



تأثیر غنی سازی پودر شکلات داغ با پودر زرشک بر خصوصیات کیفی آن

عباس جلیل زاده^{۱*}، حسین شیردل^۲

۱-۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران.

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۱

کلمات کلیدی:

زرشک،

شکلات داغ،

ترکیبات فنلی،

ویتامین ث،

پودر کاکائو

به دلیل اینکه در طی فراآوری پودر شکلات داغ، مقداری از مواد مغذی آن ازجمله پلی فنل ها، فلاونوئیدها، اسید اسکوربیک و تیامین از بین می رود، غنی سازی یک روش مؤثر برای افزایش محتوای کلی مواد مغذی شکلات داغ خواهد بود. در این پژوهش پودر زرشک به میزان ۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد (وزنی-وزنی) به فرمولاسیون شکلات داغ اضافه شده و میزان ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، آنتوسیانین ها، ظرفیت آنتی اکسیدانی، میزان اسید اسکوربیک، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و حسی محصول مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پودر زرشک تأثیر معنی داری بر روی ظاهر پودر شکلات داغ نداشت ولی با افزایش سطح پودر زرشک در فرمولاسیون پودر شکلات داغ، رطوبت به طور معناداری افزایش ولی قند کل و چربی محصول کاهش یافت. با افزایش پودر زرشک، میزان خاکستر کل افزایش و pH کاهش یافت. پودر زرشک مقدار آنتوسیانین و اسید اسکوربیک، ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و فعالیت آنتی اکسیدانی افزایش داد. از دیدگاه ارزیابان حسی بالاترین امتیاز مقبولیت کلی به تیمار ۵ درصد پودر زرشک داده شد. استفاده از پودر زرشک در سطح ۵ درصد در فرمولاسیون پودر شکلات داغ می تواند سبب بهبود ویژگی های تغذیه ای آن شده و نیازمندی های مصرف کنندگان را به ترکیبات زیست فعال تأمین نماید.

DOI: 10.22034/FSCT.22.161.286.

* مسئول مکاتبات:

۱-مقدمه

[۵، ۶]. این میوه را می‌توان به‌صورت تازه، خشک یا به‌صورت شربت، مربا و ژله استفاده کرد. پودر آن نیز به‌عنوان ادویه یا به‌عنوان یک ماده در فرمولاسیون محصولات غذایی کاربردهای زیادی دارد [۷]. افزودن پودر زرشک به فرمولاسیون پودر شکلات داغ می‌تواند نیازمندی‌های مصرف‌کنندگان به‌خصوص کودکان و نوجوانان را برای ترکیبات زیست فعال تأمین کند. بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که تاکنون از پودر میوه زرشک برای غنی‌سازی پودر شکلات داغ استفاده نشده است. در این تحقیق پودر میوه زرشک در مقادیر ۰ (کنترل)، ۲.۵، ۵ و ۷.۵ درصد به فرمولاسیون پودر شکلات داغ اضافه شد و خواص فیزیکی، شیمیایی، میکروبی، خواص حسی و ترکیبات زیست فعال محصول موردبررسی قرار گرفت.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

پودر شکلات داغ برند ماگوش از شرکت آیناز ماکو (شامل ترکیبات: پودر کاکائو، کرمر غیر لبنی، شکر، پودر پایه شکلات، شیر خشک و پایدارکننده E410) و پودر زرشک از شرکت زارع (استان خراسان، قاین) تهیه شد؛ تمامی مواد شیمیایی و معرف‌ها با خلوص تجزیه‌ای و از شرکت مرک (آلمان) و یاسیگما آلدردیج تهیه شدند.

۲-۲- روش آماده‌سازی تیمارها

ابتدا محصول شکلات داغ مطابق فرمولاسیون شرکت آیناز ماکو در واحد تحقیق و توسعه شرکت آیناز ماکو (کارخانه قهوه ماگوش) فرموله شده و پودر میوه زرشک به مقدار ۰ (نمونه کنترل)، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد به فرمولاسیون پودر شکلات داغ اضافه شد. سپس در یک مخلوط‌کن به مدت ۱۵ دقیقه، مخلوط شده و تا زمان آنالیز در پاکت‌های متالیز به‌منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت بسته‌بندی شدند.

