیری در سطح شهر ماکو در زمستان سال ۱۴۰۲ تهیه شد. نحوه انتخاب مکان براساس بیشترین میزان دام و بیشترین میزان تولید پنیر کوزه‌ای در میان مناطق شهرستان صورت گرفت و نمونه‌ها در مجاورت یخ و تحت شرایط سترون به آزمایشگاه انتقال داده شد.

- تعیین ویژگی‌های شیمیایی پنیرکوزه‌ای

میزان رطوبت با روش آون (Memert, UF55, Germany) در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت می‌باشد.

میزان نمک پنیر به روش موهر اندازه‌گیری گردید در این روش از معرف دی کرومات پتاسیم و

پس از استخراج چربی، اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد با دستگاه GC (GC, Agilent 6890, Santa Clara, CA, USA) انجام شد. برای این آزمون ۲/۵ گرم از نمونه با ۴ گرم سولفات سدیم و ۰/۴ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۲/۵ مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول استاندارد داخلی حاوی (C_{17:0}, C_{13:0}) مخلوط شد. این مخلوط سه بار با ۳ میلی‌لیتر دی اتیل اتر-هپتان (۱:۱ حجمی - حجمی) استخراج شد. پس از هر بار نمونه‌گیری، این محلول با سانتریفیوژ ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مخلوط شد. حلال به یک ظرف حاوی یک گرم سولفات سدیم انتقال یافت. دی اتیل اتر / هپتان جمع شده به یک پیش ستون (MEGA BOND ELUT NH₂) حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم سیلیکای اصلاح شده با گروه آمینو پروپیلو فعال شده با ۱۰ میلی‌لیتر هپتان منتقل شد. چربی‌های خنثی از ستون با ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم/۲ پروپانول (۲:۱ حجمی - حجمی) شسته شدند. اسیدهای چرب آزاد با مخلوط ۱۰ میلی‌لیتر دی اتیل اتر و اسید فرمیک ۲ درصد شسته شده و اسیدهای چرب آزاد در یک ظرف جمع‌آوری شدند. برای اندازه‌گیری اسید چرب با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی، یک نمونه به حجم ۰/۱ میکرولیتر از این محلول به دستگاه تزریق شد. دستگاه مجهز به ستون تزریق کننده و یک نور یون یاب با یک ستون مویرگی BP21- (طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۵۳ میلی‌متر) بود (Lavasani and Sherbaf., 2013).

-تعیین آلودگی میکروبی پنیرکوزه‌ای

جهت تهیه رقت‌اولیه، حدود ۱۰ گرم از نمونه‌های پنیرکوزه‌ای خرد شده به همراه ۹۰ میلی‌لیتر

سیترات‌سدیم مخلوط گردید از رقت‌اولیه ساخته‌شده، در لوله‌های حاوی ۹ میلی‌لیتر محلول سیترات‌سدیم استریل، رقت‌های متوالی ده برابر تا ۱۰^۳ تهیه گردید.

برای شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها از محیط کشت Plate Count Agar (Merck, Germany) در دمای ۳۰ درجه سلسیوس و به مدت ۷۲ ساعت استفاده شد. برای شمارش کپک از محیط کشت Yeast Glucose Chloramphenicol Agar (Merck, Germany) به مدت ۵ روز، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس استفاده گردید. برای شمارش کلی فرم‌ها آزمون با استفاده از محیط کشت Violet Red Bile Glucose Agar (Merck, Germany) و به روش پورپلیت دولایه در دمای ۳۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۸ تا ۲۴ ساعت انجام گردید. شمارش اثریشیاکلی بر روی محیط کشت E.Coli Broth (Merck, Germany) در ۳۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۳ ساعت انجام گردید. شمارش استافیلوکوکوس اورئوس کوآگولاز مثبت بر روی محیط کشت Baird Parker (Merck, Germany) Agar به علاوه زرده تخم‌مرغ و تلوریت پتاسیم در دمای ۳۷ درجه سلسیوس و به مدت ۴۸ ساعت انجام گرفت (Nateghi., 2021).

آزمون اندازه‌گیری آفلاتوکسین M₁ به روش الایزا و با استفاده از کیت آفلاتوکسین AFM₁ (Aflatoxin M₁-R- Biopharm, Germany - kit) انجام گرفت؛ دو گرم از نمونه به بالن ۵۰ میلی‌لیتری حاوی ۴۰ میلی‌لیتر دی‌کلرومتان افزوده و ۱۵ دقیقه هم‌زده شد. سوسپانسیون حاصل از سرنگ‌های فیلتردار عبور داده شد و ۱۰ میلی‌لیتر از محلول در

دمای ۶۰ درجه سلسیوس تبخیر شد باقی مانده محلول در ۰/۵ میلی لیتر متانول و ۰/۵ میلی لیتر بافر فسفات و ۱ میلی لیتر هپتان حل شد. ترکیبات ۱۵ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سلسیوس و با دور ۲۷۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و فاز رویی تخلیه گردید. صد میکرولیتر از فاز زیری (لایه متانول) جداسازی و با ۴۰۰ میکرولیتر بافر فسفات رقیق شد. ۱۰۰ میکرولیتر از محلول های استاندارد آفلاتوکسین M₁ از نمونه ها، با سمپلر ۱۰ میکرولیتری به حفره های میکروپلیت افزوده و به مدت یک ساعت در تاریکی و دمای ۲۵-۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند. مایع موجود در میکروپلیت خارج شده و بر روی کاغذهای جاذب الرطوبه قرار گرفت، همه حفره ها در دو تکرار با ۲۵۰ میکرولیتر بافر شسته شد. سپس مقدار ۱۰۰ میکرولیتر محلول آفلاتوکسین مزدوج شده با آنزیم به حفره ها اضافه شد و میکروپلیت به مدت یک ساعت دیگر در گرمخانه ۲۵-۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. بعد از این زمان مایع موجود در حفره ها به طور کامل تخلیه شده و عمل شستشو دوبار تکرار گردید. ۵۰ میکرولیتر سوپسترا و ۵۰ میکرولیتر کروموژن به هر حفره اضافه گردید و میکروپلیت به مدت ۳۰ دقیقه در حرارت ۲۵-۲۰ درجه سلسیوس در تاریکی

گرمخانه گذاری شد. در نهایت برای اتمام واکنش، ۱۰۰ میکرولیتر محلول متوقف کننده افزوده شد و میزان جذب هر نمونه با قرائت کننده الیزا در طول موج ۴۵۰ نانومتر قرائت گردید (Kamkar., 2008).

