DOI: https://doi.org/10.22104/IFT.2025.7370.2196
Innovative Food Technologies, 11(4), 394-407,Summer 2024

Research Article

The effect of hot chocolate fortification with carrot powder on its quality characteristics

Marzieh Jamal Asl[1], Abbas Jalilzadeh[2*], Hossein Shirdel[2]

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

(Received Data: 27 January 2025, Revised Data:30 January 2025, Accepted Data:13 March 2025)

Introduction: Cocoa-based products such as chocolate drinks, are very popular due to their distinctive taste, aroma and color. This product is produced and sold as simple products such as “instant hot chocolate”. During the processing of hot chocolate base powder, nutrient loss occurs. Therefore, fortification of hot chocolate powder seems to be a necessity. Carrot is a highly nutritious root vegetable recognized as a polynutrient food source, rich in natural bioactive compounds such as phenolics, carotenoids, polyphenols, ascorbic acid, fiber, and minerals. Due to its valuable nutritional profile, carrot can serve as a functional ingredient to enhance the biological and nutritional value of various products. In this study, dried carrot powder was incorporated into the hot chocolate formulation at levels of 0%, 5%, 10%, and 15%, and its effect on the overall properties of the product was evaluated.

Materials and Methods: Magush brand hot chocolate powder from Aynaz Maku Company (Magush Coffee) was used in this study, along with all chemicals and reagents sourced from Merck, Germany. Fresh carrots were purchased from the Maku market and thoroughly washed with water. After peeling, the carrots were sliced thinly and blanched with steam for 3 minutes. They were then dried in an electric oven at 50±5°C for 12 hours. Once dried, the carrots were ground into powder using an electric grinder and passed through a shaker-sieve with a 250-mesh size (60 microns). The hot chocolate was formulated based on the Aynaz Maku Company’s standard formulation, with carrot powder incorporated at levels of 0%, 5%, 10%, and 15% (w/w). The mixture was thoroughly blended for 10 minutes and then

* Correspondence Author: jalilzadeh1387@gmail.com

packaged in metallized bags. The physical, chemical, sensory, and microbial properties of the hot chocolate were analyzed following the Iranian National Standard No. 16884. The total phenolic content (TPC), total flavonoid content, and antioxidant capacity were determined using the Singleton-Rossi, Udayaprakash et al., and DPPH methods, respectively. Vitamin C content was measured by titration using 2,6-dichlorophenol-indophenol, while total carotenoid content was assessed using a modified method by Koca et al.

Results and Discussion: Incorporating up to 10% carrot powder into the hot chocolate formulation had no significant impact on the appearance of the hot chocolate powder. All treatments, except for the 15% formulation, met the standard requirements for appearance, with no foreign materials detected in the samples. However, in the 15% treatment, the low solubility of carrot powder led to the presence of particles on the surface. The results also indicated that as the level of carrot powder increased, moisture, total sugar, and fat content significantly decreased, while total ash, pH, and acid-soluble ash content increased. Carrot powder influenced the levels of phenolic and flavonoid compounds in the product, with the highest total phenolic content observed in the 15% carrot powder sample. As the percentage of carrot powder increased, the flavonoid content and antioxidant capacity also improved. Additionally, incorporating carrot powder into the hot chocolate formulation enhanced the total carotenoid and vitamin C content. However, the total microbial count increased with higher carrot powder levels, though no mold or yeast was detected in any of the treatments.

The organoleptic properties of the samples were assessed by a panel of 10 trained evaluators. According to the sensory panelists, the 15% carrot powder treatment received the lowest score for apparent color, while increasing the carrot powder content up to 10% had no significant effect on the color rating. The addition of 15% carrot powder negatively impacted the product's appearance due to its lower color intensity and reduced solubility. The results also indicated that the taste and aroma scores varied significantly among the different experimental treatments. The highest taste and smell score was given to the 10% treatment and the lowest to the 15% carrot powder treatment. Increasing the carrot powder content did not significantly affect the taste and aroma of the product. The texture or consistency scores of the different treatments were found to be significantly different according to the sensory evaluators. The highest texture scores were given to the 0%, 5%, and 10% carrot powder treatments, while the 15% treatment received the lowest score. As the percentage of carrot powder increased, the texture acceptability improved up to the 10% level, but the addition of 15% carrot powder negatively impacted the product's consistency due to its poor solubility.

Conclusion: In this study, carrot powder was added to the hot chocolate powder formulation in amounts of 5%, 10%, and 15% to improve the nutritional value and sensory properties of the product. The physicochemical properties, bioactive compounds, sensory attributes, and microbial characteristics of

the product were evaluated. The results indicated that adding carrot powder up to 10% did not negatively affect the physicochemical, microbial, or organoleptic properties of the product. However, in the 15% treatment, the low solubility of carrot powder caused its particles to remain on the surface, making it less acceptable to the panelists. As the level of carrot powder increased, there was a significant decrease in moisture, total sugar, and fat content, while the pH, total ash, and acid-soluble ash increased. However, all of these properties remained within the standard and acceptable ranges. Adding carrot powder also resulted in increased levels of total phenolic content (TPC), flavonoid compounds, and antioxidant capacity. The effect of carrot powder on the total carotenoid and vitamin C content of the hot chocolate powder was also significant. The highest amounts of total carotenoids and vitamin C were found to be 17.7 mg/100 g and 7.7 mg/100 g of powder, respectively, while the lowest amounts were observed in the control sample, with 0.1 mg/100 g and 7.7 mg/100 g of powder, respectively. From the perspective of the sensory evaluators, the 15% carrot powder sample was not accepted due to its low solubility, while the 10% sample received the highest score. Although increasing the carrot powder content raised the microbial load of the product, the total microbial count, as well as the mold and yeast counts, remained within the standard and acceptable range for all samples. Overall, the results indicated that carrot powder can be added to hot chocolate powder formulations up to 10% to enrich the product and create a functional, nutritious version.

