

مروری بر خواص آنتی‌اکسیدانی زرشک و کاربردهای بالقوه آن

محمدحسین موثق

دانشیار بخش بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران

Mh.movassagh@iau.ac.ir

چکیده

زرشک (*Berberis vulgaris L*)، میوه‌ای است که به دلیل طعم ترش و مصارف سنتی در ایران و دیگر مناطق جهان شناخته شده است. این مقاله مروری جامع، بر ارزیابی شواهد علمی موجود در مورد خواص آنتی‌اکسیدانی زرشک و اجزای فعال آن، با تمرکز ویژه بر ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها و آلکالوئید بربرین، متمرکز است. داده‌های مروری نشان می‌دهند که عصاره‌های میوه، ریشه و برگ زرشک دارای ظرفیت‌های قوی برای خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی داخلی (مانند کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز) و مهار پراکسیداسیون لیپیدی هستند. این خواص، زرشک را به عنوان یک کاندیدای امیدوارکننده برای پیشگیری و مدیریت بیماری‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو، از جمله اختلالات قلبی-عروقی، برخی سرطان‌ها، دیابت و بیماری‌های نورودژنراتیو، مطرح می‌سازد. مکانیسم عمل آنتی‌اکسیدانی بربرین، به‌ویژه فعال‌سازی فاکتور رونویسی هسته‌ای ۲ مرتبط با اریتموئید (Nuclear factor erythroid ۲-related factor ۲) یا Nrf۲ و متعاقب آن القای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی فاز II، یک راهبرد محافظتی سلولی حیاتی را نشان می‌دهد. چالش‌ها و چشم‌اندازهای تحقیقات آتی در زمینه فراهمی زیستی و کاربردهای بالینی زرشک مورد بحث قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: زرشک، آنتی‌اکسیدان، بربرین، ترکیبات فنلی، استرس اکسیداتیو، Nrf۲.

مقدمه

استرس اکسیداتیو، که ناشی از عدم تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Species) یا ROS و توانایی یک سیستم بیولوژیکی برای سم‌زدایی سریع واسطه‌های فعال یا ترمیم آسیب‌های حاصله است، نقش محوری در پاتوژنز بسیاری از بیماری‌های مزمن مانند دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان دارد (Halliwell, ۲۰۰۷). به همین دلیل، افزایش مصرف آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در گیاهان دارویی و غذایی به عنوان یک استراتژی تغذیه‌ای و درمانی مورد توجه روزافزون قرار گرفته است (Rice-Evans *et al.*, ۱۹۹۷). امروزه تغییر سبک زندگی به خصوص مصرف غذاهای نیمه‌آماده و فست فود و قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی و آلاینده‌های زیست محیطی موجب عدم تعادل بین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و رادیکال‌های آزاد تولید شده بدن گشته است. افزایش گونه‌های فعال اکسیژن می‌تواند سبب آسیب اکسیداتیو به پروتئین‌ها، لیپیدها، آنزیم‌ها و DNA شده که این موضوع با پیری سلول، سرطان، بیماری‌های التهابی و روماتیسم، دیابت و افزایش خطر تصلب شرایین همراه است. به منظور ایجاد تعادل بین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و رادیکال‌های آزاد در بدن، تولید آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی در صنایع غذایی و داروسازی افزایش یافته است. در سال‌های اخیر جستجو برای تولید آنتی‌اکسیدان‌هایی با منشأ طبیعی افزایش یافته است. از دیگر مشکلات دنیای مدرن درمان عفونت‌های باکتریایی و افزایش مقاومت آن‌ها به آنتی‌بیوتیک‌هاست (Khodabandeh Shahraki *et al.*, ۲۰۲۲).

