

## خواص میکروبیولوژیکی، بیوشیمیایی و ارگانولپتیک دسر لبنی پروبیوتیک تولیدشده از شیر شتر و عصاره ریزپوشانی خوشاریزه

فاطمه کلهر<sup>۱</sup>، فرزانه عبدالملکی<sup>۱\*</sup>

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران  
\* نویسنده مسئول (fa.abdolmaleki@qiau.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۲  
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۰۲  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۳  
تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۱/۰۵/۰۷

### چکیده

این تحقیق با هدف افزایش زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلانتاروم، نانوامولسیون عصاره خوشاریزه با آلژینات سدیم جهت غنی‌سازی دسر لبنی بر پایه شیر شتر اضافه گردید. بنابراین نانوامولسیون عصاره خوشاریزه به ترتیب در مقادیر ۰/۶ گرم، ۱/۲۵ و ۲/۵ درصد به دسر لبنی افزوده شد. آزمون‌های عصاره ریزپوشانی‌شده، آزمون‌های فیزیکی-شیمیایی، میکروبی و پذیرش کلی دسرهای لبنی همچنین قابلیت زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در روزهای ۱، ۱۱ و ۲۱ در سه تکرار انجام شدند. نتایج نشان‌دهنده تشکیل ذرات ریز و یکنواخت بود. ریزپوشانی عصاره سبب حفظ بیشتر ترکیبات فنولی و در نتیجه حفظ بیشتر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها نسبت به عصاره آزاد شد. بررسی آنالیز انتشار چاهک نشان داد باکتری‌های اشریشیاکلی و کاندیدا آلبیکانس به ترتیب مقاوم‌ترین و حساس‌ترین میکروارگانیسم‌ها به عصاره خوشاریزه بودند. عصاره ریزپوشانی‌شده حداقل غلظت مهارکنندگی و کشندگی بیشتری روی باکتری‌های اشریشیاکلی، کپک کاندیدا آلبیکانس و اسپریژیلوس نایجر نشان داد. درحالی‌که اختلاف آماری معنی‌داری بین حداقل غلظت مهارکنندگی عصاره آزاد و ریزپوشانی‌شده روی استافیلوکوکوس اورئوس مشاهده نشد. بررسی نتایج دسرهای لبنی افزایش اسیدیته، خاکستر و پذیرش کلی، کاهش pH و رطوبت را با افزایش غلظت عصاره ریزپوشانی‌شده و مدت زمان نگهداری نشان داد. استفاده از عصاره، تأثیر معنی‌داری بر میزان چربی و پروتئین تیمارها نداشت. ارزیابی نتایج میکروبی، نشان‌دهنده افزایش قابلیت زنده‌مانی باکتری پروبیوتیکی در دسر لبنی بود. بنابراین می‌توان دسر لبنی تهیه‌شده بر پایه شیر شتر را به‌عنوان یک محصول پروبیوتیک فراسودمند معرفی کرد.

### واژه‌های کلیدی

دسر لبنی  
ریزپوشانی  
شیر شتر  
عصاره خوشاریزه  
لاکتوباسیلوس پلانتاروم



### مقدمه

فراسودمند افزایش‌یافته و در نتیجه این محصولات توانسته‌اند جای خود را در بازارهای جهانی باز کنند (Cinar et al., 2021). محصولات فراسودمند معمولاً با مکمل‌های غذایی مرتبط هستند که بر میکروبیوتای روده و فعالیت‌های آنها تأثیر می‌گذارند. پروبیوتیک‌ها

واژه غذای فراسودمند<sup>۱</sup> برای یک محصول غذایی که مشخصات تغذیه‌ای فراتر از ارزش اصلی خود دارد، به‌کار می‌رود. باتوجه‌به گرایش روزافزون مصرف‌کنندگان به محصولات ایمن و طبیعی، امروزه، مصرف غذاهای

<sup>1</sup> Functional foods

سدیم به دلیل هزینه پایین و غیرسمی بودن بیشترین کاربرد را دارد (Nasiri et al., 2021).

جایگزین‌های مواد طبیعی به جای افزودنی‌های مصنوعی کاهش خطرهای مربوط به سلامتی را نشان داده است. در واقع، این جایگزین‌ها به خوبی توسط مصرف‌کنندگان پذیرفته شده است و افزودنی‌های مواد غذایی طبیعی را به جای افزودنی‌های مصنوعی ترجیح می‌دهند (Guerrero et al., 2020). از جمله این افزودنی‌های طبیعی، اسانس‌های روغنی/عصاره‌ها هستند. تعدادی از اسانس‌ها دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی قوی هستند و به عنوان جایگزین‌های بالقوه برای آنتی‌اکسیدان‌های شیمیایی در صنعت مورد بررسی قرار گرفته است (Pateiro et al., 2018). خوشایزه با نام علمی *اکینوفورا سینریا*<sup>۳</sup> گیاهی از خانواده چتریان است. عصاره این گیاه حاوی ترکیباتی از جمله آلکالوئیدها و فلاونوئیدهاست. ترکیباتی نظیر اسیدهای کربوکسیلی، لینالول<sup>۴</sup>، اوژنول<sup>۵</sup>، سیترونلول<sup>۶</sup>، فarnesol<sup>۷</sup>، نرول، ترپن‌ها، میرسن<sup>۸</sup>، کرسین، کامفرول<sup>۹</sup> و ویتامین C از جمله ترکیبات شناسایی شده در عصاره این گیاه هستند که خاصیت آنتی‌باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی آنها تأیید شده است (Hosseini et al., 2020).

محصولات لبنی پروبیوتیک مانند شیر تخمیری و ماست به دلیل مصرف زیاد، گروه اصلی محصولات فراسودمند در صنایع غذایی هستند. دسرهای لبنی فراسودمند گزینه مناسبی برای کودکان و بزرگسالان هستند تا بتوانند از پروبیوتیک‌ها در رژیم غذایی روزانه استفاده کنند (Alla, 2021). مطالعه‌های گسترده خواص درمانی شیر شتر را نشان داده است، همچنین به دلیل عدم وجود پروتئین‌های  $\alpha$ S-کازئین<sup>۱۰</sup> و بتا-لاکتوگلوبولین<sup>۱۱</sup> می‌تواند برای کودکانی که به شیر گاو حساسیت دارند، جایگزین مناسبی باشد (Safdari et al., 2021). بنابراین با توجه به ترکیبات بیولوژیکی موجود در شیر شتر و اثرات مفید آن بر سلامتی، مصرف شیر و فرآورده‌های تخمیری آن به مردم توصیه می‌شود.

و یا پری‌بیوتیک‌ها از رایج‌ترین مکمل‌های مورد استفاده برای این منظور هستند (Guimarães et al., 2020).

پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که وقتی به مقدار کافی مصرف شوند، فواید سلامت بخشی را برای میزبان به ارمغان می‌آورند. نوع ماتریکس غذایی حامل پروبیوتیک‌ها بر زنده ماندن آنها در طول فرایند، ذخیره‌سازی، حساسیت آنها در برابر شرایط گوارشی (اسیدیته، صفرا و آنزیم‌های مختلف) و همچنین عملکرد آنها در بدن تأثیر می‌گذارد (Pimentel et al., 2021). یکی از پروبیوتیک‌ها، لاکتوباسیلوس پلاتناروم<sup>۱</sup> است که یک میکروبیوتای طبیعی روده در انسان و حیوانات است و می‌تواند به عنوان یک باکتری پروبیوتیک استفاده شود (Hanafi et al., 2022). حداقل دُز پیشنهادی برای استفاده از پروبیوتیک‌ها در محصولات فراسودمند  $10^6$ - $10^7$  واحد تشکیل کلنی بر میلی‌لیتر است. مطالعه‌ها نشان داده است که ۹۰ درصد از پروبیوتیک‌های زنده ممکن است تحت فرمولاسیون پیچیده ماده غذایی و طیف گسترده‌ای از عوامل مانند pH، محتوی رطوبتی، اسیدی شدن طی شرایط نگهداری در یخچال، اکسیداسیون نامطلوب از طریق بسته‌بندی، دمای نگهداری و مواد ضد میکروبی تولید شده توسط محصولات، حتی در عالی‌ترین شرایط نگهداری از بین بروند. علاوه بر این، فرایند بسته‌بندی دسرهای لبنی که به صورت پُر کردن گرم<sup>۲</sup> است (درجه حرارت ۸۵ درجه سانتی‌گراد) منجر به مرگ سلولی پروبیوتیک می‌شود، زیرا بیشتر سویه‌های باکتریایی پروبیوتیک، میکروارگانیسم‌های مزوفیل هستند و در دمای بالا از بین می‌روند. حتی اگر باکتری‌های پروبیوتیک پس از فرایند و در حین ذخیره‌سازی زنده بمانند، برخی از آنها در مواجهه با شرایط دشوار دستگاه گوارش از بین می‌روند (Karimi et al., 2021). بنابراین، حفاظت از سلول‌های پروبیوتیک زنده به یک نگرانی چالش صنعتی تبدیل شده است. استفاده از یک سیستم ریزپوشانی در محافظت از پروبیوتیک‌ها مؤثر است چراکه دیواره ایجاد شده در اطراف باکتری‌ها، از آسیب سلول‌ها جلوگیری می‌کند، عمر انبارداری را بهبود می‌بخشد و محافظت خوبی در برابر محیط اسیدی ایجاد می‌کند. اگرچه هیدروکلوئیدهای مختلفی در میکروکپسوله کردن باکتری‌های پروبیوتیک استفاده شده است، اما آلژینات

<sup>3</sup> *Echinophora cinerea*

<sup>4</sup> Linalool

<sup>5</sup> Eugenol

<sup>6</sup> Citronellal

<sup>7</sup> Farnesol

<sup>8</sup> Myrcene

<sup>9</sup> Kaempferol

<sup>10</sup>  $\alpha$ S-casein

<sup>11</sup>  $\beta$ -Lactoglobulin

<sup>1</sup> *Lactobacillus plantarum*

<sup>2</sup> Hot filling

سرعت دورانی ۷۰۰ دور در دقیقه به آرامی به فاز آبی، به منظور تهیه مخلوط امولسیون، اضافه شد. مخلوط روغنی (شامل عصاره تولیدی و سورفکانت) تهیه شده به مدت ۲۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک (Greatultrasonic، مدل WUC-A02H، ساخت کره جنوبی) با توان ۱۰۰ وات و ۴۰ کیلوهرتز برای تهیه نانوامولسیونها قرار گرفت (Marsup *et al.*, 2020).

