



## تأثیر پودر زعفران و گلبرگ زعفران بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ضد اکسایشی پنیر

فاطمه رجبی<sup>۱\*</sup>، فرشته السادات حسینی<sup>۲</sup>، سپیده خراسانی<sup>۳</sup>

۱-دانشجوی کارشناسی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

۲-مدرس مدعو گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

۳-دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

### اطلاعات مقاله

### چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۳۱

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۷/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۹

کلمات کلیدی:

پنیر،

ضد اکسایش طبیعی،

خواص فیزیکوشیمیایی.

DOI: 10.48311/fsct.2026.83885.0

\* مسئول مکاتبات:

frajab647@gmail.com

در سال‌های اخیر، تمایل برای استفاده از پودرهای گیاهی که یکی از منابع مهم ضد اکسایشی‌ها به شمار می‌روند، برای تولید محصولات جدید که فراهم‌کننده یک زندگی سالم برای مصرف‌کنندگان می‌باشد؛ مورد توجه قرار گرفته است؛ بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر غنی‌سازی با پودر زعفران و گلبرگ آن بر خواص فیزیکوشیمیایی، ضد اکسایشی و ترکیبات فنولی کل پنیر صورت گرفت. پودرهای زعفران و گلبرگ آن به میزان ۰/۰۵ درصد به نمونه‌های پنیر اضافه شد. ابتدا ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر مورد بررسی قرار گرفت و در ادامه تمامی آزمایش‌ها از جمله ارزیابی pH، اسیدیته، رطوبت، شاخص‌های رنگی، فعالیت ضد اکسایشی و ترکیبات فنولی کل انجام شد. بیشترین میانگین میزان اسیدیته به ترتیب مربوط به نمونه‌های S (نمونه پنیر حاوی زعفران) (۰/۰۰۹۶٪) و P (نمونه پنیر حاوی پودر گلبرگ زعفران) (۰/۰۰۹۵٪) و کمترین اسیدیته در نمونه شاهد مشاهده شد. بیشترین میزان میانگین رطوبت در تیمار S (۵۹/۲۳٪) مشاهده شد. با افزودن پودر زعفران و گلبرگ زعفران به نمونه‌های پنیر شاخص  $a^*$  نسبت به نمونه شاهد افزایش و شاخص‌های  $L^*$  و  $b^*$  تفاوت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) با نمونه شاهد داشتند. بیشترین میزان ترکیبات فنولی کل (۰/۰۵۲ میلی گرم گالیک اسید/۱۰۰ گرم نمونه) و فعالیت ضد اکسایشی (۴۸/۶۵٪) به ترتیب مربوط به نمونه‌های S (نمونه پنیر حاوی زعفران) و PS (نمونه پنیر حاوی پودر زعفران و پودر گلبرگ زعفران) و کمترین میزان مربوط به نمونه شاهد بود. افزودن پودرهای گیاهی به نمونه‌های پنیر باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، افزایش خواص ضد اکسایشی و ترکیبات فنولی کل نسبت به نمونه شاهد گردید و استفاده از این مواد گیاهی برای تولید محصولات متنوع و با ارزش غذایی بالا توصیه می‌گردد.

## ۱-مقدمه

سلامت و ایمنی مواد غذایی نگرانی اساسی مصرف کننده و صنایع غذایی می باشد، خصوصاً که عفونت های ناشی از غذا روند رو به افزایشی را نشان می دهند [۱]. از آنجایی که محصولات لبنی به دلیل ارزش غذایی ویژه ای که دارند به طور گسترده ای در سراسر جهان مورد مصرف واقع می شوند، غنی سازی آن ها با ترکیبات زیست فعال طیف جدیدی از غذاهای کاربردی را برای برطرف کردن نیازهای رو به رشد مصرف آن ها ارائه می دهند [۲].

شیر و فراورده های لبنی که به عنوان یکی از شاخص های توسعه جوامع انسانی مطرح می شود، به علت دارا بودن ضد اکسایشی، نقش مهمی در جلوگیری از تخریب اکسایشی در بدن ایفا می نمایند [۳]. در این بین، پنیر به عنوان یکی از فراورده های لبنی، منبع غنی از مواد مغذی و ضروری مانند ویتامین ها، اسیدهای آمینه و مواد معدنی است [۴]. مصرف کنندگان در سراسر جهان خواستار تولید پنیرهایی بدون افزودنی های سنتزی، مانند طعم دهنده ها و مواد رنگی مصنوعی اند از این رو توجه به ارزش غذایی، ایمنی، سلامتی و ویژگی های حسی پنیر بسیار حائز اهمیت است.

مرور پژوهش های قبلی نشان می دهد تأثیر مورینگا [۵]، گشنیز [۶]، پودر اسفناج [۷]، عصاره گوجه فرنگی [۸] و تفاله انگور [۹] بر خواص نمونه های پنیر مورد بررسی قرار گرفته است. افزودن زعفران در ماست توسط Gaglio و همکاران انجام شده است [۱۰]. همچنین اضافه کردن زعفران در پنیر گوسفند توسط Aktypis و همکاران (۲۰۱۸) مورد بررسی قرار گرفته است [۱۱].

زعفران با نام علمی *Crocus Sativus L.* گیاهی کوچک و چند ساله از خانواده Iridaceae است. ایران از جمله مهم ترین قطب های تولید زعفران در دنیا محسوب می شود،

به طوری که ارزش صادرات زعفران ایران از مرز ۳۰۰ میلیارد ریال در سال می گذرد [۱۲].

کلاله این گیاه به عنوان زعفران در صنایع غذایی (ادویه معطر و رنگین کردن غذا) و صنعت دارویی (دارای خواص ضدچاقی، ضدالتهابی، ضدآترواسکلروتیک<sup>۱</sup>، ضدژنوتوکسیک<sup>۲</sup> و ضدسینوتوکسیک<sup>۳</sup>) می باشد مورد استفاده قرار می گیرد و به دلیل وجود ترکیبات زیست فعال مانند ترکیبات فنولی، کروسین، پیکروکروسین، کروسین و سافرانال دارای خواص سلامتی بخش و ویژگی های حسی بی نظیر زیادی است. ترکیبات موجود در زعفران دارای فعالیت ضداکسایشی هستند که این ویژگی ها با خواص ضدپیری و بهبود عملکرد سلامت ارتباط دارد [۱۲]. نکته قابل توجه آن است که عمده این مطالعات به اثرات دارویی و ضداکسایشی ترکیبات مؤثره موجود در کلاله زعفران عمدتاً کروسین (ترکیب اصلی میوسیل رنگ زعفران) معطوف شده است، این در حالی است که هر ساله طی فرآیند فرآوری زعفران، حجم بسیار بالایی از گلبرگ ها به عنوان ضایعات دور ریخته می شود؛ بنابراین یافتن راه حلی برای بازیافت این حجم زیاد ضایعات از اهمیت بالایی برخوردار می باشد [۱۲]. گلبرگ زعفران یک منبع گیاهی غنی از مواد پلی فنولی است، پژوهش های متعدد انجام شده نشان می دهد، گلبرگ های گونه *Crocus* که زعفران در آن قرار دارد، دارای انواع زیادی از ترکیبات فلاونوئیدی، گلیکوزیدی و آنتوسیانین ها می باشند [۱۳]. در مطالعه ای، پودر عصاره گلبرگ زعفران به عنوان رنگ دهنده طبیعی در آب انار با رنگ قرمز کم مورد بررسی قرار گرفت و پایداری رنگی و آنتوسیانینی خوبی در طول حرارت و ذخیره سازی نشان داد [۱۴]. در پژوهش های دیگر نیز به تأثیرات ضدافسردگی، آنتی تیروزینازی<sup>۴</sup> و ضداکسایشی گلبرگ زعفران اشاره شده است [۱۵]. از طرفی، ارتباط معنی دار

