University of Tehran Press

Journal of Veterinary Research

Homepage: jvr.ut.ac.ir

Online ISSN: 2251-6190

Original Article

J Vet Res, Volume 78, Number 4, 2023, 247-258

Effect of Gamma Irradiated Saffron Petal Ethanolic Extract on Viability of *Lacticaseibacillus paracasei* M4PM99 and Assessing their Antioxidant Properties in Probiotic Yogurt

Pouria Ghorbanzadeh[1]✉, Mahnoosh Parsaeimehr[2]✉, Marzieh Heidarieh[3]✉, Ashkan Jebellijavan[2]✉

[1] *Graduated from the Faculty of Veterinary Medicine, Semnan University, Semnan, Iran*
[2] *Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Semnan University, Semnan, Iran*
[3] *Nuclear Science and Technology Research Institute, Tehran, Iran*

Received: *11 July 2023*, ***Accepted:*** *19 September 2023*

10.22059/jvr.2023.360545.3358 20.1001.1.20082525.1402.78.4.2.0

Abstract

BACKGROUND: Nowadays, the interest in functional food has dramatically increased. Herbal plants and functional foods have health-enhancing effects on consumers due to their medicinal, antioxidant, and nutritional properties. Probiotics are one of the most emerging and popular functional food products.

OBJECTIVES: This study aims to assess the effect of irradiated and non-irradiated saffron petal extract on the viability of *Lacticaseibacillus paracasei* (M4PM99) in probiotic yogurt.

METHODS The ethanolic extract of irradiated saffron petals with a 10 KGy dose of gamma ray at concentrations of 25, 50, and 75 mg/mL and non-irradiated extract at the same concentrations were used and their effect on the viability of *Lacticaseibacilus paracasei* and their antioxidant and physicochemical properties in set yogurt were studied. Probiotic survival, pH, acidity, content of total phenolic compounds, DPPH inhibition percentage, and sensory properties on days 0, 7, 14, and 21 were assessed.

RESULTS: Both irradiated and non-irradiated saffron extracts significantly increased the viability of probiotic bacteria compared to the control sample (P<0.05). The addition of extracts was effective in increasing acidity and decreasing pH compared to the control (P<0.05). With the increase in the amount of extract, the percentage of DPPH inhibition and phenolic compounds significantly increased in the irradiated samples (P<0.05). The effect of storage time was also significant on these indicators, such that the antioxidant properties and phenolic compounds increased until the 14th day and then decreased (P<0.05). In the sensory evaluation, in terms of taste, odor, and color, the lowest score was related to the sample containing 0.75% extract. No significant difference was observed in other concentrations compared to the control sample.

CONCLUSIONS: Saffron petal extract has a positive effect on the viability of probiotics during storage. Gamma irradiation has a significant effect on the amount of total phenolic compounds and the antioxidant activity of saffron petal extract. It can be used as a natural antioxidant in dairy products.

Keywords: Antioxidant properties, Irradiation, Probiotic, Saffron, Viability

Copyright © Journal of Veterinary Research: Open Access; Copying, distribution and publication are free for full use with attribution. ©The Author(s).
Publisher: University of Tehran Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.

Corresponding author: Mahnoosh Parsaeimehr, Tel/Fax: +9823-31532626/+9823-31532626

How to cite this article:

Ghorbanzadeh P, Parsaeimehr M, Heidarieh M, Jebellijavan A. Effect of Gamma Irradiated Saffron Petal Ethanolic Extract on Viability of *Lacticaseibacillus paracasei* M4PM99 and Assessing their Antioxidant Properties in Probiotic Yogurt. J Vet Res. 2023; 78(4): 247-258. doi: 10.22059/jvr.2023.360545.3358

Figure Legends and Table Captions

Figure 1. FTIR diagram of non-irradiated (A) and irradiated (B) saffron petal extracts.
Figure 2. The average number of bacteria (cfu/g) in the samples during storage. ZP: irradiated extract, Z: non-irradiated extract.
Figure 3. The average acidity values (D) of the samples during the storage time. ZP: irradiated extract, Z: non-irradiated extract.
Figure 4. The average pH values of the samples during the storage time. ZP: irradiated extract, Z: non-irradiated extract.
Figure 5. The average total phenolic content (mg/g) in samples. C: control; SP-25: non-irradiated level 25; SP-50: non-irradiated level 50; SP-75: non-irradiated level 75; SP-G25: irradiated level 25; SP-G50: irradiated level 50; SP-G75: irradiated level 75.
Figure 6. The average of DPPH free radical-scavenging effect (%) in the samples. C: control; SP-25: non-irradiated level 25; SP-50: non- irradiated level 50; SP-75: non-irradiated level 75; SP-G25: irradiated level 25; SP-G50: irradiated level 50; SP-G75: irradiated level 75.
Figure 7. The average of sensory evaluation in the samples. C: control; SP-25: non-irradiated level 25; SP-50: non- irradiated level 50; SP-75: non-irradiated level 75; SP-G25: irradiated level 25; SP-G50: irradiated level 50; SP-G75: irradiated level 75.

مجله تحقیقات دامپزشکی
Homepage: jvr.ut.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۶۱۹۰-۲۲۵۱
انتشارات دانشگاه تهران
مقاله پژوهشی

دوره ۷۸، شماره ۴، ۱۴۰۲، ۲۵۸-۲۴۷

تأثیر عصاره الکلی گلبرگ زعفران (*Crocus sativus L.*) پرتودیده بر زنده‌مانی باکتری *لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی* M4PM99 و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی ماست پروبیوتیکی

پوریا قربانزاده[۱]، مهنوش پارسایی‌مهر[۲]، مرضیه حیدریه[۳]، اشکان جبلی‌جوان[۲]

[۱] *دانش‌آموخته دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران*
[۲] *گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران*
[۳] *پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای،تهران، ایران*

تاریخ دریافت: ۲۰ تیر ماه ۱۴۰۲، **تاریخ پذیرش:** ۲۸ شهریور ماه ۱۴۰۲

10.22059/jvr.2023.360545.3358 20.1001.1.20082525.1402.78.4.2.0

چکیده

زمینه مطالعه: امروزه توجه خاصی به مواد غذایی فراسودمند معطوف شده است. گیاهان دارویی و غذاهای فراسودمند به جهت دارا بودن ویژگی‌های دارویی، آنتی‌اکسیدانی و تغذیه‌ای اثرات سلامت‌بخش بر روی مصرف‌کنندگان دارند. پروبیوتیک‌ها به عنوان یکی از نوظهورترین و محبوب‌ترین فرآورده‌های فراسودمند، از اهمیت خاصی در این ارتباط برخوردارند.

هدف: به منظور توسعه فراورده‌های لبنی پروبیوتیکی و استفاده از سویه لاکتوباسیلوس جدا شده از فراورده‌های بومی، تأثیر عصاره الکلی گلبرگ زعفران پرتودیده و پرتوندیده در ماست پروبیوتیکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش‌کار: در مطالعه حاضر، عصاره الکلی گلبرگ زعفران پرتودیده (پرتو گاما) با دوز ۱۰ کیلوگری در سطوح غلظتی ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و پرتوندیده با غلظت مشابه بر زنده‌مانی باکتری *لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی* و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و فیزیکوشیمیایی در ماست قالبی پروبیوتیکی پرداخته شد. زنده‌مانی پروبیوتیک، میزان pH، اسیدیته، محتوای کل ترکیبات فنلی، درصد بازدارندگی DPPH و خصوصیات حسی در روزهای صفر، ۷، ۱۴و ۲۱ مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج: افزودن عصاره‌های زعفران پرتودیده و ندیده به ماست، زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد (فاقد عصاره) افزایش داد ($P<۰/۰۵$). افزودن عصاره‌ها در افزایش اسیدیته و کاهش pH نسبت به ماست شاهد مؤثر و معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). همچنین با افزایش میزان عصاره‌ها درصد بازدارندگی و ترکیبات فنلی به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$) و این افزایش در تیمارهای پرتودیده به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای پرتوندیده بود ($P<۰/۰۵$). تأثیر زمان نگهداری نیز بر روی این شاخص‌ها معنی‌دار بود به نحوی که خواص آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی تا روز چهارده افزایش و سپس روند نزولی داشت. همچنین مطابق نتایج ارزیابی حسی از نظر فاکتورهای حسی طعم، بو و رنگ کمترین امتیاز مربوط به نمونه حاوی ۰/۷۵ درصد عصاره بود و بین سایر غلظت‌ها با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری نهایی: به طور کلی، عصاره گلبرگ زعفران تأثیر مثبت بر زنده‌مانی پروبیوتیک داشته، همچنین، پرتودهی گاما تأثیر معنی‌داری بر میزان ترکیبات فنلی کل و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گذاشته و در نتیجه، عصاره پرتوتابی شده می‌تواند به عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدانی طبیعی در فرآورده‌های لبنی مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: پرتودهی، پروبیوتیک، خواص آنتی‌اکسیدانی، زعفران، زنده مانی