#### تهیه سوسپانسیون میکروبی

ابتدا کشت ۱۸ ساعت، از لاکتوباسیلوس پلانتروم ATCC 1058 (CHR. Hansen، ساخت دانمارک) در ۵۰۰ میلی لیتر محیط کشت ام آراس برات<sup>۲</sup> (Merck، ساخت آلمان) در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد تهیه شد. سلولهای باکتری به وسیله سانتریفیوژ (Finetech، مدل TL320، ساخت کره جنوبی) با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه، در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد و مدت ۱۰ دقیقه جمع آوری شدند. سلولهای جمع آوری شده دو بار با محلول نرمال سالین ۰/۹ درصد (ثامن، ساخت ایران) تحت شرایط ذکر شده شست و شو داده شد و در نهایت با محلول نرمال سالین تا ۱۰۰ میلی لیتر رقیق شدند (Behzadnia *et al.*, 2019).

#### ریزپوشانی باکتری پروبیوتیک

۲۰ میلی لیتر از سوسپانسیون میکروبی رقیق شده با ۱۰۰ میلی لیتر محلول سدیم آلزینات ۴ درصد استریل (Merck، ساخت آلمان) مخلوط شد. مخلوط به کمک سرنگ استریل قطره قطره به ۵۰۰ میلی لیتر روغن کانولا (غنچه، ساخت ایران) حاوی ۱ درصد توئین ۸۰ افزوده شد. تشکیل امولسیون به وسیله همزن مغناطیسی با سرعت دورانی ۲۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد. سپس ۵۰۰ میلی لیتر کلسیم کلراید ۰/۱ مولار (Merck، ساخت آلمان) با دمای ۴ درجه سانتی گراد به مخلوط اضافه شد. این عمل به منظور شکست امولسیونها و تشکیل میکروکپسولها انجام شد. میکروکپسولهای تشکیل شده در فاز آبی ته نشین شدند. پس از جداسازی فاز اولیه فاز روغن، میکروکپسولها به کمک سانتریفیوژ با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه، در دمای ۴ درجه سانتی گراد و مدت ۵ دقیقه جمع آوری شدند. در نهایت میکروکپسولها با محلول نرمال سالین به کمک سانتریفیوژ در همان شرایط ذکر شده شسته شدند (Marsup *et al.*, 2020).

Abdeen و همکاران (۲۰۱۴) طی یک مطالعه مقایسه‌ای در مورد رشد و فعالیت بیفیدوباکتری‌های کشت داده شده روی شیر شتر و شیر گاو تحت تأثیر افزودن اینولین در سطوح ۱ و ۲ درصد، بیان نمودند که زنده‌مانی، اسیدیته و فعالیت پروتئولیتیک در شیر شتر نسبت به شیر گاو بالاتر بود و افزودن ۲ درصد اینولین به طور معنی داری باعث افزایش پارامترهای فوق شد. Jafarpour (۲۰۱۷) در مقایسه بستنی تولیدی از شیر شتر و شیر گاو نشان داد تفاوت معنی داری بین محتوای چربی و پروتئین نمونه‌ها وجود ندارد، با این وجود ویسکوزیته، مواد جامد و نقطه ذوب در نمونه‌های تولید شده از شیر گاو بالاتر بود. آزمون‌های حسی نیز تفاوت معنی داری را در بین نمونه‌ها نشان ندادند. بنابراین تولید و رقابت بستنی تهیه شده از شیر شتر امکان پذیر است.

هدف از پژوهش حاضر، بررسی ویژگی‌های میکروبیولوژیکی، بیوشیمیایی و ارگانولپتیک (پذیرش کلی) دسر لبنی پروبیوتیک تولید شده از شیر شتر حاوی لاکتوباسیلوس پلانتروم ریزپوشانی شده و نانوامولسیون عصاره خوشاریزه است.

#### مواد و روش‌ها

##### تهیه عصاره و نانوامولسیون عصاره خوشاریزه

گیاه خوشاریزه از شهرستان سرایان استان خراسان جنوبی تهیه و پس از جداسازی گلبرگها در آون (Memmert، ساخت آلمان) با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد خشک شدند. برای تهیه عصاره، از حلال آب-تانول (Merck، ساخت آلمان) به نسبت ۷۰:۳۰ استفاده شد. برای این منظور، ۱۰۰ گرم از پودر خشک شده گیاه با ۵۰ سی سی حلال مخلوط گردید و برای یک شبانه روز روی همزن مغناطیسی (IKA، مدل Kmo2 Basic IKA، ساخت آلمان) قرار گرفت. سپس مخلوط از کاغذ صافی عبور داده شده و عصاره درون دستگاه تبخیر کننده چرخان<sup>۱</sup> (Büchi، مدل V-300، ساخت سوئیس) در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت، جهت جداسازی حلال و عصاره، قرار داده شد. جهت تهیه نانوامولسیون، عصاره به نسبت ۲۰:۸۰ با توئین ۸۰ (Sigma-Aldrich، ساخت آلمان)، به عنوان سورفکانت، به خوبی مخلوط شد. فاز آبی (آب مقطر) نیز با ۱۰ سی سی اسید سیتریک ۰/۳ درصد (Merck، ساخت آلمان) اسیدی شده و مخلوط فاز روغنی و سورفکانت روی همزن مغناطیسی با

<sup>۲</sup> MRS broth

<sup>۱</sup> Rotary evaporator

### تهیه دسر لبنی

۷۵۶ گرم شیر شتر (شهرستان آق‌قلا- گرگان حاوی ۴/۹۱ درصد چربی، ۲/۹ درصد پروتئین، ۴/۵۲ درصد لاکتوز، ۰/۷۷ درصد خاکستر و ۰/۲۱ درصد اسیدپت) با ۴۵ گرم خامه (۳۰ درصد) مخلوط و درون حمام آب (Finetech، مدل J-BAS8، ساخت کره‌جنوبی) قرار داده شد. جهت استاندارد کردن ماده خشک (به میزان ۱۵ درصد)، شیرخشک بدون چربی به مخلوط اضافه شد و در دمای ۶۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزاسیون شدند. بعد از رسیدن دمای مخلوط به ۴۰ درجه سانتی‌گراد، مواد خشک شامل شکر، نشاسته، مالت و ژلاتین به آرامی افزوده و ۱۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد، به منظور آب‌گیری ذرات جامد، نگهداری شدند. در طول این مدت مخلوط به آرامی هم‌زده شد. سپس دمای بن‌ماری به ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و مجدد مخلوط ۱۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد، در ادامه مخلوط در فلاسک سردکننده ریخته، گلاب و وانیل به آن افزوده و ۱ دقیقه هم‌زده شد. در نهایت، سطوح مختلف نانوامولسیون عصاره خوشاریزه و ۱ گرم ریزکپسول‌های تهیه‌شده اضافه شد و پس از هم‌زدن، محصول در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمون‌های بعدی نگهداری شد (Seuvre et al., 2008). در این تحقیق دسرهای در ۴ گروه شامل نانوامولسیون عصاره خوشاریزه (به میزان ۰/۶، ۱/۲۵ و ۲/۵ گرم به ترتیب کدهای ۲، ۳ و ۴) به دسر پروبیوتیک اضافه شد و مورد ارزیابی قرار گرفتند. کد ۱ نمونه شاهد بود که فاقد نانوامولسیون عصاره گیاه خوشاریزه و پروبیوتیک بود.

### آزمون عصاره و نانوامولسیون گیاه خوشاریزه

#### اندازه‌گیری میانگین قطر حجمی

به منظور جلوگیری از پراکنش متعدد ذرات<sup>۱</sup> نانوامولسیون‌ها با نسبت ۵۰:۱ با آب مقطر رقیق شدند و به وسیله دستگاه پراکندگی نور پویا<sup>۲</sup> (Microtrac، مدل Nanotracc Wave، ساخت آمریکا) اندازه قطر‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و با زاویه ۹۰ درجه اندازه‌گیری شد (Rezaei Savadkouhi et al., 2020).

### بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی

ابتدا ۰/۲ میلی‌لیتر از نانوامولسیون تهیه‌شده به ۴ میلی‌لیتر محلول متانولی ۶۰ میکرومولار رادیکال آزاد ۲-آزو-۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل‌هیدرازیل (DPPH<sup>۳</sup>) (Merck، ساخت آلمان) افزوده و به مدت ۱ ساعت در دمای محیط و در تاریکی نگهداری شد. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu، ساخت ژاپن) قرائت و براساس رابطه (۱) گزارش شدند (Rezaei Savadkouhi et al., 2020).

رابطه (۱)

$$\text{جذب نمونه - جذب شاهد} \times 100 = \frac{\text{جذب نمونه - جذب شاهد}}{\text{جذب شاهد}} \times 100 = \text{درصد مهار رادیکال آزاد}$$

### ارزیابی محتوی فنولی کل

میزان ترکیبات فنولی به روش فولین سیوکالتو<sup>۴</sup> با استفاده از گالیک اسید به‌عنوان استاندارد انجام شد. ۱۰ میلی‌گرم عصاره، به ۳ گرم آب مقطر، ۰/۲۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو و ۲ میلی‌لیتر بی‌کربنات سدیم (Merck، ساخت آلمان) افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت و نتایج برحسب گالیک اسید (میلی‌گرم بر گرم) گزارش شدند (Rezaei Savadkouhi et al., 2020).