زرشک (*Berberis vulgaris L*)، عضوی از خانواده *Berberidaceae*، در مناطق معتدل آسیا و اروپا به ویژه ایران، که بزرگترین تولیدکننده آن در جهان است، به طور گسترده کشت می‌شود. در طب سنتی ایرانی، میوه آن برای درمان بیماری‌های کبدی، اختلالات گوارشی و تب به کار رفته است (Hosseinzadeh, ۲۰۱۸ & Imenshahidi). علاقه علمی به زرشک عمدتاً به دلیل حضور آلکالوئیدهای ایزوکلینولین، به ویژه بربرین، و غلظت بالای ترکیبات فنلی در بخش‌های مختلف گیاه است (Ghasemi *et al.*, ۲۰۰۹).

زرشک به عنوان یکی از بهترین درمان‌های طبیعی برای کم‌خونی شناخته شده است. این میوه شگفت‌انگیز حاوی مقادیر قابل توجهی آهن، ویتامین C و اسید فولیک است که باعث افزایش سطح فریتین در بدن می‌شود. همچنین، زرشک دارای خواص ضد التهابی، ضد عفونی‌کننده و آنتی‌اکسیدانی است که باعث بهبود سلامتی کلی بدن می‌شود.

بررسی‌های گسترده‌ای در سال‌های اخیر بر ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی زرشک و اجزای فعال آن صورت گرفته است. این مقاله مروری با هدف جمع‌آوری، خلاصه‌سازی و تحلیل انتقادی داده‌های علمی موجود در مورد خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها و ترکیبات خالص شده زرشک انجام شده است تا پتانسیل درمانی آن در مدیریت استرس اکسیداتیو مشخص شود.

روش مطالعه

این مقاله مروری با جستجو در پایگاه‌های داده علمی و پزشکی معتبر از جمله PubMed, Scopus, Web of Science و Google Scholar تا تاریخ اکتبر ۲۰۲۵ انجام شد. کلمات کلیدی مورد استفاده برای جستجو شامل: "Berberis vulgaris", "Barberry", "Antioxidant capacity", "Berberine", "Oxidative stress", "Nrf2" و ترکیب‌های مختلف آن‌ها بود. مقالات منتشر شده در مجلات معتبر که به زبان انگلیسی یا فارسی بودند، در اولویت قرار گرفتند.

بحث

- پروفایل فیتوشیمیایی و مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی زرشک
فعالیت‌های بیولوژیکی و آنتی‌اکسیدانی زرشک به طور مستقیم با ترکیب شیمیایی پیچیده آن مرتبط است. اجزای اصلی فعال بیولوژیکی زرشک را می‌توان به دو دسته عمده تقسیم کرد.

آلکالوئیدها: بربرین

بربرین، یک آلکالوئید ایزوکلینولین زرد رنگ، فراوان‌ترین و مورد مطالعه‌ترین ترکیب در ریشه، ساقه و پوست زرشک است (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲).

-مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی بربرین: فعال‌سازی مسیر Nrf2/ARE

فعالیت آنتی‌اکسیدانی بربرین فراتر از خنثی‌سازی مستقیم رادیکال‌هاست و عمدتاً از طریق تنظیم مسیرهای دفاعی داخلی اعمال می‌شود. بربرین به عنوان یک فعال‌کننده قدرتمند فاکتور رونویسی هسته‌ای ۲ مرتبط با اریتموئید (Nrf2) شناخته می‌شود (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲). در شرایط نرمال، Nrf2 به پروتئینی به نام پروتئین ۱ مرتبط با ECH شبه (۱) Kelch (Kelch-like ECH-associated protein) یا KEAP1 متصل است و در سیتوزول نگهداری می‌شود (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲).