Keywords: Hot chocolate, fortification, β caroten, antioxidant, carrot powder, vitamin C

How to cite this article:

Jamal Asl, M., Jalilzadeh, A., Shirdel, H., (2025)., The effect of hot chocolate fortification with carrot powder on its quality characteristics, *Innov. Food Technol.*,394-407., https://doi.org/10.22104/IFT.2025.7370.2196

DOI: https://doi.org/10.22104/IFT.2025.7370.2196
فصلنامه فناوری‌های جدید در صنعت غذا، دوره ۱۱، شماره ۴، صفحه ۴۰۷-۳۹۴، تابستان ۱۴۰۳

مقاله پژوهشی

تأثیر غنی‌سازی شکلات داغ با پودر هویج بر ویژگی‌های کیفی آن

مرضیه جمال اصل[۱]، عباس جلیل‌زاده[۲*] حسین شیردل[۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران
۲. استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران.
(تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۱۱/۰۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۷، تاریخ بازنگری۱۴۰۳/۱۲/۱۳)

چکیده

شکلات داغ، یک نوشیدنی داغ بر پایهٔ پودر کاکائو است که مصرف آن طی سال‌های اخیر در حال گسترش است. از آنجا که در فرآوری پودر پایه شکلات داغ، مقادیری از مواد مغذی این محصول از بین می‌رود، غنی‌سازی آن موردتوجه محققین قرارگرفته است. در این تحقیق غنی‌سازی پودر شکلات داغ با پودر هویج به دلیل داشتن ترکیبات زیست‌فعال مطالعه و بررسی شده است. به‌همین‌منظور پودر هویج در مقادیر ۰ (نمونه کنترل)، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به فرمولاسیون پودر شکلات داغ اضافه شد و خواص فیزیکی و شیمیایی، حسی، میکروبی، ویتامین C، کارتنوئید کل، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی ارزیابی گردید. نتایج نشان داد با افزایش سطح پودر هویج در فرمولاسیون محصول، رطوبت، قند کل، چربی کاهش داشت، ولی مقدار pH، خاکستر کل و خاکستر محلول در اسید افزایش یافت. با افزایش سطح پودر هویج میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی محصول به‌طور معنی‌داری رو به صعود بود. بیشترین مقدار ترکیبات فنلی کل مربوط به نمونه ۱۵ درصد پودر هویج (2.35 ± 58.75) و کمترین مقدار، مربوط به نمونه کنترل (1.85± 28) بود. همچنین با افزایش درصد پودر هویج میزان ترکیبات فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نیز افزایش یافت. تأثیر افزودن هویج بر میزان کارتنوئید کل و ویتامین C پودر شکلات داغ در سطح ۵٪ نیز معنی‌دار بود. بیشترین میزان کارتنوئید کل و ویتامین C به ترتیب، ۱۷،۷ و ۷،۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم پودر و کمترین مقدار مربوط به نمونه کنترل، به ترتیب ۰،۱ و ۷،۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم پودر ارزیابی شد. از دیدگاه ارزیابان حسی، نمونه ۱۵ درصد پودر هویج، به‌دلیل حلالیت کم پذیرفته نشد، ولی نمونه حاوی ۱۰٪ پودر هویج بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد. براساس نتایج نهایی، دریافتیم که برای غنی‌سازی شکلات داغ و تولید محصول فراسودمند، پودر هویج می‌تواند تا ۱۰٪ به فرمولاسیون شکلات داغ اضافه شود.

واژه‌های کلیدی: شکلات داغ، غنی‌سازی، بتاکاروتن، آنتی‌اکسیدان، پودر هویج، ویتامین C

*نویسنده مسئول: jalilzadeh1387@gmail.com

۱. مقدمه

محصولات بر پایهٔ کاکائو، به‌دلیل طعم، عطر و رنگ متمایز در بین گروه‌های مختلف مردم بسیار محبوب هستند. یکی از محبوب‌ترین آن‌ها نوشیدنی‌های شکلاتی است که عموم مردم به آن علاقه دارند و به‌صورت محصولی ساده مانند «شکلات داغ فوری» و «شکلات آماده برای نوشیدن» تولید و عرضه می‌شود. مقدار کمی از چندین ترکیب زیست‌فعال در نوشیدنی‌های شکلاتی، ازجمله کاتچین‌ها، پروسیانیدین B_1 و پروسیانیدین B_2 در غلظت‌های کم وجود دارد [۱]. تولید پودر پایهٔ شکلات داغ (شکلات دارک) فرایندی چندمرحله‌ای است که شامل تخمیر، خشک‌کردن، برشته و آسیاب‌کردن، تصفیه دانه‌های کاکائو، کانچینگ و تمپرکردن دانه‌های کاکائو و فرمولاسیون آن است. در طول این فرایند، افت مواد مغذی اتفاق می‌افتد. محتوای پلی‌فنل تقریباً به‌میزان ۱۰٪ از شکل اصلی خود کاهش می‌یابد. برخی از فلاونوئیدها در زمان تشکیل محصولات میلارد کاملاً از بین می‌رود. به‌همین دلیل، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از مواد خام تا محصولات نهایی متفاوت است. تقریباً ۵۰٪ اپی‌کاتچین در طول خشک‌شدن از میان می‌رود. با افزایش سرعت خشک‌شدن، تولید اسید استیک نیز ایجاد می‌شود که موجب بروز طعم‌های نامطلوب می‌شود و روند آهسته و کند خشک‌شدن نیز باعث رشد کپک زیاد شده و رنگ مطلوبی به شکلات نمی‌دهد. تخریب آنتوسیانین در طی تخمیر، به‌دلیل هیدرولیز و پلیمریزاسیون تانن‌های متراکم رخ می‌دهد [۲]. در طول زمان تخمیر، محتوای اپی‌کاتچین، پلی‌فنل و پروسیانیدین به‌شدت کاهش می‌یابد؛ حتی، آنتوسیانیدین‌ها پس از تخمیر غیرقابل‌اندازه‌گیری می‌شوند [۳]. لذا غنی‌سازی پودر شکلات داغ یک ضرورت به نظر می‌رسد.

غنی‌سازی شکلات تلخ از سال ۲۰۰۷ آغاز شد و مطالعات متعددی در خصوص غنی‌سازی شکلات دارک (ماده اولیه اصلی شکلات داغ) انجام شده است و از ترکیبات مختلفی برای این منظور استفاده شده است. به‌عنوان‌مثال، برگ‌های چای سبز ساکورا و زردچوبه، خولان دریایی و توت، عصاره بادرنجبویه و اسید رزمارینیک، میوه‌ها و آجیل‌ها، فیتواسترول‌ها، ایکوزاپنتانوئیک اسید و دوکوزاهگزانوئیک اسید برای غنی‌سازی شکلات، به‌منظور افزایش ترکیبات زیست‌فعال استفاده شده‌اند [۴].