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیزها در سه تکرار انجام شد و پس از محاسبه میانگین با نرم افزار آماری SPSS ورژن ۲۳ نتایج به صورت میانگین سه تکرار با انحراف استاندارد (Mean $\pm$ SD) بیان گردید.

یافته ها

میانگین ویژگی های شیمیایی پنیر کوزه ای شهرستان ماکو در جدول (۱) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود میانگین نتایج نمک، اسیدیته، پروتئین و چربی بر پایه ماده خشک حاصل از ۳۰ نمونه مطابق با استاندارد ملی پنیر کوزه ای بود، به طوری که در استاندارد ملی پنیر کوزه ای میزان نمک (درصد بر پایه وزن پنیر) بیشینه ۴/۵، پروتئین (درصد بر پایه وزن پنیر) کمینه ۱۸، چربی بر پایه ماده خشک (درصد) کمینه ۳۰ و pH بیشینه ۵/۵ تعیین شده است.

جدول (۱) - میانگین ویژگی های شیمیایی پنیر کوزه ای شهرستان ماکو

آزمون ها	میانگین $\pm$ انحراف معیار
رطوبت (درصد)	۲۴/۴۸ $\pm$ ۰/۶۷
نمک (درصد)	۳/۴ $\pm$ ۰/۳۳
pH	۵/۱۶ $\pm$ ۰/۲۳
اسیدیته (درجه دورنیک)	۱/۴۵ $\pm$ ۰/۱۴
پروتئین (درصد)	۱۸/۲۴ $\pm$ ۰/۱۹
ازت غیر پروتئینی	۰/۰۳ $\pm$ ۰۰

ازت محلول در آب	۰/۲۱±۰/۰۱
ازت کل	۲/۰۲±۰/۱۱
چربی در ماده خشک	۳۷/۷±۰/۲۴
لیپولیز	۱۳/۹±۰/۶۱

اسیدهای چرب آزاد بود و اسیدبوتیریک کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. همچنین اسیداستئاریک (۱۰/۰۹±۰/۰۳ درصد) و اسیداولئیک (۷/۶۵±۰/۰۳ درصد) به ترتیب بیشترین اسیدهای چرب آزاد اشباع و غیراشباع بودند.

نتایج اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد پنیرهای کوزه ای شهرستان ماکو در جدول (۲) نشان داده شده است. بر اساس نتایج میزان اسیدچرب C4، C6، C8 و C10 در تمامی نمونه ها شناسایی شد اما میزان آن بسیار ناچیز بود. همان طور که مشاهده می شود میزان اسید استئاریک بیشتر از سایر مقادیر

جدول (۲) - میانگین درصد اسیدهای چرب اندازه گیری شده در پنیر کوزه ای شهرستان ماکو

ردیف	نوع اسید چرب	نوع اسید چرب	درصد اسید چرب (میانگین ± انحراف معیار)
۱	اسید بوتیریک	C4:0	۰/۲۹±۰/۰۱
۲	اسید کاپروئیک	C6:0	۰/۳۸±۰/۰۲
۳	اسید کاپریلیک	C8:0	۰/۸۴±۰/۰۲
۴	اسید کاپریک	C10:0	۰/۵۰±۰/۰۳
۵	اسید لوریک	C12:0	۲/۱۱±۰/۰۱
۶	اسید مرستیک	C14:0	۵/۹۸±۰/۰۳
۷	اسید مرستولیک	C14:1	۶/۵۶±۰/۰۸
۸	اسید پالمیتیک	C16:0	۷/۱۳±۰/۰۱
۹	اسید پالمیتولنیک	C16:1	۷/۷۲±۰/۰۶
۱۰	اسید استئاریک	C18:0	۱۰/۰۹±۰/۰۳
۱۱	اسید اولئیک	C18:1	۷/۶۵±۰/۰۳
۱۲	اسید لینولئیک	C18:2	۲/۱۴±۰/۰۱
۱۳	اسید آلفا لینولنیک	C18:3	۱/۸۹±۰/۰۱
۱۴	اسید آراشیدونیک	C20:0	۱/۹۱±۰/۰۲