کپی‌رایت © مجله تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است، © نویسندگان.
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

نویسنده مسئول: مهنوش پارسایی‌مهر، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

مقدمه

یکی از روش‌های توسعه غذاهای فراسودمند استفاده از عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی است. اخیراً، تمرکز مطالعات بر روی پیدا کردن ترکیبات پری‌بیوتیک در عصاره‌های گیاهی قرار گرفته است اما مطالعات اندکی پیرامون ویژگی‌های کاربردی و پری‌بیوتیکی عصاره‌های گیاهی در ماست صورت گرفته است. عصاره‌های گیاهی خواص سلامت بخش از قبیل اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی را نشان داده‌اند. پروبیوتیک‌ها به عنوان یکی از نوظهورترین و محبوب‌ترین فرآورده‌های فراسودمند، از اهمیت خاصی در این ارتباط برخوردارند. طبق تعریف FAO، باکتری‌های پروبیوتیک میکروارگانیسم‌های زنده‌ای می‌باشند که پس از مصرف، در روده ساکن شده و از طریق بهبود میکرو فلور طبیعی روده، اثرات مفیدی در سلامتی انسان بر جای می‌گذارند (۱). برای اعمال اثرات سلامتی بخش، یک محصول پروبیوتیک باید حداقل حاوی $۱۰^{۶}$-$۱۰^{۷}$ cfu در میلی‌لیتر از باکتری زنده باشد (۲). باکتری‌های پروبیوتیک به صورت مکمل‌های غذایی یا فراورده دارویی عرضه می‌شوند. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که بهترین تأثیر، زمانی می‌باشد که این باکتری‌ها به غذا اضافه شوند (۳).

مطالعات جدید مشخص نموده که اثر گیاهان دارویی به خاطر وجود تعداد نسبتاً کمی از ترکیبات شیمیایی است (۴، ۵). بعضی از مهم‌ترین ترکیبات فعال گیاهی عبارتند از: گلیکوزیدها، ساپونین‌ها، فلاونوئیدها نظیر تانن‌ها، روغن‌های فرار یا اسانس‌ها، رزین‌ها، آلکالوئیدها و ترکیبات تلخ (۶). از جمله این گیاهان می‌توان به زعفران (*Crocus sativus. L*) اشاره نمود. گلبرگ‌های زعفران دارای انواع زیادی از ترکیبات فلاوونوئیدی، گلیکوزیدی و آنتوسیانین‌ها می‌باشند (۷). در مطالعات متعدد نیز به تأثیرات ضد افسردگی، ضد التهابی، آنتی تیروزینازی و آنتی اکسیدانی گلبرگ زعفران اشاره شده است. خواص درمانی گلبرگ زعفران را می‌توان به وجود ترکیب‌های فلاوونوئیدی به مقدار فراوان در گلبرگ که دارای خواص آنتی اکسیدانی می‌باشند، نسبت داد، بنابراین یافتن راه حلی برای بازیافت این حجم عظیم ضایعات از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (۸، ۹). امروزه گرایش علمی به مطالعه اثر پرتودهی ضد اکسایشی و ضد میکروبی گیاهان دارویی بیشتر شده است. به تیمار کردن محصولات با پرتوهای یونیزه کننده مانند پرتو گاما (ساطع شده از کبالت ۶۰ یا سزیوم ۱۳۷) پرتوتابی اطلاق می‌شود. سازمان‌های معتبر بین‌المللی همچون FAO، WHO و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) تأیید کردند که پرتودهی، می‌تواند سلامت و ایمنی غذا را بدون اثر نامناسبی در سلامت انسان فراهم کند. مطالعات بیانگر آن است که پرتوتابی تا دوز ۱۰ کیلوگری از پرتو گاما هیچ‌گونه سمیت و اثر نامطلوبی در محصولات کشاورزی ایجاد نمی‌کند. در مطالعه Salehi Surmaghi و همکاران در سال ۲۰۰۷ تأثیر پرتوتابی (گاما) با شدت ۱۰ و ۲۵ کیلوگری روی ۱۰ گیاه دارویی خشک شده نعناع قمی، نعناع فلفلی، گشنیز، رازیانه، زنجبیل، زیره سیاه، زیره سبز، بادرنجبویه، آویشن باغی و آویشن شیرازی مشخص گردید که در ۹ گیاه با اشعه ۲۵ کیلوگری در دو حالت بدون تغییر مانده بود. البته با اشعه ۱۰ کیلوگری تغییری در اسانس‌ها رخ نداد و تنها اسانس گشنیز دچار تغییرات زیادی شد (۱۰).

از طرف دیگر استفاده از پرتوتابی به عنوان روش فراوری سرد به منظور ضدعفونی نمودن گیاهان دارویی و ادویه‌ای بدون آسیب به رنگ، طعم و مواد مؤثره آن‌ها سالیان متمادی است که از طرف اتحادیه اروپا مجاز شمرده شده است. پرتودهی غذا برای ۳۰ فراورده غذایی در ۳۷ کشور تصویب شده و لیست این کشورها به مرور زمان در حال افزایش است. ایران یکی از کشورهایی است که این تکنولوژی را در سال‌های گذشته به دست آورده است. اما در کشور ما استفاده از این تکنولوژی مفید در صنایع غذایی هنوز به طور جدی مورد بررسی قرار نگرفته و مستلزم مطالعات گسترده در این زمینه می‌باشد (۶، ۱۰). بنابراین در مطالعه حاضر به بررسی عصاره الکلی گلبرگ زعفران پرتودیده (پرتو گاما) بر زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی* و همچنین تأثیر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی در ماست پروبیوتیکی پرداخته شد.

مواد و روش کار

مواد مصرفی: در مطالعه حاضر، از جدایه پروبیوتیکی *لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی* جدا شده از پنیر سنتی سمنان توسط گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی سمنان استفاده گردید (۱۱، ۱۲). گیاه زعفران مورد استفاده در مطالعه حاضر از مزرعه‌ای واقع در قائنات جمع‌آوری و پس از جداسازی قسمت‌های مختلف، در سایه به دور از آفتاب خشک گردید و توسط آسیاب به صورت پودراستفاده شد، همچنین استارتر ماست، محیط کشت MRS آگار و Bile از شرکت ایبرسکو (Ibresco) ایتالیا تهیه شدند.

تهیه عصاره الکلی: به منظور تهیه عصاره گلبرگ زعفران از روش خیساندن استفاده شد. بدین ترتیب که در یک ظرف در بسته پودر گلبرگ در حلال مربوطه به نسبت (۱ به ۵) خیسانده گردید. حلال مورد نظر برای عصاره‌گیری الکل متانول بود. ظرف مورد نظر به مدت یک هفته در یخچال در دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد نگهداری و هر ۱۲ تا ۲۴ ساعت به مدت چند دقیقه ظرف تکان داده می‌شد تا به خوبی حلال با پودر مخلوط شود. پس از گذشت یک هفته محتوای ظرف را از کاغذ صافی عبور داده و محلول استحصال شده در روتاری خشک گردید. عصاره تهیه شده برای انجام بررسی‌های مختلف در مراحل بعدی در یخچال نگهداری شد (۱۳).

