مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی اثر عصاره‌های آبی و اتانولی برگ *مورینگا اولیفرا* بر ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و حسی دوغ گرمادیده بدون گاز

سمانه محسنی[۱]، محمدرضا خانی[۲*]، شادی مهدیخانی[۳]

۱-دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرقدس، ایران

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرقدس، ایران

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرقدس، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۵

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۷/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۰

کلمات کلیدی:

برگ مورینگا اولیفرا،

عصاره آبی،

عصاره اتانولی،

دوغ گرمادیده،

مدت ماندگاری

DOI: 10.48311/fsct.2026.84036.0

* مسئول مکاتبات:

drkhani@iau.ac.ir

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تاثیر افزودن دو عصاره اتانولی و آبی مورینگا اولیفرا به طور جداگانه در غلظت های مختلف (۰/۲، ۰/٤ و ۰/۸ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، میزان دو فاز شدن و ویسکوزیته)، آنتی‌اکسیدانی (محتوای فنل کل و فعالیت مهار رادیکال DPPH)، میکروبی (شمارش کلی میکروبی، کپک و مخمر، استافیلوکوکوس اورئوس، اشریشیا کلی و کلی فرم) و حسی (رنگ، طعم، بو، بافت و پذیرش کلی) دوغ در طی مدت ۴۲ روز نگهداری در یخچال مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد عصاره مورینگا، به‌ویژه در غلظت‌های بالاتر، موجب افزایش معنی‌دار pH، ویسکوزیته، محتوای فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمارهای دوغ نسبت به شاهد شدند و میزان اسیدیته، دو فاز شدن، شمارش کلی میکروبی و شمارش کپک و مخمر را کاهش دادند ($p<0.05$). همچنین با افزایش زمان نگهداری، میزان pH، ویسکوزیته و خاصیت آنتی‌اکسیدانی کاهش یافت، در حالی که اسیدیته، دو فاز شدن و بار میکروبی افزایش پیدا کرد ($p<0.05$). شمارش کلی‌فرم، اشریشیا کلی و استافیلوکوکوس اورئوس تا روز ۴۲ در تمامی نمونه‌ها منفی بود. ویژگی‌های حسی به‌جز رنگ، تحت تأثیر غلظت عصاره و زمان نگهداری قرار گرفتند؛ به‌طوری که افزایش غلظت عصاره منجر به بهبود طعم، بو، بافت و پذیرش کلی شد، اما رنگ تغییر معنی‌داری نداشت. در مقایسه دو عصاره مورد بررسی، تیمارهای دوغ حاوی عصاره اتانولی عملکرد بهتری در بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی نسبت به عصاره آبی داشتند، اما تفاوت معنی‌داری در ویژگی‌های حسی مشاهده نشد ($p>0.05$). در نهایت می‌توان استفاده از عصاره‌های مورینگا اولیفرا را به‌عنوان یک نگهدارنده طبیعی برای بهبود ماندگاری دوغ توصیه نمود و تیمارهای حاوی ۰/۸ درصد عصاره آبی یا اتانولی مورینگا به‌عنوان تیمارهای برتر معرفی می‌شوند.

۱-مقدمه

دوغ، یکی از نوشیدنی‌های لبنی تخمیری سنتی است که از ترکیب ماست، آب و نمک تهیه شده و گاهی اسانس‌های طبیعی گیاهی به آن افزوده می‌شود. این نوشیدنی که در کشورهای مختلفی مانند ایران و ترکیه به‌طور گسترده مصرف می‌شود، به دلیل طعم مطبوع و خواص گوارایی، جایگاه ویژه‌ای در رژیم غذایی دارد [1]. دوغ نه تنها به‌دلیل قابلیت هضم بالاتر نسبت به شیر، بلکه به‌واسطه دارا بودن ویتامین‌ها و مواد معدنی فراوان، به‌عنوان جایگزینی سالم برای نوشابه‌های گازدار شناخته شده است. همچنین مصرف دوغ پس از وعده‌های غذایی می‌تواند رشد باکتری‌های بیماری‌زا را مهار کرده و جمعیت باکتری‌های مفید دستگاه گوارش را تقویت کند [2].

با وجود این، دوغ به دلیل pH پایین و مواد مغذی غنی، محیط مناسبی برای رشد کپک‌ها، مخمرها و باکتری‌ها است. فساد میکروبی در این محصول می‌تواند منجر به تغییرات نامطلوب در طعم، بو و ماندگاری آن شود و چالشی جدی در صنعت لبنیات ایجاد کند. استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی مانند اسید سوربیک و بنزوئیک یکی از روش‌های رایج کنترل فساد میکروبی در برخی از مواد غذایی است اما در دوغ مجاز نیست و نگرانی‌های مرتبط با ایمنی این مواد، نیاز به جایگزین‌های طبیعی را ضروری می‌سازد [3].

عصاره‌های گیاهی به دلیل دارا بودن فعالیت‌های ضد میکروبی، ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی، به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای استفاده در محصولات غذایی مورد توجه قرار گرفته‌اند [4]. ترکیبات زیست‌فعال موجود در گیاهان مانند فلاونوئیدها و فنولیک‌ها، علاوه بر بهبود ویژگی‌های فیزیکو شمیایی و حسی محصولات، می‌توانند به مهار رشد میکروارگانیسم‌ها کمک کنند [5, 6].

مورینگا اولیفرا که به درخت معجزه نیز معروف است، یکی از گیاهانی است که به دلیل خواص دارویی و ارزش غذایی بالا مورد توجه قرار گرفته است [7, 8]. برگ‌های این گیاه سرشار از ویتامین‌ها، مواد معدنی، آنتی‌اکسیدان‌ها و ترکیبات زیست‌فعال هستند و در درمان بیماری‌های مختلفی از جمله عفونت‌های پوستی، کم‌خونی، دیابت و برونشیت استفاده می‌شوند [9]. تحقیقات نشان داده‌اند که عصاره‌های مورینگا، به‌ویژه در برگ‌های آن، حاوی ترکیباتی نظیر ان-هگزا دکانوئیک اسید و سیس-واکسنیک اسید هستند که اثرات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی دارند [7]. در سال‌های اخیر استفاده از عصاره‌های مورینگا به‌عنوان افزودنی‌های زیست‌فعال در محصولات غذایی مانند ماست، ناگت گوشت و برخی مواد غذایی دیگر، بسیار مورد توجه قرار گرفته است [10, 11]. این عصاره‌ها علاوه بر بهبود کیفیت تغذیه‌ای، می‌توانند ویژگی‌های حسی و ماندگاری محصولات را نیز بهبود دهند [12].

لذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر عصاره‌های آبی و اتانولی برگ *مورینگا اولیفرا* به‌عنوان یک نگهدارنده طبیعی در دوغ گرمادیده بدون گاز انجام شده است و اثرات این عصاره‌ها بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی دوغ طی دوره نگهداری در یخچال مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱. مواد اولیه

برگ خشک مورینگا اولیفرا از شرکت سبز رویان (دزفول، ایران) خریداری شد. مواد مورد نیاز برای تولید دوغ شامل شیر کم چرب، شیر خشک بدون چربی و پودر کنسانتره پروتئین شیر (شرکت پگاه، ایران)، کشت میکروبی آغازگر (شرکت کریستین هانسن، دانمارک) و نمک (شرکت گلها، ایران) بودند. همچنین مواد شیمیایی مورد نیاز برای انجام آزمون‌ها شامل اتانول، اسید گالیک، فولین-سیوکالتیو، هیدروکسید سدیم و محیط‌های کشت میکروبی از شرکت مرک (آلمان) تهیه گردید.

۲-۲. روش تهیه عصاره‌های اتانولی و آبی از برگ *مورینگا اولیفرا*

برگ‌های خشک شده گیاه *مورینگا اولیفرا* توسط آسیاب خانگی به پودر تبدیل شد و سپس با الک مش ۶۰ صاف

گردید. به منظور تهیه عصاره آبی میزان ۱۰ گرم پودر برگ مورینگا در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ٢٤ ساعت در دمای محیط خیسانده شد. سپس محلول به وسیله فیلتر کاغذی صاف شد. همچنین جهت تهیه عصاره اتانولی ۸۰ درصد، میزان ۱۰۰ گرم پودر خشک تهیه شده در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ غوطه‌ور شده و به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط شد و به مدت ٢٤ ساعت در دمای اتاق قرار داده و مرتباً با یک میله شیشه‌ای هم‌زده شد. سپس محلول حاصل با کاغذ صافی (واتمن شماره ۱) فیلتر شد. محلول‌های صاف شده با استفاده از دستگاه تبخیرکننده چرخشی[1] تا حذف کامل حلال در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد تغلیظ شدند [13, 14].

۲-۳. بررسی فعالیت ضدمیکروبی عصاره‌های *مورینگا اولیفرا*

بدین منظور سوش‌های دو باکتری *اشریشیا کلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* و دو قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و *ساکارومایسس سرویزیه* بصورت لیوفیلیزه از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد و به عنوان نمونه کنترل آزمایش از آنتی‌بیوتیک استرپتومایسین استفاده گردید. برای تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی[2] (MIC) از روش رقیق سازی تست های حساسیست ضدمیکروبی استفاده شد.در این مطالعه، چاهک نمونه کنترل منفی فاقد ارگانیسم بود، در حالی که چاهک کنترل مثبت حاوی ارگانیسم بود. غلظت نهایی در چاهک ها از ۰/۱۲ گرم بر میلی لیتر تا ۲۵۰ گرم در میلی لیتر متغیر بود. برای تعیین حداقل غلظت کشندگی باکتری[3] (MBC) و حداقل غلظت کشندگی قارچ[4] (MFC)، تلقیح از چاهک‌های MIC و چاهک های غلظت بالاتر گرفته شد و سپس برای باکتری‌ها به محیط مولر هینتون آگار استریل اضافه و در ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت گرمخانه گذاری گردید و برای قارچ‌ها به سابرو دکستروز آگار استریل اضافه شد که برای ساکارومایسس سرویزیه در ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت و برای آسپرژیلوس نایجر در همان دما به مدت ۵ تا ۷ روز در انکوباتور (Memmert IPP55، آلمان) گرمخانه گذاری شدند. سپس نشانگر تیازولیل بلو تترازولیوم بروماید (TBTB) به چاهک‌های کنترل مثبت و منفی اضافه شد و تغییر رنگ در محول مورد بررسی قرار گرفت. کمترین غلظت بدون رشد به عنوان MBC و MFC پذیرفته شد [15, 16].