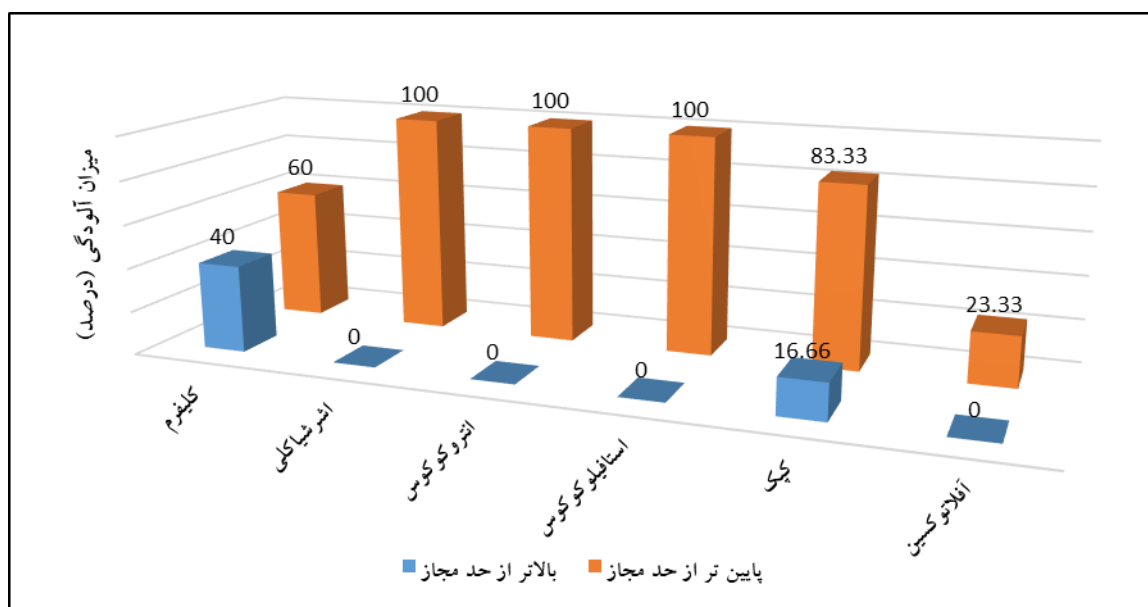
کلیفرم بوده که در ۱۲ نمونه (۴۰ درصد) تعداد کلیفرم ها با میانگین ۱۳ CFU/g بالاتر از حد مجاز استاندارد (۱۰ CFU/g) بود و ۱۸ نمونه (۶۰

نتایج حاصل از بررسی آلودگی میکروبی پنیرکوزه ای در شکل (۱) نشان داده شده است. مطابق جدول، آنالیز شمارش کلی کلیفرم ها نشان داد که از بین ۳۰ نمونه مورد بررسی تمامی نمونه ها حاوی

درصد) با استاندارد پنیرکوزه‌ای مطابقت داشته و تعداد آن کمتر از 10 CFU/g به دست آمد.

بر اساس روش کشت و تست‌های بیوشیمیایی تمامی نمونه‌های پنیرکوزه‌ای فاقد باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* و *شریشیاکلی* بودند و این باکتری‌ها در هیچ کدام از نمونه‌ها شناسایی نگردید و این نتیجه با استاندارد پنیرکوزه‌ای مطابقت داشت. با توجه به نتایج آزمون شمارش کپک در نمونه‌های پنیرکوزه‌ای، آلودگی در تمامی نمونه‌های مورد بررسی مشاهده گردید. از آنجاییکه مطابق با استاندارد ملی، بیشینه حدمجاز کپک در پنیرکوزه‌ای 10^2 CFU/g می‌باشد، بنابراین میزان کپک در ۲۵ نمونه پنیرکوزه‌ای در محدوده مجاز استاندارد بود ولی در ۵ نمونه خارج از محدوده استاندارد قرار داشت (110 CFU/g). بنابراین $16/66$ درصد نمونه‌ها از نظر آلودگی به کپک غیرقابل قبول تشخیص داده شد.

نتایج آزمون اندازه‌گیری میزان آفلاتوکسین M_1 در پنیرکوزه‌ای نشان داد که از مجموع ۳۰ نمونه پنیر که با روش الیزا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت در ۷ نمونه آلودگی به آفلاتوکسین M_1 مثبت بوده که در واقع $23/33$ درصد از کل نمونه‌ها را شامل می‌شد. در ۴ نمونه آلودگی به آفلاتوکسین M_1 کمتر از ۵۰ نانوگرم در کیلوگرم (بسا میانگین $21/74$ نانوگرم در کیلوگرم) و در ۳ نمونه آلودگی در محدوده بین ۵۰-۱۰۰ نانوگرم در کیلوگرم (میانگین $65/13$ نانوگرم در کیلوگرم) اندازه‌گیری گردید. در تمامی نمونه‌ها آلودگی کمتر از ۲۵۰ نانوگرم در کیلوگرم یعنی کمتر از حدمجاز تعیین شده توسط استاندارد ملی ایران (ISIRI, 5925/2002) به دست آمد و محدوده آلودگی در غلظت‌های بین $9/67$ تا $73/42$ نانوگرم در کیلوگرم محاسبه گردید.



شکل (۱)- نمودار درصد آلودگی میکروبی پنیر کوزه‌ای شهرستان ماکو بر اساس مقدار مجاز استاندارد

بحث و نتیجه گیری

پنیرهای سنتی ایرانی یکی از پرمصرفترین فرآورده‌های تخمیری شیری تولیدشده در ایران می‌باشند و بسته به نحوه فرآوری آن‌ها که در مناطق مختلف تا حدودی متفاوت می‌باشد دارای ویژگی‌های حسی، فیزیکی و شیمیایی و میکروبی متفاوتی می‌باشند. میانگین pH نمونه‌های پنیر کوزه‌ای ماکو 5.16 ± 0.23 گزارش شد. میزان pH نمونه‌های پنیر کوزه‌ای متاثر از رشد و فعالیت باکتری‌های آغازگر و غیرآغازگر می‌باشد، البته باید توجه داشت که pH پنیرکوزه‌ای تنها به میزان اسیدلاکتیک تولیدشده توسط فلورمیکروبی وابسته نیست، بلکه ظرفیت بافری دلمه که ناشی از میزان کازئین، سترات و فسفات است نیز در آن نقش دارد. مطابق گزارش محققان، با توجه به شرایط تولید و فرآوری پنیرکوزه‌ای، میزان تغییرات pH در محدوده ۵/۹۴-۴/۳۸ متغیر است، هم‌چنین pH یکی از فاکتورهای بسیار مهم در تعیین ویژگی‌های ویسکو الاستیک پنیر می‌باشد، در برخی از پنیرها پایین بودن pH در اوایل دوره رسیدن می‌تواند باعث غالب شدن خواص ویسکوز شود (Pakbin et al., 2015).