3-Anti-cytotoxic

4-Anti-tyrosinase

1-Anti-atherosclerotic

2-Anti-genotoxic

## ۲-۲ تهیه نمونه‌های پنیر

شیر تهیه شده به پایلوت تحقیقاتی صنایع غذایی منتقل شد. سپس تا دمای  $72^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱۵ ثانیه پاستوریزه شد. بلافاصله تا دمای  $35^{\circ}\text{C}$  سرد گردید و پودر زعفران و گلبرگ آن اضافه گردید. سپس به آن کلسیم کلرید (۰/۱۵ گرم به ازای هر کیلوگرم شیر) افزوده گردید. در ادامه مایه کشت آغازگر که حاوی مخلوطی از باکتری‌های مزوفیل و ترموفیل (استرپتوکوکوس ترموفیلوس<sup>۵</sup>، لاکتوباسیلوس بولگاریکوس<sup>۶</sup>، لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه لاکتیس<sup>۷</sup> و لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه کرموریس<sup>۸</sup>) بود افزوده و اجازه داده شد تا pH به ۶/۲ برسد. سپس به آن رنت (۰/۰۶ درصد وزنی/وزنی) اضافه گردید. لخته‌ها درون پارچه تمیز قرار داده شد و به مدت ۱۲ ساعت با گذاشتن وزنه سنگین روی آن تحت فشار قرار گرفت. در نهایت پنیر به قطعات کوچک برش داده شد و در آب نمک ۴٪ (تهیه شده توسط آب پنیر نمونه) در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  قرار گرفت [۱۷]. در ارزیابی حسی مقدماتی، نمونه‌های پنیر با سطوح مختلف پودر زعفران و گلبرگ بررسی شدند. از میان آن‌ها، سطح ۰/۰۵ درصد بالاترین امتیاز را دریافت کرد و مبنای انجام آزمون‌های بعدی قرار گرفت.

فعالیت ضداکسایشی مواد گیاهی با محتوای ترکیبات فنولیک آن‌ها به اثبات رسیده است [۱۶]. با توجه به محدود پژوهش‌های انجام شده روی این موضوع و دارا بودن خواص ضداکسایشی و تغذیه‌ای و طعم و عطر مطلوب گیاه زعفران، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر پودر زعفران و گلبرگ آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ضداکسایشی پنیرلاکتیکی می‌باشد.

## ۲-مواد و روش‌ها

## ۲-۱ مواد

شیر گاو کم چرب (۱/۵ درصد چربی) تهیه شده از گاوداری دانشگاه شهید باهنر کرمان، مایه کشت‌آغازگر (شرکت کریستین هانسن، دانمارک)، نمک (شرکت تابان، ایران)، پودرهای زعفران و گلبرگ آن از عطاری‌های معتبر شهر بیرجند تهیه شدند. مواد شیمیایی مورد استفاده نیز شامل کلسیم کلرید (مرک، آلمان)، رنت (کریستین هانسن، دانمارک)، هیدروکسیدسدیم (سیگما، آمریکا)، معرف فنولفتالین (سیگما، آمریکا)، کربنات سدیم (مرک آلمان)، معرف فولین سیوکالتو (مرک، آلمان)، دی‌پی‌پی‌اچ (سیگما، آمریکا)، بودند.

Table 1 Description of Experimental Treatments

Row	The name of the treatments	Description
1	C	Control
2	P	Cheese containing saffron petal powder
3	S	Cheese containing saffron powder
4	SDP	Cheese containing saffron powder added during pasteurization
5	PS	Cheese containing a mixture of saffron powders and saffron petals

7-Lactococcus lactis subspecies lactis

5-Streptococcus thermophilus

8-Lactococcus lactis subspecies Cremoris

6-Lactobacillus bulgaricus

## ۲-۳ آزمون‌های پنیر

## ۲-۳-۱ تعیین pH و اسیدیته

عصاره با ۲ میلی‌لیتر محلول اتانولی DPPH (۰/۲ میلی‌مولار) مخلوط شد و پس از نگهداری در تاریکی به مدت ۳۰ دقیقه، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از طیف سنج نوری اندازه‌گیری شد. نمونه شاهد، محلول DPPH بدون عصاره بود. کاهش جذب نشان‌دهنده مهار بیشتر رادیکال آزاد و در نتیجه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر نمونه است [۱۸].

$$\text{DPPH RSA (\%)} = \frac{\text{جذب نمونه} - \text{جذب نمونه شاهد}}{\text{جذب نمونه شاهد}} \times 100$$

## ۲-۳-۵ اندازه‌گیری محتوای فنل کل

برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل، ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از نمونه پنیر وزن شد و به آن ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و با هم‌زدن مداوم استخراج شد. سپس مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ گردید و فاز مایع شفاف جهت آنالیز استفاده شد. برای تهیه محلول کاری معرف Folin-Ciocalteu، مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر از معرف با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و یکنواخت شد. سپس ۵ میلی‌لیتر محلول ۲٪ سدیم کربنات ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) به ۱ میلی‌لیتر از عصاره شفاف‌شده اضافه گردید. پس از گذشت ۵ دقیقه در دمای اتاق، ۱ میلی‌لیتر از محلول Folin-Ciocalteu به مخلوط افزوده شد. مخلوط نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی نگهداری شدند. در نهایت، جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری اندازه‌گیری گردید. نتایج به صورت میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم نمونه پنیر بیان شدند [۱۹].

## ۲-۳-۶ ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر

ارزیابی حسی توسط ۱۲ نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد و اساتید گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه شهید باهنر کرمان در محدوده سنی ۲۰-۴۵ سال صورت گرفت. ارزیاب‌ها آشنایی کافی با پنیر و زعفران و ویژگی‌های آن‌ها

مقدار ۲۰ گرم نمونه پنیر خرد شده با آب مقطر به حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۲۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده در یک بشر ریخته و الکتروود pH متر (Knick, Germany) درون آن قرار داده شد. برای تعیین اسیدیته، به محتویات بشر سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن pH به ۸/۱ اضافه شد.

$$\text{اسیدیته} = \frac{0.009 \times \text{نرمالیه سود} \times \text{میزان سود مصرفی}}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

## ۲-۳-۲ تعیین میزان رطوبت

نمونه پنیر به میزان ۱۰ گرم وزن شد و به پلیت شیشه‌ای منتقل شد. پلیت‌ها در دمای  $105^\circ\text{C}$  تا رسیدن به وزن خشک حرارت داده شدند [۸].

## ۲-۳-۳ تعیین شاخص‌های رنگی

رنگ نمونه‌های پنیر با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (TES-135A, Taiwan) اندازه‌گیری شد. شاخص‌های رنگی به دست آمده توسط این دستگاه شامل  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  بودند. شاخص  $L^*$  نشان‌دهنده درجه سفیدی یا سیاهی و  $a^*$  و  $b^*$  به ترتیب شاخص‌های رنگی قرمز/سبز و زرد/آبی می‌باشند.

## ۲-۳-۴ تعیین فعالیت ضداکسایشی به روش DPPH

فعالیت ضداکسایشی نمونه‌های پنیر با استفاده از روش مهار رادیکال آزاد DPPH ارزیابی شد. برای این منظور، ابتدا نمونه‌های پنیر خشک شدند. سپس ۵ گرم از هر نمونه پنیر به ۲۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ اضافه و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق با هم‌زدن مغناطیسی استخراج شد. سپس عصاره‌ها با استفاده از کاغذ صافی صاف شده و در آزمون DPPH مورد استفاده قرار گرفتند. برای انجام آزمون، ۲ میلی‌لیتر از

بیشترین میانگین میزان pH به ترتیب در نمونه‌های SDP، S و PS مشاهده شد که تیمار SDP تفاوت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) با سایر تیمارها نشان داد. افزودن پودر زعفران و گلبرگ آن موجب افزایش pH در مقایسه با نمونه کنترل گردید. این افزایش را می‌توان از جنبه ترکیبات فنولی و ضد اکسایشی موجود در زعفران توجیه کرد، چرا که ترکیباتی مانند کروسین، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها دارای خواص ضد میکروبی بوده و می‌توانند فعالیت باکتری‌های اسیدلاکتیک را کاهش دهند؛ در نتیجه، میزان تولید اسید لاکتیک کمتر شده و افزایش pH مشاهده می‌شود [۲۰]. از سوی دیگر، ترکیبات موجود در گلبرگ زعفران، به ویژه آنتوسیانین‌ها، خاصیت شلات‌کنندگی یون‌های فلزی داشته و می‌توانند با یون‌های کلسیم و فسفر موجود در دلمه‌ی پنیر واکنش دهند. این تعامل، تعادل بافیری را مختل کرده و به صورت غیرمستقیم موجب افزایش pH می‌گردد [۲۱].