نوشیدنی‌های شکلات داغ به‌طور سنتی در آمریکای جنوبی و مرکزی و در اروپا توسط افراد در هر سنی و بدون زمان مصرف مشخص مصرف می‌شد [۱]. ولی امروزه بازار این محصول در سراسر جهان به‌سرعت در حال گسترش است و یک نوشیدنی پرتعداد در بین مردم به‌خصوص کودکان و نوجوانان است. این محصول معمولاً یا از مخلوط پودر کاکائو، از تکه‌های شکلات یا از شکلات بلوکی با پخش کردن آن‌ها در شیر یا در آب تهیه می‌شوند و باقیمت‌های بسیار متفاوتی به بازار عرضه می‌شوند. اگرچه طیف گسترده‌ای از طعم‌ها و فرمولاسیون‌ها در بازار موجود است، مواد اصلی آن پودر کاکائو یا شربت کاکائو، شکر و اجزای شیر است. به دلیل نامحلول بودن ذرات کاکائو و بسته به محتوای چربی، نوشیدنی‌های شکلاتی تمایل دارند با ته‌نشین شدن و خامه‌ای شدن جدا شوند. در بیشتر موارد، مصرف بلافاصله پس از آماده‌سازی توصیه می‌شود.

در طی فراوری چندمرحله‌ای تولید پودر پایه‌ی شکلات داغ که شامل تخمیر، خشک‌کردن، برشته کردن، آسیاب کردن و تصفیه کردن دانه‌های کاکائو، کانچینگ و تمپر کردن دانه‌های کاکائو، و فرمولاسیون آن است، افت مواد مغذی کاکائو قابل توجه است. به همین دلیل غنی‌سازی شکلات داغ در سال‌های اخیر موردتوجه قرار گرفته است و مواد مختلفی ازجمله توت سیاه، عصاره بادرنجبویه، پودر دارچین، پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها جهت غنی‌سازی مورد استفاده قرار گرفته است [۲، ۳، ۴، ۵، ۶].

زرشک (*Berberis vulgaris*) میوه‌ای بارنگ قرمز است که در آسیا، شمال آفریقا و اروپا می‌روید. این میوه دارای مقادیر بالایی از ترکیبات فیتوشیمیایی و زیست فعال است. از آن برای پیشگیری از بیماری‌های مختلف استفاده می‌شود و همچنین دارای خواص ارتقاء سلامت متفاوتی است. دارای خواص ضد باکتری، ضد سرطان، ضد دیابت، ضد التهاب، ضد فشارخون و کاهش‌دهنده چربی است

۲-۳- اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی،

شیمیایی، حسی و میکروبی

ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حسی و میکروبی شکلات داغ مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۸۸۴ (۱۳۹۹) انجام شد [۸].

۲-۴- ترکیبات فنلی کل، فلاونوئیدی و

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری مقدار گل ترکیبات فنلی با روش Singleton-Rossi تعیین شد. به این ترتیب که، ۰/۲ میلی‌لیتر از یک نمونه با ۱ میلی‌لیتر معرف FolinCiocalteu که قبلاً در آب مقطر رقیق شده بود (۱:۱۰) و ۰/۸ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد (w/v) مخلوط شد. جذب پس از ۳۰ دقیقه در ۷۶۵ نانومتر بر روی اسپکتروفوتومتر قرائت شد. نتایج به صورت میلی گرم اسید گالیک (GAE) بر صد گرم نمونه بیان شد [۹].

اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید کل عصاره با روش اتخاذ شده از Udayaprakash و همکاران (۲۰۱۵) تعیین شد. ۵ میلی‌لیتر از کلرید آلومینیوم ۰/۱ مولار با ۲۰۰ میکرولیتر عصاره مخلوط شد. مقدار جذب پس از انکوباسیون به مدت ۴۰ دقیقه در دمای اتاق در ۴۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. محتوای کل فلاونوئید به صورت میلی گرم معادل کوئرستین در هر گرم وزن خشک (mg QE/g DW) نمونه با استفاده از منحنی استاندارد کوئرستین بیان شد [۱۰].

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بر اساس فعالیت ضد رادیکالی نمونه‌ها با استفاده از روش DPPH و طبق روش ساویز و همکاران انجام گرفت. بدین ترتیب که ۱۰۰ میکرولیتر از نمونه‌ها به ۱۰ میلی‌لیتر محلول DPPH با غلظت (۱۰۰ میکرومولار) در متانول اضافه گردید و به شدت تکان داده شد. بعد از ۳۰ دقیقه گرمخانه گذاری در دمای ۲۷

درجه سانتی‌گراد، جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر مقابل عصاره شاهد خوانده شد. در این آزمایش از TBHQ با غلظت 100ppm به عنوان نمونه کنترل استفاده شد. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH با استفاده از معادله زیر محاسبه شد [۱۱]:

$$I\% = (A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}} / A_{\text{blank}}) \times 100$$