محتوای رطوبت نمونه‌های پنیر با افزایش دوره رسیدن به‌طور معمول کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که این کاهش رطوبت در محدوده ۲۵-۲۳ درصد می‌باشد. تعدادی از محققان در مشاهدات خود به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. دلیل کاهش رطوبت می‌تواند ناشی از شدت تبخیر سطحی پنیر، حالت نفوذپذیری ظرف نگهداری پنیر و تخریب کمپلکس پروتئین و چربی باشد. توانایی باکتری‌های

اسیدلاکتیک در تولید اسید، منجر به کاهش pH می‌شود که این امر نیز خود منجر به افزایش خروج آب پنیر از دلمه می‌گردد. با خروج آب پنیر، رطوبت محیط کاهش می‌یابد و می‌تواند از عوامل موثر در مهاررشد باکتری‌های بیماری‌زا در پنیر کوزه‌ای به شمار آید (Caridi et al., 2003).

کیفیت پنیرکوزه‌ای تا حد زیادی به غلظت نمک آن ربط دارد، این امر به دلیل تاثیر مستقیم آن بر رشد باکتری‌های اسیدلاکتیک، فعالیت آنزیمی و روابط بیوشیمیایی است. نتایج این پژوهش با مشاهدات برخی از پژوهشگران در در رابطه با خواص حسی و شیمیایی پنیرهای کوزه‌ای هم‌راستا بود (Nateghi, 2021).

میزان چربی پنیر کوزه‌ای ماکو 37.7 ± 0.24 بود که با نتایج سایر مطالعات در پنیرکوزه‌ای مطابقت داشت. پژوهشگران در نتایج خود اعلام کرده‌اند که تفاوت در درصد چربی پنیرها ناشی از تغییر نوع شیر و ویژگی‌های شیر به کار رفته در فرمولاسیون آن پنیر است، هم‌چنین آن‌ها اعلام کرده‌اند که با افزایش زمان تخمیر درصد چربی، پروتئین و ماده خشک موجود در پنیر کاهش می‌یابد، که این امر می‌تواند ناشی از واکنش‌های انجام شده در زمان تخمیر باشد که منجر به تشکیل اسیدهای چرب و افت چربی و نیز فرایند پروتئولیتیک، تجزیه پروتئین‌ها و تولید ترکیبات نیتروژنی محلول در آب و ورود این ترکیبات به آب می‌شود (Nazarpoor and Aminifar, 2015).

به‌طورکلی در اغلب پنیرها، مقداری چربی در هنگام فرآیند رسیدن تجزیه می‌شود. در بعضی انواع پنیر مانند پنیر فتا تجزیه چربی کاملاً واضح بوده و

نقش مهمی را در رسیدن پنیر دارد. در برخی دیگر مانند پنیرهای رنتی سخت، تجزیه چربی اهمیت کمتری را دارد. تجزیه چربی ابتدا منجر به تولید گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد می شود. بیشتر اسیدهای چرب آزاد (اسیدهای چرب کوتاه زنجیر) دارای مزه و بوی نسبتاً قوی و فراگیر می باشند (Dopieralska et al., 2020).

لیپولیز یکی از مهم ترین تغییرات بیوشیمیایی می باشد که در پنیرهای رسیده اتفاق می افتد. اسیدهای چرب آزاد شده در طی لیپولیز، همراه با ترکیبات فرار و محصولات پروتئولیز، مستقیماً در طعم پنیر نقش دارند. میزان لیپولیز که پس از تولید پنیر ممکن است بوجود بیاید به ویژگی های شیر مورد استفاده، مرحله لاکتینه کردن، نحوه جمع آوری شیر، و به هم زدن در مخازن مزرعه بستگی دارد که بر فعالیت لیپاز لیپوپروتئین و در نتیجه بر هیدرولیز آنزیمی چربی شیر تاثیر می گذارد. محققان عنوان کرده اند که میزان لیپولیز در پنیرهای آب نمکی تحت تاثیر نوع شیر مورد استفاده، لیپاز شیر، لیپاز باکتریایی یا لیپاز افزوده شده، هموژنیزاسیون و پاستوریزاسیون شیر پنی سازی، غلظت آب نمک و دمای رسیدن می باشد (Hassanzadazar et al., 2014). به نظر می رسد میزان لیپولیز پنیرهای کوزه ای به این دلیل باشد که عامل اصلی لیپولیز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر می باشد و این مواد می توانند همراه با آب پنیر از منافذ کوزه سفالی خارج شوند و در نتیجه لیپولیز کاهش یابد. مطالعات پژوهشگران نشان داده است که میزان لیپولیز در پنیرهای گیاهی رسیده در ظروف پلاستیکی بیشتر از پنیرهای گیاهی کوزه ای بودند. همچنین در بین پنیرهای مورد بررسی، علاوه بر نوع

بسته بندی مورد استفاده، پنیرهای رسیده در دمای خاک میزان لیپولیز بالاتری نسبت به پنیرهای رسیده در دمای یخچال داشتند که احتمالاً دمای بالای رسیدن پنیر باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم ها و در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم لیپاز شود (Hasanzadeh et al., 2023).

نتایج حاصل از جدول ۲ نشان داد میزان اسیدهای چرب بوتیریک، کاپروئیک، کاپریلیک، و کاپریک در نمونه ها کم بود که میزان پایین فعالیت لیپولیتیک ناشی از میکروارگانیسم های استارت را نشان می دهد. از علل بالا بودن میزان اسید استئاریک در نمونه ها می توان به فعالیت میکروبی و آنزیمی اشاره کرد که پژوهشگران در نتایج خود به آن اشاره کرده اند و نتایج این تحقیق در راستای نتایج پژوهشگران بود و با یافته های آن ها مطابقت داشت. به طور کلی در بین اسیدهای چرب اشباع اسید استئاریک و در بین اسیدهای چرب غیر اشباع اسید اولئیک بالاترین میزان را داشتند (Topnikova et al., 2019).