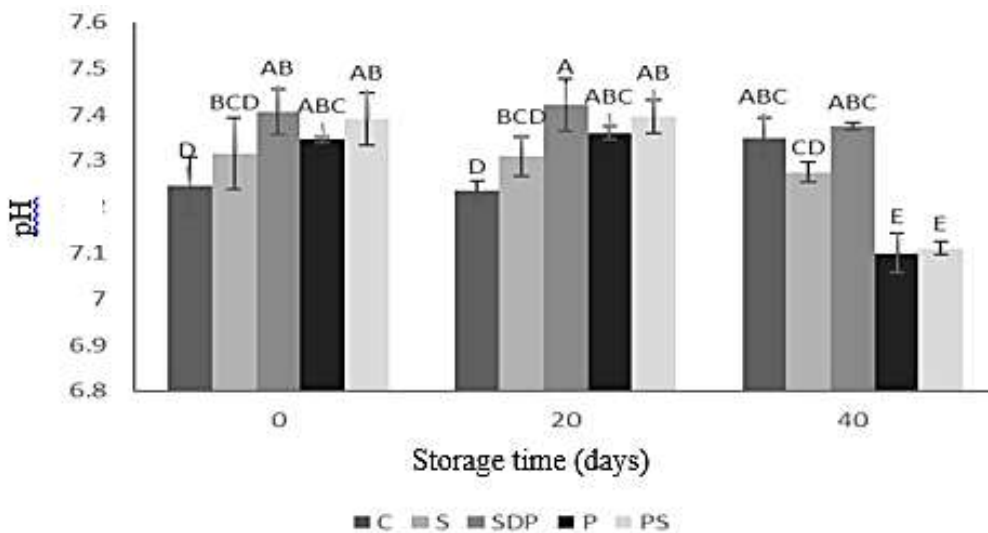
داشتند. این آزمون به روش هدونیک نه نقطه‌ای انجام گرفت و به هر یک از ویژگی‌های حسی رنگ، عطر و بو، بافت و پذیرش کلی از بسیار عالی (۹) تا بسیار بد (۱) امتیاز دادند [۱۷].

۲-۳-۷ تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه آماری داده‌ها بر اساس طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. نتایج آزمایش‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شد. تحلیل واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد و با بهره‌گیری از نرم‌افزار SAS صورت گرفت.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱ pH

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل افزودن پودر زعفران و گلبرگ زعفران و زمان انبارمانی بر pH نمونه‌های پنیر معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) بود. با توجه به میانگین کل،



**Figure 1** The effect of different treatments on the pH of cheese samples during 40 days of storage at 4 °C

Different uppercase letters indicate a significant difference in means at a significance level  $p < 0.05$

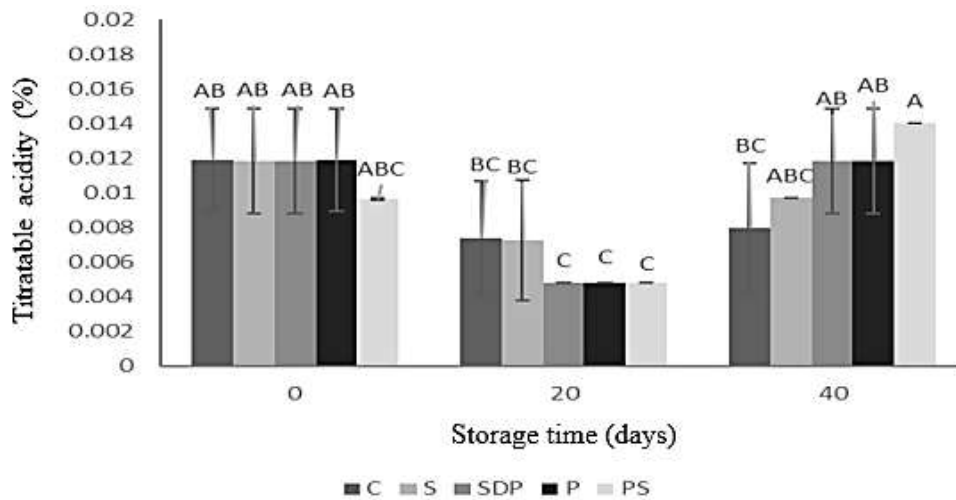
نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر افزودن پودر زعفران و گلبرگ زعفران بر میزان اسیددیده معنی‌دار نبود. زمان انبارمانی در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری بر اسیددیده

۳-۲ اسیددیده

[۲۳]. Sameen در سال ۲۰۰۹ طی مطالعات خود گزارش کرد مدت زمان رسیدن پنیر و میزان استارت‌ر مصرفی، بر اسیدیته موثر بوده است [۲۳]. با توجه به مطالعات قبلی انجام شده، افزودن پودرهای گیاهی بر باکتری‌های موجود در پنیر تأثیر گذاشته و موجب تغییراتی در pH و اسیدیته می‌گردد [۲۴].

نمونه‌های تیمار شده نشان داد. کمترین میانگین میزان اسیدیته در نمونه کنترل و بیشترین میزان به ترتیب در نمونه‌های S، P، SDP و PS مشاهده شد با این حال تفاوت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) میان هیچکدام از تیمارها وجود نداشت.

اسیدیته به عنوان یک شاخص مهم در خواص عملکردی پنیر در طی دوره نگهداری در نظر گرفته شده است [۲۲] و



**Figure 2** The effect of different treatments on the Titratable acidity of cheese samples during 40 days of storage at 4 °C

Different uppercase letters indicate a significant difference in means at a significance level  $p < 0.05$

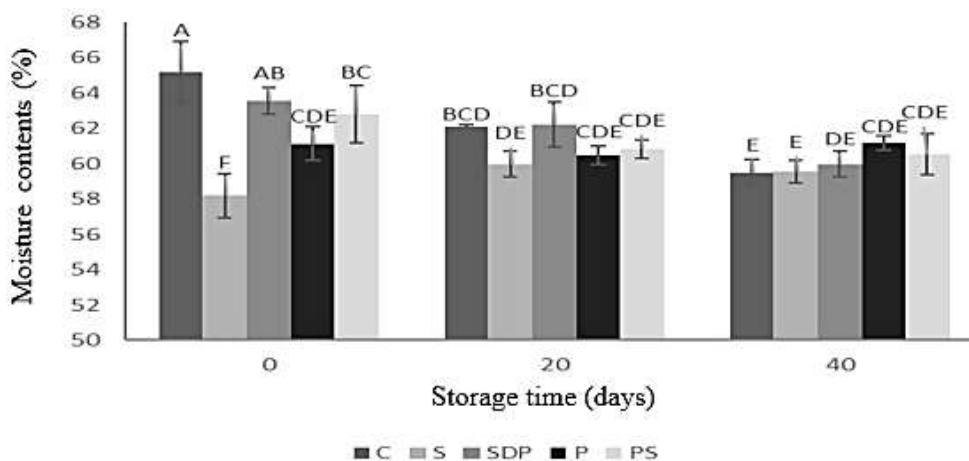
پروتئین که جاذب رطوبت هستند مقدار رطوبت افزایش پیدا کرده است [۲۶]. وجود ترکیباتی مانند فیبرها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات و غیره در پودرهای گیاهی باعث افزایش جذب آب و محتوای رطوبت می‌گردد [۲۷]. مشاهده‌ی بیشترین میانگین رطوبت در تیمار SDP ممکن است به حضور ترکیبات هیدروفیل و جاذب رطوبت موجود در پودر زعفران مرتبط باشد. پودر زعفران حاوی ترکیباتی نظیر پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها، کروسین و پلی‌ساکاریدهای محلول است که گروه‌های عاملی قطبی مانند (OH-) دارند و می‌توانند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند. این ترکیبات ظرفیت نگهداری آب در ساختار دلمه‌ی پنیر را افزایش داده و از کاهش سریع رطوبت طی دوره‌ی انبارداری جلوگیری می‌کنند [۲۸]. علاوه بر این، افزودنی‌های گیاهی می‌توانند از طریق اثر بر شبکه‌ی پروتئینی محصولات لبنی، ویژگی‌های

### ۳-۳ رطوبت

اثر متقابل افزودن پودر زعفران، گلبرگ زعفران و زمان انبارداری بر میزان رطوبت نمونه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین میانگین میزان رطوبت در نمونه SDP مشاهده شد. به طور کلی میانگین میزان رطوبت در طی انبارداری کاهش یافت.