### ارزیابی حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC<sup>۵</sup>) و حداقل

#### غلظت کشندگی (MBC<sup>۶</sup>)

MIC به روش میکرورقیق‌سازی<sup>۷</sup> تعیین شد. برای تهیه سوسپانسیون میکروبی، کشت شبانه تازه میکروارگانیسم‌های استافیلوکوکوس اورئوس، اشریشیاکلی، کپک آسپرژیلوس نایجر و کاندیدا آلبیکانس دو بار با محیط کشت مولر هینتون برات<sup>۸</sup> تغلیظ شد. عصاره گیاه در محلول ۴ درصد دی‌متیل سولفوکسید<sup>۹</sup> (Merck، ساخت آلمان) رقیق و سپس ۱۰۰ میکرولیتر از هر رقت درون پلیت‌های چندخانه<sup>۱۰</sup> ریخته شد. ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبی به‌طور جداگانه تلقیح شد. سپس پلیت‌های چندخانه به دقت مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷

<sup>۳</sup> 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

<sup>۴</sup> Folin-ciocalteu

<sup>۵</sup> Minimum inhibitory concentration

<sup>۶</sup> Minimum bactericidal concentration

<sup>۷</sup> Microdilution

<sup>۸</sup> Mueller hinton broth

<sup>۹</sup> Dimethyl sulfoxide

<sup>۱۰</sup> Microwell plate

<sup>۱</sup> Multiple scattering

<sup>۲</sup> Dynamic light scattering

دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت گرم‌خانه‌گذاری شدند (Sabooni et al., 2018).

#### ارزیابی حسی (پذیرش کلی)

ارزیابی حسی توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش‌دیده (۵ زن و ۵ مرد با محدوده سنی ۲۵ تا ۴۰ سال) به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام شد (Tahsiri et al., 2017).

#### تجزیه و تحلیل آماری

میانگین داده‌ها با استفاده از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و تعیین وجود تفاوت آماری معنی‌دار بین تیمارها استفاده شد و سپس از آزمون دانکن به منظور گروه‌بندی تیمارها براساس تفاوت آماری بین آنها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. به منظور کاهش خطا، تمام آزمایش‌ها در سه مرحله تکرار و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شدند و همچنین رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel نسخه ۲۰۱۶ صورت پذیرفت.

#### نتایج و بحث

##### میانگین قطر حجمی

آنالیز DLS روشی فیزیکی برای تعیین توزیع ذرات موجود در محلول‌ها و سوسپانسیون‌هاست. شکل (۱) حجم اشغال‌شده نمونه توسط ذرات در ابعاد مختلف را نشان داده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود منحنی توزیع ذرات تک‌قله‌ای است که نشان‌دهنده یکنواختی توزیع اندازه قطره‌ها در تمام نمونه‌هاست. نتایج تحقیق نشان داد که اندازه ذرات به ترتیب ۸۰/۱۰ (۶۸/۰۸ نانومتر)، ۸/۸ (۷۸/۸۲ نانومتر)، ۷/۲ (۵۸/۷۷ نانومتر)، ۳/۵ (۹۲/۲۸ نانومتر) و ۰/۴ درصد (۵۰/۷۵ نانومتر) بود. علاوه بر این، مقدار شاخص چندپراکندگی (PDI<sup>۳</sup>) ۰/۴۳۵ بود. PDI نشان‌دهنده همگنی اندازه قطره‌ها در نانوامولسیون است. هنگامی که خرجه مقدار پراکندگی بالاتر باشد، نشان‌دهنده یکنواختی کمتر اندازه قطره‌های نانوامولسیون است که علاوه بر این، یک نمونه با توزیع اندازه بسیار گسترده دارای مقدار PDI بالاتر از ۰/۷ برای تجزیه و تحلیل DLS مناسب نیست (El-Sayed & El-Sayed, 2021). در مطالعه حاضر میزان PDI نانوامولسیون عصاره خوشاریزه مقدار پایینی داشت که

درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری (شیماز، ساخت ایران) شدند. پایین‌ترین غلظت مهار رشد میکروارگانیسم‌ها به عنوان MIC گزارش شد. جهت تعیین میزان MBC، از هر چاهک به کمک سمپلر ۱۰۰ میکرولیتر برداشته و روی محیط کشت مولر هینتون آگار<sup>۱</sup> کشت داده شد و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت گرم‌خانه‌گذاری انجام شد. پایین‌ترین غلظت کشنده کامل میکروارگانیسم‌ها (کاهش ۹۹/۹ درصدی در واحد تشکیل کلنی بر میلی‌گرم) به عنوان MBC گزارش شد (El Hamdaoui et al., 2018).

#### آنالیز انتشار چاهک در آگار

سویه‌های باکتری (استافیلوکوکوس اورئوس (ATCC 6735)، اشریشیاکلی (ATCC 8739)، کپک اسپرژیلوس نایجر (ATCC 1332) و کاندیدا آلبیکانس (ATCC 10231)) از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد. مقدار مشخصی از سوسپانسیون میکروبی، به محیط کشت مولر هینتون برات منتقل شد تا میزان کدورت کشت‌های حاصله مشابه کدورت ۰/۵ مک فارلند شد. سپس به کمک سوآپ استریل روی محیط کشت مولر هینتون آگار، به منظور تهیه کشت تازه باکتری، کشت داده شد. روی سطح پلیت‌ها چاهک‌های با قطر ۵ میلی‌متر و به فاصله ۲ سانتی‌متر از هم ایجاد و از رقت‌های مختلف عصاره برداشت شدند. در نهایت پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شدند. قطر عدم هاله رشد برحسب میلی‌متر توسط کولیس اندازه‌گیری و میانگین آنها محاسبه و گزارش شد (El Hamdaoui et al., 2018).

#### آزمون دسر لبنی

مقادیر pH و اسیدیته (برحسب اسید لاکتیک) تیمارها مطابق روش Seuvre و همکاران (۲۰۰۸) و رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی نمونه‌ها مطابق روش ارائه‌شده توسط Iranian National Standardization Organization (۲۰۱۲) اندازه‌گیری شدند. آزمون‌های میکروبی (شامل شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها، کپک و مخمر) مطابق روش ارائه‌شده توسط Iranian National Standardization Organization (۲۰۱۴)، انجام شدند.

#### آزمون شمارش باکتری‌های پروبیوتیک

از محیط کشت ام‌آراس بایل آگار<sup>۲</sup> استفاده شد. نمونه‌ها در

<sup>۱</sup> Muller-hinton agar

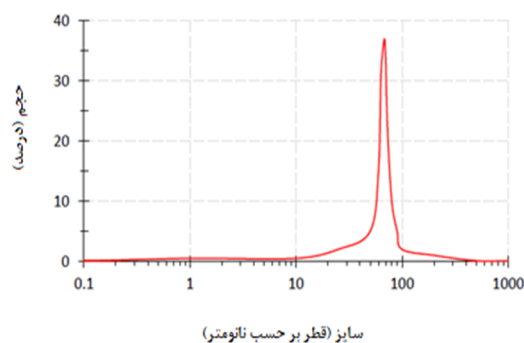
<sup>۲</sup> MRS bile agar

<sup>۳</sup> Polydispersity index

در میزان فنول تام و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره (IC<sub>50</sub>) در مقایسه با نانومولسیون عصاره خوشاریزه مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). ترکیبات فنولی یکی از مهم‌ترین متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند، پژوهش‌های مختلف نشان داده است که خواص آنتی‌اکسیدانی بسیاری از ترکیبات و بافت‌های گیاهی تا حدودی متأثر از وجود ترکیبات فنولی و مشتق‌های آنهاست (Abdolmaleki, 2016) و ارتباط مثبتی بین میزان ترکیبات فنولی (به‌عنوان حذف‌کننده‌های رادیکال آزاد و دهنده هیدروژن) و قدرت آنتی‌اکسیدانی گیاهان وجود دارد (Küçük et al., 2007). تحقیق‌های اپیدمیولوژیک توصیه می‌کند که استفاده از غذاهایی با محتوی فلاونوئیدهای بالا می‌تواند انسان را در برابر بیماری‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو محافظت کند.

فعالیت مهار رادیکال آزاد فلاونوئیدها در شرایط آزمایشگاهی و موجود زنده شناسایی شده است. رادیکال آزاد DPPH یک رادیکال آزاد ثابت است که به‌طور گسترده به‌عنوان عنصری برای ارزیابی فعالیت‌های مهار رادیکال عامل آنتی‌اکسیدان شناخته شده است. ظرفیت مهار رادیکالی عصاره گیاهان ممکن است به‌دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار شیمیایی ترکیبات فنولی باشد که می‌توانند مخلوط‌های لازم را به‌عنوان یک جاذب رادیکال فراهم کنند. بنابراین بالابودن ترکیبات فنولی می‌تواند دلیل عمده بالابودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی باشد (Abdolmaleki et al., 2014; Fathimoghaddam et al., 2020). نتایج نشان داد محتوی ترکیبات پلی‌فنولی در عصاره‌های ریزپوشانی شده بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). مقدار IC<sub>50</sub> عصاره ریزپوشانی شده ۰/۲۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر گزارش شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت آلزینات کلسیم که به‌عنوان دیواره، ترکیبات فنولی را دربرگرفته، سبب حفظ این ترکیبات در برابر تخریب اکسیداتیو شده است (Cenobio-Galindo et al., 2019). Pass و همکاران (۲۰۱۲)، مقدار IC<sub>50</sub> اسانس خوشاریزه ۰/۷۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر گزارش کردند. افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره ریزپوشانی شده منطبق بر نتایج محتوی فنولی بود. Ishkeh و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که ریزپوشانی عصاره تمشک فرنگی با کیتوزان سبب حفظ ترکیبات فنولی نسبت به عصاره آزاد شد.

