

زرشک سیاه و کاربردهای بالقوه آن در صنایع غذایی

افسانه صفری^۱، حانیه شیری^۲، زهرا پور شفیعی^۳ و آناهیتا عطائی^۴

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران

*نویسنده مسئول: Af.Safari@iau.ac.ir

چکیده

مقاله حاضر به بررسی جامع زرشک سیاه، یک گونه بومی ایران، و کاربردهای بالقوه آن در صنایع غذایی می‌پردازد. این میوه به دلیل پروفایل فیتوشیمیایی غنی خود شامل غلظت بالای آنتوسیانین‌ها (عامل رنگ بنفش تیره با خواص آنتی‌اکسیدانی) و آلکالوئیدهایی نظیر بربرین (دارای خواص ضد میکروبی قوی) از زرشک قرمز متمایز می‌شود. این ترکیبات، زرشک سیاه را به یک گزینه مطلوب برای کاربرد در صنعت غذا به عنوان رنگ‌دهنده طبیعی و ایمن (جهت جایگزینی رنگ‌های مصنوعی در محصولات) چون نوشیدنی‌ها، لبنیات و ژله‌ها، نگهدارنده طبیعی (برای افزایش ماندگاری و ایمنی مواد غذایی مانند فرآورده‌های گوشتی) و یک افزودنی فراسودمند (جهت غنی‌سازی محصولات مختلف و ارتقای ارزش سلامت بخشی آنها) تبدیل کرده است. علی‌رغم این پتانسیل‌ها، چالش‌های مختلفی نیز مانند دشواری برداشت میوه، نیاز به استانداردسازی عصاره‌ها و پایداری ترکیبات حساس به فرآوری آن نیز پیش روی توسعه کاربرد صنعتی این گیاه وجود دارد. با این وجود، زرشک سیاه می‌تواند با سرمایه‌گذاری بر تحقیقات علمی و توسعه فناوری‌های نوین، از یک گیاه دارویی سنتی به یک ماده اولیه استراتژیک و با ارزش افزوده بالا تبدیل شود و پاسخی نوآورانه به تقاضای جهانی برای محصولات غذایی طبیعی و سالم ارائه دهد.

کلید واژه‌ها: زرشک سیاه، رنگدانه طبیعی، آنتوسیانین‌ها، بربرین، ترکیبات فراسودمند

معرفی و اهمیت

جنس زرشک^۱ متعلق به تیره زرشکیان^۲ می‌باشد که شامل بیش از ۵۰۰ گونه گیاهی است که در سراسر جهان پراکنده‌اند. ایران یکی از خاستگاه‌های اصلی تنوع ژنتیکی این جنس محسوب می‌شود و گونه‌های متعددی از آن، به‌ویژه زرشک قرمز بی‌دانه^۳ که به رنگ قرمز روشن است، به‌طور گسترده در آشپزی و طب سنتی ایرانی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mozaffarian, ۲۰۱۳). در کنار این گونه شناخته‌شده، گونه‌های دیگری نیز وجود دارند که به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود، پتانسیل بالایی برای کاربردهای صنعتی دارند. یکی از این گونه‌های ارزشمند، زرشک سیاه با نام علمی یربریس کراتاجینا^۴ است. این گونه که در مناطق کوهستانی غرب و شمال غرب ایران، به‌ویژه در استان‌های کردستان، کرمانشاه، لرستان، آذربایجان شرقی و همچنین بخش‌هایی از خراسان می‌روید، به دلیل رنگ تیره میوه، طعم متفاوت و ترکیبات شیمیایی غنی آن، از زرشک قرمز متمایز می‌شود (Zargari, ۱۹۹۰).

زرشک سیاه درختچه‌ای خاردار و خزان‌پذیر است که ارتفاع آن به ۲ تا ۴ متر می‌رسد. برگ‌های آن ساده، چرمی و اغلب دارای لبه‌های دندانه‌دار یا خاردار است. گل‌های زرد رنگ آن در فصل بهار به صورت خوشه‌ای ظاهر شده و میوه‌های آن به شکل بیضی یا کروی، در ابتدا سبز رنگ بوده و پس از رسیدن کامل در اواخر تابستان و اوایل پاییز، به رنگ بنفش تیره تا سیاه درمی‌آیند. میوه‌ها دارای طعمی ترش و کمی گس هستند و برخلاف زرشک قرمز خوراکی، معمولاً دارای یک یا چند دانه می‌باشند (Zargari, ۱۹۹۰). از زرشک سیاه به‌طور سنتی برای درمان بیماری‌هایی مانند اختلالات کبدی، مشکلات گوارشی، فشار خون بالا و درمان عفونت‌ها استفاده شده است. اما امروزه، با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت

^۱ Berberis

^۲ Berberidaceae

^۳ Berberis vulgaris var. asperma

^۴ Berberis crataegina DC

به سلامتی و در نتیجه افزایش تقاضا برای محصولات غذایی طبیعی و عملگرا^۵، توجه صنعت غذا به منابع طبیعی جدید معطوف شده است. در این میان، زرشک سیاه به عنوان یک منبع غنی از ترکیبات زیست فعال^۶، به ویژه آنتوسیانین ها و آلکالوئیدها، پتانسیل فوق العاده ای برای استفاده به عنوان رنگ دهنده طبیعی، نگهدارنده طبیعی و نیز یک افزودنی با ویژگی عملگرا در فرمولاسیون محصولات غذایی از خود نشان داده است (Rahimi et al., ۲۰۱۶).

رنگ های خوراکی مصنوعی به دلیل نگرانی های مرتبط با سلامتی از جمله بروز بیش فعالی در کودکان و پتانسیل سرطان زایی، به طور فزاینده ای با واکنش منفی مصرف کنندگان و نهادهای نظارتی مواجه شده اند (Amid & Moghaddar, ۲۰۱۷). این امر بازار بزرگی برای رنگ های طبیعی، پایدار و ایمن ایجاد کرده است. آنتوسیانین های موجود در زرشک سیاه که مسئول رنگ بنفش تیره تا سیاه آن هستند، گزینه ای بسیار جذاب برای جایگزینی رنگ های مصنوعی در محصولاتی مانند نوشیدنی ها، ژله ها، مرباها، لواشک و ترشک و فرآورده های لبنی به شمار می روند. علاوه بر این، خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی قوی این میوه، که عمدتاً به دلیل وجود آلکالوئیدهایی نظیر بربرین^۷ و ترکیبات فنولی است، می تواند به افزایش ماندگاری و ارزش تغذیه ای محصولات غذایی کمک کند.

این مقاله با هدف بررسی جامع ویژگی های فیتوشیمیایی زرشک سیاه، به تحلیل پتانسیل ها و کاربردهای عملی آن در بخش های مختلف صنایع غذایی پرداخته و چالش ها و چشم اندازهای آینده این منبع طبیعی ارزشمند را مورد بحث قرار می دهد.

ترکیبات فیتوشیمیایی زرشک سیاه

ارزش واقعی زرشک سیاه در پروفایل فیتوشیمیایی غنی و منحصر به فرد آن نهفته است. ترکیبات اصلی این میوه را می توان به سه دسته عمده تقسیم کرد: آنتوسیانین ها، آلکالوئیدها و سایر ترکیبات فنولی.

الف) آنتوسیانین ها^۸

آنتوسیانین ها رنگدانه های گیاهی محلول در آب از خانواده فلاونوئیدها هستند که مسئول رنگ های قرمز، بنفش و آبی در بسیاری از میوه ها، سبزیجات و گل ها می باشند. زرشک سیاه یکی از غنی ترین منابع طبیعی آنتوسیانین ها محسوب می شود. مطالعات نشان داده اند که پروفایل آنتوسیانینی این میوه بسیار متنوع بوده و شامل ترکیباتی نظیر سیانیدین-۳ گلوکوزید، دلفینیدین-۳ گلوکوزید، پتونیدین-۳ گلوکوزید و مالویدین-۳ گلوکوزید است که سیانیدین-۳-گلوکوزید ترکیب غالب را تشکیل می دهد (Motallebi-Moghanjoghi et al., ۲۰۲۱). این ترکیبات علاوه بر ایجاد رنگ جذاب، دارای خواص آنتی اکسیدانی بسیار قوی هستند و می توانند رادیکال های آزاد را خنثی کرده و از سلول ها در برابر استرس اکسیداتیو محافظت کنند. پایداری آنتوسیانین ها به عواملی مانند pH، دما، نور و حضور اکسیژن بستگی دارد؛ این رنگدانه ها در محیط های اسیدی (pH پایین) پایدارتر بوده و رنگ قرمز روشنی از خود نشان می دهند، در حالی که با افزایش pH به سمت محیط خنثی و قلیایی، رنگ آن ها به بنفش و آبی تغییر کرده و پایداری شان کاهش می یابد. این ویژگی برای کاربرد آن ها در صنایع غذایی بسیار حائز اهمیت است (Brouillard, ۱۹۸۲).