۲-٤. روش تولید نمونه های دوغ

نمونه‌های دوغ به روش صنعتی در کارخانه دوماس لبن تولید شدند. ابتدا چربی شیر خام تا ۲/۵ درصد استاندارد شد و به آن ۲ درصد شیر خشک و ۱/۵ درصد کنسانتره پروتئین شیر برای تنظیم ماده خشک اضافه شد. پس از هموژناسیون شیر با فشار ۱۵۰ تا ۲۰۰ بار در دمای ٦٥-٦٠ درجه سانتی‌گراد، شیر به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد تیمار حرارتی شد. پس از سرد شدن تا ٤٢ درجه سانتی‌گراد، استارترهای لاکتیکی شامل استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی بولگاریکوس مطابق دستورالعمل شرکت سازنده به شیر اضافه شدند و تا رسیدن به pH ٤/٦ گرمخانه‌گذاری انجام شد. ماست تولیدشده به‌خوبی هم‌زده و با آب تصفیه شده (نسبت ۵۰:۵۰) و ۰/۸ درصد نمک ترکیب شد تا ماده خشک به ۳/۲ درصد برسد. سپس مخلوط در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد پیش‌گرم و با فشار ۱۱۰ بار در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد هموژن و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه پاستوریزه شد. در نهایت، نمونه‌ها تا دمای ۸ درجه سانتی‌گراد خنک شدند [17]. نمونه‌های دوغ در هفت گروه تقسیم شده و عصاره‌های آبی

1-Rotary evaporator
2-Minimum inhibitory concentration
3-Minimum bactericidal concentration
4-Minimum fungicidal concentration

و اتانولی مورینگا هر یک به طور جداگانه در غلظت‌های ۰/۲، ۰/٤ و ۰/۸ درصد به شش گروه اضافه شدند و یک گروه نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نمونه‌ها در بطری‌های پلی‌پروپیلن ۳۰۰ میلی‌لیتری بسته‌بندی و به مدت ٤۲ روز در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ارزیابی فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی نمونه‌ها در روزهای ۱، ۷، ۱٤، ۲۱، ۲۸، ۳۵ و ٤۲ انجام شد.

۲-۵. ارزیابی میزان فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره های مورینگا و نمونه های دوغ

۲-۵-۱. اندازه گیری فنل کل

محتوای فنل کل عصاره‌های *مورینگا اولیفرا* و نمونه‌های دوغ با روش فولین–سیوکالتیو تعیین شد. ۱۰ گرم از هر نمونه با ۹۰ میلی‌لیتر محلول متانول-آب (۵۰/۵۰) مخلوط و به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق تحت هم‌زدن قرار گرفت. پس از فیلتراسیون و سانتریفیوژ، مایع رویی جمع‌آوری و محتوای فنل کل به صورت میلی‌گرم معادل اسید گالیک در صد گرم (mgGAE/100g)اندازه‌گیری شد. جذب در ۷٦۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر (Jenway 6705 UV/Vis، انگلیس) ثبت و منحنی کالیبراسیون با استفاده از اسید گالیک ایجاد شد [13, 18].

۲-۵-۲. سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی

برای سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی از آزمون فعالیت مهار رادیکال DPPH استفاده شد. به این منظور ۱ گرم از نمونه در اتانول ۹۵ درصد رقیق شد. سپس نمونه‌های رقیق‌شده پس از اختلاط کامل در ٤٤۰ بر شتاب گرانش به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. ۱۰۰ میکرومولار محلول DPPH در متانول تهیه و به ۱۰۰ میکرولیتر نمونه به نسبت یک به یک در یک صفحه ۹٦ چاهکی اضافه شد. پس از ۳۰ دقیقه انکوباسیون، فعالیت مهار رادیکال DPPH نمونه ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر (Jenway 6705 UV/Vis، انگلیس) اندازه‌گیری شد درصد کاهش جذب نمونه نسبت به شاهد به‌عنوان فعالیت مهارکنندگی نسبی (IC50) محاسبه و نتایج به صورت درصد مهار رادیکال‌های آزاد گزارش شد [13, 18].

۲-٦. آزمون‌های فیزیکوشیمیایی نمونه های دوغ

اندازه‌گیری pH با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال (۷۸۰ Metrohm، سوئیس) انجام شد. برای تعیین اسیدیته، تیتراسیون نمونه‌ها با استفاده از محلول استاندارد هیدروکسید سدیم و معرف فنل فتالئین صورت گرفت و مقدار اسیدیته بر حسب درجه دورنیک گزارش شد [19].

ویسکوزیته نمونه‌ها در ۱±۲۳ درجه سانتی‌گراد با استفاده از ویسکومتر (DVE Brookfield، آمریکا) در سرعت های برشی ۱۰ تا ۲۰۰ دور بر دقیقه (وابسته به مقدار گشتاور) بر اساس واحد سانتی پوآز اندازه گیری شدند [20].

اندازه گیری میزان دو فاز شدن نمونه‌ها با استفاده از لوله‌های فالکون ۵۰ میلی لیتری (مشابه از نظر شکل و اندازه) انجام شد و به میزان مساوی از هر نمونه داخل لوله ریخته شده و به مدت ٤۸ ساعت در یخچال بدون هیچگونه تکانی نگهداری شدند. بعد از این مدت میزان فاز سرمی یعنی حجم سرم جدا شده از سطح لوله فالکون تا خط ایجاد شده بین دو فاز بر حسب میلی لیتر اندازه گیری شده و نسبت آن به کل حجم اولیه نمونه دوغ (میزان فاز سرمی جدا شده تقسیم بر میزان اولیه دوغ ضرب در ۱۰۰) به عنوان درصد میزان دو فاز شدن گزارش شد [21].

۲-۷. آزمون‌های میکروبی نمونه های دوغ

ابتدا برای آزمون های میکروبی، ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه‌های دوغ با ۹۰ میلی‌لیتر پپتون واتر استریل رقیق شده و رقت‌های اعشاری مورد نیاز تهیه شدند. برای شمارش کلی

میکروارگانیسم‌ها در نمونه‌های دوغ، ۰/۱ میلی لیتر از رقت‌های تهیه شده به روش کشت سطحی بر روی محیط کشت پلیت کانت آگار کشت داده شدند. پس از انکوباسیون به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور (Memmert IPP55، آلمان) ، تعداد کلنی‌ها بر حسب cfu/mL شمارش شدند [22].

برای شمارس کپک و مخمر در نمونه‌های دوغ، ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت‌های تهیه شده توسط سمپلر به محیط کشت سابورو دکستروز آگار حاوی کلرامفنیکل منتقل و کشت سطحی داده شدند. انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵-۷ روز در انکوباتور انجام شد و تعداد کلنی‌های تشکیل شده شمارش گردید [3].

برای شمارش باکتری‌های کلی فرم، ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت-های تهیه شده توسط سمپلر به محیط کشت ویولت رد بایل گلوکز آگار منتقل و از روش کشت سطحی استفاده شد. گرمخانه گذاری پلیت ها در ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٢٤ ساعت در انکوباتور انجام شد [23].

برای جداسازی و شمارش استافیلوکوکوس‌اورئوس، ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت‌های تهیه شده توسط سمپلر به محیط کشت برد پارکر آگار منتقل و از روش کشت سطحی استفاده شد و به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه-گذاری شدند [3].

برای جداسازی و شمارش اشریشیا کلی، ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت‌های تهیه شده توسط سمپلر به محیط کشت سوربیتول-مک‌کانکی آگار منتقل و از روش کشت سطحی استفاده شد و به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در گرمخانه‌گذاری شدند [3].

۲-۸. ارزیابی ویژگی های حسی

ارزیابی ویژگی‌های طعم، بو، بافت، رنگ و پذیرش کلی توسط ۱۰ ارزیاب آموزش‌دیده و با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه ای انجام شد که امتیاز ۱ غیرقابل مصرف، ۲ غیرقابل قبول، ۳ قابل قبول، ٤ رضایت‌بخش و ۵ بسیار رضایت‌بخش درنظر گرفته شد [3].

۲-۹. روش تجزیه و تحلیل آماری داده ها

برای این تحقیق از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تمام آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شده و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ١٦ انجام شد. برای بررسی معنی داری اثر متغیرهای مورد مطالعه از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌های معنی‌دار از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Microsoft Excel نسخهٔ ٢٠١٦ استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱. نتایج MIC، MBC و MFC عصاره‌های *مورینگا اولیفرا*

میزان حداقل غلظت مهارکنندگی و کشندگی عصاره های *مورینگا اولیفرا* روی باکتری ها و قارچ ها مورد مطالعه در جدول شماره ۱ ارائه شده است. نتایج حاکی از فعالیت ضد میکروبی هر دو عصاره *مورینگا اولیفرا* در برابر گونه های باکتریایی و قارچی می‌باشد که با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند ($p>0.05$). با این حال، مشاهده گردید که اثر ضدباکتریایی عصاره مورینگا از اثر ضدقارچی آن بیشتر است. همچنین در بین باکتری های بیماریزای مورد مطالعه، روی *اشریشیا کلی* موثرتر از *استافیلوکوکوس اورئوس* بوده و در بین قارچ ها مورد بررسی روی مخمر *ساکارومایسس سرویزیه* موثرتر از کپک *آسپرژیلوس نایجر* بوده است.