پروتئین یکی از ترکیبات عمده موجود در شیر می باشد. در طول مرحله تولید و دوره رسیدن تحت تاثیر آنزیم رنین و سایر آنزیم های پروتئاز، ابتدا به پپتیدهای با زنجیره طولانی و سپس به پپتیدهای با زنجیره کوتاه و در ادامه تحت تاثیر پپتیدازهای مختلف به اسیدهای آمینه تجزیه شده و عطر و طعم پنیرها را تحت تاثیر قرار می دهند. اغلب زنجیره های پپتیدی کوتاه و یا اسیدهای آمینه تولید شده در نقطه ایزوالکتریک کازئین ها به صورت محلول هستند. اهمیت پروتئین ها و نقش آنها به حدی است که درصد پروتئین های محلول از مجموع کل

فعالیت پروتئولیتیک شدید و همچنین غیراختصاصی بودن ذاتی خود آنزیم لخته کننده می باشد. تحقیقات وسیعی بر روی میزان ازت غیر پروتئینی پنیر انجام یافته است و به این نتیجه رسیده اند که فلور میکروبی موجود در پنیر به همراه رطوبت نبی، میزان چربی و شرایط بسته بندی بر روی میزان پروتئولیز نقش موثر و حیاتی دارند، همچنین مشخص شده است که دمای نگهداری بالا، بیشترین تاثیر را بر پروتئولیز دارد اما تاثیر دما غیراختصاصی می باشد یعنی به همان اندازه که سرعت پروتئولیز را افزایش می دهد، سرعت واکنش های نامطلوب و نیز احتمال رشد میکروارگانیسم های آلوده کننده و ناخواسته مثل کپک ها را نیز افزایش می دهد (Shariati *et al.*, 2011).

ارزش تغذیه ای فراورده های شیری به شدت تحت تاثیر کیفیت شیر خام اولیه قرار دارد. به دلیل اینکه در ساخت پنیرهای کوزه ای از شیر پاستوریزه نشده و خام استفاده می گردد، اگر شیر حاوی باکتریهای بیماریزا (استافیلوکوک/ورئوس، سالمونلا، اشریشیاکلی و غیره) باشد و یا آلودگی ثانویه در هنگام ساخت پنیر بوجود آید این امر منجر به بروز مسمومیت غذایی ناشی از حضور میکروارگانیسمها و یا سموم تولید شده توسط آنها می گردد. باکتری های بیماریزا قادرند از طریق غدد پستانی، مدفوع و سایر ترشحات دام آلوده و یا دام فاقد نشانه های بالینی، همچنین منابع انسانی، منتشر شده و نیز از طریق منابع محیطی و وسایل آلوده باعث آلودگی شیر و در نهایت پنیر تولید شده گردند (Salek Moghadam *et al.*, 2001).

پروتئین های پنیر به عنوان اندیس رسیدن پنیر مطرح می گردد (Gursoy *et al.*, 2018). محققان در مطالعاتشان اشاره کرده اند که کاهش نسبت نیتروژن کل به ماده خشک در طول رسیدن ناشی از پروتئولیز میکروبی سرما دوست، تولید ترکیبات نیتروژنی محلول در آب و انتشار این ترکیبات به محیط آبی است. آنها همچنین اعلام کرده اند که در افزایش نسبت نیتروژن محلول در آب به نیتروژن کل پروتئولیز نقش کلیدی را دارد (Topçu, and Saldamli, 2006). ازت محلول در آب به ازت کل، معیاری برای پروتئولیز اولیه شامل پروتئین های آب پنیر، پپتیدهای درشت مولکول و متوسط مولکول می باشد. برخی از پژوهشگران نتایج متفاوتی را به دست آورده اند که به نظر می رسد شرایط ماده اولیه و تولید محصول از جمله رطوبت و میزان نمک فرمولاسیون می تواند رشد باکتری های پروتئولیتیک و فعالیت پروتئولیتیکی آنها را تحت تاثیر قرار دهد و در نتیجه باعث تفاوت در میزان پروتئین های محلول در آب و فاکتور رسیدن شود (Nateghi, 2021). به طور کلی در پنیرهای کوزه ای به دلیل خرد کردن و ریز کردن بافت پنیر، شبکه ساختمانی پروتئین دچار آسیب می شود، در نتیجه میزان دسترسی آنزیم ها به پلی پپتیدها بیشتر می گردد، همچنین به دلیل خروج تدریجی رطوبت از داخل پنیر به خاک اطراف کوزه ها تراکم پپتیدهای محلول در داخل پنیر نیز بیشتر می شود که خود غلظت بیشتر پپتیدهای محلول را می رساند. ازت غیر پروتئینی ماده ای با وزن مولکولی پایین تر از ۵۰۰ دالتون است که شامل پپتیدهای کوچک و اسیدهای آمینه می شود. درصد ازت غیر پروتئینی بالا در پنیر کوزه ای نشانه

ایجاد کننده بیماری‌های با منشا مواد غذایی در دنیا می‌باشد. شیر ماده‌اولیه مناسبی جهت رشد *استافیلوکوکوس/ورئوس* بوده و فراورده‌های شیری منبع شناخته‌شده‌ای برای مسمومیت‌های استافیلوکوکی می‌باشند. این ارگانیسم علت معمول ورم پستان در دام‌هاست و می‌تواند از زخم پستان دام‌ها یا از دست‌ها و ترشحات بینی کشاورزان و کارکنان مراکز تولیدی فراورده‌های شیری و لبنیاتی‌ها وارد شیر شود (Darzikola et al., 2021).