ب) آلکالوئیدهای ایزوکینولینی^۹

زرشک سیاه مانند سایر گونه های جنس بربریس، منبعی غنی از آلکالوئیدهای ایزوکینولینی است که مهم ترین و شناخته شده ترین آن ها بربرین است. بربرین یک ترکیب زرد رنگ با طعم بسیار تلخ است که در ریشه، ساقه و به میزان کمتر در میوه گیاه یافت می شود. این آلکالوئید دارای طیف وسیعی از خواص دارویی از جمله فعالیت های ضد میکروبی، ضد التهابی، ضد دیابتی و محافظت کننده قلبی-عروقی است (۲۰۱۶، Imenshahidi & Hosseinzadeh). علاوه بر بربرین، آلکالوئیدهای دیگری مانند پالماتین^{۱۰}، جاتروریزین^{۱۱} و برامین^{۱۲} نیز در زرشک سیاه شناسایی شده اند که هر یک به نوبه خود دارای خواص زیستی قابل توجهی هستند. حضور این آلکالوئیدها، به ویژه بربرین، پتانسیل زرشک سیاه را برای استفاده به عنوان یک نگهدارنده طبیعی در مواد غذایی به شدت افزایش می دهد.

۵ Functional foods

۶ Bioactive Compounds

۷ Berberine

۸ Anthocyanins

۹ Isoquinoline Alkaloids

۱۰ Palmatine

۱۱ Jatrorrhizine

۱۲ Berbamine

ج) سایر ترکیبات فنولی و مواد مغذی

علاوه بر آنتوسیانین‌ها و آلکالوئیدها، زرشک سیاه حاوی مقادیر قابل توجهی از سایر ترکیبات فنولی مانند اسیدهای فنولیک (مانند اسید گالیک، اسید کلروژنیک و اسید کافئیک) و فلاونول‌ها (مانند کوئرستین^{۱۳} و روتین^{۱۴}) است. این ترکیبات نیز به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالای این میوه کمک می‌کنند (Tomosaka, ۲۰۰۸). از نظر ارزش تغذیه‌ای، زرشک سیاه منبع خوبی برای ویتامین C (اسید آسکوربیک)، فیبر رژیمی و نیز مواد معدنی مانند پتاسیم و منیزیم به شمار می‌رود. این ترکیب غنی از مواد مغذی و ترکیبات زیست‌فعال، زرشک سیاه را به یک ماده اولیه ایده‌آل برای تولید غذاهای عملگرا و محصولات غذایی غنی شده تبدیل می‌کند.

کاربردهای بالقوه در صنایع غذایی

ترکیبات فیتوشیمیایی منحصربه‌فرد زرشک سیاه، دریچه‌ای به سوی کاربردهای متنوع در صنایع غذایی می‌گشاید. این کاربردها را می‌توان در چهار حوزه اصلی شامل رنگ‌دهنده طبیعی، نگهدارنده طبیعی، افزودنی عملگرا و طعم‌دهنده طبقه‌بندی کرد.

الف) رنگ‌دهنده طبیعی^{۱۵}

با توجه به نگرانی‌های بهداشتی در مورد رنگ‌های سنتزی، بازار جهانی برای رنگ‌های طبیعی به سرعت در حال رشد است. عصاره زرشک سیاه، به دلیل غلظت بالای آنتوسیانین‌ها، یک کاندیدای عالی برای جایگزینی رنگ‌های مصنوعی قرمز و بنفش مانند کارموزین (E1۲۲) و آلوکارین (E1۲۹) است. این رنگ‌دهنده طبیعی می‌تواند در طیف وسیعی از محصولات غذایی به کار رود از جمله در نوشیدنی‌ها مانند آبمیوه‌ها، نوشابه‌های گازدار، نوشیدنی‌های ورزشی و چای‌های سرد می‌تواند سبب ایجاد رنگی جذاب و طبیعی شود. پایداری بهتر آنتوسیانین‌ها در محیط‌های اسیدی، آن‌ها را برای استفاده در این محصولات که معمولاً pH پایینی دارند، بسیار مناسب می‌سازد (Giusti & Wrolstad, ۲۰۰۱). با افزودن عصاره آنتوسیانینی زرشک سیاه به فرآورده‌های لبنی مانند ماست‌های طعم‌دار، دسرهای پودینگ‌ها و بستنی‌ها می‌توان علاوه بر بهبود رنگ، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی محصول نهایی را نیز افزایش داد (Hassanzadeh et al., ۲۰۲۰). در تولید مربا، ژله، آب‌نبات‌ها و روکش‌های شیرینی، عصاره زرشک سیاه می‌تواند جایگزین مناسبی برای رنگ‌های مصنوعی باشد و pH اسیدی این محصولات به پایداری رنگ کمک می‌کند. سس‌ها و چاشنی‌ها مانند سس‌های سالاد، سس‌های میوه‌ای و انواع چاشنی‌ها نیز می‌توانند از رنگ و طعم زرشک سیاه بهره‌مند شوند.