نشان‌دهنده پایداری کلی و همگنی خوب است. اندازه کوچک قطره‌ها و ویژگی‌های منحصربه‌فرد نانومولسیون‌ها، مزیت‌های متعددی را برای استفاده از آنها در بسیاری از فناوری‌های کاربردی ایجاد کرده است که منجر به طولانی‌تر شدن دوره پایداری فیزیکی آنها می‌شود. اندازه بسیار کوچک قطره‌های نانومولسیون‌ها نیز موجب می‌شود طی نگهداری پدیده خامه‌ای شدن و تشکیل رسوب به تعویق افتد، زیرا ریزبودن قطره‌ها مانع به‌هم‌پیوستگی و فلوک‌شدن سطحی آنها می‌گردد. همچنین به‌واسطه ابعاد بسیار کوچک قطره‌ها، نانومولسیون‌ها سطح ویژه زیادی دارند و به‌همین دلیل قابلیت نفوذ بسیار بالایی داشته که این ویژگی آنها را به یک سامانه انتقالی مؤثر تبدیل کرده است (Tadros et al., 2004). باتوجه به اندازه ذرات و فراوانی آنها، نانومولسیون ذکرشده دارای اندازه ذرات ریز و یکنواختی بود که نتایج به‌دست‌آمده با نتایج پایداری نانومولسیون همخوانی داشت.



شکل ۱- توزیع اندازه نانوذرات در نانومولسیون گیاه خوشاریزه

جدول ۱- محتوای فنول تام و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH) نانومولسیون و عصاره خوشاریزه (میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم)

نانومولسیون عصاره خوشاریزه	عصاره خوشاریزه	
۱۹/۷۵±۰/۵۸ <sup>A</sup>	۱۸/۷۵±۰/۰۶ <sup>B</sup>	محتوی فنول تام
۶۳/۱۳±۲/۱۳ <sup>A</sup>	۲۲/۸۰±۰/۲۳ <sup>B</sup>	فعالیت آنتی‌اکسیدانی

اعداد به‌صورت میانگین ± انحراف معیار است.

\* حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

محتوی فنول تام و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آزاد و نانومولسیون عصاره خوشاریزه

نتایج مقایسه میانگین محتوی فنول تام و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها در جدول (۱) ارائه شده است. باتوجه به نتایج مقایسه میانگین، اختلاف آماری معنی‌داری

جدول ۲- مقایسه قطر عدم رشد عصاره و نانومولسیون عصاره خوشاریزه (میلی متر)

عصاره خوشاریزه	نانومولسیون عصاره خوشاریزه	
۶/۰۰±۰/۴۷ <sup>B</sup>	۵/۳۳±۰/۴۷ <sup>A</sup>	اشریشیاکلی
۶/۶۶±۰/۱۰ <sup>B</sup>	۶/۳۳±۰/۹۴ <sup>A</sup>	استافیلوکوکوس اورئوس
۷/۶۶±۰/۴۷ <sup>B</sup>	۸/۳۳±۰/۴۷ <sup>A</sup>	کاندیدا آلبیکانس
۹/۳۳±۰/۱۰ <sup>B</sup>	۱۱/۳۳±۰/۴۷ <sup>A</sup>	آسپرژیلوس نایجر

اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار است.

\* حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد می باشد ( $P < 0.05$ ).

### فعالیت ضد میکروبی عصاره آزاد و نانومولسیون عصاره خوشاریزه

**جدول (۲)** اختلاف آماری معنی داری بین قطر منطقه بازدارنگی عصاره آزاد و ریزپوشانی شده بر میکروارگانیسم های مورد بررسی را نشان می دهد ( $P < 0.05$ ). آسپرژیلوس نایجر حساس ترین باکتری مورد بررسی در برابر عصاره آزاد و ریزپوشانی شده با قطر بازدارنگی به ترتیب برابر ۹/۳۳ و ۱۱/۳۳ میلی متر بود که در مقایسه بین عصاره آزاد و ریزپوشانی شده، حساسیت بیشتر کپک آسپرژیلوس نایجر در برابر عصاره ریزپوشانی شده مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). مقاوم ترین باکتری، اشریشیاکلی با قطر منطقه بازدارنگی ۵/۳۳ و ۶ به ترتیب در عصاره ریزپوشانی و آزاد گزارش شد ( $P < 0.05$ ). Ghavam و همکاران (۲۰۲۱) حساس ترین باکتری به اسانس خوشاریزه را کپک آسپرژیلوس برازیلینس<sup>۱</sup> با قطر منطقه بازدارنگی ۲۶ میلی متر و مقاوم ترین باکتری گرم مثبت و منفی را به ترتیب اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس بدون تفاوت معنی دار آماری از یکدیگر گزارش کردند.

مقایسه میانگین حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی نمونه ها در **جدول (۳)** نیز نشان دهنده اختلاف معنی داری بین عصاره آزاد و عصاره ریزپوشانی شده بود ( $P < 0.05$ ). عصاره ریزپوشانی شده تأثیر مهارکنندگی و کشندگی بیشتری روی باکتری های اشریشیاکلی و کپک کاندیدا آلبیکانس و همچنین کپک آسپرژیلوس نایجر نشان داد ( $P < 0.05$ ). در حالی که اختلاف آماری معنی داری بین حداقل غلظت مهارکنندگی عصاره آزاد و ریزپوشانی شده روی استافیلوکوکوس اورئوس مشاهده نشد. خاصیت ضد میکروبی طیف وسیعی از عصاره های گیاهان استفاده شده در صنایع غذایی، در

مطالعه های مختلف ثابت شده است. به طور کلی مقایسه نتایج گزارش شده در مورد خواص ضد میکروبی عصاره های مختلف به دلیل تفاوت در روش های مختلف بررسی، منابع تهیه عصاره، شرایط کشت گیاه، سوبه های مختلف میکروبی و حتی غلظت های متفاوتی از باکتری به عنوان مایه تلقیح، بسیار مشکل است (Bagamboula et al., 2003). بر اساس نتایج **جدول (۳)**، عصاره خوشاریزه بر باکتری های گرم مثبت و منفی فعالیت ضد میکروبی بالاتری نسبت به کپک ها داشت که علت آن می تواند به وجود منوترپن های هیدروکربنه<sup>۲</sup> فراوان در این عصاره نسبت داده شود (Irani et al., 2021). امروزه، استفاده از نانومولسیون ها به عنوان یک ماده ضد میکروبی نوآوری جدید و امیدوارکننده بشمار می رود، چراکه این ترکیب ها با ایجاد اختلال در غشای بیرونی، اثرات مهارکنندگی گسترده ای در برابر باکتری ها، ویروس های دارای پوشش و قارچ ها دارند. نانومولسیون ها از نظر ترمودینامیکی برای هم جوشی با غشای لیپیدی مناسب هستند و این اثر با جذب الکترواستاتیکی بین بار کاتیونی نانومولسیون و بار آنیونی در پاتوژن ها افزایش می یابد و به همین دلیل منجر به لیز سلولی و مرگ پاتوژن می گردد. از آنجایی که مکانیسم عملکرد نانومولسیون ها به صورت یک اختلال غیراختصاصی در غشای باکتری است در نتیجه سوبه مقاوم ایجاد نمی شود؛ از این رو، به تازگی نانومولسیون ها به عنوان یک ماده ضد باکتری امیدوارکننده مورد توجه محققان قرار گرفته است (Irani et al., 2021). Ozogul و همکاران (۲۰۲۰) فعالیت ضد باکتریایی نانومولسیون اسانس آویشن تصفیه شده و تصفیه نشده را روی عوامل بیماری زای ناشی از مواد غذایی مطالعه نمودند و گزارش کردند که تبدیل اسانس آویشن به نانومولسیون باعث افزایش فعالیت ضد باکتریایی شد.

<sup>2</sup> Hydrocarbon monoterpenes

<sup>1</sup> *Aspergillus brasiliensis*

جدول ۳- مقایسهٔ حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی عصاره و نانومولسیون عصارهٔ خوشاریزه (میلی‌گرم عصاره بر میلی‌لیتر)

عصارهٔ خوشاریزه	نانومولسیون عصارهٔ خوشاریزه	تیمار
۱۰/۴۱±۲/۹۴ <sup>B</sup>	۱۲/۵۰±۰/۰۰ <sup>A</sup>	اشریشیاکلی
۸/۳۳±۲/۹۴ <sup>A</sup>	۸/۳۳±۲/۹۴ <sup>A</sup>	استافیلوکوکوس اورئوس
۴/۱۶±۱/۴۷ <sup>B</sup>	۵/۲۰±۱/۴۷ <sup>A</sup>	کاندیدا آلبیکانس
۳/۱۲±۰/۰۰ <sup>B</sup>	۴/۱۶±۰/۰۰ <sup>A</sup>	آسپرژیلوس نایجر
۱۲/۵۰±۰/۰۰ <sup>A</sup>	۱۲/۵۰±۰/۰۰ <sup>A</sup>	اشریشیاکلی
۸/۳۳±۲/۹۴ <sup>B</sup>	۱۰/۴۱±۲/۹۴ <sup>A</sup>	استافیلوکوکوس اورئوس
۵/۲۰±۱/۴۷ <sup>B</sup>	۶/۲۵±۱/۴۷ <sup>A</sup>	کاندیدا آلبیکانس
۵/۲۰±۱/۴۷ <sup>B</sup>	۴/۱۶±۱/۴۷ <sup>A</sup>	آسپرژیلوس نایجر

اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار است.

\* حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد می‌باشد ( $P < 0/05$ ).