مهم‌ترین عامل مؤثر بر تغییرات ماده خشک پنیر، میزان جذب آب توسط پروتئین‌ها است. هرچه تعداد گروه‌های قطبی در شبکه پروتئینی بیشتر باشد، جذب آب افزایش یافته و در نتیجه درصد ماده خشک کاهش می‌یابد [۲۵]. همچنین در تحقیقاتی که توسط ارجمند و همکاران (۲۰۱۵) انجام شده است مشاهده شد با افزایش درصد پودر گردو در فرمولاسیون پنیر، به علت حضور ترکیباتی مثل فیبرها و

رئولوژیکی و ظرفیت جذب آب را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه موجب بهبود نگهداری رطوبت و افزایش محتوای آب محصول شوند [۲۹؛ ۳۰].



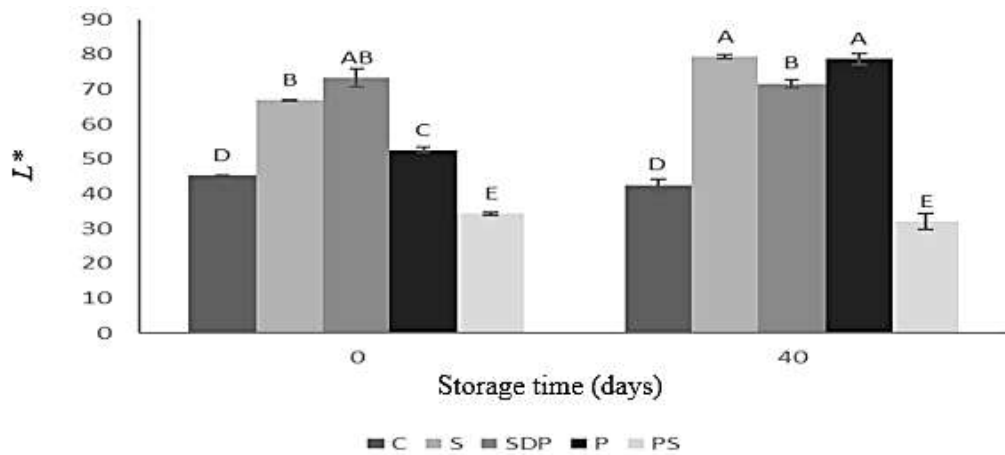
**Figure 3** The effect of different treatments on the moisture content of cheese samples during 40 days of storage at 4 °C

Different uppercase letters indicate a significant difference in means at a significance level  $p < 0.05$

کاهش شاخص  $L^*$  را در اثر افزایش غلظت زعفران گزارش کرده بود، تفاوت دارد. این اختلاف می‌تواند ناشی از تفاوت در روش‌های افزودن زعفران، زمان فرآوری و ویژگی‌های نمونه‌ها باشد. در آن مطالعه، کاهش روشنایی پنیر با افزایش میزان زعفران پس از روز سوم مشاهده شد که نشان‌دهنده اثر تیره‌کنندگی بیشتر زعفران تحت شرایط آن پژوهش است. در مقابل، نفوذ بهتر رنگدانه‌ها و تفاوت در شرایط پاستوریزاسیون در تحقیق حاضر می‌تواند عامل افزایش انعکاس نور و روشنایی پنیر باشد [۳۱]. بنابراین، تفاوت‌های فنی در فرایند تولید پنیر و شیوه افزودن زعفران احتمالاً دلیل بروز نتایج متفاوت است؛ موضوعی که نیازمند بررسی دقیق‌تر در مطالعات آینده می‌باشد.

#### ۴-۳ شاخص‌های رنگی

اثر متقابل پودر زعفران، گلبرگ زعفران و زمان انبارمانی بر شاخص  $L^*$  در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین میانگین شاخص  $L^*$  در نمونه S و نمونه SDP مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) با سایر نمونه‌ها نشان دادند. افزایش شاخص  $L^*$  را می‌توان به توزیع یکنواخت رنگدانه‌های محلول در آب زعفران در ساختار پنیر نسبت داد، به‌ویژه در تیمار SDP که زعفران در مرحله پاستوریزاسیون اضافه شده و فرصت بیشتری برای نفوذ در شبکه پروتئینی پنیر داشته است. کروسین، به عنوان یکی از اصلی‌ترین رنگدانه‌های زعفران، با خاصیت رنگ‌دهی و افزایش بازتاب نور، نقشی مهم در بهبود درخشندگی پنیر ایفا می‌کند. لازم به ذکر است که نتایج حاضر با مطالعه‌ای که

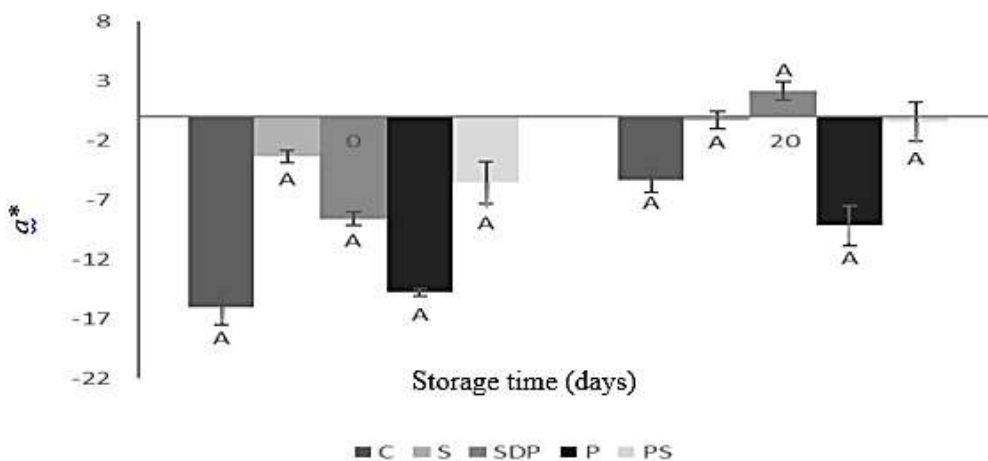


**Figure 4** The effect of different treatments on the  $L^*$  color index of cheese samples during 40 days of storage at  $4^{\circ}\text{C}$

Different uppercase letters indicate a significant difference in means at a significance level  $p < 0.05$

می توان به حضور کروتین، یکی از رنگدانه های قرمز- نارنجی زعفران، نسبت داد. کروتین که عمدتاً در چربی ها محلول است، پس از افزودن به پنیر می تواند با پروتئین ها یا لیپیدهای موجود در ماتریس پنیر برهم کنش داشته و در نتیجه موجب افزایش شدت قرمزی ( $a^*$ ) در نمونه ها شود [۳۱].