هویج (*Daucus carota L.*) یک سبزی ریشه‌ای مغذی است که به‌عنوان یک منبع غذایی چند مغذی شناخته می‌شود که سرشار از ترکیبات زیست‌فعال طبیعی، مانند فنولیک‌ها، کاروتنوئیدها، پلی‌استیلن‌ها و اسید اسکوربیک، فیبر و مواد معدنی است [۵]؛ درنتیجه می‌تواند به‌عنوان عنصری کاربردی، در هر محصولی برای افزایش ارزش بیولوژیکی و تغذیه‌ای استفاده شود [۶]. به همین دلیل، محققان غنی‌سازی کیک اسفنجی [۷]، کیک روغنی [۸]، پاستا [۹]، کره [۱۰]، ماست کم‌چرب [۱۱] و پنیر نرم پروبیوتیک [۱۲] با پودر هویج را مطالعه کردند.

بررسی‌ها نشان داد که تاکنون، غنی‌سازی پودر شکلات داغ آمادهٔ مصرف با پودر هویج مورد ارزیابی قرار نگرفته است؛ لذا در این پژوهش پودر هویج خشک‌شده در سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به فرمولاسیون شکلات داغ افزوده شد و تأثیر آن بر خواص کلی محصول مطالعه شد.

۲. مواد و روش‌ها

۲ .۱. مواد

پودر شکلات داغ برند ماگوش (حاوی پودر کاکائو، شکلات دارک، شکر، پودر خامه‌ای‌کنندهٔ غیرلبنی، شیر خشک و پایدارکننده E410) از شرکت آیناز ماکو (قهوه ماگوش) و تمامی مواد شیمیایی و معرّف‌ها از شرکت مرک آلمان و حلال‌ها با بالاترین خلوص تهیه شدند.

۲. ۲. آماده‌سازی پودر هویج

هویج تازه از بازار تره‌بار ماکو خریداری و به‌منظور از بین بردن گردوخاک، با دقت شست‌وشو داده شدند. پس از پوست‌گیری، برش‌های نازک از هویج تهیه و به‌منظور آنزیم‌بری به‌مدت ۳ دقیقه توسط بخار عمل بلانچینگ انجام شد. سپس در دمای 5±50 درجه سانتی‌گراد در آون الکتریکی (Behdad، ایران)، به‌مدت ۱۲ ساعت تا رسیدن به رطوبت ثابت ۵ درصد خشک شدند و با استفاده از یک آسیاب برقی (DeLonghi، ایتالیا)، به شکل پودر درآمده و

از شیکر الک (Damavand، ایران) با مش ۲۵۰ (۶۰ میکرون) عبور داده شدند [۱۲].
پودر هویج استفاده شده در فرمولاسیون، حاوی ۰,۰۱±۴,۵ درصد رطوبت، ۰,۰۲ ± ۴,۷۵ درصد خاکستر، ۰,۰۳ ±۲,۶۸ درصد چربی و ۰,۰۵ ± ۷۳,۵ درصد کربوهیدرات کل، ۵ ± ۵۲ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم پودر ویتامین C و ۴ ± ۱۲۸ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم بتاکاروتن بود.

۲. ۳. 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 هویج در سطوح ۰ (نمونه کنترل)، 5%، 10% و 15% (w/w) به فرمولاسیون پودر شکلات داغ اضافه شد. سپس در یک مخلوط‌کن به مدت ۱۰ دقیقه کاملاً مخلوط شده و در پاکت‌های متالایز به‌منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت بسته‌بندی شدند.

۲. ۴. تعیین ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حسّی و میکروبی

آزمون ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حسّی و میکروبی شکلات داغ مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۸۸۴ (۱۳۹۹) انجام شد [۱۳].

۲. ۵. تعیین مقدار کل ترکیبات فنلی

مقدار ترکیبات فنلی کل با روش Singleton-Rossi تعیین شد. به‌این‌ترتیب که ۰,۲ میلی‌لیتر از یک نمونه با ۱ میلی‌لیتر معرف FolinCiocalteau که قبلاً در آب‌مقطر رقیق‌شده بود (۱:۱۰) و ۰,۸ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷,۵ درصد (w/v) مخلوط شد [۱۳]. جذب نوری، پس از ۳۰ دقیقه در ۷۶۵ نانومتر بر روی اسپکتروفوتومتر (UV-Visible مدل۶۳۰۵، ساخت انگلستان) قرائت شد. نتایج به‌صورت میلی‌گرم اسیدگالیک (GAE) بر گرم نمونه بیان شد [14]. یک منحنی استاندارد محلول‌های اسیدگالیک در محدوده ۰,۱ تا ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، برای تعیین ترکیبات فنلی‌کل تهیه شد.

۲. ۶. اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی براساس فعالیت ضدرادیکالی نمونه‌ها، با استفاده از روش DPPH و طبق روش ساویز و همکاران (۲۰۱۵) انجام گرفت. بدین‌ترتیب که ۱۰۰ میکرولیتر از نمونه‌ها به ۱۰ میلی‌لیتر محلول DPPH با غلظت (۱۰۰ میکرومولار) در متانول اضافه گردید و به‌شدت تکان داده شد. بعد از ۳۰ دقیقه گرمخانه‌گذاری در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد، جذب نوری نمونه‌ها در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر مقابل عصاره شاهد خوانده شد. در این آزمایش از TBHQ با غلظت 100ppm به‌عنوان نمونه شاهد استفاده شد. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH با استفاده از معادله زیر محاسبه شد [15]:

$$I\% = (A_{Blank} - A_{Sample} / A_{Blank}) \times 100$$

۲. ۷. آنالیز مقدار ترکیبات فلاونوئیدی

اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید کل، با روش Udayaprakash و همکاران (۲۰۱۵) تعیین شد. به‌این‌ترتیب که ۵ میلی‌لیتر از کلرید آلومینیوم ۰,۱ مولار با ۲۰۰ میکرولیتر عصاره مخلوط شد. مقدار جذب پس از انکوباسیون، به‌مدت ۴۰ دقیقه در دمای اتاق در ۴۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. محتوای کل فلاونوئید به‌صورت میلی‌گرم معادل کوئرستین در هر گرم وزن خشک (mg QE/g DW) نمونه با استفاده از منحنی استاندارد کوئرستین (در محدوده غلظت ۰,۰۵ تا ۳,۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بیان شد [16].