تهیه عصاره الکلی پرتودیده: عصاره الکلی گلبرگ زعفران در پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای با دوز ۱۰کیلوگری توسط دستگاه گاماسل (GammaCell) مدل px_30_Issledovapel درمعرض پرتو گاما قرار گرفت (۱۴).

آنالیز FTIR: آزمون FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) برای به دست آوردن اطلاعات در مورد گروه‌های عاملی و بررسی تغییرات ساختاری احتمالی ایجاد شده حین پرتودهی توسط پرتو گاما در عصاره الکلی گلبرگ زعفران پرتو دیده انجام شد. برای انجام این کار مقداری پودر زعفران تابش شده با پودر پتاسیم برماید مخلوط و پس از خشک شدن به منظور ایجاد یک لایه نازک فشرده شد سپس این لایه‌های فشرده تهیه شده تحت اندازه‌گیری طیف سنجی FTIR (Peokin-Elmer2000) در محدوده ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ قرار گرفتند (۱۵).

تهیه ماست پروبیوتیک: به منظور تولید ماست پروبیوتیکی پس از تهیه هفت ظرف استریل، ابتدا شیر در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه پاستوریزه شد، سپس دمای آن به ۴۲ درجه سانتی‌گراد رسید و مقدار یک لیتر شیر به هر کدام از ظرف‌ها اضافه شد. از هفت ظرف مورد نظر یک نمونه به عنوان شاهد حاوی استارتر ماست (*لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه بولگاریکوس و *استرپتوکوکوس سالیواریوس* زیر گونه ترموفیلوس) و استارتر پروبیوتیک (*لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی*) در نظر گرفته شد و به شش ظرف دیگر، به ترتیب سه ظرف حاوی عصاره الکلی زعفران پرتو ندیده در سطوح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر و سه ظرف دیگر حاوی عصاره الکلی زعفران پرتو دیده در همان سطوح مشابه به همراه استارتر ماست و *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* غلظتی معادل $CFU10^6$ در میلی‌لیتر اضافه شد و سپس مخلوط حاصل به خوبی هم زده شد تا عصاره به طور کامل حل و به صورت یکنواخت پخش گردد. تمام ظرف‌ها در گرمخانه با دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. هر دو ساعت یک بار آزمون اسیدیته و PH را تا رسیدن به اسیدیته ۷۵ درجه سانتی‌گراد دورنیک انجام گردید. سپس نمونه‌ها از گرمخانه خارج و به یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شدند. ماست زعفرانی پرتو دیده و پرتو ندیده پروبیوتیکی تولید شده هر ۷ روز یک بار تا روز ۲۱ جهت شمارش باکتری پروبیوتیک و آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و از نظر ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند (۱۶).

شمارش باکتری پروبیوتیک *لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی*: شمارش باکتری پروبیوتیک (*لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی*) بر اساس روش استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۳۲۵ انجام و از محیط کشت MRS-Bile agar استفاده شد. گرمخانه‌گذاری به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه صورت گرفت (۱۷).

اندازه‌گیری pH: ۲ گرم نمونه را با ۱۰ سی سی آب مقطر به مدت ۳۰ ثانیه با دستگاه ورتکس (زاگ شیمی، ایران) هموژن شد و سپس با دستگاه pH متر(Dragon، Germany) اندازه‌گیری گردید (۱۷).

اندازه‌گیری اسیدیته: اسیدیته ماست با روش دورنیک مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ تعیین شد (۱۷).

اندازه‌گیری ترکیبات فنلی: جهت تهیه عصاره ماست، حجم ۱۰ میلی‌لیتر ماست با ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط اتانول: آب (۶۰:۴۰) در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه هم‌زده شد. مخلوط به دست آمده در دور ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. مایع رویی جمع‌آوری شده در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد ذخیره شد و برای ارزیابی کل ترکیبات فنلیک نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت (۱۸). بدین صورت، به ۱ میلی‌لیتر از عصاره ماست، ۱ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد، ۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیکالتیو ۵۰ درصد اضافه و به مدت ۸ دقیقه در دمای اتاق به طور کامل هم زده شد. در ادامه بعد از اضافه کردن ۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۵۰ درصد اجازه داده شد به مدت ۲ ساعت در تاریکی و دمای اتاق توقف نماید و پس از آن با استفاده از دستگاه اسپکترومتر (CT-5601, Taiwan) در طول موج ۷۲۵ نانومتر میزان جذب آن قرائت گردید. با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت فنل موجود در نمونه بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره محاسبه شد (۱۸).

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: جهت بررسی فعالیت حذف رادیکال آزاد دی‌فنیل‌پیکریل‌هیدرازیل ۵۰۰ میکرولیتر از محلول DPPH ۰/۱۶ مولار در اتانول ۹۶ درصد با ۵۰۰ میکرولیتر نمونه در غلظت‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ میلی‌گرم/میلی‌لیتر (در میکروتیپ ۲ میلی‌لیتری) مخلوط گردید. نمونه شاهد نیز با جایگزینی نمونه با آب مقطر تهیه شد سپس مخلوط به خوبی ورتکس شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی انکوبه شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه الایزا ریدر (Biotech, USA)، قرائت شد. به منظور مقایسه، توانایی BHA در حذف رادیکال آزاد نیز سنجش شد، ظرفیت حذف رادیکال DPPH با فرمول زیر محاسبه گردید (۱۹).

$$\text{Scaveging activity (\%)} = \frac{\text{Abs DppH} - \text{Abs sample}}{\text{Abs DppH}} \times 100$$

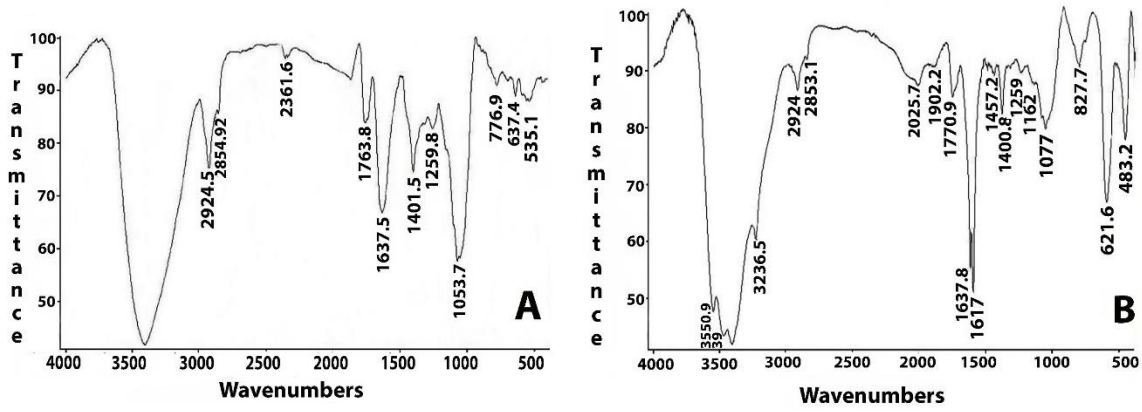
ارزیابی حسی: ارزیابی حسی نمونه‌های ماست تیمار شده با غلظت‌های مختلف عصاره، مطابق روش هدونیک ۵ نقطه‌ای، از بسیار مطلوب (۵) تا بسیار نامطلوب (۱) انجام گرفت. در طی این آزمون، صفات رنگ، بو، طعم و مزه و ظاهر و مطلوبیت کلی نمونه‌ها توسط ۱۲ نفر ارزیاب بدون محدودیت سنی و جنس مورد ارزیابی قرار گرفتند (۲۰).

آنالیز آماری: تمام آزمایشات در تیمارهای ذکر شده با سه تکرار انجام شد و تجزیه و تحلیل داده‌های مستخرج از آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و تفاوت میان تیمارها با یکدیگر و با گروه کنترل توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تکمیلی دانکن در سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ ارزیابی گردید و جهت آنالیز داده‌های منتج از آزمون‌های حسی از آزمون کروسکال والیس استفاده شد.