در بررسی شاخص رنگی  $a^*$ ، اثر افزودن پودر زعفران و گلبرگ زعفران در سطح ۵ درصد و اثر زمان انبارمانی در سطح ۱ درصد معنی دار بود. بیشترین میزان شاخص رنگی  $a^*$  به ترتیب در تیمارهای S، SDP و PS و کمترین میزان در نمونه کنترل مشاهده شد که تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد نشان دادند. افزایش قرمزی در این تیمارها را



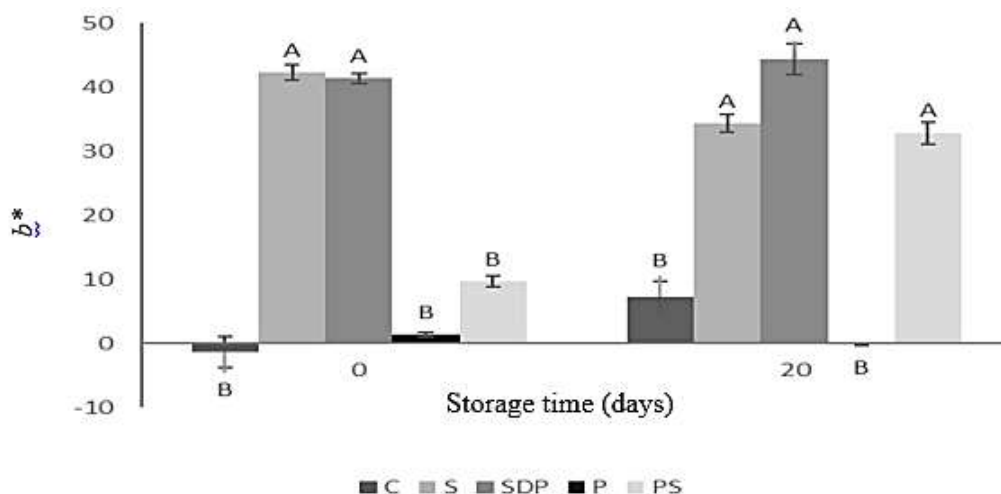
**Figure 5** The effect of different treatments on the  $a^*$  color index of cheese samples during 40 days of storage at  $4^{\circ}\text{C}$  Different uppercase letters indicate a significant difference in means at a significance level  $p < 0.05$

میزان شاخص  $b^*$  در نمونه های S و SDP مشاهده شد که تفاوت معنی داری با نمونه کنترل ( $p < 0.05$ ) داشتند. رنگ زرد زعفران عمدتاً ناشی از حضور کروستین است؛ ترکیبی

اثر متقابل افزودن پودر زعفران، پودر گلبرگ زعفران و زمان انبارمانی بر شاخص  $b^*$  معنی دار ( $p < 0.01$ ) بود. بیشترین

در مطالعه‌ای، Lin و همکاران (۲۰۱۲) پنی‌ری به همراه زعفران تولید کردند که نشان می‌دهد شاخص  $L^*$  با افزودن زعفران کاهش یافت؛ بنابراین، پنی‌ریهای زعفرانی درخشندگی کمتری نسبت به شاهد داشتند. مقادیر شاخص  $a^*$  برای همه پنی‌رها منفی بود. شاخص  $b^*$  بیشترین تأثیر را از زعفران داشت در نتیجه پنی‌ریهای زعفرانی زردتر بودند [۱۸].

محلول در آب که تأثیر چشمگیری بر شاخص زردی دارد. افزودن زعفران در مرحله‌ی پاستوریزاسیون (SDP) احتمالاً موجب نفوذ بهتر رنگدانه‌ها به ماتریکس پروتئینی پنیر شده است؛ به طوری که کروسین با ایجاد پیوندهای هیدروژنی با پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدهای موجود، پراکنش و تثبیت بیشتری در شبکه‌ی دل‌مه پیدا کرده و در نتیجه زردی بیشتری نسبت به سایر تیمارها ایجاد کرده است [۳۱].



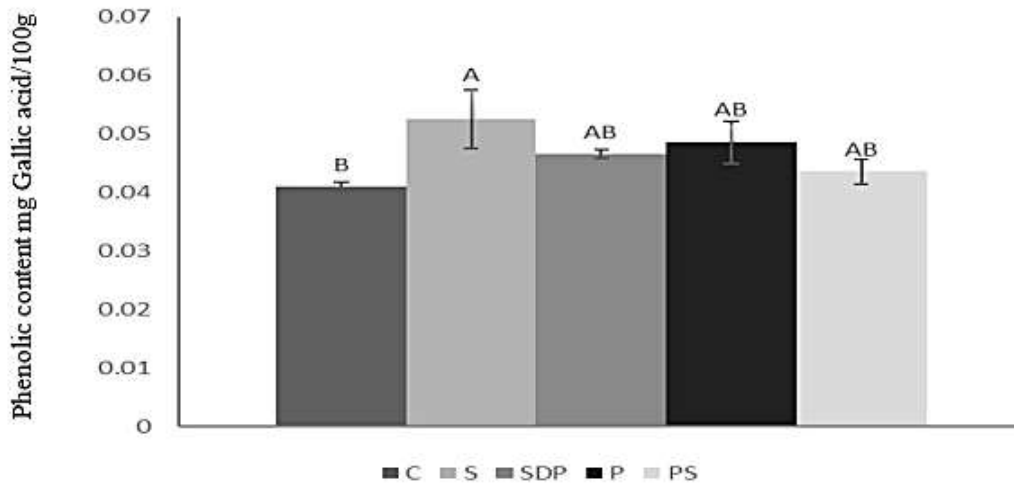
**Figure 6** The effect of different treatments on the  $b^*$  color index of cheese samples during 40 days of storage at 4 °C

Different uppercase letters indicate a significant difference in means at a significance level  $p < 0.05$

این افزایش احتمالاً ناشی از حضور ترکیبات فنولی موجود در زعفران و گلبرگ آن، از جمله آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها و کروسین‌ها است. این ترکیبات به‌عنوان عوامل زیست فعال قوی با خاصیت ضداکسایشی می‌توانند از اکسیداسیون لیپیدها و پروتئین‌ها جلوگیری کرده و در نتیجه موجب بهبود پایداری و افزایش ماندگاری پنیر شوند [۳۲].

### ۳-۵ ترکیبات فنولی کل

در بررسی نتایج تجزیه واریانس، اثر افزودن پودر زعفران و گلبرگ بر میزان ترکیبات فنولی کل در نمونه‌های پنیر معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بود. بیشترین میانگین میزان فنول کل در نمونه S و کمترین میزان در نمونه کنترل مشاهده شد.



**Figure 7** The effect of different treatments on the phenolic compounds of cheese samples during 40 days of storage at 4 °C

Different uppercase letters indicate a significant difference in means at a significance level  $p < 0.05$

ضداکسایشی در گیاهان مورد مطالعه به اثبات رسیده است. در پژوهشی، Akan و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند اضافه کردن پودرهای زیره سیاه، رزماری و آویشن باعث افزایش درصد مهار رادیکال آزاد DPPH در نمونه‌های پنیر Lor گردید. همچنین مشخص شد نمونه‌های پنیر حاوی ترکیب پودرها، فعالیت ضداکسایشی بیشتری نسبت به نمونه‌های پنیر حاوی تنها یک پودر داشتند [۳۴].

در پژوهشی دیگر ظرفیت ضداکسایشی عصاره کلاله زعفران بالاتر از گیاهان گوجه فرنگی و هویج گزارش شده است [۳۵]. حال آنکه در مطالعات مختلف به اهمیت دارویی و ضداکسایشی ترکیبات اصلی کلاله زعفران از جمله کاروتنوئید، کروسین، پیکروکروسین و سافرانال که به ترتیب مسئول رنگ، طعم و عطر زعفران می‌باشند، اشاره شده است. توان بالای ضداکسایشی زعفران را بیش از هر چیزی به کروسین که رنگیزه اصلی زعفران است ارتباط داده‌اند [۳۲; ۳۶]. به طور کلی توان ضداکسایشی بالای کلاله