این عصاره با مهار رشد و تداخل با عملکرد سلول های باکتریایی، اثرات ضد باکتریایی قابل توجهی را علیه پاتوژن هایی مانند *اشریشیا کلی* نشان داده است. این یافته ها استفاده بالقوه و اثرات هم افزایی با آنتی بیوتیک ها را برای مبارزه با

سویه های باکتریایی مقاوم نشان می دهد [24]. این اثرات می‌تواند به دلیل ترکیبات زیست فعال و برخی از متابولیت‌های ثانویه موجود در برگ *مورینگا اولیفرا* باشد که غشای سلولی باکتری را مختل می کند یا آنزیم های ضروری را مهار می کند [25]. در یک تحقیق Prasajak و همکاران (۲۰۲۱) فعالیت‌های ضد میکروبی عصاره برگ و غلاف *مورینگا اولیفرا* را مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند که عصاره غلاف مورینگا بالاترین فعالیت ضد باکتریایی را در برابر همه سویه‌های باکتریایی آزمایش‌شده از جمله *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سرئوس*، *اشریشیا کلی* و *سالمونلا تیفی موریوم* با کمترین MIC (۱/۵۶ µg/mL) و MBC (۳/۱۳ µg/mL) نشان داد [26]. همچنین در تحقیقی که توسط Mohammed و همکاران (۲۰۲٤) روی بررسی فعالیت ضد قارچی عصاره *مورینگا اولیفرا* انجام شد، مقادیر MIC و MFC را به ترتیب ٤٤/۲ µg/mL و ٥٦ µg/mL در برابر آسپرژیلوس نایجر نشان داد و این فعالیت ضد قارچی به ترکیبات زیست فعال مانند تانن ها، فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی موجود در عصاره اتانولی گیاه نسبت داده شد [27]. علت تفاوت نتایج تحقیقات مختلف با تحقیق حاضر می‌تواند به دلیل نوع متفاوت واریته مورینگای مورد استفاده و به علت اختلاف در نوع و نحوه عصاره‌گیری و انکوباسیون مربوط باشد.

Table 1. Antimicrobial effects of ethanolic and aqueous extracts of *Moringa oleifera*

Microbial strain	Moringa ethanolic extract		Moringa aqueous extract	
	MIC (µg/mL)	MBC/MFC (µg/mL)	MIC (µg/mL)	MBC/MFC (µg/mL)
Escherichia coli	0.125	0.25	0.1	0.25
Staphylococcus aureus	0.25	0.5	0.25	0.5
Aspergillus niger	125	125	125	125
Saccharomyces cerevisiae	0.5	1	0.5	1

۲-۳. نتایج میزان فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره *مورینگا اولیفرا*

محتوای فنل کل عصاره های اتانولی و آبی گیاه *مورینگا اولیفرا* به ترتیب ۰/۵ ± ۸۰/۳۹ mg GAE/100g و ۰/۷ ± ۷۳/۵۲ و خاصیت آنتی اکسیدانی (IC50) عصاره های اتانولی و آبی گیاه *مورینگا اولیفرا* به ترتیب ۱/۲ ± ۸۰/۸٤ و ۱/٤ ± ۷۷/۵۱ درصد بدست آمد که حاکی از بیشتر بودن میزان ترکیبات فنلی در عصاره اتانولی و به طبع آن فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر این عصاره در برابر رادیکال DPPH نسبت به عصاره آبی مورینگا می‌باشد ($p<0.05$). این امر به دلیل وجود ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای بیشتر در عصاره اتانولی مورینگا است که قابلیت مهار رادیکال‌های آزاد را دارند [13, 28].

نتایج مطالعه انجام شده توسط Moyo و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد مقدار ترکیب فلاونوئیدها، فلاونول‌ها، فنول‌ها و پروآنتوسیانیدین‌های موجود در اسانس *مورینگا اولیفرا* استخراج شده به وسیله استون بیشتر از اسانس استخراج شده به وسیله آب در این گیاه بوده است[28]. در تحقیق El-Gammal و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که عصاره آبی مورینگا حاوی مقدار ترکیبات فنولی کل mg GAE/g ۳٤۰/۸۲ و همچنین دارای IC50 برابر با ۷۵/۸۲ درصد بود و بنابراین افزودن عصاره *مورینگا اولیفرا* به ماست توانست ارزش غذایی آن را افزایش دهد [13]. همچنین Prasajak و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی محتوای فنلی و مهار رادیکال‌های آزاد عصاره برگ و غلاف *مورینگا اولیفرا* بیان کردند که عصاره آبی برگ بالاترین سطح فنلی کل (mg

GAE/g ٦٧/١٨) را در مقایسه با عصاره آبی غلاف (mg GAE/g ٥٥/١٧) نشان داد. همچنین عصاره برگ قوی ترین فعالیت آنتی اکسیدانی را در برابر رادیکال های DPPH با IC50 برابر ٨٥/٤٩ درصد داشت که این نتایج با تحقیق حاضر همخوانی دارند [26].

۳-۳. نتایج میزان فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های دوغ حاوی عصاره *مورینگا اولیفرا*

بر اساس نتایج آنالیز آماری (جدول ۲)، اثر عصاره های مورینگا، زمان نگهداری و اثر متقابل متغیرها بر میزان محتوای فنل کل و خاصیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های دوغ معنی‌دار بود ($p<0.05$). ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی نشان داد که با افزایش غلظت عصاره‌های مورینگا در دوغ، میزان محتوای فنلی و فعالیت مهارکنندگی رادیکال DPPH افزایش یافت، به طوری که تیمارهای $E_{0.8}$ و $A_{0.8}$ (به ترتیب حاوی ۰/۸ درصد عصاره اتانولی و آبی مورینگا اولیفرا) از بالاترین فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخوردار بودند و نمونه شاهد کمترین میزان فنل و خاصیت آنتی اکسیدانی را داشت. همچنین با افزایش مدت زمان نگهداری میزان محتوای فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی در تمامی نمونه‌ها به طور معنی داری کاهش یافت ($p<0.05$). لازم به ذکر است که همه تیمارهای حاوی عصاره اتانولی در طول مدت نگهداری نسبت به تیمارهای عصاره آبی مورینگا در غلظت یکسان به طور معنی دار از محتوای فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی بیشتری برخوردار بودند ($p<0.05$).

خاصیت به دام اندازی رادیکال آزاد DPPH عصاره های گیاهی احتمالاً به دلیل توانایی هیدروژن دهی گروه های هیدروکسیلی ترکیبات فنلی موجود در آنها است. کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی در طی نگهداری می‌تواند به دلیل کم شدن ترکیبات فنلی و آنتوسیانین های ناشی از عصاره و به علت تشکیل کمپلکس میان ترکیبات فنلی و پروتئین‌های نمونه باشد [29, 30, 31]. محتوای پلی فنل ها نیز با گذشت زمان به کندی کاهش می یابد که علت آن، فعالیت متابولیکی باکتریایی و آنزیم پلی فنل اکسیداز می‌باشد [32]. در حقیقت کاهش ترکیبات فنلی را می‌توان به تجزیه آن ها و به هیدرولیز پلی فنل ها به اسیدهای آروماتیک نظیر فنیل استیک، فنیل پروپیونیک و اسید های بنزوئیک توسط باکتری های لاکتیکی نسبت داد [31]. در تحقیق محمدی و اسماعیل پور (١٤٠٠) و حاصلی و همکاران (١٤٠١)، به ترتیب در بررسی ویژگی های آنتی اکسیدانی دوغ حاوی عصاره گزنه و عصاره الکلی مفرا گزارش کردند که با افزودن هر یک از عصاره های گیاهی مورد مطالعه، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی دوغ نسبت به گروه کنترل افزایش یافت و در طی مدت زمان نگهداری خاصیت آنتی اکسیدانی کاهش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارند [33, 34].

Table 2. Effects of *Moringa oleifera* extracts on phenolic content and DPPH radical scavenging activity of doogh samples (Mean±Standard deviation)

Test	Treatment	Storage Days						
		1	7	14	21	28	35	42
Phenolic content (mgGAE /100g)	C	27.59±0.04^{Ag}	22.37±0.01^{Bg}	20.45±0.01^{Cg}	17.59±0.03^{Dg}	15.93±0.05^{Eg}	12.55±0.04^{Fg}	7.72±0.11^{Gg}
	$E_{0.2}$	32.92±0.06^{Ae}	28.51±0.03^{Be}	24.35±0.04^{Ce}	20.24±0.04^{De}	17.42±0.04^{Ee}	14.49±0.03^{Fe}	10.26±0.04^{Ge}
	$E_{0.4}$	38.53±0.05^{Ac}	33.98±0.06^{Bc}	28.44±0.04^{Cc}	24.19±0.03^{Dc}	19.65±0.04^{Ec}	16.51±0.04^{Fc}	13.91±0.04^{Gc}
	$E_{0.8}$	42.71±0.04^{Aa}	37.86±0.04^{Ba}	33.59±0.04^{Ca}	27.68±0.05^{Da}	23.41±0.04^{Ea}	20.16±0.02^{Fa}	17.57±0.04^{Ga}
	$A_{0.2}$	32.42±0.06^{Af}	28.24±0.04^{Bf}	24.20±0.02^{Cf}	20.14±0.02^{Df}	17.26±0.04^{Ef}	14.34±0.03^{Ff}	10.11±0.04^{Gf}
	$A_{0.4}$	38.30±0.04^{Ad}	33.65±0.04^{Bd}	28.19±0.01^{Cd}	24.10±0.03^{Dd}	19.50±0.03^{Ed}	16.36±0.03^{Fd}	13.56±0.04^{Gd}
	$A_{0.8}$	42.36±0.03^{Ag}	37.49±0.04^{Bb}	33.28±0.04^{Cb}	27.40±0.03^{Db}	23.24±0.04^{Eb}	20.09±0.04^{Fb}	17.35±0.05^{Gb}
DPPH (IC50)	C	14.84±0.03^{Ga}	18.96±0.04^{Fa}	22.19±0.04^{Ea}	26.81±0.04^{Da}	32.04±0.08^{Ca}	35.15±0.05^{Ba}	39.09±0.10^{Aa}
	$E_{0.2}$	12.30±0.03^{Gc}	16.50±0.03^{Fc}	19.38±0.05^{Ec}	23.15±0.04^{Dc}	27.41±0.04^{Cc}	32.58±0.06^{Bc}	35.72±0.04^{Ac}
	$E_{0.4}$	8.38±0.04^{Ge}	14.81±0.04^{Fe}	17.00±0.02^{Ee}	20.40±0.04^{De}	24.18±0.04^{Ce}	28.28±0.05^{Be}	32.03±0.04^{Ae}
	$E_{0.8}$	5.84±0.03^{Gg}	11.31±0.02^{Fg}	14.70±0.02^{Eg}	17.20±0.06^{Dg}	21.39±0.04^{Cg}	24.83±0.05^{Bg}	27.15±0.04^{Ag}
	$A_{0.2}$	12.40±0.02^{Gb}	16.89±0.03^{Fb}	19.71±0.03^{Eb}	23.51±0.10^{Db}	27.79±0.06^{Cb}	32.92±0.04^{Bb}	35.97±0.04^{Ab}
	$A_{0.4}$	8.90±0.04^{Gd}	14.99±0.03^{Fd}	17.10±0.02^{Ed}	20.99±0.14^{Dd}	24.63±0.05^{Cd}	28.87±0.13^{Bd}	32.18±0.04^{Ad}
	$A_{0.8}$	6.00±0.02^{Gf}	11.89±0.04^{Ff}	15.00±0.06^{Ef}	17.90±0.02^{Df}	21.80±0.02^{Cf}	25.08±0.02^{Bf}	27.64±0.05^{Af}