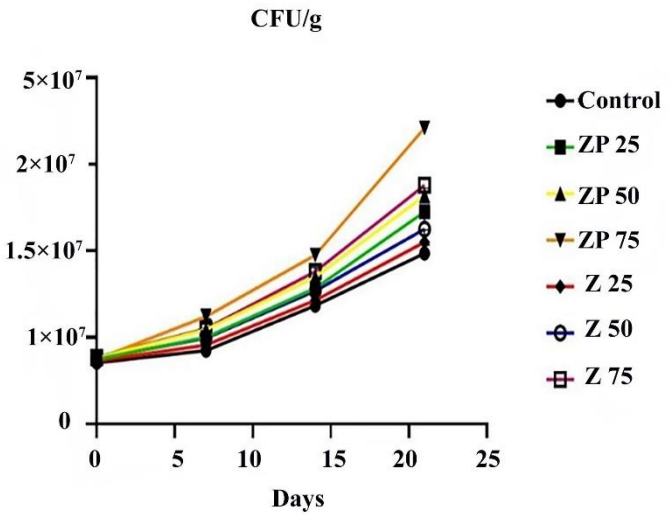
نتایج

نتایج آنالیز FTIR عصاره الکلی زعفران پرتو دیده و پرتو ندیده: در مطالعه حاضر، ۱۷ پیک مشخص را در محدوده‌های ۳۵۵۰، ۳۲۳۶، ۲۹۲۴، ۲۸۵۳، ۲۰۲۵/۷، ۱۹۰۲/۲، ۱۷۷۰/۹، ۱۶۳۷/۸، ۱۶۱۷، ۱۴۵۷/۲، ۱۴۰۰/۸، ۱۲۵۹، ۱۱۶۲، ۱۰۷۷، ۸۲۷/۷، ۶۲۱/۶، ۴۸۳/۲ سانتی‌متر برای عصاره الکلی گلبرگ زعفران در دو حالت پرتوتابی شده در دوز ۱۰ کیلوگری و پرتوتابی نشده در تصویر ۱ نشان داده شده است. وجود دو باند قوی ۳۵۵۰/۹ و ۳۲۳۶/۵ بیانگر افزایش میزان رنگدانه‌ها و به دنبال آن گروه فنلی است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی را در گروه پرتوتابی نشان می‌دهد که بیشتر و قوی‌تر شده است (۲۱).

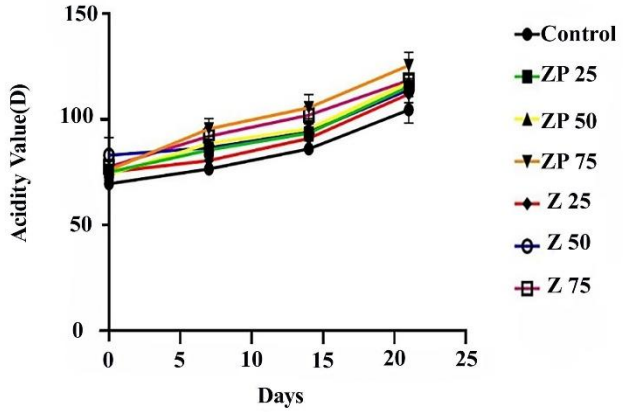
نتایج رشد و شمارش *لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی* در تصویر ۲ جمعیت باکتری پروبیوتیک (cfu در میلی‌لیتر) در طول زمان نگه‌داری در نمونه‌های تیمار پرتودیده و پرتوندیده و نیز کنترل ماست پروبیوتیکی مشخص شده است. بعد از گذشت ۲۱ روز نگه‌داری در یخچال جمعیت گروه‌های تیمار نسبت به کنترل تفاوت معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۵$). بالاترین میزان رشد لاکتوباسیلوس در تیمار ماست زعفرانی پرتودیده در سطح غلظت ۷۵ بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$) و کمترین میزان شمارش مربوط به تیمار شاهد بود.



تصویر ۱. FTIR عصاره گلبرگ زعفران پرتوتابی نشده (A) و پرتوتابی شده (B).



تصویر ۲. میانگین شمارش باکتری (cfu/g) در نمونه‌ها در طول نگه‌داری (عصاره پرتودیده=ZP و عصاره پرتو ندیده=Z).



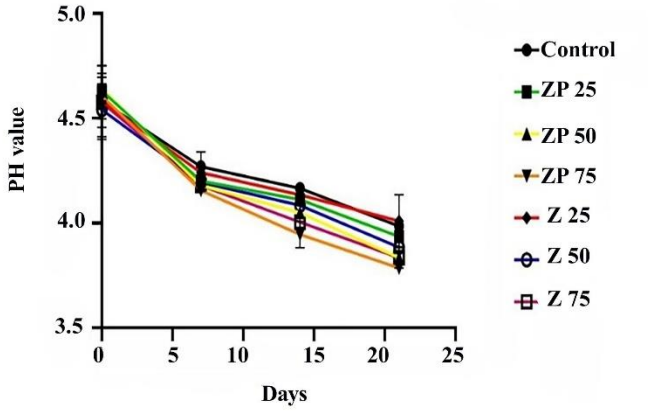
تصویر ۳. میانگین مقادیر اسیدیته (دورنیک) نمونه‌ها در طول زمان نگه‌داری (عصاره پرتودیده=ZP و عصاره پرتو ندیده=Z).

نتایج اسیدیته و pH: نتایج به دست آمده از اسیدیته و pH نمونه‌های مورد بررسی در طول زمان نگه‌داری در تصویر ۳ و ۴ آمده است. در طول زمان نگه‌داری، افزایش اسیدیته و کاهش pH در کلیه تیمارها به طور معنی‌داری مشاهده گردید ($P<۰/۰۵$) و بین نتایج تیمارهای پرتودیده در دوز ۱۰ کیلوگری و پرتوندیده در هر غلظت اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. با گذشت زمان نگه‌داری، بالاترین مقدار اسیدیته مربوط به تیمار ماست زعفرانی پرتو دیده در سطح غلظت ۷۵ بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ($P<۰/۰۵$).

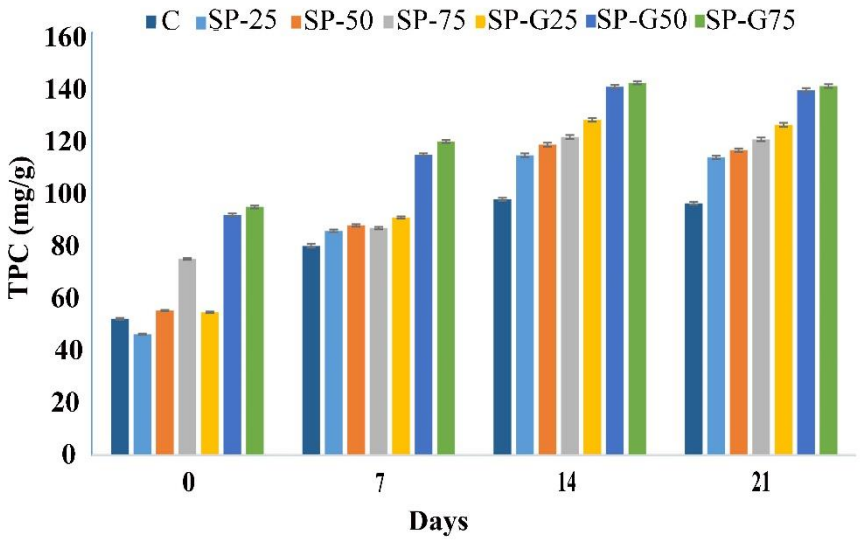
نتایج میزان ترکیبات فنل کل نمونه‌های مورد مطالعه: نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنلیک کل مربوط به تیمارهای مورد بررسی در طول نگه‌داری در تصویر ۵ نشان داده شده است. مطابق نتایج، میزان عصاره گلبرگ زعفران پرتودیده و پرتوندیده و مدت زمان نگه‌داری نمونه‌ها بر روی محتوای کل ترکیبات فنلی تأثیر معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). همچنین مقایسه میانگین میزان ترکیبات فنلی بین تیمارهای پرتودیده و پرتوندیده اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۵$)، به طوری که بالاترین میزان مربوط به تیمار حاوی عصاره گلبرگ زعفران پرتودیده با غلظت ۰/۷۵ درصد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد و کمترین میزان ترکیبات فنلی مربوط به تیمار کنترل (بدون عصاره) بود.