در پژوهش حاضر در هیچ‌کدام از نمونه‌های پنیرکوزه‌ای باکتری *استافیلوکوکوس* شناسایی نگردید و نتایج آزمایشات، بیانگر عدم حضور استافیلوکوک‌های کوagulaz مثبت در نمونه پنیرکوزه‌ای ماکو بود. این نتیجه با نتایج بررسی سایر پژوهشگران بر روی پنیرکوزه آذربایجان غربی مطابقت داشت (Aghazadeh Meshgi, 2007).

نتایج پژوهش آن‌ها نشان‌دهنده وجود میکروارگانیسم‌هایی مثل *استریشیاکلی* و *استافیلوکوکوس/ورئوس* (*Staphylococcus aureus*) کوagulaz مثبت در پنیرهایی بود که مدت زمان زیادی از رساندن آنها نگذشته بود در حالی که در پنیرهایی با بیش از ۱ سال دوره رسیدگی، باکتریهای بیماری‌زا یافت نشدند. با توجه به اینکه تمامی نمونه‌های پنیرکوزه‌ای تهیه‌شده در این تحقیق به‌طور کامل دوره رسیدن خود را طی کرده بودند بنابراین میتوان این امر دلیلی بر عدم حضور باکتری استافیلوکوکوس در پنیر باشد. علت این پدیده می‌تواند کاهش رطوبت، کاهش pH و افزایش اسیدیته باشد که شرایط را برای ادامه حیات این گروه از باکتریها نامساعد کرده است. اگر چه

کلیفرم‌ها جزء مهم‌ترین باکتری‌های بیماری‌زای آلوده کننده پنیر بوده و ضمن تسریع تخمیر لاکتیکی و تولید CO₂ باعث تولید و طعم نامطبوع در پنیر شده و با ایجاد حفره‌هایی در پنیر باعث بادکردگی آن می‌شوند. با توجه به اینکه کلیفرم‌ها در حرارت ۵۰ سلسیوس نابود می‌شوند بنابراین وجود کلیفرم‌ها در پنیر نشان‌دهنده کافی نبودن حرارت داده شده به شیر مورد استفاده در تولید پنیر است (Vaziri and Norowzi, 2012). نتایج حاصل از آنالیز شمارش کلی کلیفرم‌ها در پژوهش حاضر نشان داد علی‌رغم اینکه در نمونه‌های پنیر، باکتری‌های کلیفرم شناسایی گردید با این حال تمامی نمونه‌ها فاقد باکتری *شریشیاکلی* بوده و با توجه به این که در استاندارد ملی پنیرکوزه‌ای حضور باکتری *شریشیاکلی* منفی است این نتایج با استاندارد پنیرکوزه‌ای مطابقت دارد. افزایش جمعیت باکتری‌های مولد اسید لاکتیک و کاهش pH، آنتاگونیسم ایجاد شده توسط سایر فراورده‌های متابولیکی تولیدی و کاهش مواد مغذی از دلایل کاهش این گروه از میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (Mortazavi et al., 2015). هم‌چنین هرچند کلیفرم‌ها به راحتی قابل تشخیص می‌باشند، ولی نمی‌توان بطور یقین مطرح کرد که حضور آنها نشان‌دهنده آلودگی به مدفوع می‌باشد زیرا تعدادی از کلیفرم‌ها بطور طبیعی در محیط، در آب، در خاک و در سبزیجات یافت می‌شوند. در تایید نتیجه حاضر، در پژوهشی پس از طی شدن دوره رسیدن پنیر هیچ گونه باکتری *شریشیاکلی* در پنیرکوزه‌ای مشاهده نگردید (Aghazadeh Meshgi, 2007). *استافیلوکوکوس/ورئوس* از نظر اهمیت سومین عامل

استافیلوکوک‌ها قابلیت تحمل نمک را دارند ولی به دلیل اثرات ممانعت‌کنندگی ترکیبی pH و نمک، رشد آنها در پنیری که رسیده است اتفاق نمی‌افتد.

نتایج حاصل از آزمون کپک نمونه‌های پنیر در پژوهش حاضر نشان داد که از ۳۰ نمونه مورد بررسی فقط در ۵ نمونه یعنی ۱۶/۶۶ درصد از کل نمونه‌ها آلودگی بالاتر از حد استاندارد بود که این امر نشان‌دهنده کیفیت بالا و آلودگی میکروبی پایین شیراولیه و رعایت اصول بهداشتی لازم طی فرآیند تهیه پنیر می‌باشد. در مطالعه‌ای در نمونه‌های پنیر رسیده در کوزه‌های سفالی شهر قزوین میانگین کپک و مخمر $10^4 \times 6/69$ CFU/g گزارش گردید (Pakbin et al., 2015). همچنین در پژوهشی دیگر که بر روی پنیرکوزه ای کردستان صورت پذیرفت آلودگی به اشرشیاکلی، کلیفرم و کپک و مخمر بالا بوده و تنها ۴۰/۵ درصد از نمونه‌ها از نظر میکروبی قابل قبول بودند (Mashak and Rooshani, 2019). شمار کپک و مخمر با کاهش محتوی لاکتوز ناشی از مصرف لاکتیک‌اسید باکتری‌ها، ارتباط نزدیکی دارد، زیرا با تولید اسیدلاکتیک و اسیدی شدن محیط شرایط برای رشد کپک و مخمر در پنیر افزایش می‌یابد. به دلیل مقاومتی که این گروه از میکروارگانیسم‌ها در مقابل کاهش رطوبت و افت pH دارند (قدرت تجزیه اسید توسط آنها) می‌توانند زنده مانده و رشد کنند (Rehman et al., 2000).