### ۳-۶ اندازه‌گیری فعالیت ضداکسایشی به روش DPPH

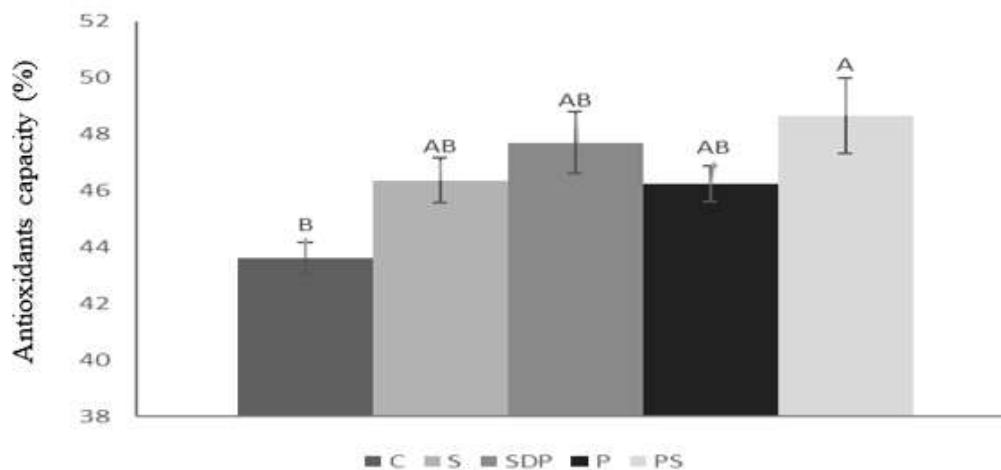
در بررسی ظرفیت ضداکسایشی، اثر افزودن پودر زعفران و گلبرگ زعفران در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین میانگین میزان ظرفیت ضداکسایشی به ترتیب در نمونه‌های PS (۰/۰۴۸۶۵)، SDP (۰/۰۴۷۷۰)، S (۰/۰۴۶۳۷) و P (۰/۰۴۶۲۵) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) با نمونه کنترل (۰/۰۴۳۶۰) نشان دادند.

اضافه کردن پودرهای زعفران و گلبرگ آن به نمونه‌های پنیر باعث افزایش میزان ترکیبات فنولی کل و فعالیت ضداکسایشی نمونه‌ها شد. پنیر حاوی مقدار کمی ترکیبات ضداکسایشی است که به دلیل برهمکنش آنها با پروتئین‌های شیر حفظ می‌شوند. با این حال، ترکیبات محلول در آب با وزن مولکولی پایین اغلب در آب پنیر از بین می‌روند [۳۳]. بنابراین فعالیت ضداکسایشی در پنیر معمولی و ساده بسیار کم است.

افزودن پودرهای زعفران و گلبرگ آن به دلیل دارا بودن ترکیبات ضداکسیدانی می‌تواند ویژگی‌های ضداکسایشی پنیر را بهبود بخشد. حضور ترکیبات فنولی و فعالیت

اندام را با ترکیبات فنولی موجود در آن بیان کرد، همچنین عنوان شد ادویه‌هایی با محتوای بالای ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی توان ضداکسایشی بالاتری را نشان می‌دهند.

زعفران می‌تواند نتیجه اثرات سینرژیسم<sup>۱</sup> ترکیبات فعال موجود در آن باشد که نباید مورد چشم‌پوشی قرار گیرند [۳۷؛ ۳۸]. نتایج حاصل از مطالعه ظرفیت ضداکسایشی کلالة زعفران، وجود ارتباط بین فعالیت ضداکسایشی این



**Figure 8** The effect of different treatments on the antioxidant properties of cheese samples during 40 days of storage at 4 °C

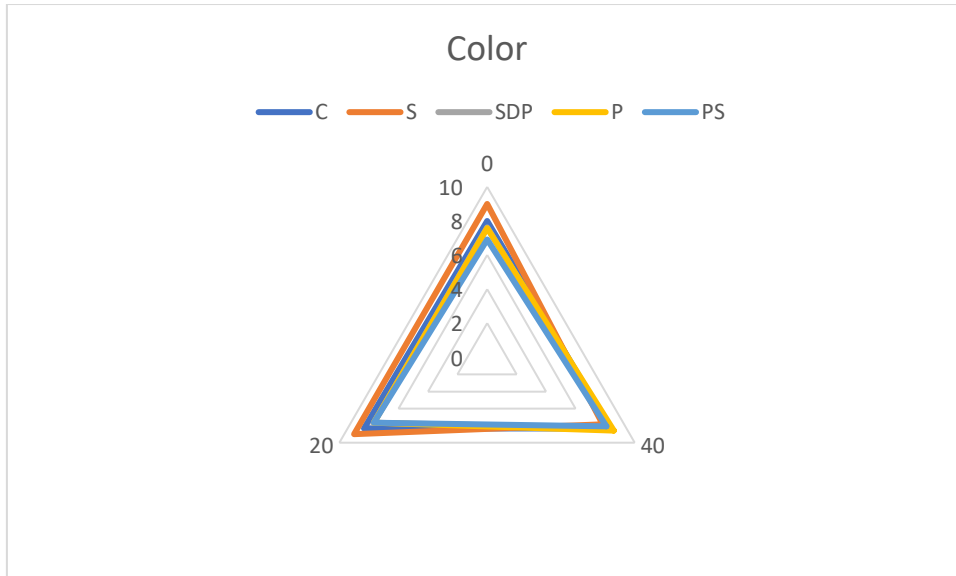
Different uppercase letters indicate a significant difference in means at a significance level  $p < 0.05$

نمونه‌های پنیر در طی ۴۰ روز انبارمانی مورد بررسی قرار گرفت.

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل افزودن پودر زعفران، پودر گلبرگ زعفران و زمان انبارمانی بر شاخص رنگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. در بررسی رنگ نمونه‌ها با توجه به میانگین کل، تیمار P و SDP در مقایسه با نمونه شاهد امتیاز بالاتری ( $p < 0.05$ ) دریافت کردند.

### ۳-۷ ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی محصول که شامل خصوصیات ماند بافت، رنگ، عطر و بو و پذیرش کلی می‌باشد تأثیر زیادی در پذیرش آن توسط مصرف‌کننده دارد، در این راستا، تأثیر افزودن پودر زعفران و پودر گلبرگ زعفران بر ویژگی‌های حسی از جمله رنگ، بافت، عطر و بو و پذیرش کلی



**Figure 9** The effect of different levels of saffron powders and saffron petals on the color of cheese samples at 4 degrees Celsius during 40 days of storage

شاهد از ارزیابان دریافت کردند و تفاوت میان آنها معنی دار

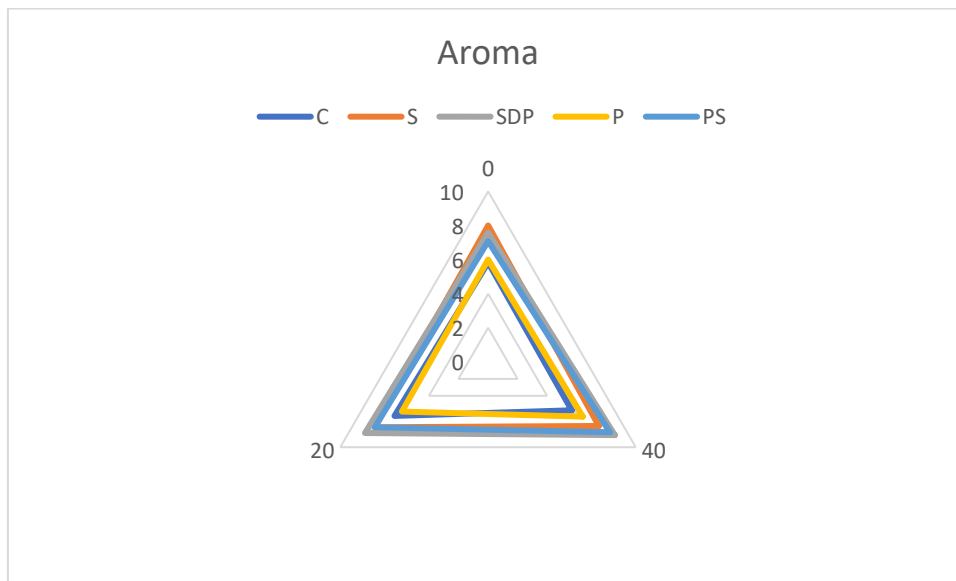
تیمار شده در مقایسه با نمونه شاهد بهتر عمل کردند. ( $p < 0.05$ ) بود، همچنین در پایان دوره انبارمانی نمونه‌های