۲-۵- ویتامین C (اسید اسکوربیک) و

آنتوسیانین

برای اندازه‌گیری ویتامین C از روش تیتراسیون با استفاده از ۶ و ۲ دی کلروفل-ایندوفنل انجام شد [۱۲]. میزان ترکیبات آنتوسیانینی تام عصاره با اسپکتروفوتومتر و با روش اختلاف دو pH اندازه‌گیری شد [۱۳]. دو سیستم بافر، بافر پتاسیم کلرید (۰/۲۵ مولار) با pH=۱ و بافر سدیم استات (۰/۴ مولار) با pH=۴.۵ استفاده شد. به طور خلاصه در این روش، ۴۰۰ میکرولیتر از محلول عصاره با ۳.۶ میلی‌لیتر از هر یک از بافرها به طور جداگانه مخلوط شد و هر یک در دو طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر خوانده شد. نتایج برحسب میلی گرم در لیتر معادل سیانیدین-۳-گلیکوزید در عصاره بر اساس فرمول زیر بیان گردید:

غلظت رنگدانه آنتوسیانین مونومری در عصاره برحسب میلی گرم بر لیتر برابر است با

$$\frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times 1}$$

در فرمول بالا DF، MW، ϵ و A به ترتیب فاکتور رقت نمونه‌ها، وزن مولکولی سیانیدین، ضریب مولی، سیانیدین و مقدار جذب را نشان می‌دهد. مقدار جذب به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH1} - (A_{510} - A_{700})_{pH4.5}$$

A_{700} و A_{510} به ترتیب بیانگر جذب در طول موج ۵۱۰ نانومتر و ۷۰۰ نانومتر است.

شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و کپک و مخمر

برای شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها از استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۷۲-۱ و برای شمارش کپک و مخمر از استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۸۹۹-۳ استفاده شد [۱۵].

۲-۶ ویژگی‌های میکروبیولوژی

آماده‌سازی نمونه‌ها

برای آماده‌سازی نمونه‌ها از استاندارد ملی ایران به شماره ۸۹۲۳-۴ استفاده شد به این ترتیب که با استفاده از روش‌های اسپتیک، فرآورده پودری را به طور کامل در ظرف اولیه با استفاده از کاردک یا قاشق سترون مخلوط کرده و سپس وزن شدند. برای کاهش شوک اسمزی به میکروفلور فرآورده، به حجمی از رقیق‌کننده (آب پیتونه بافری) که از قبل در ظروف سترون توزیع شده بود، با دقت اضافه گردید [۱۴].

۳-نتایج

۳-۱- تأثیر زرشک بر خواص ظاهری، رطوبت، خاکستر، قند، چربی و pH پودر شکلات داغ

تأثیر افزودن پودر زرشک بر خصوصیات پودر شکلات داغ در جدول ۱ آورده شده است.

Table 1 Effect of Barberry powder on the physicochemical properties of hot chocolate powder

Treatment	Appearance	pH	Moisture	Ash	Fat	Total sugar
control	Acceptable	7.55 ± 0.01 ^d	1.6 ± 0.3 ^a	2.2 ± 0.03 ^a	7.1 ± 0.2 ^b	58.1 ± 0.1 ^c
2.5%	Acceptable	6.95 ± 0.02 ^c	1.75 ± 0.2 ^{ab}	2.32 ± 0.06 ^b	6.9 ± 0.3 ^b	55.7 ± 0.8 ^c
5%	Acceptable	6.66 ± 0.01 ^b	1.83 ± 0.3 ^b	2.56 ± 0.02 ^c	6.8 ± 0.2 ^b	56.1 ± 0.7 ^b
7.5%	Not Acceptable	6.27 ± 0.03 ^a	1.96 ± 0.3 ^b	2.9 ± 0.1 ^d	6.5 ± 0.1 ^a	54.5 ± 1.2 ^a

Different letter between columns indicates significant statistical difference at level 5%

یافته‌ها نشان داد، پودر میوه زرشک تا سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر روی ظاهر پودر شکلات داغ نداشت ($p > 0.05$) و تمامی تیمارها از لحاظ خواص ظاهری به‌غیر از نمونه ۷/۵ درصد مطابق با استاندارد بودند و هیچ‌گونه مواد خارجی در نمونه‌ها مشاهده نشد. همچنین با افزایش سطح پودر میوه زرشک در فرمولاسیون پودر شکلات داغ، رطوبت به‌طور معناداری افزایش یافت. کمترین مقدار رطوبت ($1/6 \pm 0/1$) مربوط به نمونه کنترل و بیشترین مقدار رطوبت ($1/96 \pm 0/3$) مربوط به نمونه ۷/۵ درصد زرشک مشاهده شد. همچنین یافته‌ها نشان داد که با افزایش سطح پودر میوه زرشک در فرمولاسیون شکلات داغ، قند کل و چربی به‌طور معناداری کاهش یافت.