ب) نگهدارنده طبیعی^{۱۶}

افزایش تقاضا برای محصولات با برچسب پاک^{۱۷} و بدون مواد نگهدارنده مصنوعی، صنعت غذا را به سمت استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی سوق داده است. عصاره زرشک سیاه به دلیل دارا بودن آلکالوئید بربرین و ترکیبات فنولی، دارای خواص ضد میکروبی و ضد قارچی قابل توجهی است. مطالعات متعددی اثر بازدارندگی عصاره زرشک را بر روی باکتری‌های بیماری‌زای رایج در مواد غذایی مانند گونه‌های مختلف سالمونلا، اشرشیا کلی، لیستریا مونوسیتوژنز و استاف اورئوس نشان داده‌اند (Rahimi et al., ۲۰۱۶). همچنین، این عصاره می‌تواند از رشد کپک‌ها و مخمرها نیز جلوگیری کند. بنابراین، می‌تواند در فرآورده‌های گوشتی مانند گوشت چرخ‌کرده، سوسیس و کالباس اکسیداسیون لیپیدها را به تأخیر انداخته و رشد میکروبی را مهار کند و در نتیجه ماندگاری محصول را افزایش دهد (Shariatifar, ۲۰۱۷). استفاده از پوشش‌های خوراکی حاوی عصاره زرشک سیاه بر روی میوه‌ها و سبزیجات تازه می‌تواند به حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری آن‌ها کمک کند. در نان و محصولات نانویی، عصاره زرشک می‌تواند از رشد کپک‌ها جلوگیری کرده و بیاتی را به تأخیر بیندازد.

ج) افزودنی عملگرا و غنی‌سازی مواد غذایی^{۱۸}

غذای فراسودمند یا عملگرا به غذایی گفته می‌شود که علاوه بر تأمین نیازهای تغذیه‌ای اولیه، اثرات مثبتی بر سلامت مصرف‌کننده دارد. زرشک سیاه به دلیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بسیار بالا، یک افزودنی عملگرای ایده‌آل است. افزودن پودر یا عصاره آن به محصولات مختلف می‌تواند ارزش تغذیه‌ای و سلامت‌بخشی آن‌ها را به شدت ارتقا دهد. با افزودن پودر زرشک سیاه به محصولات مانند غلات صبحانه، علاوه بر ایجاد طعم و رنگ، میزان آنتی‌اکسیدان‌ها، فیبر و مقدار ویتامین C آن‌ها را افزایش می‌یابد. آب زرشک سیاه یا نوشیدنی‌های ترکیبی حاوی عصاره آن، می‌تواند به عنوان محصولی با خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و تقویت‌کننده سیستم ایمنی به بازار عرضه شود و یا عصاره استاندارد شده زرشک سیاه را

^{۱۳} Quercetin

^{۱۴} Rutin

^{۱۵} Natural Colorant

^{۱۶} Natural Preservative

^{۱۷} Clean Label

^{۱۸} Functional Ingredient & Fortification

می‌توان به صورت کپسول یا قرص به عنوان یک مکمل آنتی‌اکسیدانی قوی یا برای کمک به کنترل قند خون و چربی خون تولید و عرضه کرد (Imenshahidi & Hosseinzadeh, ۲۰۱۶).

د) عامل طعم‌دهنده^{۱۹}

زرشک سیاه دارای طعمی منحصربه‌فرد، ترش و کمی گس است که می‌تواند به عنوان یک عامل طعم‌دهنده در فرمولاسیون‌های مختلف به کار رود. این طعم می‌تواند در ایجاد تعادل در محصولات شیرین و یا افزودن یک بعد جدید طعمی در محصولات شور و ملس مؤثر باشد. تولید شربت، سس، لواشک، ترشک و کنسانتره از زرشک سیاه، از جمله کاربردهای مستقیم این میوه به عنوان یک محصول طعم‌دار است.