۲. ۸. روش تعیین مقدار اسید اسکوربیک (ویتامین C)

اندازه‌گیری ویتامین C نیز از طریق تیتراسیون و با استفاده از ۲ و ۶ دی کلروفنل-ایندوفنل انجام شد [۱۷].

۲. ۹. سنجش میزان کارتنوئیدها

محتوای کاروتنوئید کل تیمارها، با استفاده از روش اصلاح‌شده Koca و همکاران تعیین شد [۱۸]. به‌طور خلاصه، ۱۰,۰ گرم نمونه، ابتدا با ۲۵ میلی‌لیتر هگزان: استون (به نسبت ۷ به ۳) استخراج شد. باقیمانده تا زمانی‌که

رنگ آن محو شود دوباره استخراج و فیلتر با عصاره اول دوباره ترکیب شد. سپس فیلترها در یک قیف جداکننده ترکیب‌شده و با ۵۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر شسته شدند. لایه هگزان از طریق سولفات سدیم بدون آب، فیلتر شد و سپس به یک بالن حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل شد و با هگزان به حجم رسید. سپس جذب محلول، در ۴۵۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر مرئی UV (مدل 6305، Jenway، انگلستان) تعیین شد. کالیبراسیون خارجی با محلول‌های استاندارد بتاکاروتن (۵-۲۵ میکروگرم در میلی‌لیتر) در هگزان برای تعیین کمیّت کاروتنوئیدها در محلول‌ها به کار رفت. محتوای کاروتنوئید، به‌صورت میلی/ ۱۰۰ گرم نمونه بیان شد.

۲. ۱۰. تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون‌ها با سه‌بار تکرار انجام و نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شد. تجزیه و تحلیل آماری با روش آنالیز واریانس یک‌طرفه و با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ورژن ۲۷،۰،۱ IBM) صورت گرفت. از پس‌آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد و رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel 2020 صورت گرفت.

۳. نتایج و بحث

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

تأثیر افزودن پودر هویج بر خصوصیات پودر شکلات داغ در جدول ۱ خلاصه شده است. افزودن، پودر هویج تا ۱۰ درصد تأثیر معنی‌داری بر روی ظاهر پودر شکلات داغ داشت و تمامی تیمارها، غیر از تیمار ۱۵٪، ازلحاظ خواص ظاهری مطابق با استاندارد بودند و هیچ‌گونه مواد خارجی در نمونه‌ها مشاهده نشد. در تیمار ۱۵٪، به‌علت حلالیّت کم پودر هویج، ذرّات آن بر روی سطح باقی ماند. همچنین با افزایش سطح پودر هویج در فرمولاسیون محصول، رطوبت به‌طور معناداری کاهش یافت. کمترین مقدار رطوبت مربوط به نمونه ۱۵٪ پودر هویج و بیشترین مقدار رطوبت مربوط به نمونهٔ کنترل مشاهده شد. با توجه بالابودن میزان فیبر پودر هویج و جذب رطوبت محصول؛ نسبت به سایر مواد تشکیل‌دهنده محصول، کاهش رطوبت محصول نهایی منطقی به نظر می‌رسد.

جدول ۱. تأثیر پودر هویج بر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی پودر شکلات داغ

Table 1. Effect of carrot powder on the physicochemical properties of hot chocolate powder

Treatment	pH	Acid-insoluble ash	Ash	Fat	Total sugar	Moisture	Apperance
0% (Control)	6.84 ± 0.02^{a}	0.1 ± 0.01^{a}	1.74 ± 0.1^{a}	7.1 ± 0.2^{a}	58.1 ± 1.6^{d}	4.62 ± 0.11^{c}	Acceptable
5%	7.19 ± 0.03^{b}	0.15 ± 0.02^{b}	2.12 ± 0.2^{b}	6.7 ± 0.3^{ab}	55.3 ± 2.1^{c}	4.49 ± 0.08^{b}	Acceptable
10%	7.13 ± 0.05^{b}	0.19 ± 0.01^{c}	2.25 ± 0.1^{c}	6.4 ± 0.4^{bc}	50.3 ± 1.7^{b}	4.42 ± 0.12^{b}	Acceptable
15%	7.09 ± 0.07^{b}	0.23 ± 0.03^{d}	2.38 ± 0.2^{d}	6.0 ± 0.2^{c}	48.6 ± 1.1^{a}	4.26 ± 0.13^{a}	No acceptable

مقادیر با حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است ($p<0.05$).

Values with different letters in each column indicate a significant difference at the 5% level ($p<0.05$).

با افزایش سطح پودر هویج در فرمولاسیون محصول، قند کل و چربی نیز به‌طور معناداری کاهش یافت. این کاهش طبیعی است، زیرا افزایش سطح پودر هویج در محصول نهایی سبب کاهش میزان شکر و کرمر در فرمولاسیون می‌شود. بااین‌حال، درصد قند و چربی تمامی تیمارها در محدوده استاندارد ملی ایران و قابل قبول باقی ماند جدول (۲). نتایج تقریباً مشابهی توسط کامل و همکاران (2023) که پودر هویج را به فرمولاسیون پنیر نرم اضافه کردند گزارش‌شده است [۱۲].

جدول ۲. ویژگی‌های پودر شکلات داغ مطابق استاندارد ملی ایران (۱۶۸۸۴ و ۳۳۰۷)

Table 1. Chemical and microbial properties of hot chocolate powder according to Iranian national standards No. (16884 and 3307)

Parameter	Acceptable limits
Moisture (w/w)	Max. 4%
Total sugar (w/w)	Max. 65%
Fat (w/w)	10-20%
Total ash (w/w)	Max. 4%
Solubility	Solution in boiling water
Total Microbial count (cfu/g)	3000
Mold and yeast (cfu/g)	100