همچنین با توجه به داده‌های جدول ۱ مشاهده شد که با افزایش سطح پودر میوه زرشک، میزان خاکستر کل

یافته‌های این پژوهش تا حدود زیادی با یافته‌های Матюшев و همکاران (۲۰۱۶) که پودر زرشک را در مقادیر ۱، ۳، ۵ و درصد ۷ به فرمولاسیون تافی و در مقادیر ۳، ۷، ۱۱ و ۱۵ درصد به فرمولاسیون کیک اضافه کردند مطابقت دارد [۱۸].

۲-۳ تأثیر زرشک بر میزان آنتوسیانین، اسید اسکوریک، ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی اکسیدانی پودر شکلات داغ

نتایج تأثیر پودر میوه زرشک بر میزان آنتوسیانین، اسید اسکوریک، ترکیبات فنلی کل، فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی اکسیدانی در جدول ۲ آورده شده است.

و خاکستر محلول در اسید افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه میوه زرشک غنی از مواد معدنی نظیر فسفر، منگنز، سدیم، پتاسیم، آهن و روی است، خاکستر کل و خاکستر محلول در اسید محصول نیز بالاتر خواهد بود.

نتایج نشان داد که با افزایش سطح پودر زرشک، مقدار pH کاهش یافت. بیشترین مقدار مربوط به نمونه کنترل و کمترین مقدار pH مربوط به تیمار ۷/۵ درصد پودر زرشک مشاهده شد. pH میوه زرشک بسته به واریته آن ۳/۹۱-۲/۴۹ متغیر بوده و پایین بودن pH ناشی از ترکیباتی نظیر اسیدهای کلروژنیک، اسید اسکوریک و اسیدسیتریک می‌باشد؛ پایین بودن pH محصول فرموله شده منطقی به نظر می‌رسد [۱۷].

Table 2 Effect of barberry powder on bioactive compounds of hot chocolate

Treatment	control	2.5%	5%	7.5%
Anthocyanin (mg/kg of product)	9.5 ± 0.7 ^a	30.75 ± 0.4 ^b	52 ± 0.8 ^c	69.5 ± 1.1 ^d
Ascorbic acid (mg/kg of product)	0.2 ± 0.03 ^a	0.7 ± 0.01 ^b	1.5 ± 0.05 ^c	2.7 ± 0.06 ^d
TPC (mg of GA acid / kg)	28100 ± 12 ^a	28250 ± 11 ^b	28425 ± 13 ^c	28570 ± 18 ^d
Flavonoid compounds (mg quercetin/kg)	16830 ± 14 ^a	17970 ± 15 ^b	18480 ± 12 ^c	19710 ± 25 ^d
Antioxidant capacity (%DPPH)	42 ^a	54 ^b	69 ^c	78 ^d

Different letter within rows indicates significant statistical difference at level 5%

بسیاری از مردم، به ویژه توسط کودکان مصرف می‌شود. پودر شکلات داغ غنی شده با پودر زرشک می‌تواند به عنوان منبع خوبی از اجزای زیست فعال باشد، زیرا زرشک منبع غنی از اجزای زیست فعال مانند آنتوسیانین است [۱۹].

یافته‌های این پژوهش نشان داد که افزودن پودر زرشک تأثیر معنی داری بر میزان آنتوسیانین و اسید اسکوریک (ویتامین C) پودر شکلات داغ دارد. کمترین میزان آنتوسیانین مربوط به نمونه کنترل (۹.۵ ± ۰.۷) و بیشترین مقدار آن مربوط به نمونه ۷.۵ درصد پودر زرشک بود که معادل ۶۹/۵ ± ۱/۱ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم پودر شکلات داغ ارزیابی شد. نتایج همچنین نشان داد که پودر زرشک تأثیر فراوانی بر میزان ویتامین C شکلات داغ دارد

آنتوسیانین‌ها دارای خواص تقویت کننده سلامتی متعددی هستند. آن‌ها می‌توانند کلسترول کل و لیپوپروتئین‌های با دانسیته پایین را که از عوامل خطر مهم در بیماری‌های قلبی عروقی هستند، کاهش دهند. این ترکیبات در پیشگیری و کاهش خطر ابتلا به دیابت نیز مؤثر هستند. آنتوسیانین‌ها دارای فعالیت مهارکنندگی در برابر رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از اکسیداسیون هستند. با این ویژگی‌های مثبت، توصیه می‌شود محصولات غذایی را با این ترکیبات غنی سازی کنند. شکلات‌داغ‌ها مقدار کمی از اجزای فعال زیستی مانند آنتوسیانین دارند. اما آن‌ها محصولات غذایی مورد علاقه‌ای هستند که اغلب توسط