### نتایج آزمون فیزیکوشیمیایی نمونه‌های دسر لبنی

#### تغییرات اسیدیته و pH طی مدت زمان نگهداری

اسیدیتهٔ طبیعی در نتیجهٔ وجود کاربن‌ها، فسفات اسیدی و سیترات‌های موجود در شیر است. تغییرات اسیدیته و pH محصولات لبنی از جمله فاکتورهای مهم بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ویژگی حسی است (Zolfaghari & Ansari, 2020). مطابق نتایج جدول (۴) اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون تمامی تیمارها (به‌جز تیمار شاهد) طی ۱۱ روز مدت زمان نگهداری افزایش معنی‌داری نشان داد ( $P < 0/05$ ). به‌این‌صورت که افزودن عصارهٔ خوشاریزه، اسیدیتهٔ تیمارها را نسبت به نمونهٔ شاهد افزایش داد. در مقایسهٔ بین میزان عصارهٔ افزوده‌شده به فرمولاسیون، در روز اول بین تیمار کد ۲ و ۳، اسیدیته از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. اما با گذشت مدت زمان نگهداری روند افزایش اسیدیته در تیمار کد ۳ بیشتر بود. روند میزان اسیدیتهٔ تیمارها هم‌راستا با روند کاهش pH در تیمارها بود. تیمار و مدت زمان تأثیر معنی‌داری بر pH تیمارها داشتند ( $P < 0/05$ )، به‌طوری‌که روند کاهش معنی‌دار پارامتر با گذشت مدت زمان ماندگاری (طی ۱۱ روز) و افزایش غلظت عصارهٔ خوشاریزه مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). محققان گزارش کردند افزودن عصارهٔ گیاهان سبب تحریک رشد باکتری‌های اسید لاکتیک می‌گردد و در نتیجه فعالیت این باکتری‌ها و رهاسازی اسیدآمینهٔ آزاد، اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون افزایش می‌یابد (Sendra et al., 2008). از طرفی، طی فعالیت باکتری لاکتوباسیلوس پلاتناروم طی مدت زمان نگهداری، با مصرف قند و تولید اسیدهای آلی می‌تواند افزایش اسیدیته و کاهش pH را به‌دنبال داشته باشد (Almeida Neta et al., 2018). مطابق با نتایج به‌دست‌آمده Sanobari (۲۰۱۷) طی بررسی فرمولاسیون ماست

فراسودمند حاوی اسانس خوشاریزه، افزایش اسیدیته و کاهش pH تیمارها را طی مدت زمان نگهداری نشان دادند همچنین گزارش کردند افزایش غلظت عصارهٔ خوشاریزه در فرمولاسیون تیمارها و مدت زمان نگهداری، بر پارامترهای ذکرشده معنی‌دار بود. Zarali و همکاران (۲۰۱۵) طی بررسی اضافه‌کردن عصارهٔ گیاه خوشاریزه بر ویژگی‌های کیفی دوغ، افزایش اسیدیته طی مدت ۴۵ روز نگهداری در تمامی تیمارها را نشان دادند. همچنین Almeida Neta و همکاران (۲۰۱۸) افزایش اسیدیته و کاهش pH در دسر لبنی حاوی لاکتوباسیلوس پلاتناروم را طی مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد نشان دادند.

#### تغییرات رطوبت طی مدت زمان نگهداری

بررسی محتوی رطوبتی تیمارها (جدول ۴)، در روز اول افزایش معنی‌داری محتوی رطوبتی تیمارها با افزودن عصارهٔ خوشاریزه نسبت به نمونهٔ شاهد را نشان داد ( $P > 0/05$ ). محتوی رطوبتی تیمار شاهد طی ۱۱ روز ثابت بود ولی تا روز ۲۱ روند کاهشی معنی‌داری در محتوی رطوبتی تیمار شاهد گزارش شد ( $P < 0/05$ ). در مقایسهٔ تیمارهای حاوی عصارهٔ خوشاریزه روند کاهش معنی‌داری محتوی رطوبتی طی ۲۱ روز نگهداری مشاهده شد. بیشترین میزان کاهش در تیمار کد (۳) گزارش شد که به‌طور معنی‌داری محتوی رطوبت کمتری در انتهای زمان نگهداری داشت ( $P < 0/05$ ). علت این امر ویژگی آب‌دوستی بالای آلژینات کلسیم استفاده‌شده در دیوارهٔ نانومولسیون‌ها و در نتیجهٔ افزایش مادهٔ خشک تیمارها گزارش شده است (Han, 2014). افزایش غلظت مادهٔ خشک سبب افزایش اتصال آب و کاهش رطوبت می‌گردد (Safarkhanloo & Abdolmaleki, 2022).



جدول ۴- نتایج آزمون‌های فیزیوشیمیایی نمونه‌های دسر لبنی

زمان نگهداری (روز)		تیمار	آزمون
۲۱	۱۱	۱	
۶/۱۴±۰/۰۰ <sup>Ab</sup>	۶/۱۷±۰/۰۰ <sup>Ab</sup>	۶/۲۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	کد (۱)
۵/۷۰±۰/۰۰ <sup>Bc</sup>	۵/۷۸±۰/۰۰ <sup>Bb</sup>	۵/۸۴±۰/۰۰ <sup>Ba</sup>	کد (۲)
۵/۶۳±۰/۰۰ <sup>Cc</sup>	۵/۷۰±۰/۰۰ <sup>BCb</sup>	۵/۷۷±۰/۰۰ <sup>Ca</sup>	کد (۳)
۵/۵۲±۰/۰۰ <sup>Dc</sup>	۵/۶۱±۰/۰۰ <sup>Db</sup>	۵/۶۸±۰/۰۰ <sup>Da</sup>	کد (۴)
۰/۱۶±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	۰/۱۶±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	۰/۱۶±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	کد (۱)
۰/۲۲±۰/۰۰ <sup>Ba</sup>	۰/۲۰±۰/۰۰ <sup>Bb</sup>	۰/۱۹±۰/۰۰ <sup>Bc</sup>	کد (۲)
۰/۲۹±۰/۰۰ <sup>Ca</sup>	۰/۲۵±۰/۰۰ <sup>Cb</sup>	۰/۲۳±۰/۰۰ <sup>Cc</sup>	کد (۳)
۰/۳۵±۰/۰۰ <sup>Da</sup>	۰/۲۷±۰/۰۰ <sup>Db</sup>	۰/۲۳±۰/۰۰ <sup>Cc</sup>	کد (۴)
۷۳/۷۴±۰/۱۷ <sup>Cb</sup>	۷۴/۴۲±۰/۳۳ <sup>Ca</sup>	۷۴/۷۳±۰/۹۵ <sup>Ba</sup>	کد (۱)
۷۶/۹۱±۰/۴۷ <sup>Ac</sup>	۷۷/۳۲±۰/۱۹ <sup>Ab</sup>	۷۷/۹۷±۰/۲۲ <sup>Aa</sup>	کد (۲)
۷۶/۳۴±۰/۴۴ <sup>ABb</sup>	۷۷/۱۹±۰/۴۴ <sup>ABa</sup>	۷۸/۹۷±۰/۹۵ <sup>Aa</sup>	کد (۳)
۷۶/۰۱±۰/۲۱ <sup>Bb</sup>	۷۶/۵۰±۰/۲۷ <sup>Bb</sup>	۷۸/۳۴±۰/۱۸۷ <sup>Aa</sup>	کد (۴)
۶/۵۶±۰/۰۶ <sup>Aa</sup>	۶/۵۶±۰/۰۶ <sup>Aa</sup>	۶/۵۶±۰/۰۶ <sup>Aa</sup>	کد (۱)
۶/۳۵±۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	۶/۳۵±۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	۶/۳۵±۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	کد (۲)
۶/۵۹±۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	۶/۵۹±۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	۶/۵۹±۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	کد (۳)
۶/۵۶±۰/۰۷ <sup>Aa</sup>	۶/۵۶±۰/۰۷ <sup>Aa</sup>	۶/۵۶±۰/۰۷ <sup>Aa</sup>	کد (۴)
۷/۷۶±۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	۷/۷۶±۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	۶/۵۶±۰/۰۴ <sup>Aa</sup>	کد (۱)
۷/۸۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	۷/۸۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	۷/۸۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	کد (۲)
۷/۸۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	۷/۸۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	۷/۸۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	کد (۳)
۷/۸۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	۷/۸۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	۷/۸۰±۰/۰۰ <sup>Aa</sup>	کد (۴)
۳/۳۵±۰/۰۲ <sup>Aa</sup>	۳/۳۵±۰/۰۲ <sup>Aa</sup>	۳/۳۵±۰/۰۲ <sup>Aa</sup>	کد (۱)
۳/۵۷±۰/۰۴ <sup>Ba</sup>	۳/۵۷±۰/۰۴ <sup>Ba</sup>	۳/۵۷±۰/۰۴ <sup>Ba</sup>	کد (۲)
۳/۶۴±۰/۰۱ <sup>BCa</sup>	۳/۶۴±۰/۰۱ <sup>BCa</sup>	۳/۶۴±۰/۰۱ <sup>BCa</sup>	کد (۳)
۳/۶۸±۰/۰۳ <sup>Ca</sup>	۳/۶۸±۰/۰۳ <sup>Ca</sup>	۳/۶۸±۰/۰۳ <sup>Ca</sup>	کد (۴)

اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار است.

\* حروف کوچک متفاوت در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

تفاوت معنی‌دار آماری در میان جمعیت باکتری کل مزوفیل گزارش نشد. طی مدت زمان نگهداری روند افزایشی معنی‌داری بر میزان باکتری‌های کل در تمامی تیمارها گزارش شد ( $P < 0.05$ ). در مدت زمان نگهداری روند تغییرات تیمار شاهد نسبت به تیمارهای حاوی عصاره خوشاریزه ریزپوشانی‌شده بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). همچنین آنالیز داده‌ها نشان داد با افزایش غلظت عصاره گیاهی جمعیت باکتریایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). پس می‌توان این گونه نتیجه گرفت که استفاده از عصاره ریزپوشانی‌شده خوشاریزه میزان جمعیت باکتری کل را کاهش داد. فعالیت ضد میکروبی عصاره گیاه خوشاریزه را می‌توان در رابطه با حضور ترکیبات ضد میکروب دانست که با الکترون‌گاتیوی بالا در سیستم‌های بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها (انتقال

#### تغییرات پروتئین، چربی و خاکستر طی مدت زمان نگهداری

نتایج نشان‌داده‌شده در جدول (۴)، عدم تفاوت معنی‌داری حضور عصاره خوشاریزه ریزپوشانی‌شده بر میزان پروتئین و چربی دسرهای لبنی را نشان داد. میزان خاکستر تیمارها در روز اول به دلیل افزایش میزان عصاره، ترکیبات دیواره ریزپوشانی و باکتری‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). ولی در طول مدت زمان نگهداری تفاوت معنی‌داری در میزان خاکستر تیمارها گزارش نشد.