کلی، نمونه S بیشترین امتیاز عطر و بو را در مقایسه با نمونه

اثر افزودن پودر زعفران، پودر گلبرگ زعفران بر عطر و بو

نمونه‌های پنیر معنی دار ( $p < 0.01$ ) بود با توجه به میانگین

نمونه‌های پنیر معنی دار ( $p < 0.01$ ) بود با توجه به میانگین



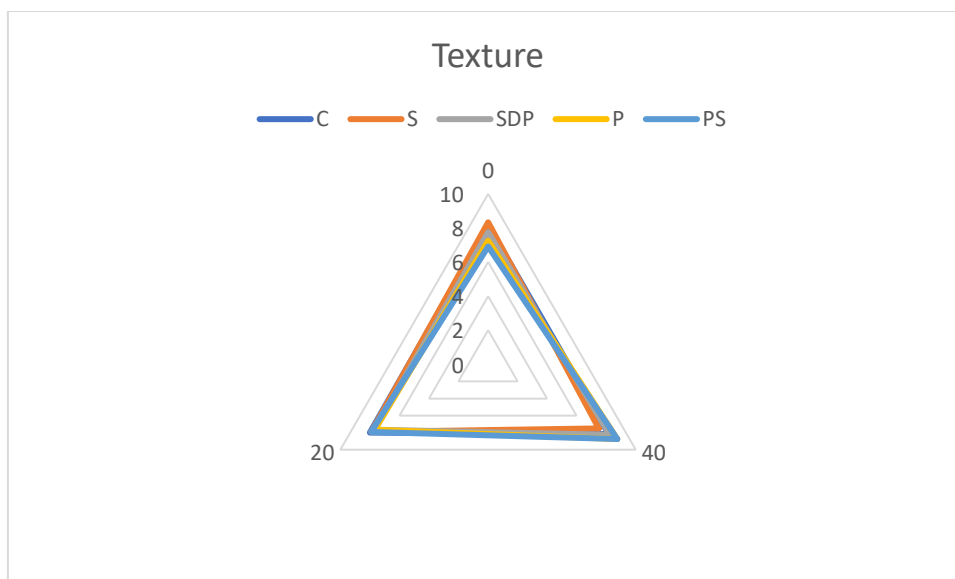
**Figure 10** The effect of different levels of saffron powders and saffron petals on the aroma of cheese samples at 4 degrees Celsius during 40 days of storage

نبود، همچنین تفاوت معنی داری میان نمونه تیمار شده و

نمونه شاهد وجود نداشت.

در بررسی نتایج تجزیه واریانس، اثر افزودن پودر زعفران،

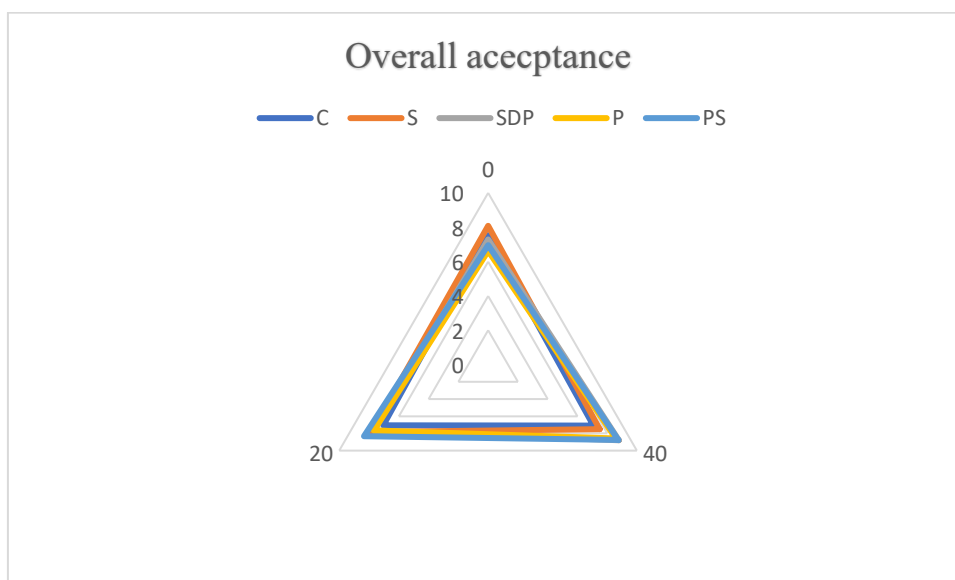
گلبرگ زعفران و زمان انبارمانی بر بافت نمونه‌ها معنی دار



**Figure 11** The effect of different levels of saffron powders and saffron petals on the texture of cheese samples at 4 degrees Celsius during 40 days of storage

مربوط به تیمارهای S، PS بود و تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) میان پذیرش کلی نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با نمونه شاهد وجود داشت. در پایان ۴۰ روز انبارمانی، نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با نمونه شاهد عملکرد بهتری را از خود نشان داد.

اثر افزودن پودر زعفران و پودر گلبرگ زعفران بر شاخص پذیرش کلی معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) بود. با در نظر گرفتن میانگین کل به دست آمده، بالاترین امتیاز پذیرش کلی



**Figure 12** The effect of different levels of saffron powders and saffron petals on the overall acceptance of cheese samples at 4 degrees Celsius during 40 days of storage

استفاده از پودرهای گیاهی و ادویه‌ها در صنعت غذا به عنوان ترکیبات ضد اکسایشی، طعم‌دهنده و همچنین برای ایجاد

۴- نتیجه‌گیری

تنوع در ظاهر و جذابیت محصولات تولید شده؛ مورد توجه قرار گرفته است. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از پودرهای زعفران و گلبرگ آن باعث افزایش ترکیبات فنولی و فعالیت ضد اکسایشی نسبت به نمونه شاهد گردید. با توجه به درصد بالای ضد اکسایشی در زعفران و گلبرگ آن، می توان از آن ها به عنوان منابع ضد اکسایشی طبیعی در صنایع غذایی و دارویی استفاده کرد. از آنجایی که در تولید زعفران، گلبرگ آن یک محصول جانبی می باشد که در حال حاضر به عنوان ضایعات دور ریخته می شود؛ با عملی کردن استفاده از این ماده در صنعت غذا می توان علاوه بر بالا بردن سطح ایمنی مواد غذایی از هدر رفتن یک محصول جانبی جلوگیری نمود.

### تأمین مالی

نویسنده اعلام می کند که هیچ بودجه ای دریافت نکرده است.

### مشارکت نویسندگان

تمام فعالیت ها توسط نویسنده انجام شده است.

### منافع رقابتی

نویسنده تأیید می کند که هیچ گونه تضاد منافع مالی یا منافع رقابتی در این مطالعه ندارد.

### ۶-منابع

- [1] Ghodduzi, H. B., Habibi Najafi, M. B., Mazaheri Tehrani, M., and Razavi, M. A. (2004). Feta and related cheeses. Second edition. Mashhad University Press, pp. 157-155.
- [2] Fadaei, V.; Poursharif, K.; Daneshi, M., Honarvar, M. (2012). Chemical characteristics of low-fat wheyless cream cheese containing inulin as fat replacer. *European Journal of Experimental Biology*, 2 (3): 690-694.
- [3] Nooshkam, M., Babazadeh A., Jooyandeh, H. (2018). Lactulose: Properties, techno-functional food applications, and food grade delivery system. *Trends in Food Science & Technology*, 80: 23-34.
- [4] Gomah, N. H., Mohamed, T. H., Ahmed, H. A., Ragab, W. S. (2019). Production of white soft cheese without whey separation. *Journal of Biochemical Technology*, 10 (3): 105-109.
- [5] Romeih, E. A., Michaelidou, A., Biliaderis, C. G., and Zerfiridis, G. K. (2002). Low -fat White - brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*, 12: 525-540.
- [6] Baldwin, K. A., Baer, R. J., Parsons, J. G., Seas, S. W., Spurgeon R., and Torrey, G. S. (1985). Evaluation of yield and quality of cheddar cheese manufactured milk with added whey protein concentrate. *Journal of Dairy science*, 69: 2543-2550.
- [7] Shakeel-Ur-Rehman, Farkye, N. Y., Considine, T., Schaffner, A., and Drake, M. A. (2003). Effects of standardization of whole milk with dry milk protein concentrate on the yield and ripening of reduced-fat Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 86: 1608-1615.
- [8] Katsiari, M. C., Voutsinas, L. P., Kondyli, E., and Alichanidis, E. (2002). Flavour enhancement of low-fat Feta-type cheese using a commercial adjunct culture. *Food chemistry*, 79 (2): 193-198.
- [9] Kavas, G., Oysun, G., Kinik, O., and Uysal, H. (2004). Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food chemistry*, 88 (3): 381-388.
- [10] Danesh, E., Goudarzi, M., and Jooyandeh, H. (2018). Transglutaminase-mediated incorporation of whey protein as fat replacer into the formulation of reduced-fat Iranian white cheese: physicochemical, rheological and microstructural characterization. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12 (4): 2416-2425.
- [11] Torabi, F., Jooyandeh, H., and Noshad, M. (2021). Evaluation of physicochemical, rheological, microstructural, and microbial characteristics of synbiotic ultrafiltrated white cheese treated with transglutaminase. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45: e15572: 1-11.
- [12] Jooyandeh, H., Minhas K. S. (2009). Effect of Addition of Fermented Whey Protein Concentrate on Cheese Yield and Fat and Protein Recoveries of Feta Cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 46 (3): 221-224.
- [13] Broadbent, J. R., Mahon M.C., Oberg D. J., Welker, D. L. (2001). Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve the functionality