وجود آفلاتوکسین‌ها در پنیر به دلیل خطرات بالقوه سلامتی، یک نگرانی قابل توجه است. در سالهای اخیر سمیت سلولی، سمیت ژنی و سرطان‌زایی آفلاتوکسین‌ها به خوبی ثابت گردیده است. آفلاتوکسین M₁ در طول پاستوریزاسیون و

دمای بسیار بالا در شیر و همچنین طی مراحل رسیدن و نگهداری بسیاری از انواع پنیرها، پایداری خود را حفظ می‌کند. بنابراین، با مصرف شیر فرآوری شده و پنیر آلوده می‌تواند به انسان منتقل گردد (Mudannayake et al., 2024). در پژوهش حاضر نتایج حاصل از آنالیز آفلاتوکسین M₁ در نمونه‌های پنیر نشان داد که از ۳۰ نمونه مورد بررسی فقط ۷ نمونه (۲۳/۳۳ درصد) پنیرها آلوده به آفلاتوکسین M₁ بودند که همگی در غلظت پایین‌تر از محدوده استاندارد ۲۵۰ نانوگرم بر کیلوگرم قرار داشتند. آلوده شدن پنیر به سم آفلاتوکسین M₁ به دو دلیل شیرآلوده (به عنوان ماده خام) و یا رشد کپک بر روی پنیر اتفاق می‌افتد (Cossu et al., 2025). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در پژوهش حاضر کیفیت شیراولیه و پنیر تولیدشده از نظر بهداشتی رضایت‌بخش بوده‌است. در پژوهشی که بر روی میزان آفلاتوکسین M₁ فراورده‌های لبنی ایران شهر صورت گرفت سطح آفلاتوکسین M₁ در پنیر سفید از ۵/۸ تا ۲۱/۲ نانوگرم در کیلوگرم (میانگین ۱۵/۸۶ نانوگرم در کیلوگرم) متغیر بوده و کمتر از محدوده استاندارد آفلاتوکسین M₁ قرار داشت (Sohrabi and Gharahkoli., 2016). این نتایج با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت. همچنین در مطالعه‌ای ۸۲ نمونه از پنیرهای فرانسه، ۳۴ نمونه از آلمان و ۴۳ نمونه از پنیرهای هلند همچنین ۴۱۶ نمونه پنیر از کشور ایتالیا از نظر آلودگی به آفلاتوکسین M₁ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آفلاتوکسین M₁ به ترتیب در ۱۹/۵، ۲۶/۵ و ۵۳/۵ و ۳۱/۳ درصد از نمونه‌های فرانسوی، آلمانی و هلندی و ایتالیایی شناسایی شد، اما تنها ۲ نمونه فرانسوی و

و عرضه آن نیازمند نظارت بهداشتی دقیق تر می باشد. همچنین طی شدن کامل زمان رسیدن به منظور کاهش pH و افزایش باکتری های مفید طی دوره رسیدن خطر آلودگی را کاهش می دهد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

۹ نمونه پنیر ایتالیایی بیش از محدوده تعیین شده توسط استاندارد سوئیس (۲۵۰ نانوگرم در کیلوگرم) بود (Piva et al., 1988).

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که پنیرکوزه ای ماکو به دلیل استفاده از شیر با کیفیت و رعایت اصول بهداشتی در طول فرآیند تولید و طی شدن زمان رسیدن از کیفیت مناسبی برخوردار می باشد. این مطلب بیانگر وجود پتانسیل بومی جهت تولید پنیرکوزه ای ماکو بصورت صنعتی و با ویژگی های کیفی مناسب است با این حال فرآیند تولید

منابع

- Aghazadeh Meshgi, M. (2007). Evolution of some microbial and chemical properties of West Azerbaijan's jug cheese. Journal of Food Science and Nutrition, 3, 80-87. [In Persian].
- Atashzaban, B., Jalilzadeh, A., and Hesary, J. (2021). The Production of Functional White-Brined Cheese by the Replacement of Milk Fat with Grape Seed Oil. Food Processing and Preservation Journal, 12(2), 1-12. [In Persian].
- Caridi, A., Micari, P., Caparra, P., Cufari, A., and Sarullo, V. (2003). Ripening and seasonal changes in microbial groups and in physico-chemical properties of the ewes' cheese Pecorino del Poro. International Dairy Journal, 13(2-3), 191-200.
- Cossu, M., Sanna, A., Mangano, G., Ledda, G., Chessa, G., Gallo, P. et al., (2025). Emerging Mycotoxins in Cheese: Simultaneous Analysis of Aflatoxin M1, Aflatoxinol, and Sterigmatocystin by LC-MS/MS. Molecules, 30(8), 1774.
- Darzikola, F., Tukmechi, A., and Moghaddam, M. (2021). Bacterial Contamination of Traditional Cheeses of Maku City with Coagulase-Positive Staphylococci. Journal of Innovation in Food Science & Technology, 13(1): 161-172. [In Persian]
- Dopieralska, P., Barłowska, J., Teter, A., Król, J., Brodziak, A., and Domaradzki, P. (2020). Changes in fatty acid and volatile compound profiles during storage of smoked cheese made from the Milk of native polish cow breeds raised in the low Beskids. Animals, 10(11), 2103.
- Edalatian, M., Habibi Najafi, M., Mortazavi, S., Nasiri, M., Basami, M., and Hashemi, S. (2013). Isolation and Identification of the Indigenous Lactic Acid Bacteria from Lighvan Cheese. Iranian Journal of Food Science and Technology, 9(37), 9-22. [In Persian]
- Ghaderi, M., Azizi, A., Ezzatpanah, H., Hejazi, M., and Hemmasi, A. (2013). Isolation and identification of Lactic Acid Bacteria in traditional Pot cheese. Journal of Agricultural Engineering Research, 14(3), 83-96. [In Persian]
- Gursoy, O., Küçükçetin, A., Gökçe, Ö, Ergin, F., and Kocatürk, K. (2018). Physicochemistry, microbiology, fatty acids composition and volatile profile of traditional Söğle tulum (goat's skin bag) cheese. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 90, 3661-3674.