#### نتایج آزمون میکروبی نمونه‌های دسر لبنی

تغییرات جمعیت باکتریایی کل طی مدت زمان نگهداری نتایج شمارش کلی باکتری در جدول (۵) نشان داده شده است. بررسی نتایج شمارش کلی باکتری‌ها در روز اول

تغییرات رشد کپک و مخمر در تیمار شاهد بالاتر از تیمارهای حاوی عصاره ریزپوشانی شده بود ( $P < 0/05$ ). افزایش غلظت عصاره خوشاریزه در فرمولاسیون دسرهای لبنی کاهش معنی داری رشد کپک و مخمر را نشان داد ( $P < 0/05$ ). این طور می توان بیان کرد که حضور عصاره موجب افزایش فاز تأخیری در نمودار رشد سلول و افزایش زمان تأخیر نسبت به نمونه شاهد شده است. همچنین افزودن عصاره به صورت معنی داری میزان تولید جرم سلولی را کاهش داده است. چراکه انرژی مورد نیاز سلول برای ترمیم یا زنده ماندن بیشتر از تکثیر سلولی است (Papanikolaou et al., 2008). Zarali و همکاران (۲۰۱۵) اثر مهارکنندگی عصاره خوشاریزه بر رشد کپک و مخمر در نمونه های دوغ را نشان دادند. همچنین Avijgan و همکاران (۲۰۲۲) اثر مهارکنندگی رشد عصاره خوشاریزه بر کپک کاندیدا آلبیکانس را نشان دادند و علت آن را فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و ساپونین موجود در عصاره گزارش کردند که با ایجاد اختلال در یکپارچگی غشای سلول کپکی، موجب نابودی آن می شوند.

الکترون) دخالت کرده و با ترکیب نیتروژن دار نظیر پروتئین و اسیدهای نوکلئیک واکنش داده، بدین صورت مانع از رشد میکروارگانیسم ها می شوند (Zarali et al., 2015). اثرات ضدباکتریایی گیاه خوشاریزه را می توان به ترکیباتی چون کاراکاول<sup>۱</sup>، لینالول، پاراسیمین<sup>۲</sup>، آلفا-پینین<sup>۳</sup> و گاما-ترپنین<sup>۴</sup> مرتبط دانست (Pass et al., 2012). اثر ضد میکروبی عصاره خوشاریزه توسط مطالعه های گذشته ثابت شده است. Fathimoghaddam و همکاران (۲۰۲۰)، خاصیت ضد میکروبی عصاره خوشاریزه بر باکتری لیستریا مونوسیتوژنز<sup>۵</sup> را نشان دادند. همچنین Edadi Ebrahimi و Javadi (۲۰۱۸) خاصیت ضد میکروبی عصاره خوشاریزه را با افزایش غلظت عصاره در دوغ، گزارش کردند.

تغییرات جمعیت کپک و مخمر طی مدت زمان نگهداری مطابق جدول (۵)، در روز اول در بین تمامی تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی داری جمعیت کپک و مخمر گزارش نشد ( $P > 0/05$ ). در کل روند افزایشی در میزان کپک و مخمر طی ۲۱ روز زمان نگهداری در تمامی تیمارها مشاهده شد. طی مدت زمان نگهداری روند

جدول ۵- نتایج آزمون های میکروبی (برحسب لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم) نمونه های دسر لبنی

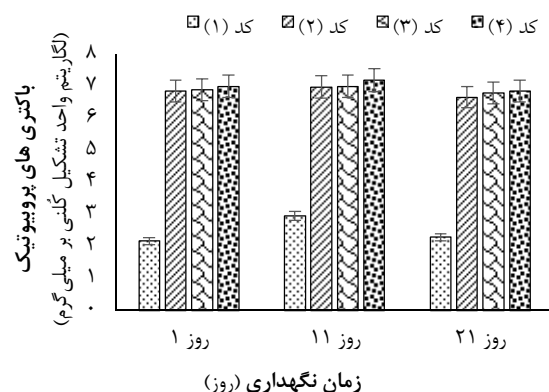
آزمون	تیمار	زمان نگهداری (روز)		
		۱	۱۱	۲۱
شمارش کلی میکروارگانیسم	کد (۱)	۷/۳۲±۰/۵۱ <sup>Aa</sup>	۸/۸۸±۰/۹۴ <sup>Ab</sup>	۸/۸۲±۰/۶۵ <sup>Ac</sup>
	کد (۲)	۷/۳۸±۰/۴۱ <sup>Aa</sup>	۸/۳۳±۰/۲۳ <sup>Bb</sup>	۸/۴۳±۰/۸۱ <sup>Bc</sup>
	کد (۳)	۷/۳۹±۰/۳۱ <sup>Aa</sup>	۸/۳۹±۰/۶۹ <sup>Bb</sup>	۸/۳۸±۰/۷۳ <sup>Cc</sup>
	کد (۴)	۷/۳۹±۰/۰۹ <sup>Aa</sup>	۸/۱۳±۰/۴۱ <sup>Cb</sup>	۸/۲۵±۰/۶۰ <sup>Dc</sup>
کپک و مخمر	کد (۱)	۱/۰۰±۰/۰۸ <sup>Aba</sup>	۲/۴۷±۰/۵۵ <sup>Ab</sup>	۲/۶۱±۰/۷۵ <sup>Ac</sup>
	کد (۲)	۰/۸۲±۰/۰۲ <sup>Aa</sup>	۲/۲۶±۰/۰۹ <sup>Bb</sup>	۲/۴۲±۰/۳۱ <sup>ABc</sup>
	کد (۳)	۱/۱۲±۰/۳۰ <sup>Ba</sup>	۱/۸۸±۰/۲۳ <sup>Bb</sup>	۲/۰۹±۰/۰۹ <sup>Bc</sup>
	کد (۴)	۰/۸۲±۰/۰۲ <sup>Aa</sup>	۱/۴۲±۰/۳۹ <sup>Bb</sup>	۱/۶۹±۰/۰۸ <sup>Cc</sup>

اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار است.

\* حروف کوچک متفاوت در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد می باشد ( $P < 0/05$ ).

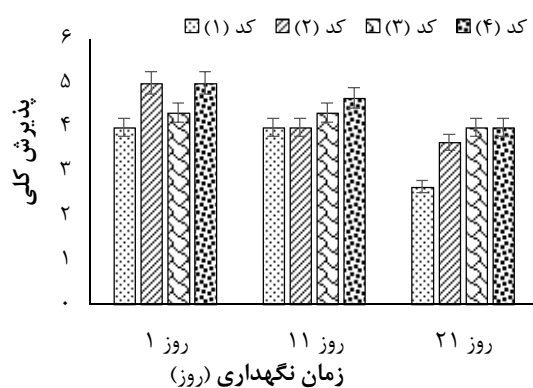
<sup>1</sup> Caracol  
<sup>2</sup> Parasimon  
<sup>3</sup> α-Pinene  
<sup>4</sup> γ-Terpinene  
<sup>5</sup> Listeria monocytogenes

مقاوم و آلژینات سدیم/کیتوزان در نمونه‌های دوغ زنده‌مانی آنها را طی مدت زمان نگهداری افزایش داد.



شکل ۲- روند تغییرات باکتری پروبیوتیک در دسرهای لبنی در طول مدت زمان نگهداری

نتایج پذیرش کلی تیمارها طی مدت زمان نگهداری بررسی نتایج پذیرش کلی (شکل ۳) نشان‌دهنده مقبولیت عصاره خوشاریزه ریزپوشانی‌شده در دسر لبنی پروبیوتیک توسط ارزیاب‌ها بود. به طوری که بالاترین امتیاز مربوط به تیمار کد (۳) طی مدت زمان نگهداری گزارش شد ( $P < 0.05$ ). به طور کلی در طول زمان کاهش معنی‌داری امتیاز پذیرش کلی در تمامی تیمارها مشاهده شد ( $P < 0.05$ ) و تیمار شاهد کمترین امتیاز را در طول مدت زمان به خود اختصاص داد. Zarali و همکاران (۲۰۱۵) نیز مقبولیت استفاده از عصاره خوشاریزه در دوغ را نشان دادند ولی با افزایش میزان غلظت عصاره، این مقبولیت کاهش یافت که با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت نداشت.