اندازه‌گیری ظرفیت مهار رادیکال آزاد نمونه‌ها (DPPH): نتایج قدرت آنتی‌اکسیدانی تیمارهای مورد مطالعه توسط آزمون DPPH در تصویر ۶ آورده شده است. میزان عصاره اضافه شده و مدت نگه‌داری روی خاصیت بازدارندگی DPPH اثر معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). همان طور که مشاهده می‌گردد در ابتدای دوره نگهداری تا روز هفت میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تمام نمونه‌ها روند افزایشی داشته و سپس تا پایان دوره (روز ۲۱)، سیر نزولی داشت. در مجموع درصد مهارکنندگی در بین تیمارهای مختلف گلبرگ زعفران، تیمار گلبرگ زعفران پرتودیده در سطح غلظت ۰/۷۵ درصد با ۴۸/۱۱ درصد در روز هفت بیشترین خاصیت بازدارندگی را نشان داد. مطابق تصویر اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای پرتو دیده و پرتو ندیده و همچنین میان تمام تیمارهای گلبرگ زعفران و گروه کنترل مشاهده گردید ($P<۰/۰۵$). همچنین مقایسه نتایج هر تیمار غلظت پرتودیده و پرتوندیده به صورت جداگانه تفاوت معنی‌دار نشان داد ($P<۰/۰۵$).

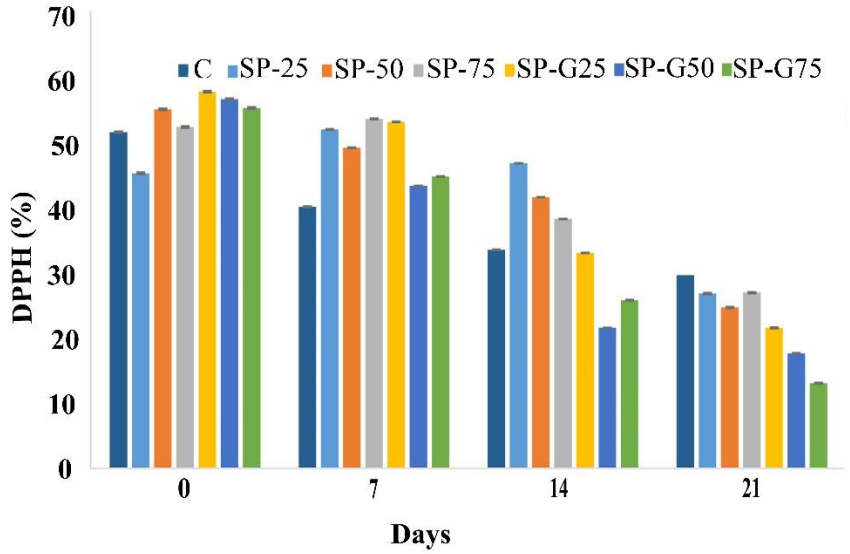
نتایج مربوط به ویژگی‌های حسی: طبق نتایج ارزیابی حسی ماست تیمار شده با عصاره گلبرگ زعفران پرتودیده و پرتوندیده، از نظر فاکتورهای حسی طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی، کمترین امتیاز مربوط به نمونه حاوی ۰/۷۵ درصد عصاره بود و بین سایر غلظت‌ها با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P<۰/۰۵$). همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تیمار پرتودیده و پرتوندیده مشاهده نشد (تصویر ۷).



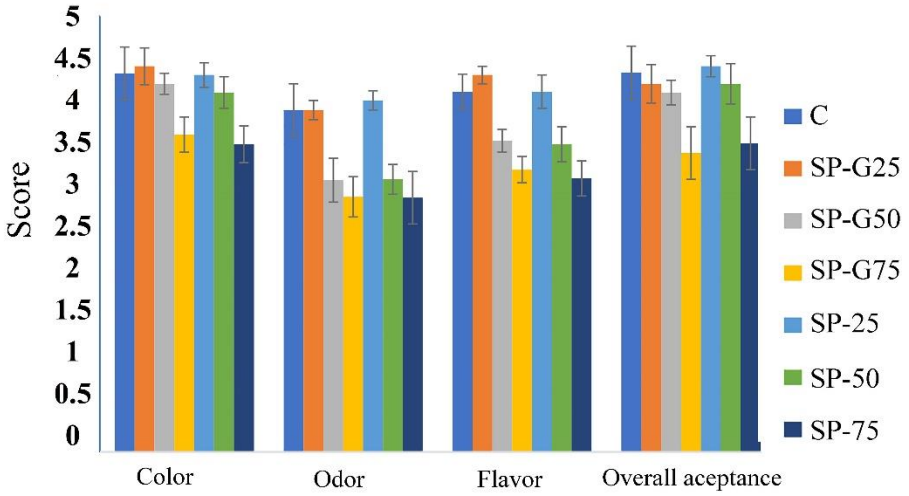
تصویر ۴. میانگین مقادیر pH نمونه‌ها در طول زمان نگه‌داری (عصاره پرتودیده=ZP و عصاره پرتو ندیده=Z).



تصویر ۵. میانگین ترکیبات فنلی کل (میلی‌گرم در گرم) در نمونه‌ها (C: کنترل، SP-25: سطح ۲۵ پرتوندیده؛ SP-50: سطح ۵۰ پرتوندیده؛ SP-75: سطح ۷۵ پرتوندیده؛ SP-G25: سطح ۲۵ پرتودیده؛ SP-G50: سطح ۵۰ پرتودیده؛ SP-G75: سطح ۷۵ پرتودیده).



تصویر ۶. میانگین مهار رادیکال های DPPH به درصد در نمونه‌ها (C: کنترل، SP-25: سطح ۲۵ پرتوندیده؛ نمونه SP-۵۰: سطح ۵۰ پرتوندیده؛ SP-75: سطح ۷۵ پرتوندیده؛ SP-G25: سطح ۲۵ پرتودیده؛ SP-G50: سطح ۵۰ پرتودیده؛ SP-G75: سطح ۷۵ پرتودیده).



تصویر ۷. میانگین ارزیابی حسی در نمونه‌ها (C: کنترل، SP-25: سطح ۲۵ پرتوندیده؛ SP-59: سطح ۵۰ پرتوندیده؛ SP-75: سطح ۷۵ پرتوندیده؛ SP-G25: سطح ۲۵ پرتودیده؛ SP-G50: سطح ۵۰ پرتودیده؛ SP-G75: سطح ۷۵ پرتودیده).