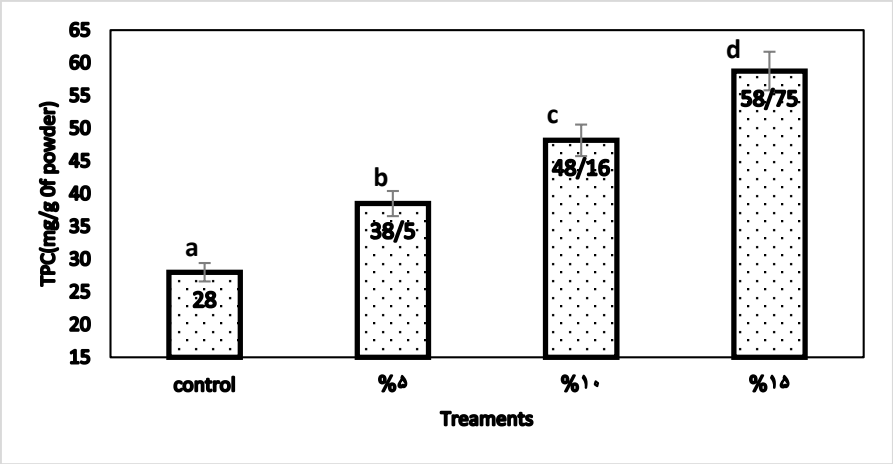
نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش سطح پودر هویج، میزان خاکستر کل و خاکستر محلول در اسید نیز افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که پودر هویج نسبت به سایر اجزای شکلات داغ مواد معدنی بیشتری دارد، خاکستر کل و خاکستر محلول در اسید محصول نیز بالاتر خواهد بود. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیق طالبی و همکاران (۱۳۹۸) که پودر هویج را به فرمولاسیون نان فاقد گلوتن اضافه کردند، همخوانی دارد [۱۹].

نتایج نشان داد که با افزایش مقدار پودر هویج مقدار pH نسبت به نمونه کنترل افزایش یافت. کمترین مقدار مربوط به نمونه کنترل و بیشترین مقدار pH، مربوط به تیمار ۱۵ درصد پودر هویج مشاهده شد.

۳. ۲. تأثیر پودر هویج بر میزان ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پودر شکلات داغ

نتایج تأثیر پودر هویج بر میزان ترکیبات فنلی کل و فلاونوئیدی در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است. با افزایش سطح پودر هویج میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی محصول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین مقدار ترکیبات فنلی کل، مربوط به نمونه ۱۵ درصد پودر هویج (2.35 ± 58.75) و کمترین مقدار مربوط به نمونه کنترل (1.85± 28) بود.

هویج به‌عنوان یک منبع غذایی چندمغذی شناخته می‌شود و سرشار از ترکیبات زیست‌فعال طبیعی مانند فنولیک‌ها، کاروتنوئیدها، پلی‌استیلن‌ها و اسید اسکوربیک، فیبر و مواد معدنی است؛ درنتیجه، هویج می‌تواند به‌عنوان یک غذای کاربردی در هر محصولی برای افزایش ارزش بیولوژیکی و تغذیه‌ای استفاده شود [۲۰].

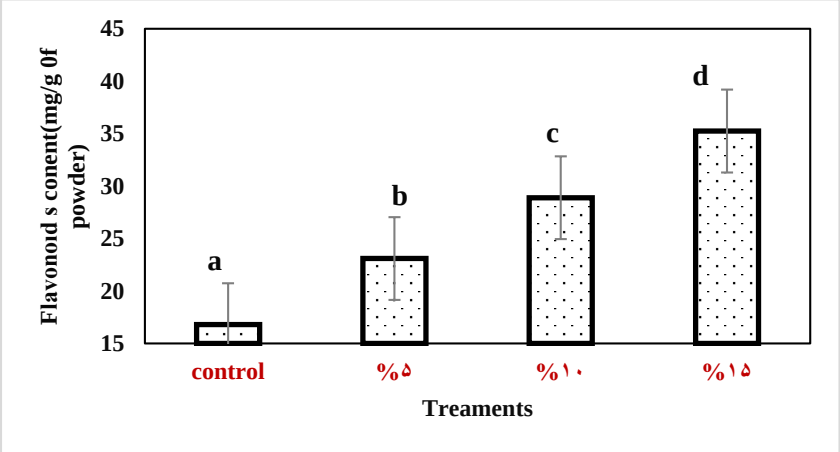


شکل ۱. تأثیر پودر هویج بر میزان ترکیبات فنلی شکلات داغ

مقادیر با حروف متفاوت در هر تیمار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<0.05$).

Fig 1. Effect of carrot powder on the amount of TPC in hot chocolate

Values with different letters in each treatment indicate a significant difference ($p<0.05$).



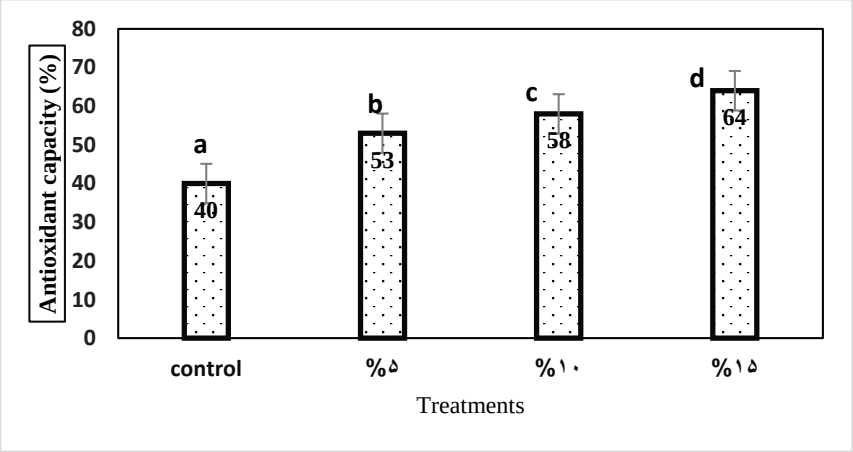
شکل ۲. تأثیر پودر هویج بر میزان ترکیبات فلاونوئیدی شکلات داغ

مقادیر با حروف متفاوت در هر تیمار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($p<0.05$).

Fig 2. Effect of carrot fruit powder on the amount of flavonoid compounds in hot chocolate.

Values with different letters in each treatment indicate a significant difference ($p<0.05$).

نتایج نشان داد که با افزایش درصد پودر هویج میزان ترکیبات فلاونوئیدی نیز افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش با یافته‌های کامل و همکاران (۲۰۲۳) که پودر هویج را به فرمولاسیون پنیر فراسودمند اضافه کردند و همچنین چاتانا و همکاران (۲۰۲۲) که بیسکوئیت را با پودر هویج غنی‌سازی کردند، مطابقت دارد [۱۲ و ۲۱].