A-G: Different capital letters in each row indicate significant differences between days of storage ($p<0.05$).
a-g: Different lowercase letters in each column indicate significant differences between doogh samples ($p<0.05$).
(C: control, $E_{0.2}$: 0.2% ethanolic extract, $E_{0.4}$: 0.4% ethanolic extract, $E_{0.8}$: 0.8% ethanolic extract, $A_{0.2}$: 0.2% aqueous extract, $A_{0.4}$: 0.4% aqueous extract, $A_{0.8}$: 0.8% aqueous extract)

۴-۳. نتایج ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های دوغ حاوی عصاره *مورینگا اولیفرا*

۴-۱-۳. نتایج میزان pH و اسیدیته

بر اساس نتایج بدست آمده (نمودارهای ۱ و ۲)، میزان pH و اسیدیته در نمونه‌های مختلف و در روزهای مختلف نگهداری با یکدیگر اختلاف آماری معنی داری داشتند ($p<0.05$).تیمارهای حاوی عصاره *مورینگا اولیفرا* بالاترین pH و کمترین میزان اسیدیته را دارا بودند و نمونه شاهد کمترین pH و بیشترین میزان اسیدیته را داشت. نتایج اندازه گیری pH نشان داد که تیمارهای $E_{0.8}$ و $E_{0.4}$ (به ترتیب حاوی ۰/۸ و ۰/٤ درصد عصاره اتانولی *مورینگا اولیفرا*) و $A_{0.8}$ (حاوی ۰/۸ درصد عصاره آبی *مورینگا اولیفرا*) در طول مدت نگهداری دارای بیشترین میزان pH و کمترین میزان اسیدیته بودند اما نمونه شاهد دارای کمترین میزان pH و بیشترین اسیدیته بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشتند ($p<0.05$). همچنین در مقایسه دو نوع عصاره استفاده شده، عمدتاً تیمارهای حاوی عصاره اتانولی نسبت به تیمارهای عصاره آبی *مورینگا* در غلظت یکسانه طور معنی داری از میزان pH بالاتر و اسیدیته پایین تری برخوردار بودند. بیشتر بودن میزان pH در نمونه‌های تیمار شده می‌تواند به دلیل خاصیت قلیایی عصاره و کاهش فعالیت میکروبی ناشی از عصاره مورد استفاده باشد [35, 36].

همان طور که ملاحظه می‌شود با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان pH در تمامی نمونه های دوغ کاهش و اسیدیته افزایش یافت ($p<0.05$). زیرا افزایش مدت نگهداری باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و تبدیل بیشتر لاکتوز به اسید لاکتیک می‌شود که به کاهش pH و افزایش اسیدیته منجر می‌گردد [17]. به طور کلی می‌توان بیان کرد که در زمان تخمیر و در طی نگهداری روند افزایش اسیدیته و کاهش pH در محصول حتی تا pH< ۳/۵ ادامه خواهد یافت و باکتری لاکتوباسیلوس بولگاریکوس همراه با برخی دیگر از باکتری های مولد اسید قادر به بیش اسید سازی در محصول دوغ همچون ماست نیز می باشند [35, 36]. در تحقیقات دیگری که در دوغ از عصاره های گیاهی نظیر عصاره‌های

رازیانه، خوشاریزه، چای کوهی، شوید و سیر استفاده شده است [17, 36, 37] ، به طور مشابه افزایش اسیدیته و کاهش pH با افزایش مدت زمان نگهداری گزارش شده است اما نسبت به نمونه شاهد از روند کندتری برخوردار بوده‌اند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارند.

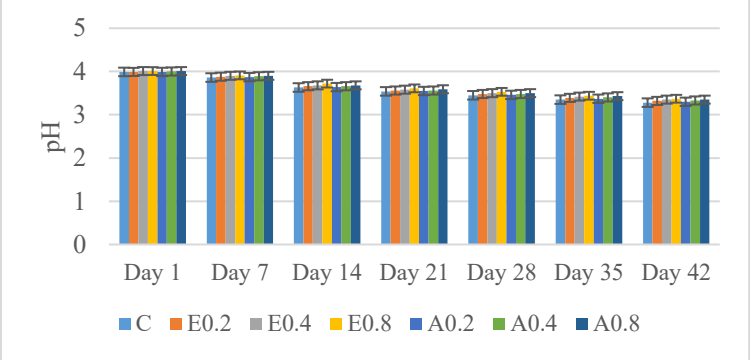

Fig 1. Effect of *Moringa oleifera* extracts on pH of doogh samples

(C: control, $E_{0.2}$: 0.2% ethanolic extract, $E_{0.4}$: 0.4% ethanolic extract, $E_{0.8}$: 0.8% ethanolic extract, $A_{0.2}$: 0.2% aqueous extract, $A_{0.4}$: 0.4% aqueous extract, $A_{0.8}$: 0.8% aqueous extract)

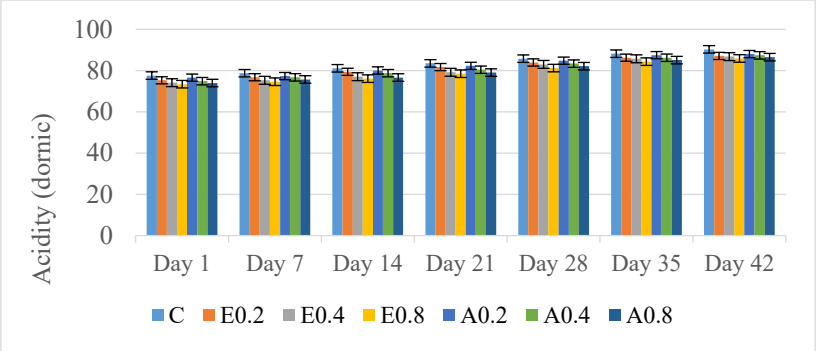

Fig 2. Effect of *Moringa oleifera* extracts on acidity of doogh samples

(C: control, $E_{0.2}$: 0.2% ethanolic extract, $E_{0.4}$: 0.4% ethanolic extract, $E_{0.8}$: 0.8% ethanolic extract, $A_{0.2}$: 0.2% aqueous extract, $A_{0.4}$: 0.4% aqueous extract, $A_{0.8}$: 0.8% aqueous extract)

۲-٤-۳. نتایج میزان ویسکوزیته

نتایج اندازه گیری ویسکوزیته (نمودار ۳) نشان داد که با افزایش غلظت عصاره های مورینگا در دوغ میزان ویسکوزیته افزایش یافت، به طوریکه بیشترین ویسکوزیته در تیمار حاوی ۰/۸ درصد عصاره اتانولی (۱۳۱/۰۳cp) و تیمار حاوی ۰/۸ درصد عصاره آبی (۱۳۱/۲٤cp) در روز اول مشاهده شد که با نمونه شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند ($p<0.05$). با این حال، با افزایش مدت زمان نگهداری ویسکوزیته در تمامی نمونه‌ها کاهش یافت ($p<0.05$). ترکیبات فنلی موجود در عصاره های گیاهی به دلیل دارا بودن ساختارهای آبدوست و آبگریز سبب ایجاد پیوند مابین کازئین ها و آب شده که باعث می شود در مقابل نیروی خارجی وارد شده مقاومت بیشتری کرده و در نتیجه از ویسکوزیته بالاتری برخوردار باشند [38].

با گذشت زمان و با افزایش اسیدیته و رسیدن pH به نقطه ایزوالکتریک هر یک از پروتئین های شیر، پروتئین های موجود در دوغ دناتوره و شکسته شده، میزان اتصال آب کمتر شده، میزان آب اندازی بیشتر و ویسکوزیته کمتر می شود. در تحقیقات دیگر نیز افزودن ترکیبات گیاهی نظیر عصاره و پودر گیاه ملیس و اسانس ریزپوشانی شده بولاغ اوتی وحشی و شوید موجب افزایش ویسکوزیته در دوغ شدند اما مدت زمان نگهداری سبب کاهش ویسکوزیته شده است که این نتایج با یافته های تحقیق حاضر مطابقت دارند [39, 40].

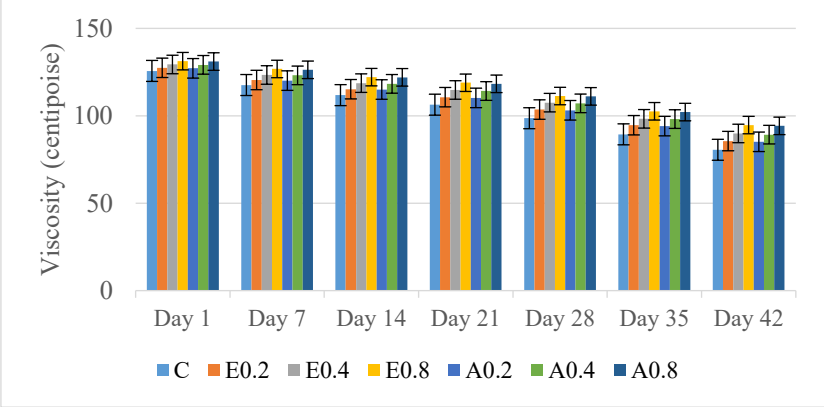

Fig 3. Effect of *Moringa oleifera* extracts on viscosity of doogh samples

(C: control, $E_{0.2}$: 0.2% ethanolic extract, $E_{0.4}$: 0.4% ethanolic extract, $E_{0.8}$: 0.8% ethanolic extract, $A_{0.2}$: 0.2% aqueous extract, $A_{0.4}$: 0.4% aqueous extract, $A_{0.8}$: 0.8% aqueous extract)