به طوری که با افزودن ۷/۵ درصد پودر زرشک میزان ویتامین C پودر شکلات داغ از ۰/۲ میلی گرم به ۲/۷ میلی گرم در هر کیلوگرم محصول افزایش یافت. این نتایج با یافته های بک محمدپور و همکاران (۲۰۲۱)، که پودر زرشک را در مقادیر ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد به فرمولاسیون پفک اضافه کردند مطابقت دارد (۷). نتایج مشابهی توسط جابری و همکاران (۲۰۱۹) و صراف و همکاران (۲۰۱۹) گزارش شده است [۱۶، ۱۷].

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که پودر زرشک تأثیر معنی داری بر میزان ترکیبات فنلی پودر شکلات داغ غنی شده دارد. بیشترین مقدار ترکیبات فنلی کل مربوط به نمونه ۷/۵ درصد پودر زرشک (18 ± 28570) و کمترین مقدار مربوط به نمونه کنترل (12 ± 28100) میلی گرم بر کیلوگرم پودر بود. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش درصد پودر زرشک میزان ترکیبات فلاونوئیدی افزایش می یابد. نتایج این پژوهش با گزارش پولنيسکی و همکاران

(۲۰۲۲) که شکلات تلخ را با سنجید غنی سازی کردند همخوانی دارد [۲۰].

یافته های این پژوهش نشان داد که پودر شکلات داغ به عنوان نمونه کنترل به علت دارا بودن مقدار قابل توجهی پودر کاکائو در فرمولاسیون خود، دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قابل توجهی ($0.2 \pm 42/32$) بود که با افزودن درصدهای مختلف زرشک به طور معنی داری ($P < 0.05$) فعالیت آنتی اکسیدانی آن افزایش یافت. بیشترین فعالیت بازدارندگی شکلات داغ برای تیمار حاوی ۷.۵ درصد پودر زرشک (1.00 ± 78 درصد) مشاهده شد.

۳-۳- تأثیر پودر میوهی زرشک بر میزان شمارش کلی میکروبی و کپک و مخمر

تأثیر پودر زرشک بر میزان بار میکروبی کل پودر شکلات داغ در جدول ۳ آمده است. مقادیر بار میکروبی تیمارهای مختلف برحسب (انحراف معیار $\pm$ میانگین) در جدول نمایش داده شده است.

Table 3 Effect of barberry powder on the total microbial count of the product

Treatment	Microbial load (logcfu/g)
Control	2.47 ± 0.01^a
2.5%	2.48 ± 0.05^a
5%	2.45 ± 0.03^a
7.5%	2.51 ± 0.07^a

مطابق با جدول فوق بار میکروبی بین تیمارهای مختلف آزمایش در سطح خطای ۵٪ معنی دار نیست. بار میکروبی تمامی نمونه ها در حد استاندارد و قابل قبول بود و پودر زرشک تأثیری بر میزان شمارش کل میکروبی محصول نداشت. که بک محمدپور و همکاران (۱۴۰۰) پودر زرشک را به فرمولاسیون پفک اضافه نمودند نیز افزودن پودر زرشک تأثیری در شمارش کلی بار میکروبی محصول نداشت که با یافته های پژوهش حاضر همخوانی دارد [۷].

مقایسه نتایج آزمایش نشان داد با افزایش درصد پودر زرشک در هیچ یک از تیمارها کپک و مخمر مشاهده نگردید. با توجه به اینکه پودر شکلات داغ و تیمارهای مختلف رطوبت پایینی دارند بنابراین عدم مشاهده کپک و مخمر در نمونه ها دور از انتظار نیست.

۳-۴- تأثیر پودر میوه‌ی زرشک بر خواص حسی محصول

یکی از ویژگی‌های محصولات غذایی ویژگی‌های حسی آنها است که در انتخاب محصولات غذایی و مصرف آنها تأثیر به سزایی دارد و در تولید محصولات جدید باید به آن توجه ویژه شود. با توجه به اسیدی و همچنین داشتن پس زرشک بودند.