شکل ۳. تأثیر پودر هویج بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شکلات داغ

مقادیر با حروف متفاوت در هر تیمار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($p<0.05$).

Fig 2. Effect of carrot powder on the antioxidant capacity of hot chocolate.
Values with different letters in each treatment indicate a significant difference ($p<0.05$).

پودر شکلات داغ (به‌عنوان نمونه کنترل) به‌علت دارابودن مقدار قابل‌توجهی پودر کاکائو در فرمولاسیون خود، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی (۰/۲ ± ۴۰/۲۱) بود که با افزودن درصدهای مختلف پودر هویج به‌طور معنی‌داری ($P < ۰/۰۵$) فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن افزایش یافت. بیشترین فعالیت بازدارندگی شکلات داغ برای تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر هویج (۱,۰۰ ± ۶۴,۰ درصد) مشاهده شد (شکل ۳). سنجش آنتی‌اکسیدانی DPPH به‌طور گسترده برای ارزیابی توانایی مهار یا خنثی‌کردن رادیکال DPPH توسط آنتی‌اکسیدان‌ها استفاده می‌شود. رادیکال DPPH پایدارتر از رادیکال‌های آنیون هیدروکسیل و سوپراکسید است و این یکی از مزایای آن است [۲۲].

۳. ۳. تأثیر پودر هویج بر میزان ویتامین C و کارتنوئیدهای پودر شکلات داغ

تأثیر افزودن پودر هویج بر میزان ویتامین ث و کارتنوئید کل درآورده شده است. نتایج نشان داد که تأثیر افزودن پودر هویج بر میزان کارتنوئید کل و ویتامین C پودر شکلات داغ معنی‌دار بوده است. بیشترین میزان کارتنوئید کل و ویتامین C مربوط به نمونه ۱۵ درصد و کمترین میزان مربوط به نمونه شاهد بوده است. نتایج با یافته‌های کامل و همکاران (۲۰۲۳) که پودر هویج را به فرمولاسیون پنیر نرم پروبیوتیک اضافه کردند همخوانی دارد [۱۲].

جدول ۳. تأثیر پودر هویج بر میزان ویتامین C و کارتنوئید کل پودر شکلات داغ

Table 2. Effect of carrot powder on vitamin C and total carotenoid content of hot chocolate powder

Treatment	Vitamin C (mg/100 g powder)	Total carotenoids (mg/100 g powder)
0% (Control)	0.2 ± 0.03^{a}	0.1 ± 0.3^{a}
5%	2.7 ± 0.08^{b}	6.3 ± 0.2^{b}
10%	4.8 ± 0.1^{c}	12.4 ± 0.5^{c}
15%	7.7 ± 0.2^{d}	17.7 ± 0.6^{d}

Values with different letters in each treatment indicate a significant difference ($p<0.05$)

۴.۳. تأثیر پودر هویج بر میزان شمارش کلی میکروبی و کپک و مخمر

تأثیر پودر هویج بر میزان بار میکروبی و میزان کپک و مخمر در جدول (۴)آمده است. بالاترین میزان بار میکروبی در تیمار 15٪ و کمترین میزان آن در تیمار کنترل مشاهده گردید. آنالیز واریانس نشان داد که با افزایش درصد پودر هویج، میزان بار میکروبی افزایش یافت بالاتربودن بار میکروبی با افزایش درصد پودر هویج احتمالاً درنتیجه بار میکروبی بالای هویج افزوده‌شده به محصول است. مطابق با جدول، تعداد کپک و مخمر بین تیمارهای مختلف آزمایش در سطح ۵٪ معنی‌دار نیست. با افزایش درصد پودر هویج در هیچ‌یک از تیمارها کپک و مخمر مشاهده نشد. با این‌حال، بار آلودگی میکروبی تمام تیمارها در محدودهٔ قابل قبول و استاندارد بود جدول (۲).

جدول ۴. تأثیر پودر هویج برشمارش کلی میکروبی و کپک و مخمر

Table 4. Effect of carrot powder on total microbial count and mold and yeast

Treatment	Mold and yeast	Total microbial count (cfu/g)
0%	Negetive	100 ± 15^{a}
5%	Negetive	500 ± 22^{b}
10%	Negetive	2173 ± 27^{c}
15%	Negetive	2436 ± 19^{d}

مقادیر با حروف متفاوت در هر تیمار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($p<0.05$).

Values with different letters in each treatment indicate a significant difference ($p<0.05$).

۵.۳. تأثیر پودر هویج بر خواص حسی محصول

خواص حسّی نوشیدنی‌های شکلاتی بسته به فرمول اولیه و نحوهٔ آماده‌سازی، تفاوت فراوانی را نشان می‌دهد. رنگ، ظاهر، بو، طعم و بافت به پذیرش نوشیدنی کمک می‌کند و تعیین‌کنندهٔ ترجیح مصرف‌کننده است. کاکائوی موجود در فرمولاسیون نوشیدنی نقش برجسته‌ای در ایجاد حس عمومی دارد. نوع کاکائو به‌شدت ویژگی‌های حسّی، مانند رنگ، طعم، طعم و قوام دهان و تلخی را تعیین می‌کند. به‌خصوص پلی‌فنل‌های کاکائو هستند که با طعم تلخ و قابض مرتبط هستند. چربی (کره کاکائو) در نوشیدنی‌های آماده مصرف عمدتاً بر ظاهر و بافت تأثیر می‌گذارد (مثلاً حالت خامه‌ای و حسّ دهانی) و همچنین به‌عنوان حامل عطروطعم‌دهندهٔ عمل می‌کند. علاوه‌براین، محتوای چربی و پروتئین بر فعل‌وانفعالات بین مواد تشکیل‌دهنده تأثیر می‌گذارد که منجر به تغییر رنگ، طعم و بافت محصول می‌شود. نوشیدنی‌های شکلاتی تجاری تغییرات قابل‌توجهی را در مورد اجزای اصلی خود نشان می‌دهند؛ بنابراین باید پروفایل‌های حسی متفاوتی را انتظار داشت. برای مطابقت با انتظارات یک گروه مصرف‌کننده هدف، تعیین ویژگی‌های حسّی توسط یک پانل آموزش‌دیده و یا توسط مصرف‌کنندگان و پیوند این ویژگی‌ها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اطلاعات کلیدی را برای توسعه محصول و بازاریابی ارائه می‌دهد [۲۳].