بحث

ارزیابی تأثیرات پرتوتابی بر ترکیبات و خواص بیولوژیکی گیاهان: در مطالعات انجام شده روی تأثیر پرتودهی بر خواص بیولوژیکی گیاهان مشخص شده است که در بعضی از گونه‌ها، تعدادی از ترکیبات موجود در عصاره بر اثر پرتودهی دچار تغییر و تحول شده است (۶). در مطالعه حاضر، براساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که پرتوتابی عصاره الکلی گلبرگ زعفران تغییری در گروه‌های اصلی و عاملی آن ایجاد نکرد. کتامین‌ها و آلن‌ها مواد آرام‌بخش موجود در زعفران می‌باشند که در گروه پرتوتابی شده باند مربوط به این گروه به طور کاملاً مشخص دیده می‌شود و شاید نشان‌دهنده افزایش میزان این گروه نسبت به گروه پرتوتابی نشده است. در مطالعه Fatemi و همکاران در سال ۲۰۱۷، بر

روی تأثیر پرتودهی گاما بر خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره هیدروالکلی و اسانس مامیران، تغییراتی را در محتوی ترکیبات ایجاد کرد، به طوری که تعداد ۲۲ نوع ترکیب در نمونه شاهد، تحت تأثیر پرتو گاما با دوزهای ۱۰ و ۲۵ کیلوگری به ترتیب به ۱۸ و ۲۶ ترکیب تغییر یافته است. در بعضی گونه‌ها تابش پرتو گاما تأثیری در نوع ترکیبات اسانس نداشته، اما مقداری از آن‌ها دچار تغییر شده‌اند (۶). در برخی مطالعات مشخص گردید که میزان ترکیبات فنلی در دانه‌های سویا تیمار شده با دوز ۱۰ کیلوگری، افزایش یافته است. مطالعات انجام شده روی پوست انار نیز نشان داد که میزان کل ترکیبات فنلی در دوزهای بیشتر از ۱۰ کیلوگری افزایش معنی‌داری داشته است (۱۰). بعضی از مطالعات نشان داده‌اند که پرتودهی تا دوز ۳۰ کیلوگری باعث افزایش معنی‌دار در میزان ترکیبات فنلی کل و فلاوونوئیدها می‌گردد. در برخی مطالعات مشخص گردید که پرتوتابی با گاما تا دوزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگری هیچ تأثیری بر روی میزان فلاونوئیدهای بعضی از انواع گیاهان دارویی از جمله شاهی، رزماری، ریحان و کنگر فرنگی ندارد. به نظر می‌رسد که این تناقض در تأثیر پرتو بر میزان از دست رفتن فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی پس از پرتودهی در دمای حین انجام پرتودهی و نیز در نوع فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی می‌باشد (۶).

بررسی زنده‌مانی *لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی*: افزودن عصاره گیاهی به ماست پروبیوتیک حاوی *لاکتی کازئی باسیلوس پاراکازئی* موجب افزایش معنی‌دار زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک نسبت به نمونه شاهد (ماست فاقد عصاره) شد ($P<۰/۰۵$). همچنین در مطالعه حاضر مشخص گردید استفاده از دوز ۱۰ کیلوگری مورد استفاده در تیمارهای عصاره الکلی گلبرگ زعفران با تیمارهای پرتوندیده از نظر زنده‌مانی پروبیوتیک در ماست اختلاف معنی‌داری داشت. علت آن ترکیبات فنلی موجود در عصاره‌های گیاهی می‌باشد که نقش تحریک کنندگی داشته و باعث بهبود رشد باکتری پروبیوتیک می‌گردد. لازم به ذکر است که همگام با کاهش مقدار اکسیژن محلول در محیط فرآورده قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها افزایش می‌یابد (۲۲). در همین راستا ترکیبات فنلی عصاره‌های گیاهی که به عنوان مهارکننده اکسیژن شناخته می‌شوند منجر به کاهش پتانسیل اکسیداسیون- احیاء در محیط رشد باکتری و موجب بهبود رشد باکتری پروبیوتیک در غیاب اکسیژن می‌گردند (۲۳). Hasani و همکاران در سال ۲۰۱۳ تأثیر عصاره زرشک بر زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در ماست پروبیوتیک قالبی طعم‌دار مورد بررسی قرار دادند به نتایج مشابهی دست یافتند که نشان داد افزودن عصاره زرشک تأثیر معنی‌داری در روند افرایشی رشد لاکتوباسیلوس در طی مدت زمان نگه‌داری داشته و این افزایش در ماست پروبیوتیک حاوی ۵ درصد عصاره زرشک بیشتر از ۴ درصد بود (۲۴). Marhamatizadeh و همکاران در سال ۲۰۱۳ به بررسی تأثیر عصاره برگ زیتون بر زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* در شیر و ماست پروبیوتیکی در طی ۲۱ روز نگه‌داری در یخچال پرداختند و به نتایج مشابهی رسیدند (۲۳). حداقل میزان باکتری‌های پروبیوتیک به کار رفته در فراورده‌های پروبیوتیک را $cfu۱۰^۶$ در میلی‌لیتر بیان نمودند (۲۵). در این مطالعه نیز تعداد باکتری‌های زنده پروبیوتیک موجود در ماست در طی ۲۱ روز نگه‌داری در یخچال در حد قابل قبول $۱۰^۷$ cfu در میلی‌لیتر گزارش شد.

بررسی تغییرات اسیدیته و pH: افزودن عصاره‌های گیاهی به ماست پروبیوتیک منجر به افزایش معنی‌دار اسیدیته و کاهش pH نسبت به نمونه شاهد شد ($P<۰/۰۵$). علت این امر، آن است که تخمیر ماست با عصاره‌های گیاهی، منجر به افزایش فعالیت متابولیک باکتری‌های ماست و افزایش اسیدیته به دلیل تولید اسیدهای آلی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک می‌گردد (۲۵). Hasani و همکاران در سال ۲۰۱۶، تأثیر عصاره زرشک بر زنده‌مانی پروبیوتیک و خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماست قالبی بررسی و به نتایج مشابهی دست یافتند که بیشترین اسیدیته در پایان دوره نگه‌داری مربوط به تیمار کنترل بوده است (۲۴). Azarjam و همکاران در سال ۲۰۲۱، در مطالعه‌ای اثر عصاره چای سبز بر ماست قالبی را بررسی و مشاهده نمودند که تغییرات اسیدیته در طول نگهداری نمونه‌ها روند افزایشی داشته و پایین‌ترین اسیدیته در نمونه، حاوی بیشترین میزان عصاره بوده است. همچنین تأثیر میزان عصاره و زمان نگهداری نیز بر روی شاخص pH معنی‌دار بود. در حقیقت با افزایش مقدار عصاره گیاهی و به دنبال آن افزایش سوبسترای در دسترس جهت رشد میکروارگانیسم‌ها، فعالیت متابولیکی باکتری افزایش یافته و موجب کاهش pH می‌گردد (۲۶). Amirdivaniو Salihin در سال ۲۰۱۱، به بررسی تغییر در ویژگی‌های تخمیری ماست حاوی نعناع، شوید و ریحان پرداختند و به نتایج مشابهی دست یافتند. سرعت کاهش pH در ماست‌های گیاهی بالاتر از ماست شاهد بود. همچنین pH ماست‌های حاوی عصاره‌های گیاهی پایین‌تر از ماست شاهد بود (۲۷). همچنین مشخص گردید بین نمونه‌های تیمارهای پرتودیده در دوز ۱۰ کیلوگری و پرتوندیده در هر غلظت اختلاف معنی‌داری از لحاظ اسیدیته و pH مشاهده نگردید.

ارزیابی ترکیبات فنلی: مطابق نتایج مطالعه حاضر، بالاترین میزان ترکیبات فنلی مربوط به تیمار حاوی بالاترین غلظت عصاره زعفران پرتودیده ۰/۷۵ درصد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. با توجه به نتایج آزمون FTIR و پیک‌های حاصله، وجود دو باند قوی