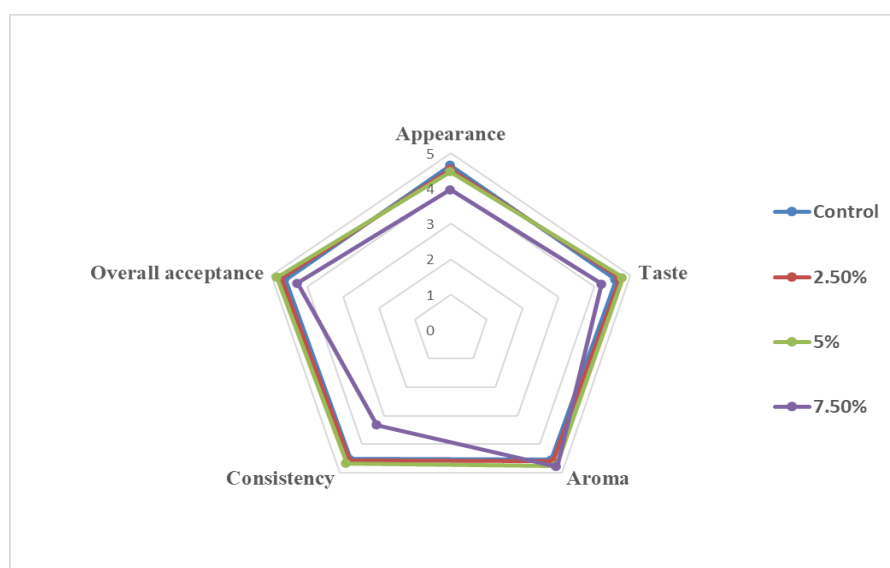


Fig. 2 The effect of barberry powder on the sensory properties of hot chocolate powder

پودر زرشک و کمترین میزان آن به تیمار ۷.۵ درصد اختصاص یافت.

نتایج نشان داد که، امتیاز عطر و بوی تیمارهای مختلف آزمایش در سطح خطای ۵٪ معنی‌دار بوده است. پودر زرشک به دلیل عطر و بوی خاص امتیاز پانل حسی را تحت تأثیر قرارداد. همچنین نتایج نشان داد که، بافت یا قوام تیمارهای مختلف آزمایش از دیدگاه ارزیابان حسی معنی‌دار هست. بالاترین امتیاز ارزیابی بافت به تیمارهای ۰، ۲.۵ و ۵ درصد کمترین میزان آن به تیمار ۷.۵٪ داده شده است. مقایسه نتایج آزمایش نشان داد با افزایش درصد پودر زرشک، میزان مقبولیت بافت تا سطح ۵ درصد افزایش یافت ولی افزودن ۷.۵ درصد پودر زرشک به دلیل غلظت

یافته‌های این پژوهش نشان داد که، میزان مقبولیت رنگ تیمارهای مختلف آزمایش در سطح خطای ۵٪ معنی‌دار است. بالاترین امتیاز رنگ به تیمارهای ۰، ۲.۵ و ۵٪ و کمترین میزان آن به تیمارهای ۷.۵٪ پودر زرشک داده شده است. مقایسه نتایج آزمایش نشان داد افزایش درصد پودر زرشک تا سطح ۵٪، تأثیری در امتیاز رنگ تیمارهای مختلف نداشته است ولی افزودن ۷.۵ درصد پودر زرشک امتیاز رنگ را کاهش داد که این امر به دلیل رنگ تیره‌تر پودر زرشک هست.

همچنین آنالیز واریانس نشان داد که، تفاوت امتیاز طعم و مزه تیمارهای مختلف آزمایش در سطح خطای ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. بالاترین امتیاز طعم و مزه به تیمار ۵٪

بالای محصول تأثیر منفی بر قوام محصول داشت. یافته‌های این پژوهش نشان داد که امتیاز مقبولیت کلی تیمارهای مختلف آزمایش در سطح خطای ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. بالاترین امتیاز مقبولیت کلی به تیمار ۵ درصد و کمترین میزان آن به تیمار ۷٫۵ درصد داده شد.