در این پژوهش از ۱۰ نفر ارزیاب حسّی آموزش‌دیده برای ارزیابی خواص حسّی محصول استفاده شد و آنان به تیمارها امتیاز ۰ – ۵ را دادند. نتایج این ارزیابی در جدول ۵ خلاصه شده است.

جدول ۵. تأثیر پودر هویج بر خواص حسی پودر شکلات داغ

Table 5. Effect of carrot powder on the sensory properties of hot chocolate powder

Treatment	Appearance color	Taste	Aroma	Consistency	Overall acceptance
0%	4.8 ± 0.2^{b}	4.5 ± 0.1^{b}	4.8 ± 0.1^{a}	4.8 ± 0.1^{b}	4.5 ± 0.1^{b}
5%	4.7 ± 0.3^{b}	4.7 ± 0.2^{bc}	4.7 ± 0.2^{a}	4.7 ± 0.3^{b}	4.6 ± 0.3^{bc}
10%	4.7 ± 0.3^{b}	4.8 ± 0.1^{c}	4.6 ± 0.3^{a}	4.8 ± 0.2^{b}	4.8 ± 0.2^{c}
15%	3.6 ± 0.1^{a}	3.2 ± 0.1^{a}	4.8 ± 0.2^{a}	3.8 ± 0.2^{a}	3.5 ± 0.2^{a}

Values with different letters in each treatment indicate a significant difference ($p<0.05$).

از دیدگاه ارزیابان حسی، کمترین امتیاز رنگ ظاهری به تیمار ۱۵٪ پودر هویج داده شد و افزایش درصد پودر هویج تا سطح ۱۵٪، تأثیری در امتیاز رنگ محصول نداشت. اضافه‌کردن ۱۵٪ پودر هویج، به‌دلیل رنگ و حلالیت کمتر پودر هویج تأثیر منفی بر ظاهر محصول داشت. همچنین نتایج نشان داد که امتیاز طعم و مزه تیمارهای مختلف آزمایش در سطح خطای ۵٪ معنی‌دار است. بالاترین امتیاز طعم و مزه به تیمار ۱۰٪ و کمترین میزان آن به تیمار ۱۵٪ پودر هویج داده شد. آنالیز واریانس نشان داد که امتیاز عطر و بوی تیمارهای مختلف آزمایش در سطح خطای ۵٪ معنی‌دار نبوده است. به‌عبارت‌دیگر، افزایش پودر هویج تأثیری در طعم و بوی محصول نداشت. امتیاز بافت یا قوام تیمارهای مختلف آزمایش در سطح خطای ۵٪ از دیدگاه ارزیابان حسّی معنی‌دار بود. بالاترین امتیاز ارزیابی بافت به تیمارهای ۰، ۵ و ۱۰ درصد پودر هویج، و کمترین میزان آن به تیمار ۱۵٪ داده شد. با افزایش درصد پودر هویج، میزان مقبولیت بافت تا سطح ۱۰ درصد افزایش یافت، ولی اضافه‌کردن ۱۵٪ پودر هویج، به‌دلیل حلالیّت کم آن تأثیر منفی بر قوام محصول داشت. یافته‌ها نشان داد که مقبولیّت کلی تیمارهای مختلف آزمایش در سطح خطای ۵٪ معنی‌دار است. بالاترین امتیاز مقبولیّت کلی به تیمار ۱۰ درصد و کمترین میزان آن به تیمار ۱۵٪ داده شده است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، به‌منظور بهبود ارزش تغذیه‌ای پودر شکلات داغ و همچنین خواص حسّی محصول، پودر هویج خشک‌شده در مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به فرمولاسیون پودر شکلات داغ اضافه شد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ترکیبات زیست‌فعال، خصوصیات حسّی و میکروبی محصول مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج غنی‌سازی شکلات داغ با پودر هویج نشان داد که افزودن پودر هویج تا ۱۰ درصد تأثیر معنی‌داری بر روی ظاهر پودر شکلات داغ، ولی در تیمار ۱۵ درصد به علت حلالیّت کم پودر هویج، ذرات آن بر روی سطح باقی ماند. با افزایش سطح پودر هویج در فرمولاسیون محصول، رطوبت، قند کل و چربی به‌طور معناداری کاهش یافت. کمترین مقدار رطوبت مربوط به نمونه ۱۵٪ پودر هویج و بیشترین مقدار رطوبت مربوط به نمونهٔ کنترل مشاهده شد. با افزایش سطح پودر هویج، مقدار pH، چربی خاکستر کل و خاکستر محلول در اسید افزایش یافت. با این‌حال تمامی این خصوصیات در محدوده استاندارد و قابل‌قبول بودند. با افزایش سطح پودر میوه هویج میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی محصول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین مقدار ترکیبات فنلی کل مربوط به نمونه ۱۵٪ پودر هویج (2.35 ± 58.75) و کمترین مقدار مربوط به نمونه کنترل (1.85± 28) بود. با افزودن درصدهای مختلف پودر هویج به‌طور معنی‌داری ($P < ۰/۰۵$) فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن افزایش یافت. بیشترین فعالیت بازدارندگی شکلات داغ برای تیمار حاوی ۱۵٪ پودر هویج (۱,۰۰ ± ۶۴,۰ درصد) مشاهده شد. تأثیر افزودن هویج بر میزان کارتنوئید کل و ویتامین C پودر شکلات داغ در سطح ۵٪ نیز معنی‌دار بوده است. بیشترین میزان کارتنوئید کل و ویتامین C، به‌ترتیب ۱۷,۷ و ۷,۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم پودر و کمترین مقدار مربوط به نمونه کنترل به‌ترتیب ۰,۱ و ۷,۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم پودر بود. از دیدگاه ارزیابان حسّی، نمونه ۱۵٪ پودر هویج به‌دلیل حلالیّت کم مورد پذیرش قرار نگرفت، ولی نمونه ۱۰٪ بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد. باوجود این‌که افزایش پودر هویج سبب افزایش بار میکروبی محصول شد، ولی شمارش کلی و کپک و مخمر تمامی نمونه‌ها در حد استاندارد و قابل‌قبولی بودند. نتایج کلی نشان داد که به‌منظور غنی‌سازی پودر شکلات داغ، می‌توان پودر هویج را تا سطح ۱۰٪ به فرمولاسیون آن اضافه نموده و یک محصول فراسودمند تهیه کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله، تشکر و قدردانی خود را از واحد تحقیق و توسعه شرکت آیناز ماکو و همچنین آزمایشگاه استاندارد دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماکو به خاطر همکاری صمیمانه در مراحل اجرای تحقیق اعلام می‌دارند.