۳-٤-۳. نتایج میزان دو فاز شدن

بر اساس نتایج بدست آمده (نمودار ٤)، میزان دو فاز شدن در نمونه‌های مختلف و در روزهای متفاوت نگهداری با یکدیگر اختلاف آماری معنی داری داشتند (P<۰/۰۵). تیمارهای حاوی غلظت های بالاتر عصاره های *مورینگا اولیفرا* (تیمارهای $E_{0.8}$ و $A_{0.8}$)، بویژه عصاره اتانولی، از میزان دو فاز شدن کمتری برخوردار بوده و نمونه شاهد بیشترین میزان دو فازشدن را نشان داد. همچنین با افزایش مدت زمان نگهداری میزان دو فازشدن در تمامی نمونه ها تا روز ٤۲ نگهداری افزایش یافت، هرچند این روند در تیمارهای حاوی عصاره مورینگا در مقایسه با نمونه شاهد کندتر بود. از طرف دیگر، همه تیمارهای حاوی عصاره اتانولی نسبت به تیمارهای عصاره آبی مورینگا در غلظت یکسان به طور معنی دار از میزان دو فاز شدن کمتری برخوردار بودند (p<۰/۰۵). وجود ترکیبات ترپنی و فنلی بیشتر موجود در عصاره اتانولی مورینگا به دلیل دارا بودن ساختارهای آبدوست و آبگریز سبب افزایش همبستگی کازئین‌ها و آب شده و از این طریق میزان دو فاز شدن دوغ را کاهش می‌دهند. یکی دیگر از عوامل موثر، افزایش ویسکوزیته محصول در اثر افزودن عصاره به دوغ است که خود موجب به دام افتادن میسل‌های کازئین می‌شود [38].

از عمده ترین مشکلات دوغ، دو فازشدن آن طی نگهداری است که این مسئله از گرانروی پایین، pH و تأثیر آنها بر پروتئین‌ها ناشی می شود. علت ناپایداری و افزایش حالت دو فازی شدن دوغ بعد از تولید تا انتهای مدت زمان نگهداری را می توان به پایین بودن pH و نزدیک شدن پروتئین‌ها به نقطهٔ ایزوالکتریک مربوط دانست که درنتیجهٔ این امر پروتئین ها شروع به تجمع و رسوب می‌کنند [41]. همچنین شاید بتوان علت اختلاف در پایداری تیمارهای دوغ تهیه شده با یکدیگر و نمونه شاهد را در اختلافی که در میزان pH دوغ ایجاد کرده اند دانست زیرا میزان pH نمونه‌های دوغ در غلظت های گوناگون عصاره ها در هر روز در طول مدت نگهداری با هم متفاوت بودند. در تحقیقات انجام شده توسط Raftani Amiri و همکاران (۲۰۲۰) بر تأثیر نانوامولسیون حاوی عصاره گزنه بر پایداری دوغ و Ghosi Hoojaghan و همکاران (۲۰۲۲) روی خصوصیات دوغ غنی شده با صمغ تراگاکانت و عصاره رازیانه عنوان کردند که افزودن عصاره های گیاهی موجب افزایش میزان پایداری و کاهش دو فاز شدن در تیمارهای دوغ شد و مدت زمان نگهداری موجب افزایش میزان دوفاز شدن در دوغ شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارند [36, 42].

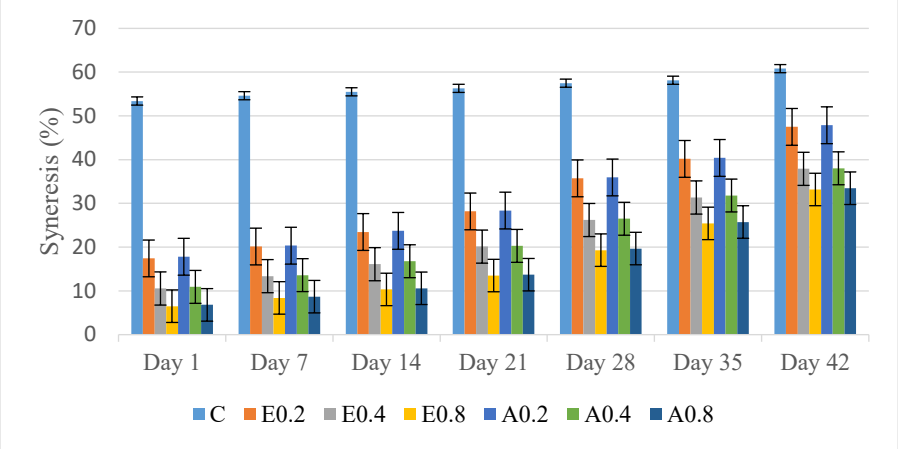

Fig 4. Effect of *Moringa oleifera* extracts on syneresis of doogh samples

(C: control, $E_{0.2}$: 0.2% ethanolic extract, $E_{0.4}$: 0.4% ethanolic extract, $E_{0.8}$: 0.8% ethanolic extract, $A_{0.2}$: 0.2% aqueous extract, $A_{0.4}$: 0.4% aqueous extract, $A_{0.8}$: 0.8% aqueous extract)

۳-۵. نتایج ویژگی‌های میکروبی نمونه‌های دوغ حاوی عصاره *مورینگا اولیفرا*

۳-۵-۱. نتایج شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها

بر اساس نتایج بدست آمده (جدول ۳)، مشخص شد که شمارش کلی میکروبی نمونه های دوغ به طور معنی داری وابسته به نوع و غلظت عصاره های اتانولی و آبی *مورینگا اولیفرا* و مدت زمان نگهداری بود ($p<0.05$). تیمارهای حاوی غلظت های بالاتر عصاره‌های *مورینگا اولیفرا* بویژه عصاره اتانولی، کمترین میزان شمارش کلی میکروبی را داشتند و نمونه شاهد در روز ۴۲ بالاترین میزان شمارش کلی میکروبی (۴۷/۰۳ CFU/ml) را داشت. همان طور که ملاحظه می‌شود در هیچ یک از تیمارهای حاوی عصاره‌های مورینگا در روز اول، در تیمارهای $A_{0.4}$ و $E_{0.4}$ تا روز هفتم و در تیمارهای $A_{0.8}$ و $E_{0.8}$ تا روز ۲۱ نگهداری، رشد کلونی های میکروبی مشاهده نشد و شمارشی انجام نگردید. همچنین تیمارهای حاوی عصاره اتانولی نسبت به تیمارهای حاوی عصاره آبی مورینگا در غلظت یکسان از خواص ضد میکروبی بالاتر و شمارش میکروبی کمتری برخوردار بودند که این امر به میزان محتوای فنلی بیشتر عصاره اتانولی نسبت به عصاره آبی مورینگا مربوط است. در همین راستا در پژوهش های دیگری روی آنالیز تقریبی برگ های *مورینگا اولیفرا* و فعالیت های ضد میکروبی عصاره های اتانولی و آبی برگ آن به طور مشاب بالاتر بودن ترکیبات فنلی در عصاره اتانولی نسبت به عصاره آبی گزارش شده است [43, 44].

در تحقیق حاضر با افزایش زمان نگهداری شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در همه نمونه های دوغ افزایش یافت اما در تیمارهای حاوی عصاره مورینگا از شیب آهسته تری برخوردار بود ($p<0.05$). به طوریکه بهره گیری از غلظت بالاتر (۰/۸ درصد) عصاره‌های *مورینگا اولیفرا* در طی روزهای ۳۵ و ۴۲ نگهداری سبب کاهش ۱/۳۹ – ۱/۳۴ سیکل لگاریتمی شمارش کلی میکروبی در مقایسه با نمونه شاهد گردید که این امر به خواص ضد میکروبی ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها و آنتوسیانین های موجود در عصاره مورینگا مربوط است. این ترکیبات قادرند با پروتئین های دیواره سلولی واکنش داده و باعث نفوذپذیری غشا لیپیدی دیواره سلولی و تغییر در پروتئین‌های غشا و رسوب آنها شوند و نیز باعث دناتوراسیون و مهار برخی از آنزیم های میکروبی نظیر ترانسفراز گلیکوزیل شده و در نهایت منجر به تحلیل غشای سلول‌های میکروبی شوند و سبب خروج محتویات سلولی و مرگ سلول شده و یا از رشد و تکثیر آن جلوگیری کنند [45, 46, 47].

۲-۵-۳. نتایج شمارش کپک و مخمر

بر اساس نتایج بدست آمده (جدول ۳)، مشخص شد که شمارش کپک و مخمر در نمونه های دوغ به طور معنی داری وابسته به نوع و غلظت عصاره های اتانولی و آبی *مورینگا اولیفرا* و مدت زمان نگهداری بود ($p<0.05$). به طوریکه در تیمارهای حاوی غلظت بالاتر (۰/۸ درصد) عصاره‌های مورینگا، شمارش کپک و مخمر در طول مدت نگهداری صفر بود و تیمارهای حاوی غلظت‌های پایین تر (۰/۲ و ۰/٤ درصد) عصاره نیز در مقایسه با نمونه شاهد از شمارش کمتری برخوردار بودند که این امر به حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی عصاره ها روی قارچ ها ارتباط دارد. درواقع علت رشد نکردن کپک و مخمر در تیمارهای حاوی عصاره، افزایش فاز تأخیری در نمودار رشد سلولی نسبت به شاهد می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که عصاره‌های *مورینگا اولیفرا* خواص ضدقارچی مؤثری دارد و به طور بالقوه از رشد کپک‌ها و مخمرها جلوگیری می‌کنند. فیتوکمیکال های کلیدی مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی موجود در عصاره مورینگا به این اثر ضد میکروبی کمک می‌کنند. فعالیت ضد قارچی عصاره مورینگا به توانایی آنها در مختل کردن غشای سلولی قارچ و تداخل در جوانه زنی هاگ و ایجاد تغییرات ساختاری در قارچ‌ها که منجر به آسیب سلولی و مهار رشد می‌شود نسبت داده می‌شود [48].