چالش‌ها و محدودیت‌ها

علی‌رغم پتانسیل‌های گسترده، تجاری‌سازی و استفاده وسیع از زرشک سیاه در صنایع غذایی با چالش‌ها و محدودیت‌هایی روبرو است که باید برای آن‌ها راه‌حل‌های مناسبی یافت.

الف) چالش‌های برداشت و فرآوری

درخت زرشک سیاه اغلب به صورت وحشی در مناطق کوهستانی و صعب‌العبور می‌روید. خاردار بودن شدید این گیاه، برداشت دستی میوه را دشوار، زمان‌بر و پرهزینه می‌کند. این امر منجر به محدودیت در تأمین ماده اولیه در مقیاس صنعتی می‌شود. توسعه روش‌های مکانیزه برداشت (در صورت امکان) و اهلی‌سازی و کشت ارقام پربازده و کم‌خار، گام مهمی در جهت رفع این محدودیت خواهد بود.

ب) استانداردسازی ترکیبات مؤثر

غلظت ترکیبات زیست‌فعال مانند آنتوسیانین‌ها و بربرین در میوه زرشک سیاه می‌تواند تحت تأثیر عواملی مانند منطقه جغرافیایی، شرایط آب و هوایی، زمان برداشت و ژنوتیپ گیاه به شدت متغیر باشد. این عدم یکنواختی، استفاده مستقیم از آن را در فرمولاسیون‌های صنعتی که نیازمند کیفیت ثابت هستند، با چالش مواجه می‌کند. بنابراین، توسعه روش‌های استخراج بهینه و استانداردسازی عصاره‌ها بر اساس یک یا چند ترکیب شاخص (مانند کل آنتوسیانین یا بربرین) برای تضمین کیفیت و کارایی محصول نهایی ضروری است.

ج) پایداری ترکیبات و مسائل تکنولوژیکی

همانطور که اشاره شد، آنتوسیانین‌ها به تغییرات pH، دما و نور حساس هستند. این حساسیت می‌تواند باعث تغییر رنگ و کاهش خواص آنتی‌اکسیدانی در طی فرآوری و نگهداری محصول غذایی شود. تحقیقات آینده باید بر روی روش‌هایی برای افزایش پایداری این ترکیبات از طریق میکروانکپسولاسیون^{۲۰} یا استفاده از ترکیبات هم‌رنگ‌ساز^{۲۱} متمرکز شود (Amid & Moghaddar, ۲۰۱۷). همچنین، طعم تلخ بربرین ممکن است در برخی کاربردها نامطلوب بوده و نیاز به استفاده از تکنیک‌های طعم‌پوشانی^{۲۲} داشته باشد.

د) مسائل نظارتی و بازار

برای استفاده از عصاره زرشک سیاه به عنوان یک افزودنی جدید غذایی، ممکن است نیاز به اخذ مجوز از سازمان‌های نظارتی ملی و بین‌المللی (مانند سازمان غذا و دارو) باشد. این فرآیند مستلزم ارائه داده‌های جامع در مورد ایمنی و سمیت‌شناسی است. علاوه بر این، شناخت ناکافی مصرف‌کنندگان از زرشک سیاه و خواص آن، یک مانع بازاریابی محسوب می‌شود که نیازمند اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی است.

چشم‌انداز آینده

آینده زرشک سیاه در صنایع غذایی بسیار روشن به نظر می‌رسد. تحقیقات آتی باید بر اصلاح نژاد و کشت گونه‌های برتر، بهینه‌سازی فرآیندهای استخراج با استفاده از فناوری‌های سبز (مانند استخراج با سیال فوق بحرانی یا به کمک امواج فراصوت)، انجام مطالعات بالینی برای اثبات خواص سلامت‌بخشی محصولات حاوی زرشک سیاه، و توسعه محصولات نوآورانه و جذاب برای مصرف‌کننده متمرکز گردد.