منابع

[1] Muktiningrum, T. A., Fauza, G., Ariviani, S., Muhammad, D. R., & Affandi, D. R. (2022). Sensory profile analysis of chocolate drinks using quantitative descriptive analysis (QDA). In *E3S Web of Conferences* (Vol. 344, p. 04 005). EDP Sciences.

http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/202234404005.

[2] Di Mattia, C., Martuscelli, M., Sacchetti, G., Scheirlinck, I., Beheydt, B., Mastrocola, D., & Pittia, P. (2013). Effect of fermentation and drying on procyanidins, antiradical activity and reducing properties of cocoa beans. *Food and Bioprocess Technology*, *6*, 3420-3432. https://doi.org/10.1007/s11947-012-1028-x.

[3] Zugravu, C., & Otelea, M. R. (2019). Dark chocolate: To eat or not to eat? A review. *Journal of AOAC International*, *102*(5), 1388-1396. https://doi.org/10.5740/jaoacint.19-0132.

[4] Gültekin-Özgüven, M., Karadağ, A., Duman, Ş., Özkal, B., & Özçelik, B. (2016). Fortification of dark chocolate with spray dried black mulberry (Morus nigra) waste extract encapsulated in chitosan-coated liposomes and bioaccessability studies. *J. foodchem*, *201*, 205-212.

https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.091.

[5] Ahmad, T., Cawood, M., Iqbal, Q., Ariño, A., Batool, A., Tariq, R. M. S., ... & Akhtar, S. (2019). Phytochemicals in Daucus carota and their health benefits. *Foods*, *8*(9), 424. https://doi.org/10.3390/foods8090424.

[6] Ergun, M., & Süslüoğlu, Z. (2018). Evaluating carrot as a functional food. *Middle East journal of science*, *4*(2), 113-119. https://doi.org/10.23884/mejs.2018.4.2.07.

[7] Salehi, F., Fakhreddin, & Kashani Nejad. (2018). The effect of replacing carrot powder with wheat flour on the viscoelastic properties of sponge cake. Innovation in Food Science and Technology, 10(2), 103-113. [In Persian].

[8] Mehdizadeh, Nazli, & Roufegarinejad. (2019). The effect of replacing wheat flour with carrot powder on the quality characteristics of oil cake. Food Industry Research, 29(3), 157-169. [In Persian].

[9] Sule, S., Oneh, A. J., & Agba, I. M. (2019). Effect of carrot powder incorporation on the quality of pasta. *MOJ Food Process Technol*, *7*(3), 99-103.

http://dx.doi.org/10.15406/mojfpt.2019.07.00227.

[10] Rashevska, T. O., & Vasheka, O. M. (2011). The technology of butters' enriching with carrots' powder. *Procedia Food Science*, *1*, 1404-1409.

https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.208.

[11] Madora, E. P., Takalani, T. K., & Mashau, M. E. (2016). Physicochemical, microbiological and sensory properties of low fat yoghurt fortified with carrot powder. *Int J Agric & Biol Eng*,, *9*(1), 118-124.

[12] Kamel, D. G., Hammam, A. R., El-Diin, M. A. N., Awasti, N., & Abdel-Rahman, A. M. (2023). Nutritional, antioxidant, and antimicrobial assessment of carrot powder and its application as a functional ingredient in probiotic soft cheese. *Journal of Dairy Science*, *106*(3), 1672-1686.

https://doi.org/10.3168/jds.2022-22090.

[13] Iranian National Standard No. 16884. First revision. (2010). Hot chocolate powder – characteristics and test methods. [In Persian].

[14] Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.*, *16*(3), 144-158.

https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144.

[15] Saviz, A., Esmaeilzadeh Kenari, R., & Khalilzadeh Kelagar, M. A. (2015). Investigation of cultivate zone and ultrasound on antioxidant activity of Fenugreek leaf extract. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, *4*(11S), 174-181.

[16] Udayaprakash, N. K., Ranjithkumar, M., Deepa, S., Sripriya, N., Al-Arfaj, A. A., & Bhuvaneswari, S. (2015). Antioxidant, free radical scavenging and GC–MS composition of Cinnamomum iners Reinw. ex Blume. J. incrop, 69, 175-179.

https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.018.

[17] Najwa, F. R., & Azrina, A. (2017). Comparison of vitamin C content in citrus fruits by titration and high performance liquid chromatography (HPLC) methods. International Food Research Journal, 24(2), 726.

[18] Koca, N., Burdurlu, H. S., & Karadeniz, F. (2007). Kinetics of colour changes in dehydrated carrots. J. Food Eng., 78(2), 449-455. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.10.014.

[19] Mohtarami, F., & Pirsa, S. (2019). The Effect of Carrot Pomace Powder on Physicochemical, Textural and, Sensory Properties ofGluten Free Bread. *Journal of food science and technology (Iran)*, *16*(86), 373-385. [In Persian].

[20] Ahmad, T., Cawood, M., Iqbal, Q., Ariño, A., Batool, A., Tariq, R. M. S., ... & Akhtar, S. (2019). Phytochemicals in Daucus carota and their health benefits. *Foods*, *8*(9), 424. https://doi.org/10.3390/foods8090424.

[21] Catană, M., Catană, L., Asănică, A. C., Lazăr, M. A., & Constantinescu, F. (2022). Fortification of biscuits with carrot pomace powder in order to increase the nutritional value and antioxidant capacity.

[22] Zokti, J., Badlishah, A., Baharin, S., Abdulkarim, S., & Abas, F. (2016). Microencapsulation of green tea extracts and its effects on the physico-chemical and functional properties of mango drinks. *Int J Basic Appl Sci*, *16*(2), 16-32.

[23] Mazo Rivas, J. C., Dietze, M., Zahn, S., Schneider, Y., & Rohm, H. (2018). Diversity of sensory profiles and physicochemical characteristics of commercial hot chocolate drinks from cocoa powders and block chocolates. *Eur Food Res Technol 244, 1407–1414 (2018)*. https://doi.org/10.1007/s00217-018-3054-z.