با این حال، در تیمارهای حاوی غلظت های کمتر عصاره از روز ۲۱ به بعد و با کاهش اثربخشی عصاره، شمارش کپک و مخمر افزایش یافت و بیشترین شمارش در روز ٤۲ نگهداری در نمونه شاهد مشاهده گردید. افزایش کپک و مخمر در طی نگهداری را می توان از یک سو به اثر سینرژیستی باکتری های آغازگر و تولید اسید بیشتر توسط آنها در طول مدت زمان نگهداری که منجر به مهیا شدن شرایط رشد قارچی می‌شود و از سوی دیگر کاهش قدرت کنترل رشد کپک و مخمر توسط عصاره های گیاهی با گذشت زمان نسبت داد. انتشار ترکیبات فنلی به داخل سلول ها به دلیل آبگریز بودن ترکیبات فعال موجود در آن افزایش می‌یابد اما با گذشت زمان نگهداری محصول، میزان ترکیبات فنلی کاهش می یابد و بنابراین میزان فعالیت ضد میکروبی نیز کم شده و موجب افزایش شمارش میکروارگانیسم ها در طول زمان می شود[49] . زارعلی و همکاران (۱۳۹٤) در بررسی تأثیر عصارهٔ خوشاریزه و چای کوهی و دین پژوه و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی اثر عصاره شوید و سیر بر ویژگی های میکروبی دوغ گرمادیده بدون گاز بیان کردند که افزودن عصاره های گیاهی باعث کاهش معنی دار شمارش کپک و مخمر شد و نگهداری دوغ موجب افزایش میزان شمارش آنها گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت دارند [37, 17].

Table 3. Effects of *Moringa oleifera* extracts on microbial counts of doogh samples

Test	Treatment	Storage Days						
		1	7	14	21	28	35	42
Total plate count (CFU/ml)	C	0.0	4.29 ± 0.04^{Fa}	10.50 ± 0.04^{Ea}	17.39 ± 0.04^{Da}	26.62 ± 0.04^{Ca}	31.91 ± 0.03^{Ba}	47.03 ± 0.09^{Aa}
	$E_{0.2}$	0.0	0.64 ± 0.01^{Fc}	2.60 ± 0.03^{Ec}	10.35 ± 0.05^{Dc}	18.39 ± 0.03^{Cc}	22.16 ± 0.05^{Bc}	33.43 ± 0.03^{Ac}
	$E_{0.4}$	0.0	0.0^{Fd}	1.19 ± 0.06^{Ee}	5.30 ± 0.04^{De}	7.14 ± 0.04^{Ce}	11.33 ± 0.03^{Be}	17.23 ± 0.03^{Ae}
	$E_{0.8}$	0.0	0.0^{Dd}	0.0^{Df}	0.0^{Df}	0.32 ± 0.01^{Cg}	0.73 ± 0.01^{Bg}	2.05 ± 0.10^{Ag}
	$A_{0.2}$	0.0	0.72 ± 0.01^{Fb}	2.98 ± 0.02^{Eb}	10.44 ± 0.04^{Db}	18.61 ± 0.02^{Cb}	22.27 ± 0.03^{Bb}	33.72 ± 0.04^{Ab}
	$A_{0.4}$	0.0	0.0^{Fd}	1.43 ± 0.03^{Ed}	5.40 ± 0.02^{Dd}	7.46 ± 0.02^{Cd}	11.49 ± 0.03^{Bd}	17.61 ± 0.03^{Ad}
	$A_{0.8}$	0.0	0.0^{Dd}	0.0^{Df}	0.0^{Df}	0.36 ± 0.01^{Cf}	0.77 ± 0.02^{Bf}	2.17 ± 0.03^{Af}
Mold & yeast count	**C**	0.0	0.0	0.0	0.32 ± 0.04^{Da}	2.59 ± 0.04^{Ca}	5.05 ± 0.09^{Ba}	7.93 ± 0.05^{Aa}
	$E_{0.2}$	0.0	0.0	0.0	0.0	1.03 ± 0.04^{Cc}	2.09 ± 0.05^{Bc}	3.72 ± 0.04^{Ac}
	$E_{0.4}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.93 ± 0.02^{Be}	1.78 ± 0.04^{Ae}
	$E_{0.8}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(CFU/ml)	$A_{0.2}$	0.0	0.0	0.0	0.0	1.08 ± 0.01^{Cb}	2.14 ± 0.04^{Bb}	3.81 ± 0.02^{Ab}
	$A_{0.4}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.98 ± 0.01^{Bd}	1.89 ± 0.03^{Ad}
	$A_{0.8}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

A-G: Different capital letters in each row indicate significant differences between days of storage ($p<0.05$).
a-g: Different lowercase letters in each column indicate significant differences between doogh samples ($p<0.05$).
(C: control, $E_{0.2}$: 0.2% ethanolic extract, $E_{0.4}$: 0.4% ethanolic extract, $E_{0.8}$: 0.8% ethanolic extract, $A_{0.2}$: 0.2% aqueous extract, $A_{0.4}$: 0.4% aqueous extract, $A_{0.8}$: 0.8% aqueous extract)

۳-۵-۳. نتایج شمارش و جستجوی کلی فرم ها، *اشریشیا کلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس*

نتایج حاصل از شمارش کلی فرم ها، *اشریشیا کلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* در نمونه شاهد و همه تیمارهای دوغ حاوی عصاره *مورینگا اولیفرا* در طی مدت زمان نگهداری منفی بود. بنابراین با توجه به استاندارد ملی شماره ۲۴۰۶ (۱۴۰۳) که میزان کلی فرم ها در دوغ حداکثر cfu/ml ۱۰ و میزان *اشریشیا کلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* منفی تعیین شده‌اند، تمامی نمونه ها مطابق با استاندارد بوده و از کیفیت بهداشتی بالایی برخوردار بودند [50]. نتایج تحقیق حاضر و برخی مطالعات دیگر نشان داده اند که عصاره اتانولی *مورینگا اولیفرا* اثرات ضد باکتریایی قابل توجهی از خود نشان می‌دهد. وجود ترکیبات زیست فعال مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، تانن ها و ساپونین ها در مورینگا به خواص ضد باکتریایی آن کمک می کند. این ترکیبات دیواره های سلولی باکتری را مختل می‌کنند و با اختلال در فرآیندهای سلولی، مانع رشد باکتریایی می‌شوند [51].

۳-۶. نتایج ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های دوغ حاوی عصاره *مورینگا اولیفرا*

بر اساس نتایج آماری تجزیه واریانس، اثر عصاره های *مورینگا اولیفرا* و زمان نگهداری روی تمامی ویژگی های حسی (به غیر از اثر تیمار بر رنگ) در نمونه های دوغ معنی دار بود ($p<0.05$)، اما اثر متقابل متغیرها بر هیچ از ویژگی های حسی معنی دار نبود ($p>0.05$). همان طور که در نمودار ۵ ملاحظه می شود امتیاز حسی رنگ در تمامی نمونه های دوغ در طول مدت ۴۲ روز نگهداری با کسب امتیاز بالای ۴ بسیار رضایت بخش تلقی گردید. این در حالی است که سایر ویژگی‌های حسی نمونه های دوغ در روز ۴۲ نگهداری با کسب امتیازات زیر ۳، کمتر از حد قابل قبول ارزیابی شدند و صرفاً تیمارهای $E_{0.8}$ و $A_{0.8}$ (حاوی ۰/۸ درصد عصاره های اتانولی و آبی مورینگا) تا روز ۳۵ نگهداری از نظر طعم، بو، بافت و پذیرش کلی در حد بالاتر از قابل قبول (امتیاز ۳ <) قرار داشتند (نمودار ۶). به عبارت دیگر، افزایش مدت زمان نگهداری منجر به کاهش معنی دار امتیازات ویژگی‌های حسی (به استثنای رنگ) شد و افزایش درصد بکارگیری عصاره های آبی و اتانولی *مورینگا اولیفرا* منجر به افزایش امتیازات حسی نسبت به نمونه شاهد گردید ($p<0.05$). همچنین در طول مدت نگهداری، تیمارهای حاوی عصاره اتانولی نسبت به تیمارهای عصاره آبی مورینگا در غلظت یکسان دارای تفاوت آماری معنی داری در امتیازات حسی کسب شده نبودند ($p>0.05$).

با گذر زمان و به موازات افزایش اسیدیته، تأثیر نامطلوب ترشی محصول بر خواص حسی بویژه در نمونه شاهد مشاهده گردید. در واقع علت این امر را می‌توان به رابطه مستقیم بین فعالیت باکتری‌ها و ترش شدن محصول و همچنین بد طعم شدن در نتیجه فعالیت مخمرها نسبت داد که مربوط به تولید متابولیت های جدید در دوغ می‌باشد که به ترش شدن، بد طعم شدن و تلخ شدن و همین طور کاهش استالدئید می انجامد [37]. علت کاهش امتیاز بافت طی دوره نگهداری می‌تواند به این موضوع مربوط باشد که با گذشت زمان پروتئین ها در دوغ شکسته شده، میزان اتصال آب کمتر شده و با افزایش اسیدیته و رسیدن pH به نقطه ایزوالکتریک هر یک از پروتئین های شیر، میزان آب اندازی بیشتر و

ویسکوزیته کمتر می‌شود [37]. این نتایج با مطالعات مشابه که تأثیر مثبت عصاره‌های گیاهی بر بهبود ویژگی‌های حسی محصولات لبنی را گزارش کرده‌اند، همخوانی دارد [33, 40]. با این حال، در تحقیق Saad و Elkhtab (۲۰۱۹)، در ارزیابی اثر افزودن عصاره اتانولی ۸۰ درصد برگ *مورینگا* بر کیفیت ماست بیان کردند که هرچند افزودن ۰/۸ درصد عصاره برگ *مورینگا اولیفرا* ماندگاری ماست را تا ۲۸ روز افزایش داد، اما افزودن ۰/٤ درصد بهترین اثر را بر خواص ارگانولپتیک ماست تا ۲۱ روز نگهداری در یخچال داشت [14].