۳۵۵۰/۹ و ۳۲۳۶/۵ بیانگر افزایش میزان رنگدانه‌ها و به دنبال آن گروه‌های فنلی است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی را در گروه پرتوتابی نشان می‌دهد که بیشتر و قوی‌تر شده است (۲۰). نتایج به دست آمده از این مطالعه و سایرین نشان می‌دهد که عوامل متعددی مقدار ترکیبات فنلی موجود در بافت‌های گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، که از آن جمله می‌توان به فاکتورهای ژنتیکی، گونه و واریته، میزان تابش نور خورشید، شرایط خاک، شرایط محیطی و آب و هوا اشاره کرد. همچنین pH حلال، دما، زمان و قطبیت حلال در استخراج ترکیبات فنلی مؤثر می‌باشند. ترکیبات فنلیک موجود در عصاره که ساختار پیچیده دارند در اتانول بهتر حل می‌شوند که این ترکیبات ممکن است گروه‌های فنل بیشتر یا وزن مولکولی بالاتر نسبت به ترکیبات فنلیک موجود در آب داشته باشند (۷). Tajik و همکاران در سال ۲۰۱۷، گزارش کردند در بین کلاله، گلبرگ، برگ و کورم زعفران، عصاره متانولی کلاله دارای بالاترین میزان ترکیبات فنلی بوده و بعد از آن به ترتیب گلبرگ، کورم و برگ قرار دارند (۸). در مطالعه انجام شده توسط Alirezalou و همکاران در سال ۲۰۱۷، عصاره چغندر قند بیشترین ترکیب فنلیک را دارا بود، تا روز هفتم افزایش معنی‌داری در میزان این ترکیبات مشاهده شد اما پس از این مدت و در ادامه مدت نگهداری ترکیبات فنلی در تمام تیمارها کاهش یافت (۲۸). نتایج مشابهی نیز از کاهش ترکیبات فنلی طی مدت زمان نگهداری در ماست‌های حاوی عصاره‌های گیاهی گزارش شده است. علت این کاهش در ماست به از بین رفتن تدریجی این ترکیبات در نتیجه آنزیم‌های پراکسیداز، بتا گلوکوزیداز و لاکتاز ارتباط داده شده است (۲۳). در این مطالعه مقایسه نتایج هر تیمار غلظت عصاره گلبرگ زعفران پرتودیده و پرتوندیده به صورت جداگانه تفاوت معنی‌دار نشان داد ($P<۰/۰۵$). همچنین افزایش محتوای فنولی پس از پرتوتابی را می‌توان به آزادسازی ترکیبات فنولی از جزء گلیکوزیدی و تجزیه ترکیبات فنولی بزرگ‌تر به ترکیبات کوچک‌تر توسط پرتو گاما مرتبط دانست. فرآیندهای مخرب اکسیداسیون و پرتو گاما قادر به شکستن پیوندهای شیمیایی پلی‌فنول‌ها و در نتیجه آزادسازی مواد فنولی محلول با وزن مولکولی کم می‌باشند (۲۹).

ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی (DPPH): ترکیبات بیولوژیکی و فعالیت آنتی‌رادیکالی عصاره گلبرگ زعفران توسط Serrano-Diaz و همکاران در سال ۲۰۱۲، مورد ارزیابی قرار گرفت و مشاهده شد زعفران می‌تواند به عنوان آنتی‌اکسیدان در غذاهای فراسودمند و نوشیدنی‌ها استفاده شود. در این مطالعه، دریافتند گلبرگ به عنوان مهم‌ترین محصول جانبی زعفران، مقادیر قابل توجهی ترکیبات فنلی با قدرت آنتی‌اکسیدانی بالا دارد. همچنین میزان عصاره اضافه شده و مدت نگه‌داری روی خاصیت بازدارندگی DPPH اثر معنی‌داری داشته است ($P<۰/۰۵$) (۳۰). با توجه به نتایج آزمون FTIR در این مطالعه که بیانگر افزایش میزان رنگدانه‌ها و به دنبال آن گروه‌های فنلی است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی را در گروه پرتوتابی بیشتر و قوی‌تر نشان داده است و نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از اندازه‌گیری ترکیبات فنلی قابل توجیه می‌باشد. علاوه بر این، تجزیه پروتئین‌های ماست توسط باکتری‌ها به افزایش محتوای فنلی کل کمک می‌کند. زیرا به عنوان مثال اسیدآمینه تیروزین که پس از تجزیه پروتئین‌های شیر به وجود می‌آید دارای یک زنجیره فنلی جانبی می‌باشد (۳۱). به طور کلی افزایش غلظت ترکیبات فنلی به طور مستقیم میزان توانایی عصاره‌های مختلف را در مهار رادیکال‌های آزاد افزایش می‌دهد. در غلظت‌های بالاتر ترکیبات فنلیک به دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط احتمال واکنش اهدا هیدروژن به رادیکال‌های آزاد و به دنبال آن قدرت مهارکنندگی عصاره افزایش می‌یابد (۲۹). در مطالعه Jafarpour و همکاران در سال ۲۰۲۱، بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره قسمت‌های مختلف زعفران و کاربرد آن در خامه بررسی گردید. نتایج نشان داد که میزان ترکیبات فنل کل و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی عصاره اتانولی گلبرگ زعفران نسبت به سایر قسمت‌های زعفران بیشتر بوده است. همچنین طبق این بررسی با افزایش غلظت عصاره (۰/۷۵ درصد) خواص آنتی‌اکسیدانی نیز افزایش یافت که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی داشت (۷). تأثیر مدت زمان نگهداری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های تهیه شده نیز معنی‌دار بود، همان گونه که مشخص است با گذشت زمان مقدار خاصیت بازدارندگی در تمام نمونه‌ها کاهش معنی‌داری پیدا کرد. کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طول زمان نگهداری یخچالی ممکن است به افزایش تخریب ترکیبات فنلی نسبت داده شود و یا می‌تواند به علت افزایش واکنش بین پروتئین‌های شیر و پلی فنول‌ها باشد (۳۲). روند افزایش خاصیت بازدارندگی تا روز هفتم و سپس روند کاهش تا پایان مدت نگهداری روز ۲۱ام، در مطالعات متعددی گزارش شده است (۱۳، ۲۲).

ارزیابی ویژگی‌های حسی: ویژگی‌های حسی یا ارگانولپتیک یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در گرایش مصرف کنندگان به محصولات غذایی می‌باشد. هر کدام از ویژگی‌های حسی متأثر از عوامل مختلفی می‌باشد. در مطالعه حاضر طبق نتایج ارزیابی حسی ماست پروبیوتیکی تیمارشده با عصاره گلبرگ زعفران، در کل از نظر مطلوبیت کلی، افراد ارزیاب به نمونه حاوی ۰/۷۵ درصد عصاره گلبرگ زعفران کمترین امتیاز را قائل شدند ($P<۰/۰۵$). Jafarpour و همکاران در سال ۲۰۲۱، در مطالعه‌ای خامه‌های تیمار شده با عصاره گلبرگ زعفران از نظر ارزیابی حسی نتایج مشابه با مطالعه حاضر گزارش کردند که با افزایش غلظت عصاره زعفران قابلیت پذیرش کاهش یافت (۷).

نتیجه‌گیری نهایی: بدین ترتیب، از آنجا که در یک فراورده غذایی فراسودمند بالا بودن جمعیت اولیه پروبیوتیک‌ها منجر به حفظ خواص سلامت بخش فراورده پروبیوتیک تا آخرین روز انقضای محصول می‌گردد؛ استفاده از عصاره‌های گیاهی به عنوان محرک رشد توصیه می‌شود. در مطالعه حاضر تیمارهای عصاره گلبرگ زعفران ویژگی تأثیر مثبت بر زنده‌مانی پروبیوتیک را تا انتهای دوره نگهداری نشان دادند. همچنین با افزودن عصاره گلبرگ زعفران به ماست پروبیوتیکی محتوای فنل کل به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت که این افزایش در تیمارهای پرتودیده به صورت معنی‌داری مشاهده گردید. علاوه بر این یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که عصاره الکلی استخراج شده از گلبرگ زعفران دارای ترکیبات با خواص آنتی‌اکسیدانی مؤثری می‌باشد و پرتودهی با پرتو گاما در دوز ۱۰ کیلوگری نیز تأثیر معنی‌داری روی خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره مذکور دارد. از این رو استفاده از فناوری پرتوتابی به عنوان یک راه مناسب برای نگه‌داری خواص آنتی اکسیدانی داروهای گیاهی توصیه می‌شود و عصاره گلبرگ زعفران به عنوان گیاهی ارزشمند جهت جایگزین نگهدارنده‌های شیمیایی به عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدانی طبیعی در فراورده‌های غذایی استفاده گردد.

سپاسگزاری

مطالعه حاضر با حمایت‌های مالی دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان و پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، تهران (اعتبار ویژه پژوهشی (گرنت) اعضای هیات علمی پژوهشگاه سال ۱۴۰۰) انجام شده است. نویسندگان از تمام عزیزانی که در طی مطالعه و نگارش این مقاله یاریگرمان بودند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

References

1. Vahidmoghadam F, Mortazavi A, Ghalee Mousiani Z. Investigating the antioxidant activity of marjoram aqueous extract and its effect on survival *Lactobacillus plantarum* subspecies; plantarum in low-fat probiotic yogurt. J Innova Food Sci Technol. 2019;10(1):86-95. (In Persian).