شکل ۳- روند تغییرات پذیرش کلی دسرهای لبنی در طول مدت زمان نگهداری

نتایج زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک طی مدت زمان نگهداری

شکل (۲) روند تغییرات (زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیکی) طی ۲۱ روز زمان نگهداری را نشان می‌دهد. طی ۱۱ روز اول روند افزایش معنی‌داری در جمعیت باکتری‌های پروبیوتیکی مشاهده شد ( $P < 0.05$ ) که این امر به وجود مواد مغذی کافی (قندها) نسبت داده می‌شود (Hashemiravan et al., 2015). پس از ۱۱ روز روند کاهش معنی‌داری در جمعیت باکتری‌های پروبیوتیک مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). در مقایسه تیمارهای حاوی عصاره خوشاریزه ریزپوشانی‌شده تفاوت معنی‌دار آماری از نظر جمعیت کپک و مخمر مشاهده نشد. دلایل اصلی کاهش معنی‌دار در جمعیت باکتری‌ها طی ۳ هفته نگهداری؛ اسیدیته بالا، pH پایین و تولید متابولیت‌هایی مانند اسیدهای آلی و همچنین کمبود مواد مغذی (قندها) می‌باشند (Hashemiravan et al., 2015). سوبسترای اصلی مورد مصرف باکتری‌های پروبیوتیک در محیط فراورده‌های لبنی در درجه اول لاکتوز محسوب شده و با مصرف آن فعالیت تخمیری خود را آغاز کرده و متابولیت‌های ثانویه خود که ناشی از فرایند تخمیر است (همانند الکل، دی‌اکسیدکربن، لاکتیک اسید) را تولید می‌کنند. بدیهی است که با گذشت زمان از میزان سوبسترا در فراورده کاسته شده و علاوه بر کاهش نرخ رشد باکتری‌ها، از میزان جمعیت آنها در فراورده کاسته خواهد شد (Sah et al., 2016). طبق گزارش FAO/WHO (۲۰۰۲) محصولی پروبیوتیک است که در لحظه مصرف دارای حداقل  $10^6$  واحد تشکیل‌کننده بر گرم باکتری باشد. مطابق نتایج به دست آمده غیر از نمونه شاهد، تمامی تیمارهای حاوی عصاره خوشاریزه دارای جمعیتی بالاتر از حد استاندارد معرفی شده بودند. در این راستا، Marhamatizadeh و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی تأثیر غنی‌سازی شیر و ماست پروبیوتیک با عصاره چای سبز، بیان نمودند که ارتباط مثبت و مستقیمی بین افزایش جمعیت باکتریایی و افزایش غلظت عصاره وجود دارد که به ترکیبات پلی‌فنولی موجود در عصاره و نقش رادیکال گیرندگی آنها نسبت دادند. همچنین Dezyani و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند ریزپوشانی باکتری پروبیوتیک بیفیدوباکتریوم انیمالیس<sup>۱</sup> توسط آلژینات سدیم/نشاسته

<sup>1</sup> *Bifidobacterium animalis*

## نتیجه‌گیری

پلانتاروم را طی مدت زمان نگهداری افزایش دهد. در نهایت استفاده از عصاره ریزپوشانی قابلیت پذیرش کلی دسرهای لبنی را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد.

## مشارکت نویسندگان

**فاطمه کلهر:** ارائه ایده پژوهشی و طراحی مطالعه، جمع‌آوری داده، آنالیز داده‌ها، نوشتن پیش‌نویس مقاله، بازبینی و اصلاح مقاله؛ **فرزانه عبدالملکی:** ارائه ایده پژوهشی و طراحی مطالعه، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها، بازبینی و اصلاح مقاله، نظارت بر مطالعه و تأیید نسخه نهایی.

## تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، هیچگونه تعارض منافی وجود ندارد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد محتوی فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیانی عصاره خوشاریزه ریزپوشانی‌شده از عصاره آزاد بالاتر بود و اثر مهارکنندگی و کشندگی بیشتری داشتند. مقاوم‌ترین باکتری به عصاره ریزپوشانی‌شده باکتری /شریشیاکلی و حساس‌ترین کپک *آسپرژیلوس نایجر* بود. روند افزایش اسیدیته، خاکستر و کاهش pH با افزایش غلظت عصاره خوشاریزه در فرمولاسیون تیمارها و مدت زمان نگهداری مشاهده شد. همچنین روند کاهش رطوبت نیز در تیمارها طی ۲۱ روز گزارش شد. درحالی‌که افزودن عصاره ریزپوشانی‌شده بر پروتئین و چربی تیمارها تأثیر نداشت. بررسی نتایج میکروبی نشان‌دهنده تأثیر مثبت عصاره خوشاریزه ریزپوشانی‌شده بر رشد جمعیت باکتری کل و کپک و مخمرها بود. همچنین استفاده از آلژینات سدیم توانست قابلیت زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس*

## منابع

- Abdeen, E.-S. M., El-Neshawy, A., Soryal, K., & Taha, S. N. (2014). A comparative study on growth and activity of bifidobacteria cultivated on whole camel and cow's milk as affected by inulin addition. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 41(6).
- Abdolmaleki, F. (2016). Chemical Analysis and Characteristics of Black Tea Produced in North of Iran. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 06(1), 23-32. [https://jfbt.srbiau.ac.ir/article\\_8393\\_d55fbc9801ef1aa80ad1ff498c07a0e6.pdf](https://jfbt.srbiau.ac.ir/article_8393_d55fbc9801ef1aa80ad1ff498c07a0e6.pdf)
- Abdolmaleki, F., Assadi, M. M., Ezzatpanah, H., & Honarvar, M. (2014). Impact of fruit processing methods on DNA extraction from transgenic frozen banana products. *European Food Research and Technology*, 239(3), 509-517. <https://doi.org/10.1007/s00217-014-2246-4>
- Alla, S. (2021). Development of technology for fermented sour milk desserts enriched with bifidobacteria and biologically active substances. *Colloquium-journal*, 15(102), 62-64. <https://doi.org/10.24412/2520-6990-2021-15102-62-64>
- Almeida Neta, M. C., Rocha de Queiroga, A. P., Almeida, R. L. J., Caetano Soares, A., Marinho Gonçalves, J., Soares Fernandes, S., . . . Rolim Florentino, E. (2018). Fermented Dessert with Whey, Ingredients from the Peel of Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and an Indigenous Culture of *Lactobacillus plantarum*: Composition, Microbial Viability, Antioxidant Capacity and Sensory Features. *Nutrients*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/nu10091214>
- Avijgan, M., Hafizi, M., Saadat, M., & Nilforoushzadeh, M. A. (2022). Antifungal effect of *echinophora platyloba*'s extract against *candida albicans* [Research Article]. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 5(4), 285-289. <https://doi.org/10.22037/ijpr.2010.691>
- Bagamboula, C. F., Uyttendaele, M., & Debevere, J. (2003). Antimicrobial effect of spices and herbs on *Shigella sonnei* and *Shigella flexneri*. *J Food Prot*, 66(4), 668-673. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-66.4.668>
- Behzadnia, A., Moosavi-Nasab, M., & Tiwari, B. K. (2019). Stimulation of biosurfactant production by *Lactobacillus plantarum* using ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 59, 104724. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104724>

- Cenobio-Galindo, A. d. J., Ocampo-López, J., Reyes-Munguía, A., Carrillo-Inungaray, M. L., Cawood, M., Medina-Pérez, G., . . . Campos-Montiel, R. G. (2019). Influence of Bioactive Compounds Incorporated in a Nanoemulsion as Coating on Avocado Fruits (*Persea americana*) during Postharvest Storage: Antioxidant Activity, Physicochemical Changes and Structural Evaluation. *Antioxidants*, 8(10), 500. <https://doi.org/10.3390/antiox8100500>
- Cinar, A., Altuntas, S., & Altuntas, V. (2021). The addition of royal jelly to dairy probiotic dessert produced with predictive microbiology: Influence on physicochemical, rheological, microbial and sensorial properties. *LWT*, 146, 111444. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111444>
- Dezyani, M., Shahdadi, F., & Ezzati, R. (2020). Effect of Different Concentrations of Inulin and Whey on the Qualitative and Rheological Properties of Aloe vera Doogh Containing Microencapsulated probiotic bacteria. *Journal of food science and technology(Iran)*, 17(103), 15-31. <http://dx.doi.org/10.52547/fsct.17.103.15> (in Persian)
- Edadi Ebrahimi, F., & Javadi, A. (2018). Antimicrobial Activity of *Echinophora platyloba* Aqueous Extract on Gas-Producing Fungi in Doogh. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 8(2), 61-68 .
- El-Sayed, S. M., & El-Sayed, H. S. (2021). Antimicrobial nanoemulsion formulation based on thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil for UF labneh preservation. *Journal of Materials Research and Technology*, 10, 1029-1041. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.12.073>
- El Hamdaoui, A., Msanda, F., Boubaker, H., Leach, D., Bombarda, I., Vanloot, P., . . . El Mousadik, A. (2018). Essential oil composition, antioxidant and antibacterial activities of wild and cultivated *Lavandula mairei* Humbert. *Biochemical Systematics and Ecology*, 76, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2017.11.004>
- FAO/WHO. (2002). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. *Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food* .
- Fathimoghaddam, E., Shakerian, A., Sharafati Chaleshtori, R., & Rahimi, E. (2020). Chemical Composition and Antioxidant Properties and Antimicrobial Effects of *Satureja bachtiarica* Bunge and *Echinophora platyloba* DC. Essential Oils Against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Medicinal plants and By-product*, 9(Special), 47-58. <https://doi.org/10.22092/jmpb.2020.121750>
- Ghavam, M., Afzali, A., Manconi, M., Bacchetta, G., & Manca, M. L. (2021). Variability in chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Rosa × damascena* Herrm. from mountainous regions of Iran. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40538-021-00219-6>
- Guerrero, A., Ferrero, S., Barahona, M., Boito, B., Lisbinski, E., Maggi, F., & Sañudo, C. (2020). Effects of active edible coating based on thyme and garlic essential oils on lamb meat shelf life after long-term frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(2), 656-664. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10061>
- Guimarães, J. T., Balthazar, C. F., Silva, R., Rocha, R. S., Graça, J. S., Esmerino, E. A., . . . Cruz, A. G. (2020). Impact of probiotics and prebiotics on food texture. *Current Opinion in Food Science*, 33, 38-44. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.002>
- Han, J. H. (2014). Chapter 9 - Edible Films and Coatings: A Review. In J. H. Han (Ed.), *Innovations in Food Packaging (Second Edition)* (pp. 213-255). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394601-0.00009-6>
- Hanafi, F. N. A., Kamaruding, N. A., & Shahrudin, S. (2022). Influence of coconut residue dietary fiber on physicochemical, probiotic (*Lactobacillus plantarum* ATCC 8014) survivability and sensory attributes of probiotic ice cream. *LWT*, 154, 112725 . <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112725>
- Hashemiravan, M., Soofyani, Z. Y., & Pourahmad, R. (2015). Chemical Changes in the Quality of Beverage Based on Probiotic Fermented Mixture of Malt Extract and Red Fruit Juices. *International Journal of Review in Life Sciences*, 5(2), 51-57. <https://scienztech.org/index.php/ijrsls/article/view/1013>
- Hosseini, S. V., Shahhosseini, G., Jamali, A., & Ziyaei, K. (2020). Assessment of oil-in-water nanoemulsion based on sunflower oil on the quality of rainbow trout during refrigerated storage. *Journal of Fisheries*, 73(3), 483-496. <https://doi.org/10.22059/jfisheries.2020.312056.1205> (in Persian)