نتیجه‌گیری

زرشک سیاه یک منبع طبیعی بومی و ارزشمند است که به دلیل برخورداری از پروفایل فیتوشیمیایی غنی، شامل غلظت بالای آنتوسیانین‌ها، آلکالوئید بربرین و سایر ترکیبات فنولی، پتانسیل فوق‌العاده‌ای برای کاربرد در صنایع غذایی دارد. این میوه می‌تواند به عنوان یک رنگ‌دهنده

۱۹ Flavoring Agent

۲۰ Microencapsulation

۲۱ Copigmentation

۲۲ Flavor Masking

طبیعی و ایمن، جایگزین مناسبی برای رنگ‌های مصنوعی در طیف گسترده‌ای از محصولات باشد. خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی قوی آن، امکان استفاده از آن را به عنوان یک نگهدارنده طبیعی برای افزایش ماندگاری و ایمنی مواد غذایی فراهم می‌کند. علاوه بر این، حضور ترکیبات زیست‌فعال متعدد، زرشک سیاه را به یک افزودنی عملگرا و ایده‌آل برای غنی‌سازی و تولید نسل جدیدی از غذاهای فراسودمند تبدیل کرده است. اگرچه چالش‌هایی در زمینه برداشت، استانداردسازی و پایداری وجود دارد، اما با سرمایه‌گذاری در تحقیقات علمی و توسعه فناوری‌های نوین فراوری، می‌توان بر این موانع غلبه کرد. در نهایت، زرشک سیاه می‌تواند از یک گیاه دارویی سنتی به یک ماده اولیه استراتژیک و با ارزش افزوده بالا برای صنعت غذای ایران و جهان تبدیل شود و پاسخی نوآورانه به تقاضای روزافزون بازار برای محصولات طبیعی، سالم و پایدار ارائه دهد.

References

- Amid, B. T., & Moghaddar, N. (۲۰۱۷). Encapsulation of barberry's anthocyanin by spray dryer: Characterization and optimization. *Food Science & Nutrition*, ۵ (۵), ۹۸۵-۹۹۳. <https://doi.org/10.1002/fsn3.486>
- Brouillard, R. (۱۹۸۲). Chemical structure of anthocyanins. In P. Markakis (Ed.), *Anthocyanins as Food Colors*, (pp. ۱-۴۰). Academic Press.
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (۲۰۰۱). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In R. E. Wrolstad (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, (Unit F۱,۲,۱-F۱,۲,۱۳). John Wiley & Sons.
- Hassanzadeh, P., Amjadi, S., Asghari, A., & Mohammadi, R. (۲۰۲۰). The effect of barberry (*Berberis integerrima*) anthocyanin extract on the physicochemical, antioxidant, and sensory properties of set-type yogurt. *Journal of Food Measurement and Characterization*, ۱۴ (۴), ۱۹۳۷-۱۹۴۶. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00456-1>
- Imenshahidi, M., & Hosseinzadeh, H. (۲۰۱۶). *Berberis vulgaris* and Berberine: An update review. *Phytotherapy Research*, ۳۰ (۱۱), ۱۷۴۵-۱۷۶۴. <https://doi.org/10.1002/ptr.5693>
- Motallebi-Moghanjoghi, A., Ezzatpanah, H., Aminigram, M., & Abbasi, S. (۲۰۲۱). Bioactive compounds and antioxidant activity of black barberry (*Berberis crataegina* DC.) fruit and its jam. *Journal of Food Measurement and Characterization*, ۱۵ (۱), ۵۸۹-۵۹۸. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00684-5>
- Mozaffarian, V. (۲۰۱۳). *A Dictionary of Iranian Plant Names* (۷th ed.). Farhang Moaser Publishers.
- Rahimi, R., Nikfar, S., & Abdollahi, M. (۲۰۱۶). A systematic review of the efficacy and safety of *Berberis vulgaris* in the treatment of diseases. *Phytomedicine*, ۲۳ (۱۱), ۱۲۳۸-۱۲۴۷. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2016.07.001>
- Shariatifar, N., Ghasemipour, S., Jahed Khaniki, G., & Ghaderi, F. (۲۰۱۷). The effect of black barberry (*Berberis crataegina*) extract on the shelf life of minced beef during refrigerated storage. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, ۴ (۳), ۸۲-۸۸.
- Tomosaka, H., Chin, Y. W., Salim, A. A., Keller, W. J., Chai, H., & Kinghorn, A. D. (۲۰۰۸). Antioxidant and cytoprotective compounds from *Berberis vulgaris* (barberry). *Phytotherapy Research*, ۲۲ (۷), ۹۷۹-۹۸۱. <https://doi.org/10.1002/ptr.2443>
- Zargari, A. (۱۹۹۰). *Medicinal Plants* (Vol. ۱, ۴th ed.). Tehran University Press.