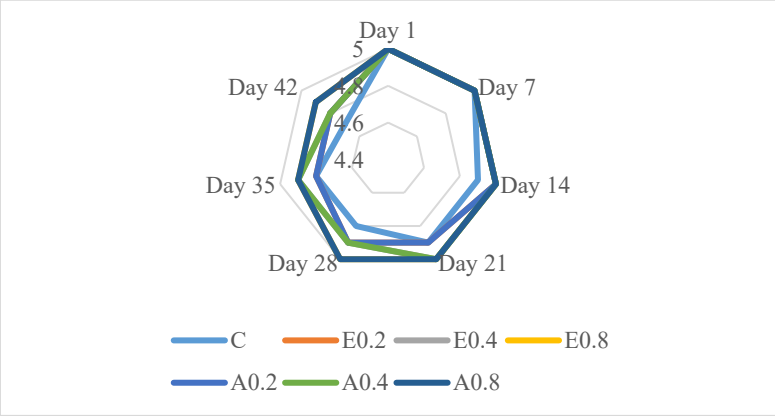

Fig 5. Effect of *Moringa oleifera* on color of Doogh samples

(C: control, $E_{0.2}$: 0.2% ethanolic extract, $E_{0.4}$: 0.4% ethanolic extract, $E_{0.8}$: 0.8% ethanolic extract, $A_{0.2}$: 0.2% aqueous extract, $A_{0.4}$: 0.4% aqueous extract, $A_{0.8}$: 0.8% aqueous extract)

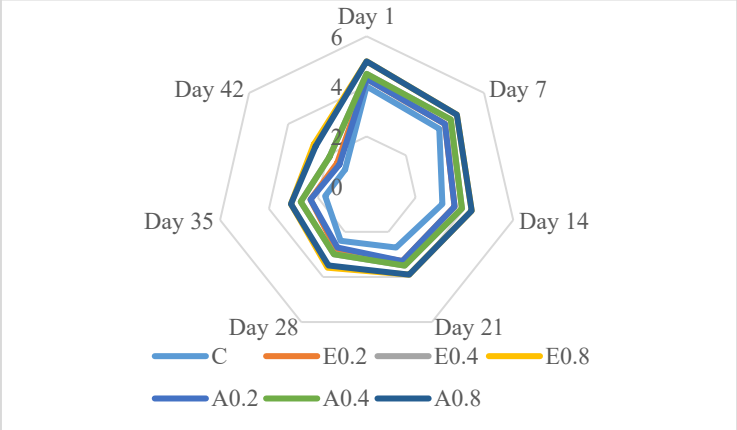

Fig 6. Effect of adding *Moringa oleifera* on odor, taste, texture, and overall acceptance of doogh samples

(C: control, $E_{0.2}$: 0.2% ethanolic extract, $E_{0.4}$: 0.4% ethanolic extract, $E_{0.8}$: 0.8% ethanolic extract, $A_{0.2}$: 0.2% aqueous extract, $A_{0.4}$: 0.4% aqueous extract, $A_{0.8}$: 0.8% aqueous extract)

٤-نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تیمارهای دوغ حاوی عصاره *مورینگا اولیفرا* بویژه در غلظت های بالاتر دارای میزان pH، ویسکوزیته، محتوای فنل کل و خاصیت آنتی اکسیدانی (DPPH) بیشتری نسبت به شاهد بودند و از میزان اسیدیته، دو فاز شدن، شمارش کلی میکروبی و شمارش کپک و مخمر کمتری نسبت به شاهد برخوردار بودند. همچنین شمارش های کلی فرم، *اشریشیا کلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* تا روز ٤٢ در تمام نمونه های دوغ منفی شد. نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های دوغ نیز حاکی از آن بود که همه ویژگی‌های

حسی دوغ به استثناء رنگ به طور معنی داری تحت تاثیر میزان استفاده از عصاره های اتانولی و آبی *مورینگا اولیفرا* و زمان نگهداری قرار گرفتند. به طوریکه افزایش زمان نگهداری به طور معنی داری سبب کاهش امتیاز حسی طعم، بو، بافت و پذیرش کلی نمونه های دوغ و افزایش درصد به کارگیری از عصاره های اتانولی و آبی مورینگا منجر به بهبود امتیاز این شاخص‌های حسی در تیمارهای دوغ شد.

در نهایت می‌توان نتیجه گیری نمود که افزودن عصاره *مورینگا اولیفرا* موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی، میکروبی و حسی در دوغ می‌شود و می‌توان از این عصاره به عنوان یک نگهدارنده طبیعی و سلامت بخش در دوغ استفاده نمود. همچنین تیمار حاوی ۰/۸ درصد عصاره اتانولی و سپس تیمار حاوی ۰/۸ درصد عصاره آبی مورینگا به دلیل اخذ بالاترین امتیازات حسی و کسب بهترین نتایج فیزیکوشیمیایی و میکروبی به عنوان تیمارهای برتر معرفی می‌شوند.

رضایت‌نامه کتبی

رضایت نامه کتبی و آگاهانه از تمامی شرکت کنندگان در مطالعه اخذ شد.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافع ندارند.

بیانیه دسترسی‌ها

داده‌های پژوهش به اشتراک گذاشته نمی‌شوند.

۵-منابع

[1] Karim, G., Meshgi, M. A., Ababil, R. K., & Bokaie, S. 2016. Antimicrobial effect of Mentha spicata and Mentha pulegium essential oils in two storage temperatures on the survival of Debaryomyces hansenii in Iranian doogh. Applied Food Biotechnology, 3(2), 99-104.

[2] Ardalanian, F., & Fadaei, V. 2018. Production of probiotic doogh enriched with red ginseng extract. Journal of Agricultural Science and Technology, 20(2), 277-287.

[3] 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.

[4] Raletsena, M., & Mongalo, N. 2023. Phytochemical analysis, in vitro antimicrobial, anticancer, anti-inflammatory, and antioxidant activity of extracts from Bulbine anguistifolia Poelln (Asphodelaceae). South African Journal of Botany, 159, 588-595.

[5] Shahbazi, Y. 2016. The antibacterial effect of Ziziphora clinopodioides essential oil and nisinagainst Salmonella typhimurium and Staphylococcus aureus in doogh, a yoghurt-based Iranian drink. Paper presented at the Veterinary Research Forum.

[6] Vaou, N., Stavropoulou, E., Voidarou, C., Tsigalou, C., & Bezirtzoglou, E. 2021. Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives. Microorganisms, 9(10), 2041.

[7] Bhattacharya, A., Tiwari, P., Sahu, P. K., & Kumar, S. 2018. A review of the phytochemical and pharmacological characteristics of Moringa oleifera. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, 10(4), 181-191.

[8] Razis, A. A., Ibrahim, M. D., & Kntayya, S. B. 2014. Health benefits of Moringa oleifera. Asian pac J cancer prev, 15(20), 8571-8576

[9] Bagheri, G., Martorell, M., Ramírez-Alarcón, K., Salehi, B., & Sharifi-Rad, J. 2020. Phytochemical screening of Moringa oleifera leaf extracts and their antimicrobial activities. Cellular and Molecular Biology, 66(1), 20-26.

[10] Mendoza-Taco, M. M., Cruz-Hernández, A., Ochoa-Flores, A. A., Hernández-Becerra, J. A., Gómez-Vázquez, A., Moo-Huchin, V. M., Vargas-Bello-Pérez, E. 2022. Physicochemical Characteristics of Yogurt from Sheep Fed with Moringa oleifera Leaf Extracts. Animals, 12(1), 110.

[11] Rahman, M., Alam, M., Monir, M., & Rahman, S. 2020. Effect of Moringa oleifera leaf extract and synthetic antioxidant on quality and shelf-life of goat meat nuggets at frozen storage. Int. J. Food Res, 7, 34-45.

[12] Chan, Y. K. K., Gurumeenakshi, G., Varadharaju, N., Cheng, Y. L., & Diosady, L. 2019. Evaluating Moringa Oleifera as a Nutritious and Acceptable Food Fortificant. Current Developments in Nutrition, 3, 10.