- Irani, M., Homayouni Tabrizi, M., & Ardalan, T. (2021). Evaluation of in vitro antibacterial and antioxidant activity of nanoemulsions synthesized by artemisia aucheri boiss essential oil [Research]. *Studies in Medical Sciences*, 32(2), 134-143. <http://umj.umsu.ac.ir/article-1-5322-en.html> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization [ISIRI]. (2012). *Milk and milk products-Milk-based desserts-Specification and Test method* (ISIRI No. 14681, 1<sup>st</sup> Edition). <https://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=35558> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization [ISIRI]. (2014). *Microbiology of Desert and Jelly Products-specifications and test methods*. <https://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=40758> (in Persian)
- Ishkeh, S. R., Shirzad, H., Asghari, M., Alirezalu, A., Pateiro, M., & Lorenzo, J. M. (2021). Effect of Chitosan Nanoemulsion on Enhancing the Phytochemical Contents, Health-Promoting Components, and Shelf Life of Raspberry (*Rubus sanctus* Schreber). *Applied Sciences*, 11(5), 2224. <https://doi.org/10.3390/app11052224>
- Jafarpour, A. (2017). Feasibility of manufacture and investigation of physicochemical properties of camel milk-based ice cream. *Journal of Scientific Agriculture*. <https://doi.org/10.25081/jsa.2017.v1.838>
- Karimi, M., Sekhavatizadeh, S. S., & Hosseinzadeh, S. (2021). Milk dessert containing *Lactobacillus reuteri* (ATCC 23272) encapsulated with sodium alginate, *Ferula assa-foetida* and Zedo (*Amygdalus scoparia*) gum as three layers of wall materials. *Food and Bioprocess Processing*, 127, 244-254. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2021.03.003>
- Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C., & Candan, F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*, 100(2), 526-534. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.010>
- Marhamatizadeh, M. H., Ehsandoost, E., & Gholami, P. (2013). The influence of green tea (*Camellia sinensis* L.) extract on characteristic of probiotic bacteria in milk and yoghurt during fermentation and refrigerated storage. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(17), 599-606.
- Marsup, P., Yeerong, K., Neimkhum, W., Sirithunyalug, J., Anuchapreeda, S., To-Anun, C., & Chaiyana, W. (2020). Enhancement of Chemical Stability and Dermal Delivery of *Cordyceps militaris* Extracts by Nanoemulsion. *Nanomaterials (Basel)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/nano10081565>
- Nasiri, H., Golestan, L., Shahidi, S.-A., & Darjani, P. (2021). Encapsulation of *Lactobacillus casei* in sodium alginate microcapsules: improvement of the bacterial viability under simulated gastrointestinal conditions using wild sage seed mucilage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(5), 4726-4734. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01022-5>
- Ozogul, Y., Kuley Boğa, E., Akyol, I., Durmus, M., Ucar, Y., Regenstein, J. M., & Köşker, A. R. (2020). Antimicrobial activity of thyme essential oil nanoemulsions on spoilage bacteria of fish and food-borne pathogens. *Food Bioscience*, 36, 100635. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100635>
- Papanikolaou, S., Gortzi, O., Margeli, E., Chinou, I., Galiotou-Panayotou, M., & Lalas, S. (2008). Effect of Citrus essential oil addition upon growth and cellular lipids of *Yarrowia lipolytica* yeast. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(11), 997-1006. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800085>
- Pass, M., Rashidipour, M., Talei, G., & Doosty, B. (2012). Chemical compositions, antibacterial and antioxidant properties of *Echinophora cinerea* essential oil. *Journal of Medicinal Herbs, "J. Med Herb" (Formerly known as Journal of Herbal Drugs or J. Herb Drug)*, 3(2), 67-74. [https://jhd.shahrekord.iau.ir/article\\_633237\\_5ac775439df0cefae7100a582e9f2e96.pdf](https://jhd.shahrekord.iau.ir/article_633237_5ac775439df0cefae7100a582e9f2e96.pdf) (in Persian)
- Pateiro, M., Barba, F. J., Dominguez, R., Sant'Ana, A. S., Mousavi Khaneghah, A., Gavahian, M., . . . Lorenzo, J. M. (2018). Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 113, 156-166. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.014>
- Pimentel, T. C., Gomes de Oliveira, L. I., Carvalho de Souza, R., & Magnani, M. (2021). Probiotic non-dairy frozen dessert: Technological and sensory aspects and industrial challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 107, 381-38. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.008>
- Rezaei Savadkouhi, N., Ariaei, P., & Charmchian Langerodi, M. (2020). The effect of encapsulated plant extract of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) in biopolymer nanoemulsions of *Lepidium perfoliatum* and *Orchis mascula* on controlling oxidative stability of soybean oil. *Food Science & Nutrition*, 8(2), 1264-1271. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1415>

- Sabooni, P., Pourahmad, R., & Adeli, H. R. M. (2018). Improvement of viability of probiotic bacteria, organoleptic qualities and physical characteristics in kefir using transglutaminase and xanthan. *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 17(2), 141-148. <https://doi.org/10.17306/j.afs.0556>
- Safarkhanloo, S., & Abdolmaleki, F. (2022). (The effect of adding kunjak gum on the Chemical, textural and sensory properties of tofu. *Journal of food science and technology(Iran)*, 19(125), 59-72. <https://doi.org/10.22034/FSCT.19.125.59> (in Persian)
- Safdari, Y., Vazifedoost, M., Didar, Z & Hajirostamloo, B. (2021). The Effect of Banana Fiber and Banana Peel Fiber on the Chemical and Rheological Properties of Symbiotic Yogurt Made from Camel Milk. *International Journal of Food Science*, 2021, 5230882. <https://doi.org/10.1155/2021/5230882>
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 978-986. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.027>
- Sanobari, S. (2017). *Formulation of pragmatic yogurt using Echinophora platyloba and investigation of antioxidant, rheological and physicochemical properties of the product during storage* Islamic Azad University of Sabzevar]. (in Persian)
- Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. *Food Microbiol*, 25(1), 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2007.09.003>
- Seuvre, A. M., Turci, C., & Voilley, A. (2008). Effect of the temperature on the release of aroma compounds and on the rheological behaviour of model dairy custard. *Food Chemistry*, 108(4), 1176-1182. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.031>
- Tadros, T., Izquierdo, P., Esquena, J., & Solans, C. (2004). Formation and stability of nano-emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*, 108-109, 303-318. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2003.10.023>
- Tahsiri, Z., Niakousari, M., Khoshnoudi-Nia, S., & Hosseini, S. M. H. (2017). Sensory evaluation of selected formulated milk barberry drinks using the fuzzy approach. *Food Science & Nutrition*, 5(3), 739-749 . <https://doi.org/10.1002/fsn3.454>
- Zarali, M., Hojjati, M., Tahmouzi Didehban, S., & Joynadeh, H. (2015). Investigation effects of Echinophora cinerea Boiss and Stachys lavandulifolia Vahl extracts on quality and sensory attributes of Doogh. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 46(3), 327-337. <https://doi.org/10.22059/ijbse.2015.56873> (in Persian)
- Zolfaghari, A., & Ansari, S. (2020). Physicochemical and microbiological properties of Chaerophyllum, Oliveria and Zataria essential oils and their effects on the sensory properties of a fermented dairy drink, 'doogh'. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1540-1555. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1818777>

## Microbiological, Biochemical, and Organoleptic Properties of Probiotic Dairy Desserts Made from Camel Milk and *Echinophora platyloba* Extract Nanoemulsion

Fatemeh Kalhor<sup>1</sup>, Farzaneh Abdolmaleki<sup>1\*</sup>

1- Department of Food Science and Engineering, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

\* Corresponding author (fa.abdolmaleki@qiau.ac.ir)

### Abstract

This study aimed to produce *Lactobacillus Plantarum* bacteria and the *Echinophora platyloba* extract nanoemulsions by sodium alginate to enrich dairy dessert based on camel milk. For this, the amount of 0.6, 1.25, and 2.5% *Echinophora platyloba* extract was added to dessert. Extract nanoemulsion, dairy desserts physicochemical, microbial, and overall acceptance was tested. The viability of probiotic bacteria was performed on 1, 11, and 21 days in three replications. The results showed the formation of fine and uniform particles. The nanoemulsion of the extract caused more preservation of phenolic compounds and thus increased their antioxidants. The diffusion result shows that *Escherichia coli* and *Candida albicans* were the most resistant and sensitive microorganisms, respectively. The nanoemulsion of the extract showed the MIC and MBC on *Escherichia coli*, *Candida albicans*, and *Aspergillus niger*. However, no statistically significant difference was observed between the MIC of the free and nanoemulsion extract on *Staphylococcus aureus*. Dairy desserts test showed an increase in acidity, ash and overall acceptance, a decrease in pH and moisture with an increase in the concentration of the fine-grained extract, and the storage time. The used extract had no significant effect on the amount of fat and protein in the treatments. The microbial test showed that bacteria did not grow against the microencapsulated extract. An increase in the viability of probiotic bacteria in dairy desserts was also reported. Therefore, dessert milk based on camel milk can be introduced as a beneficial probiotic product.

**Keywords:** Camel milk, Dairy dessert, *Echinophora platyloba* extract, *Lactobacillus Plantarum*, Microencapsulation