2. Oliveira D, Vidal L, Ares G, Walter EH, Rosenthal A, Deliza R. Sensory, microbiological and physicochemical screening of probiotic cultures for the development of non-fermented probiotic milk. LWT-Food Sci Technol. 2017;79:234-241. doi: 10.1016/j.lwt.2017.01.020

3. Noori N, Rajabian M, Gandomi H, Raoofi asl soofiani M. Effect of *Olea europaea* leaf extract as a prebiotic on survival of *Lactobacillus casei* in uf cheese during cold storage. J Vet Res. 2020;75(1):38-46. doi: 10.22059/JVR.2018.257509.2794

4. Ritota M, Manzi P. Natural preservative from plant in cheese making. Animals. 2020;10:794. doi: 10.3390/ani10040749

5. Parsaeimehr M, Akhondzadeh Basti A, Misaghi A, Gandomi H, Jebellijavan A. The effect of *Zataria multiflora* boiss Essential oil on gene expression of enterotoxin c in *staphylococcus aureus* atcc 6538. J food Process Preserve. 2015;39(6):1702-1709. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.02.020 PMID: 23558199

6. Fatemi F, Asri Y, Naij S. The effect of gamma irradiation on the antioxidant property of hydroalcoholic extract and essential oils derived from *Chelidonium majus* L. Plant res J. 2017;29(3):567-577.

7. Jafarpour D, Hashemi SMB, Ghaedii A. Study the antioxidant properties of different parts of saffron extract and their application in cream. Iranian J Food Sci Technol. 2021;113(18):289-299. doi: 10.52547/fsct.18.113.289

8. Tajic S, Zarrin Kamar F, Niknam V. Evaluation of antioxidant activity and phenolic content from saffron organs (*Crocus sativus* L.). Modares J Biotech. 2017;8(2):160-170.

9. Dabagh Moghadam F, Garavand Razavi H. Production of saffron based-probiotic beverage by lactic acid bacteria. Food meas. 2018;12:2708-2717. doi: 10.1007/s11694-018-9888-z

10. Salehi Surmaghi MH, Amin GH, Zahedi H, Kouchesfahani H. The survey on the changes of oil compounds of medicinal and edible plants sterilized with gamma radiation. J Med Plants. 2007;6(22):71-76. (In Persian).

11. Khazaei M, Parsaeimehr M, Jebellijavan A, Staji H. The isolation and identification of dominant lactic acid bacteria by the sequencing of the 16S rRNA in traditional cheese (Khiki) in semnan, Iran. J Hum Environ Health Prom. 2019;5:15-20. doi: 10.29252/jhehp.5.1.3

12. Golbaghi1 N, Parsaeimehr M, Jebellijavan A, Salimi A. Investigation of probiotic properties of *Lactobacillus paracasei* isolated from traditional cheese in Iran. J Food Res. 2022;32(4):57-73. doi: 10.22034/fr.2022.48699.1809

13. Ashrafi Yourghanloo R, Gheibi N. Investigation the effect of Dill extract (*Anethume graveolens)* using on the Antioxidant and Physicochemial properties of Set Yogurt. Food Sci Technol. 2019;84(15):203-215.

14. Heidarieh M, Bourzouei A, Ragabifar S, Ziaei F, Sharifi, S. Effect of gamma irradiation on antioxidant activity of Ergosan. Iran J Radiat Res. 2012;9(4):245-249.

15. Heidarieh M, Borzouei A, Ardestani SB. Effects of γ-irradiation on phenolic compounds and antioxidant activity of saffron (*Crocus sativus L.*) petal. Radiochem. 2020;62:553-557. doi: 10.1134/S106636222004013X

16. Yildize F. Development and manufacture of yoghurt and other functional dairy product. 1st ed. CRC Press. Boca Raton, 2009;p.3-60. doi: 10.1201/9781420082081

17. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, National Iranian Standard. 2008. Pasteurized milk- Specifications and test methods. Iran. No.2852.

18. Alipoorfard F, Jouki M, Tavakolipour H. Application of sodium chloride and quince seed gum pretreatments to prevent enzymatic browning, loss of texture and antioxidant activity of freeze-dried pear slices. J Food Sci Technol. 2020;57:3165-3175.

19. Bakr Shori A, Salahin Baba A. Survival of *Bifidobacterium bifidum* in cow and camel milk yogurts enriched with *Cinnamum verum* and *Allium sativum*. J Assoc Arab Uni Basic Appl Sci. 2011;18:7-11. doi: 10.1016/j.jaubas.2014.02.006

20. Watts BM, Ylimaki GL, Jeffery LE, Elias LG. Basic Sensory Methods for Food Evaluation. Biol Waste. 1990;33(3):228. doi: 10.1016/0269-7483(90)90008-G

21. Mecozzi M, Pieitroletti M, Tornambe A. Molecular and structural characteristics in toxic algae cultures of *Ostreopsis ovata* and *Ostreopsis* spp. evidenced by FTIR and FTNIR spectroscopy. Spectrochim Acta a Mol Biomol Spectrosc. 2011;75:1572-1580. doi: 10.1016/j.saa.2011.02.002 PMID: 21377919

22. Dönmez O, Mogol B, Gökmen V. Syneresis and rheological behaviors of set yogurt containing green tea and green coffee powders. J Dairy Sci. 2017;100:1-7. doi: 10.3168/jds.2016-11262

23. Marhamatizadeh MH, Kazeroonian H. Study on honey yoghurt as the bearer of Probiotic Bacteria's *Lactobacillus acidophilus*. Int J Adv Biol Biomed Res. 2009;1(9):1033-1039.

24. Hasani M, Mohammadi Sani A, Sharifi A. Growth and survival of lactobacillus acidophilus and bifidobacterium bifidum in probiotic yogurts enriched by barberry extract. J Food Saf. 2016;36(4):503-507. doi: 10.1111/jfs.12269

25. Ostlie HM, Treimo J, Narvhus JA. Effect of temperature on growth and metabolism of probiotic bacteria in milk. Int Dairy J. 2005;15:989-997. doi: 10.1016/j.idairyj.2004.08.015

26. Azarjam N, Shahablavasani AR, Sharifan A. The study of addition of green tea extract on some physicochemical and sensory properties of probiotic set yogurt. J Food Microbiol. 2021;9(1):35-54. doi: 10.30495/jfm.2022.674052

27. Amirdivani SH, Salihin A. Changes in yogurt fermentation characteristics, and antioxidant potential and in vitro inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil extract. Food Sci Technol. 2011;44:1458-1464. doi: 10.1016/j.lwt.2011.01.019

28. Alirezalou K, Hesari J, Sadegi M, Rezaie H. Investigation of quality and durability properties of ultrasound colored yogurt enriched with sugar beet extract, Spinach and Tomatoes. J Food Indus Res. 2015;25:283-297.

29. Adamo M, Capitani D, Mannina L, Cristinzio M, Ragni P, Tata A, et al. Truffle's decontamination treatment by ionizing radiation. Radiat Phys Chem. 2004;71:165-168. doi: 10.1016/j.radphyschem.2004.03.073

30. Serrano-Diaz J, Sanchez AM, Maggi L, Martineztome M, Garcia-Diz L, Murcia MA, et al. Increasing the applications of *Crocus sativus* flowers as natural antioxidants. J Food Science. 2012;77:C1162-C1168. doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.02926.x PMID: 23057806

31. Shan B, Cai YZ, Sun M, Corke H. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. J Agri Food Chem. 2005;53:7749-7759. doi: 10.1021/jf051513y PMID: 16190627

32. Gad AS, Kholif AM, Sayed AF. Evaluation of the nutritional value of functional yogurt resulting from combination of date palm syrup and skim milk. Am J Food Technol. 2010;5:250-259. doi: 10.3923/ajft.2010.250.259