۴- نتیجه‌گیری کلی

میوه زرشک دارای مقادیر بالایی از ترکیبات فیتوشیمیایی و زیست فعال است و دارای خواص ضد باکتری، ضد سرطان، ضد دیابت، ضد التهابی، ضد فشارخون و کاهش‌دهنده چربی است. این میوه را می‌توان به صورت تازه، خشک یا به صورت شربت، مربا و ژله استفاده کرد. پودر آن همچنین به عنوان ادویه یا به عنوان یک ماده در فرمولاسیون محصولات غذایی کاربردهای زیادی دارد [۷]. افزودن پودر میوه زرشک می‌تواند خواص تغذیه‌ای محصول را تقویت نموده و محصولی فراسودمند عرضه نماید. همچنین میوه زرشک منبع خوبی برای کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها، ترکیبات فنلی، آنتوسیانین و برخی آلکالوئیدها است. مقدار آنتوسیانین، ترکیبات فنلی، ترکیبات فلاونوئیدی و اسید اسکوربیک میوه زرشک بسته به واریته‌های آن و محل کشت به ترتیب از ۰٫۱۷ تا ۰٫۹۳، ۲٫۱۸ تا ۷٫۸؛ ۱٫۵۸ تا ۳٫۹۵ و ۱۰۷ تا ۱۳۶ میلی گرم به ازای هر گرم میوه متغیر است. همچنین وجود ترکیبات تانن در میوه باعث ایجاد طعم قابض و تلخ در میوه‌ها می‌شود [۱۷].

به همین دلیل پودر میوه فراسودمند زرشک در مقادیر صفر (نمونه کنترل)، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد به فرمولاسیون پودر شکلات داغ اضافه شده و خواص ظاهری، فیزیکی و شیمیایی، خواص حسی، میکروبی و ترکیبات زیست فعال آن مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد

۶- منابع

که پودر میوه زرشک تا سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر روی ظاهر پودر شکلات داغ نداشت و تمامی تیمارها از لحاظ خواص ظاهری به غیر از نمونه ۷/۵ درصد مطابق با استاندارد بودند و هیچ گونه مواد خارجی در نمونه‌ها مشاهده نشد. با افزایش سطح پودر میوه زرشک در فرمولاسیون پودر شکلات داغ، رطوبت به طور معناداری افزایش ولی قند کل و چربی محصول کاهش یافت. همچنین میزان خاکستر کل و خاکستر محلول در اسید افزایش و pH کاهش یافت. همچنین افزودن پودر زرشک میزان آنتوسیانین و اسید اسکوربیک (ویتامین C)، ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و فعالیت آنتی اکسیدانی پودر شکلات داغ را افزایش داد. از طرفی بار میکروبی تمامی نمونه‌ها در حد استاندارد و قابل قبول بود و پودر زرشک تأثیری بر میزان شمارش کل میکروبی محصول نداشت. بالاترین امتیاز مقبولیت کلی از دیدگاه ارزیابان حسی به تیمار ۵ درصد پودر زرشک و کمترین میزان آن به تیمار ۷/۵ درصد داده شد.

با توجه به اینکه شکلات داغ یک محصول پرمصرف بوده و مصرف آن روزبه‌روز در حال گسترش است و در حین فراوری و فرمولاسیون آن بخش عمده‌ای از ترکیبات زیست فعال کاکائو از بین می‌رود و از طرفی وجود ترکیبات زیست فعال فراسودمند در پودر زرشک استفاده از این ماده اولیه در فرمولاسیون شکلات داغ می‌تواند بخشی از نیازمندی مصرف‌کنندگان به این ترکیبات را مرتفع نماید. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از این ماده ارزشمند تا سطح ۵ درصد می‌تواند در فرمولاسیون پودر شکلات داغ استفاده شود.

[1] Beckett ST. Chocolate flow properties. Industrial chocolate manufacture and use. 2009; 10:224-45.

[2] Gültekin-Özgülven M, Berktaş I, Özçelik B. Influence of processing conditions on procyanidin profiles and antioxidant