[13] El-Gammal, R. E., Abdel-Aziz, M., & Darwish, M. 2017. Utilization of aqueous extract of Moringa oleifera for production of functional yogurt. Journal of Food and Dairy Sciences, 8(1), 45-53.
[14] Saad, M. A., & Elkhtab, E. 2019. Antimicrobial activity of Moringa oleifera leaves extract and its effect on the shelf life and quality of yoghurt. Egypt. J. Dairy Sci, 47, 91-99.
[15] Abubakar, I., & Usman, A. 2016. Phytochemical and antibacterial investigations of moringa (Moringa oleifera) leaf extract on selected bacterial pathogens.Adebayo, ; I Arsad, H..; Samian, M.2018. Total Phenolics, Total Flavonoids, Antioxidant Capacities, and Volatile Compounds Gas Chromatography-Mass Spectrometry Profiling of Moringa oleifera Ripe Seed Polar Fractions. Pharmacogn. Mag., 14, 191.
[16] Güner, P., & Aşkun, T. 2023. Anti-bacterial, Anti-mycobacterial and Anti-fungal Properties of Punica granatum as Natural Dye. European Journal of Biology, 82(1), 38-48.
[17] Dinpajhooh, F., Khani, M.R. and Fadaei Noghani, V., 2019. Investigating the effect of dill and garlic extracts on shelf-life and sensory properties of heat treated non-carbonated doogh. *Food Hygiene*, *9*(33), 97-112. (In Persian).
[18] Abdeldaiem, A. M., Ali, A. H., Shah, N., Ayyash, M., & Mousa, A. H. 2023. Physicochemical analysis, rheological properties, and sensory evaluation of yogurt drink supplemented with roasted barley powder. LWT, 173, 114319.
[19 National Standard Organization of Iran. 2006. Milk and its products - Determination of acidity and pH - Test method. First edition. National Standard of Iran No. 2852. (In Persian).
[20] Hashemi, F. S., Gharibzahedi, S. M. T., & Hamishehkar, H. 2015. The effect of high methoxyl pectin and gellan including psyllium gel on Doogh stability. RSC Advances, 5(53), 42346-42353.
[21] Karami, M. 2018. The effect of zinc and vitamin B12 together with thyme and Aloe vera extracts on the viability of Lactobacillus acidophilus LA-5® and physicochemical properties of Iranian yoghurt drink (Doogh). International Journal of Dairy Technology, 71, 149-156.
[22] National Standard Organization of Iran. 2013. Microbiology of the food chain - a comprehensive method for counting microorganisms - part 1 - colony counting at 30 °C using the mixed culture method. First edition. Iranian National Standard No. 5272-1. (In Persian)
[23] National Standard Organization of Iran. 2007. Microbiology of food and animal feed - comprehensive method for counting coliforms - colony counting method. First edition. Iranian National Standard No. 9263. (In Persian).
[24] Smith, B. E. 2016. Anti-bacterial properties of ethanolic Moringa oleifera leaf extract and proteomic analysis of its effects on Escherichia coli (Doctoral dissertation, Appalachian State University).
[25] Benila, S., Ragel Mable Saroja, R. 2021. In vitro antibacterial activity evaluation of Moringa oleifera (Lam.) leaf extracts. International Journal of Botany Studies, 6(6), 56-59.
[26] Prasajak, P., Renumarn, P., Sriwichai, W., and Detchewa, P. 2021. Antioxidant and antimicrobial properties of Moringa oleifera leaves and pods extracts in pork meatballs during cold storage. CMUJ. Nat. Sci. 20(2): e2021033.
[27] Mohammed, O., Sirag, N., Khalid, A., Homeida, H. 2024. Investigation of Antifungal Activity of Moringa Oleifera and Hyphaene Thebaica Extracts. Journal of Clinical Case Studies Reviews & Reports. SRC/JCCSR-248.
[28] Moyo, B., Oyedemi, S., Masika, P. J., & Muchenje, V. 2012. Polyphenolic content and antioxidant properties of Moringa oleifera leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with Moringa oleifera leaves/sunflower seed cake. Meat science, 91(4), 441-447.
[29] Jaster, H., Arend, G. D., Rezzadori, K., Chaves, V. C., Reginatto, F. H., & Petrus, J. C. C. 2018. Enhancement of antioxidant activity and physicochemical properties of yogurt enriched with concentrated strawberry pulp obtained by block freeze concentration. Food Research International, 104, 119-125
[30] Mohamed Ahmed I, Alqah H, Saleh A, Al-Juhaimi F, Babiker E, Ghafoor K, Hassan A, Osman M, Fickak A. 2020. Physicochemical quality attributes and antioxidant properties of set type yogurt fortified with argel (Solenostemma argel Hayne) leaf extract. LWT - Food Science and Technology. 10.1016/j.lwt.2020.110389.
[31] Blassy, K., Osman, M., Gouda, A., Hamed, M. 2020. Functional Properties of Yoghurt Fortified with Fruits Pulp. Ismailia Journal of Dairy Science & Technology; 7 (1): 1-9.
[32] Liu, D., & Lv, X. X. 2019. Effect of blueberry flower pulp on sensory, physicochemical properties, lactic acid bacteria, and antioxidant activity of set-type yogurt during refrigeration. Journal of Food Processing and Preservation, 43(1), e13856.
[33] Mohammadi, M., Esmaeil Pour, M. 2021. Investigation of chemical and antioxidant properties of yogurt containing nettle extract. Eighth National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran. (Shahrivar 1400). (11-9). (In Persian).
[34] Haseli, P., Eshaghi, R., Rajaei, P., & Akbari Adergani. 2022. Investigation of the effect of alcoholic extract of Mufra on antioxidant activity and microbial and sensory properties of Doogh. Food Sciences and Nutrition, 20(Spring 2022), 107-120. (In Persian).
[35] Ghaleh Mousiani Z., Pourahmad, R. and Rajaee, S. 2019. Study on the effect of ethanolic extract of hops (Hyssoupus officinalis L.) and hyssop (Humulus

lupulus L.) on preventing the growth of Staphylococcus aureus in yogurt. Food Technology and Nutrition, 16 (3), 45-58. (In Persian).
[36] Ghosi Hoojaghan, S., Sedaghati, M., & Mooraki, N. 2022. Characterization of Iranian Doogh enriched with gum Tragacanth and fennel extract (Foeniculum Vulgare). Journal of Agricultural Science and Technology, 24(6), 1345-1356.
[37] Zarali M, Hojjati M, Tehmouzi Dehban S, Javaindeh H. 2014. Evaluating the effect of Echinophora cinerea Boiss extract and mountain tea (Stachys lavandulifolia Vahl) on the quality and sensory properties of buttermilk. Biosystem Engineering of Iran, 46, (Autumn 2014), 337-327. (In Persian).
[38] Laghaei, L., & Zomorodi, S. H. 2016. The effect of some gums on stability and qualitative properties of doogh produced by the fluid gel technology using Response Surface Methodology (RSM). Journal of Food Research, 63, 23-35.
[39] Osoulizadeh Nobari, Mohammad Sami, Yousefi, Seyedeh Shima, Visani, & Varya. 2022. The effect of microencapsulated essential oils of wild nasturtium (Nasturtium officinale L.) and dill (Anethum graveolens L.) on the physicochemical, microbial, rheological and sensory properties of probiotic yogurt. Iranian Journal of Food Science and Technology, 19(124), 113-126. (In Persian).
[40] Razzaghi, P. Karami, M. & Mostafa Soltani. 2018. Investigation of physicochemical, microbial, rheological and sensory properties of buttermilk containing Melissa extract and powder. Journal of Food Science & Technology (2008-8787), 15(85). (In Persian).
[41] Ebrahimzadegan, S., Zomordi, Sh., Hojjatoleslami, M. and Khosrowshahi-Asl, A. 2013. Survival of encapsulated bifidobacteria and its effect on the physicochemical properties of dough. Iranian Journal of Innovation in Food Science and Technology, 5(4):106-114. (In Persian).
[42] Raftani Amiri, Z. R., Nemati, A., Tirgarian, B., Dehghan, B., & Nasiri, H. 2021. Influence of stinging nettle (Urtica dioica L.) extract-loaded nano-emulsion on the storage stability and antioxidant attributes of Doogh (Traditional Iranian yoghurt beverage). Journal of Food Measurement and Characterization, 15, 437-448.
[43] Ahmed, M., Marrez, D. A., Abdelmoeen, N. M., Mahmoud, E. A., Abdel-Shakur Ali, M., Decsi, K., & Tóth, Z. 2023. Proximate analysis of Moringa oleifera leaves and the antimicrobial activities of successive leaf ethanolic and aqueous extracts compared with green chemically synthesized Ag-NPs and crude aqueous extract against some pathogens. International Journal of Molecular Sciences, 24(4), 3529.
[44] Adebayo, I. A., Arsad, H., & Samian, M. R. 2018. Total phenolics, total flavonoids, antioxidant capacities, and volatile compounds gas chromatography-mass spectrometry profiling of Moringa oleifera ripe seed polar fractions. Pharmacognosy magazine, 14(54), 191.
[45] Ismail, T., Akhtar, S., Riaz, M., & Ismail, A. 2014. Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies. International journal of food sciences and nutrition, 65(6), 661-666.
[46] Bahri-Sahloul, R., Ben Fredj, R., Boughalleb, N., Shriaa, J., Saguem, S., Hilbert, J. L. 2014. Phenolic Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Extracts Obtained from Crataegus azarolus L. var. aronia (Willd.) Batt. Ovaries Calli Journal of Botany, 20: 1-12.
[47] Rivera Calo, J., Crandall, Ph.G., O'Bryan, C.A. & Ricke, S.C. 2015. Essential oils as antimicrobials in food systems. Food Control, 54,111-119.
[48] Pareek, A., Pant, M., Gupta, M. M., Kashania, P., Ratan, Y., Jain, V., ... & Chuturgoon, A. A. 2023. Moringa oleifera: An updated comprehensive review of its pharmacological activities, ethnomedicinal, phytopharmaceutical formulation, clinical, phytochemical, and toxicological aspects. International journal of molecular sciences, 24(3), 2098.
[49] Karami moghadam. A., & Emam-Djomeh. Z. 2017. Antimicrobial Activity of Caseinate–Based Edible Film Incorporated With Pomegrante Peel Extract on Minced Meat. Iranian Journal of Food, 32, 184-189.
[50] National Standards Organization of Iran. 2024. Microbiology of milk and its products - Characteristics and test methods. Fourth revision. National Standard of Iran No. 2406. (In Persian).
[51] Pakan, P., Indriarini, D., Setiono, K., Flugentius, B. 2021. Antimicrobial effect of Moringa oleifera leaves extract against Escherichia coli. Australian Journal of Science and Technology, 5(1), 434-436.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluating the effect of aqueous and ethanolic extracts of *Moringa oleifera* leaves on the microbial, chemical, and sensory properties of heat-treated non-carbonated doogh

Samaneh Mohseni [1], Mohammadreza Khani [2*], Shadi Mehdikhani [3]

1–MSc graduate, Department of Food Science and Technology, ShQ.C., Islamic Azad University, Shahr-e Qods, Iran

2–Associate Professor, Department of Food Science and Technology, ShQ.C., Islamic Azad University, Shahr-e Qods, Iran

3–Assistant Professor, Department of Food Science and Technology

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2025/04/25

Review: 2025/09/30

Accepted: 2025/10/02

Keywords:

Moringa oleifera leaves,
Ethanolic extract,
Aqueous extract,
Heat-treated doogh, Shelf-life

DOI: **10.48311/fsct.2026.84036.0**

*Corresponding Author E-

drkhani@iau.ac.ir

ABSTRACT

This study was aimed to investigate the effect of adding aqueous and ethanolic extracts of *Moringa oleifera* separately at different concentrations (0.2, 0.4, and 0.8%) on the physicochemical (pH, acidity, syneresis, and viscosity), antioxidant (total phenolic content and DPPH radical scavenging activity), microbial (total microbial count, mold and yeast count, coliforms, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli*), and sensory (color, taste, smell, texture, and overall acceptance) characteristics of doogh during 42 days of refrigerated storage. The results showed that Moringa extracts, especially at higher concentrations, caused a significant increase in pH, viscosity, total phenolic content, and antioxidant properties of the doogh treatments compared to control sample, and decreased acidity, syneresis, total microbial count and mold and yeast count ($p<0.05$). Moreover, with increasing the storage time, pH, viscosity, and antioxidant properties decreased, while acidity, syneresis, and microbial load increased ($p<0.05$). Also, coliforms, *E. coli*, and *S. aureus* were negative in all the samples by day 42. Sensory characteristics, except for color, were affected by extract concentration and storage time; In such a way that increasing the concentration of the extracts led to the improvement of taste, smell, texture, and overall acceptance, but the color did not change significantly. In comparison of the two extracts studied, doogh treatments containing ethanolic extract revealed better results in improving physicochemical and microbial properties than aqueous extract, but no significant difference was observed in sensory properties ($p>0.05$). Finally, the use of *M. oleifera* extracts can be recommended as a natural preservative to extend the shelf life of doogh, and treatments containing 0.8% aqueous or ethanolic extract of Moringa are considered as superior treatments.