- Hasanzadeh, A., Raftani Amiri, Z., and Aminifar, M. (2023). Evaluation of physicochemical, rheological and microstructure properties of Kope cheese produced from bovine milk in different conditions of ripening. *Food Science & Technology*, 19(134), 47.
- Hassanzadazar, H., Ehsani, A., and Mardani, K. (2014). Antibacterial activity of *Enterococcus faecium* derived from Koopeh cheese against *Listeria monocytogenes* in probiotic ultra-filtrated cheese. In *Veterinary research forum: an international quarterly journal*. 5 (3), 169. [In Persian]
- Kamkar, A., Karim, G., Aliabadi, F., and Khaksar, R. (2008). Fate of aflatoxin M₁ in Iranian white cheese processing. *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2236-2238. [In Persian]
- Khezrlou, E., Sheikhloie, H and Mehdizadeh, T. (2014). Investigation of aflatoxin M₁ in traditional Koozeh cheeses in Kurdistan province by ELISA method. *Food Control*, 16(3), 263-266. [In Persian]
- Mashak, Z., and Rooshani, J. (2019). The survey of chemical and microbial characteristics of traditional Koozeh-Cheese (Koopeh) in Kurdistan province. *New Findings in Veterinary Microbiology*, 2(1), 67-80. [In Persian]
- Massahi, T., Kiani, A., Sharafi, K., Omer, A., Ebrahimzadeh, G., Jaafari, J. et al., (2023). A national systematic literature review for aflatoxin M₁ in commonly consumed cheese brands in Iran: Human health risk assessment by Monte Carlo simulation. *Heliyon*. 9(9): e19679. [In Persian]
- Mortazavi, S., Milani, E., and Moeenfar, M. (2015). Microbiological diversity in Kurdish cheese throughout ripening and its relationship with physicochemical and sensory characteristics. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11(2), 140-151. [In Persian]
- Mousavipour, F., Borazjani. M., and Hesami Rad, R. (2009). The effect of production area and storage time on changes in dry matter, fat and fatty acids of West Azerbaijan jar cheese." *Journal of Animal Sciences Research* 3: 49-55. [In Persian]
- Mudannayake, A., Karunarathne, S., Jayasooriya, P., Nanayakkara, D., Abesooriya, A., Silva, S., et al (2024). Occurrence of aflatoxin M₁ in cheese products commonly available in Sri Lankan market. *Heliyon*, 10(15), e35155.
- Najafi, A., Ziabakhsh, D., Karimian, H., Abedinia, A., and Hosseini-zhad, M. (2011). Microbiological changes of pousti cheese during ripening. *Food Technology & Nutrition*. 8(2), 85-91. [In Persian]
- Nateghi, L. (2021). Evaluation the effect of pistacia atlantica gum essential oil on physicochemical, microbial and sensory properties of Jug cheese. *Food Research Journal*, 31(2), 67-87. [In Persian]
- Nazarpour, N., and Aminifar, M. (2015). Investigation on the effect of milk type and fermentation time on the physicochemical, sensorial and rheological properties of Shiraz (Siraj) cheese. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology* 10 (3):109-118. [In Persian]
- Pakbin, B., Razavi, S., and Mahmoudi, R. (2015). Physico-chemical and microbiological characteristics of traditional koozeh cheese, ripened in clay jug and plastic container. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 7(4):111-118. [In Persian]
- Rehman, S., Banks, J., Mc Sweeney, P., and Fox, P. (2000). Effect of ripening temperature on the growth and significance of non-starter lactic acid bacteria in Cheddar cheese made from raw or pasteurised milk. *International Dairy Journal*, 10(1-2), 45-53.
- Topnikova, E., Mordvinova, A., Sviridenko, G., and Danilova, E. (2019). Study of fatty acid composition of milk for cheese production. *Food systems*, 2(4), 34-37.
- Lavasani, A. R. Shahab and Sherbaf, F. Aboulhassan (2013). The effect of lipase enzyme addition on the lipolysis of Iranian white brine cheese. *Annals of biological Research*, 4(9), 105–108. ISSN: 0976-1233.
- Piva, G., Pietri, A., Galazzi, L., Curto, O. (1988). Aflatoxin M₁ occurrence in dairy products marketed in Italy. *Food Additives & Contaminants*, 5(2), 133-139.

- Shariati, M., Hesari, J., Hamdami, N. (2011). Effects of ripening temperature on the kinetics of proteolysis in Lighvan cheese, *Journal of Food Research (Agricultural Science)*, 25(1), 89-99. [In Persian]
- Shaukat, A., Nadeem, M., Qureshi, M., Kanwal, R., Sultan, M., Kashongwe, B. et al., (2021). Effect of in vitro digestion on the antioxidant and angiotensin-converting enzyme inhibitory potential of Buffalo milk processed cheddar cheese. *Foods*, 10(7), 1661.
- Sohrabi, N., and Gharahkoli, H. (2016). A seasonal study for determination of aflatoxin M1 level in dairy products in Iranshahr, Iran. *Current medical mycology*, 2(3), 27.
- Topçu, A., and Saldamli, I. (2006). Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cows' milk. *International Journal of Food Properties*, 9(4), 665-678.
- Vaziri, S., and Norowzi, M. (2012). Investigation of the contamination of local cheeses of Lighvan of Tabriz to coliforms and *Escherichia coli* in Maragheh. *Iran Journal of Microbiology*, 5(4), 23-28. [In Persian]