- capacity of chocolates: Optimization of dark chocolate manufacturing by response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*. 2016 Mar 1; 66:252-9.
- [3] Sik B, Lakatos EH, Kapcsándi V, Székelyhidi R, Ajtony Z. Exploring the rosmarinic acid profile of dark chocolate fortified with freeze-dried lemon balm extract using conventional and non-conventional extraction techniques. *Lwt*. 2021 Jul 1; 147:111520.
- [4] Albak F, Tekin AR. Effect of cinnamon powder addition during conching on the flavor of dark chocolate mass. *Journal of Food Science and Technology*. 2015 Apr; 52:1960-70.
- [5] Norhayati H, Rasma Suzielawanis I, Mohd Khan A. Effect of storage conditions on quality of prebiotic dark chocolate. *Malaysian Journal of Nutrition*. 2013 Jan 1;19(1).
- [6] Kobus-Cisowska J, Szymanowska D, Maciejewska P, Szczepaniak O, Kmiecik D, Gramza-Michałowska A, Kulczyński B, Cielecka-Piontek J. Enriching novel dark chocolate with *Bacillus coagulans* as a way to provide beneficial nutrients. *Food & function*. 2019;10(2):997-1006.
- [7] Bakmohamadpor M, Javadi A, Azadmard-Damirchi S, Jafarizadeh-Malmiri H. Effect of barberry (*Berberis vulgaris*) fruit powder on the quality and shelf-life stability of puffed corn extrude. *NFS Journal*. 2021 Mar 1; 22:9-13.
- [8] Iranian National Standard No. 16884. First revision. Hot chocolate powder – characteristics and test methods (2010).
- [9] Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*. 1965 Jan 1;16(3):144-58.
- [10] Udayaprakash NK, Ranjithkumar M, Deepa S, Sripriya N, Al-Arfaj AA, Bhuvaneswari S. Antioxidant, free radical scavenging and GC–MS composition of *Cinnamomum iners* Reinw. ex-Blume. *Industrial Crops and Products*. 2015 Jul 1; 69:175-9.
- [11] Saviz A, Esmaeilzadeh Kenari R, Khalilzadeh Kelagar MA. Investigation of cultivate zone and ultrasound on antioxidant activity of Fenugreek leaf extract. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. 2015;4(11S):174-81.
- [12] Najwa FR, Azrina A. Comparison of vitamin C content in citrus fruits by titration and high-performance liquid chromatography (HPLC) methods. *International Food Research Journal*. 2017 Mar 1;24(2):726.
- [13] S. Berenji Ardestani, M.A. Sahari, M. Barzegar, Effect of extraction and processing conditions on anthocyanins of barberry, *J. Food Process. Preserv.* 40 (2016).
- [14] Iranian National Standard No. 4-8923. Second revision. (2018). Microbiology of food and animal feed. Preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological testing. Part 4: Special provisions for the preparation of miscellaneous products.
- [15] Iranian National Standard No. 4-8923. Second revision. (2018). Microbiology of food and animal feed. Preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological testing. Part 4: Special provisions for the preparation of miscellaneous products.
- [16] Jaber R, Kaban G, Kaya M. The effect of barberry (*Berberis vulgaris* L.) extract on the physicochemical properties, sensory characteristics, and volatile compounds of chicken frankfurters. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2020 Jul;44(7):e14501.
- [17] Sarraf M, Beig Babaei A, Naji-Tabasi S. Investigating functional properties of barberry species: an overview. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019 Sep;99(12):5255-69.
- [18] Матюшев ВВ, Типсина НН, Селиванов НИ, Чепелев НИ. Разработка рецептур производства кондитерских изделий с использованием ягод барбариса. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016(1 (135)):157-61.
- [19] Yousuf B, Gul K, Wani AA, Singh P. Health benefits of anthocyanins and their encapsulation for potential use in food systems: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2016 Oct 2;56(13):2223-30.

- [20] Poliński S, Kowalska S, Topka P, Szydłowska-Czerniak A. Physicochemical, antioxidant, microstructural properties and bioaccessibility of dark chocolate with plant extracts. *Molecules*. 2021 Sep 11;26(18):5523.



Scientific Research

The effect of barberry powder fortification on the quality characteristics of hot chocolate powder

Abbas Jalilzadeh^{1*}, Hossein Shirdel²

1,2-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, MAKU Branch, Islamic Azad University, MAKU, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received:2025/1/18 Accepted:2025/3/11	Since some of the nutrients, including polyphenols, flavonoids, ascorbic acid, and thiamine, are lost during the processing of hot chocolate powder, fortification is an effective method to increase the overall nutrient content of hot chocolate powder. In this study, the effects of barberry powder incorporation at 0, 2.5, 5, and 7.5% (w/w) on phenolic compounds, flavonoids, and anthocyanins, antioxidant capacity, ascorbic acid content, and physical, chemical, microbial, and sensory properties of the hot chocolate powder were evaluated. The results showed that barberry powder had no significant effect on the appearance of hot chocolate powder, but with increasing barberry powder level in the hot chocolate powder formulation, moisture content increased but total sugar and the fat content of the product decreased ($p < 0.05$). With increasing barberry powder ratio, total ash content increased and pH decreased. Barberry powder increased the content of anthocyanins and ascorbic acid, phenolic compounds, flavonoids, and antioxidant activity. Based on the sensory evaluators' perspective, the highest overall acceptability score was given to the 5% added barberry powder treatment. Using barberry powder at a level of 5% in the formulation of hot chocolate powder can improve its nutritional properties and meet consumers' needs for bioactive compounds.
Keywords: Barberry, hot chocolate, phenolic compounds, vitamin C, cocoa powder	
DOI: 10.22034/FSCT.22.161.286. *Corresponding Author E-	