- of low fat cheese. *International Dairy Journal*, 11(4): 433-439.
- [14] Alimoradi, F., Hojati, E., Jooyandeh, H., Zehni-Moghadam, S. A. H., Moludi, J. (2016). Whey proteins: Health benefits and food applications. *Journal of International Research in Medical and Pharmaceutical Sciences*, 9 (2): 63-73.
- [15] Smithers, G. W. (2008) Whey and Whey Proteins—From “Gutter-to-Gold”. *International Dairy Journal*, 18: 695-704.
- [16] Yada, R. Y. (2018). Proteins in food processing. (2nd ed.), USA, CRC press, p. 106.
- [17] Nazari, S. M. (2016). Free amino acid profile and textural and sensory characteristics of whey less feta cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 8 (1), 87-105. (In Persian)
- [18] Lashkari, H., Varidi, M. J., Eskandari, M. H., Varidi, M. (2020). Effect of pomegranate juice on the manufacturing process and characterization of feta-type cheese during storage. *Journal of Food Quality*, 8816762.
- [19] Mirhabibi, O., Bolandi, M. (2014). Production of wheyless cream cheese with wheat fiber and sodium caseinate and determination of its chemical rheological and sensory characteristics. Ph.D. Thesis. Islamic Azad University, Damghan branch, Damghan, Iran.
- [20] Iranian national standardization organization. (2022). Milk and milk products- determination of titrable acidity and pH- test method. NO: 2852.
- [21] Mahdavi-pour, M., Roufegarinejad, L., Alizadeh, A. (2018). The effect of different salt concentration on the physicochemical and sensory properties of probiotic white cheese prepared by ultrafiltration method. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 15 (83): 203-215. (In Persian)
- [22] Jooyandeh, H., Ghasemi, A., Hojjati, M., and Nasehi, B. (2020). Utilization of Withania coagulants extract as rennet replacer on color and physicochemical characteristics of ultrafiltrated Iranian white cheese. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 17 (99): 1-13. (In Persian)
- [23] Omrani Khiabani, N., Motamedzadegan, A., Naghizadeh Raisi, Sh., Alimi, M. (2020). Chemical, textural, rheological, and sensorial properties of wheyless feta cheese as influenced by replacement of milk protein concentrate with pea protein isolate. *Journal of Texture Studies*, 51: 488-500.
- [24] Petridis, D., Dimitreli, G., Vlahvei, K., Deligeorgakis, C. (2014). Effects of buffalo and cow milk mixtures enriched with sodium caseinates on the physicochemical, rheological and sensory properties of a stirred yogurt product. *Journal of Food Research*, 3 (6): 54-69.
- [25] Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., Saffari Samani, E. (2022). Impact of transglutaminase enzyme on some characteristics of strained yoghurt prepared from cow and buffalo milk mixture. *Food Processing and Preservation Journal*, 14 (2): 17-34. (In Persian)
- [26] Hasani Zaferani, S., Aminifar, M., Moslehi Shad, M. (2017). The study on relationship between microstructure and technological properties of yoghurt produced from different types of milk during storage. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 48 (4): 457-465.
- [27] Youssef, M., Lafarge, C., Valentin, D., Lubbers, S., Husson, F. (2016). Fermentation of cow milk and/or pea milk mixtures by different starter cultures: Physico-chemical and sensorial properties. *LWT - Food Science and Technology*, 69: 430-437.
- [28] Kumar, S. S., Balasubramanian, S., Biswas, A. K., Chatli, M. K., Devatkal, S. K., Sahoo, J. (2011). Efficacy of soy protein isolate as a fat replacer on physico-chemical and sensory characteristics of low-fat paneer. *Journal of Food Science*, 48: 498-501.
- [29] Juan, B., Zamora, A., Quintana, F., Guamis, B., Trujillo, A. J. (2013). Effect of inulin addition on the sensorial properties of ultrafiltered milk. *LWT-Food Science and Technology*, 42(8): 1352-1359.
- [30] Nosrati, G., Jooyandeh, H., Hojjati, M., & Noshad, M. (2024). Impact of ultrafiltrated whey powder and lactulose on survival of *Bifidobacterium bifidum* and color characteristics of ultrafiltrated synbiotic cheese. *Journal of Food Science & Technology (Iran)*, 20(141), 238-251. (In Persian)
- [31] Danesh, E., Jooyandeh, H., and Goudarzi, M. 2017. Improving the rheological properties of low-fat Iranian UF-Feta cheese by incorporation of whey protein concentrate and enzymatic treatment of transglutaminase. *Iranian Journal Food Science & Technology*. 14(67), 285-298. (In Persian)



Scientific Research

**The Effect of Saffron Powder and Saffron Petals on the Physicochemical and Antioxidant Properties of Cheese**

Fateme Rajabi<sup>1\*</sup>, Fereshte Sadat Hosseini<sup>2</sup>, Sepideh Khorasani<sup>3</sup>

1- Bachelor's student, Department of Food Industry Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

2- Visiting lecturer, Department of Food Industry Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

3- Associate Professor, Department of Food Industry Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

**ARTICLE INFO**

**ABSTRACT**

**Article History:**

Received: 2024/09/21

Review: 2025/10/04

Accepted: 2025/10/11

**Keywords:**

Cheese,  
Natural Antioxidant,  
Physicochemical Properties

DOI: 10.48311/fsct.2026.83885.0

\*Corresponding Author E-

frajabi647@gmail.com

In recent years, there has been a growing tendency to use herbal powders, which are considered one of the important sources of antioxidants, for the production of new products that provide a healthy life for consumers. Therefore, this study was conducted with the aim of investigating the effect of enrichment with saffron and saffron petal powders on the physicochemical properties, antioxidant activity, and total phenolic compounds of cheese. Saffron and saffron petal powders were added to the cheese samples at a level of 0.05%. Initially, sensory evaluation of the cheese samples was considered, and subsequently all tests including pH evaluation, acidity, moisture, color indices, antioxidant activity, and total phenolic compounds were carried out. The highest average acidity levels were related to the S samples (cheese sample containing saffron) (0.0096%) and P samples (cheese sample containing saffron petal powder) (0.0095%), respectively, and the lowest acidity was observed in the control sample. The highest average moisture content was observed in the S treatment (cheese sample containing saffron) (59.23%). By adding saffron and saffron petal powders to the cheese samples, *a\** index increased compared to the control sample, and the *L\** and *b\** indices showed a significant difference ( $p < 0.05$ ) with the control sample. The highest amount of total phenolic compounds (0.052 mg Gallic acid/100 g of sample) and antioxidant activity (48.65%) were related to the S (cheese sample containing saffron) and PS (cheese sample containing saffron powder and saffron petal powder) samples, respectively, and the lowest amount was related to the control sample. The addition of herbal powders to cheese samples improved the physicochemical properties, increased antioxidant activity and total phenolic compounds compared to the control sample, and the use of these herbal ingredients is recommended for the production of diverse and high nutritional value.