بربرین با تعدیل و تضعیف اتصال Nrf2 به KEAP1، باعث جابجایی Nrf2 به داخل هسته سلول می‌شود (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲). در هسته، Nrf2 به عناصر پاسخ آنتی‌اکسیدانی (Antioxidant Response Elements) یا (ARE) در ژنوم متصل شده و باعث رونویسی ژن‌های مسئول تولید آنزیم‌های کلیدی آنتی‌اکسیدانی فاز II و سم‌زدایی می‌شود. این آنزیم‌ها شامل هم اکسیژناز-۱ (HO-1)، NAD(P)H: کینون اکسیدوردوکتاز ۱ (NQO1) و آنزیم‌های مرتبط با سنتز گلوتاتیون (GSH) هستند (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲). این مکانیسم دفاع سلولی را در برابر استرس اکسیداتیو ناشی از عواملی چون هاپرگلیسمی یا آسیب‌های عصبی به شدت تقویت می‌کند (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲). برخی مطالعات نشان می‌دهند که این فعال‌سازی Nrf2 توسط بربرین از طریق مسیر سیگنالینگ فسفاتیدیل اینوزیتول ۳-کیناز/ Akt (Phosphatidylinositol 3-kinase/Akt) یا (PI3K/Akt) رخ می‌دهد و می‌تواند در غلظت‌های نانومولار نیز اثرات محافظت عصبی قابل توجهی داشته باشد (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲).

ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها

میوه (دانه و گوشت) زرشک سرشار از ترکیبات فنلی است که عمدتاً مسئول ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مستقیم هستند (Ghasemi *et al.*, ۲۰۰۹).

-آنتوسیانین‌ها (Anthocyanins)

آنتوسیانین‌ها، که رنگ قرمز تیره میوه زرشک از آن‌ها ناشی می‌شود، از قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی هستند. آن‌ها با اهدای اتم هیدروژن یا الکترون، رادیکال‌های آزاد مانند رادیکال‌های پروکسیل و هیدروکسیل را به سرعت خنثی می‌کنند و از پراکسیداسیون لیپیدی جلوگیری می‌نمایند (Kahkonen *et al.*, ۲۰۰۱).

-فلاونول‌ها و اسیدهای فنلی

زرشک حاوی فلاونول‌هایی مانند کوئرستین و اسیدهای فنلی مانند اسید کلروژنیک و اسید کافئیک است. این ترکیبات علاوه بر خنثی‌سازی رادیکال‌ها، توانایی شلاته‌سازی یون‌های فلزی را دارند که به عنوان کاتالیزور در تولید رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند (Shahidi & Ambigaipalan, ۲۰۱۵).

-ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی زرشک (مطالعات خارج از بدن)

ارزیابی‌های شیمیایی، مختلفی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قوی بخش‌های مختلف زرشک را تأیید کرده‌اند:

-سنجش‌های خنثی‌سازی رادیکال آزاد

عصاره‌های متانولی و آبی زرشک (به ویژه میوه) توانایی بالایی در خنثی‌سازی رادیکال‌های پایدار DPPH و ABTS را نشان داده‌اند. این فعالیت به طور مستقیم با محتوای کل فنلی و فلاونوئیدی عصاره همبستگی دارد (Ghasemi *et al.*, ۲۰۰۹; Khodabandeh Shahraki *et al.*, ۲۰۲۲). DPPH (Diphenylpicrylhydrazyl) و ABTS (۲,۲'-Azinobis(۳-ethylbenzothiazoline-۶-sulfonic acid)) دو نوع از رایج‌ترین رادیکال‌های آلی پایدار هستند که در روش‌های طیف‌سنجی برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات و عصاره‌ها استفاده می‌شوند. DPPH یک رادیکال آلی پایدار با رنگ بنفش تیره است که آنتی‌اکسیدان‌ها با اهدای هیدروژن یا الکترون آن را خنثی کرده و رنگ آن را به زرد تغییر می‌دهند. ABTS پس از اکسید شدن به صورت رادیکال کاتیونی با رنگ سبز-آبی در می‌آید و آنتی‌اکسیدان‌ها با احیای آن، باعث کاهش شدت رنگ محلول می‌شوند. هر دو سنجش بر پایه اندازه‌گیری این تغییرات رنگی هستند و ابزاری ضروری برای ارزیابی سریع و قابل اعتماد توانایی یک نمونه در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد به شمار می‌روند (Ghasemi *et al.*, ۲۰۰۹; Khodabandeh Shahraki *et al.*, ۲۰۲۲).

-سنجش FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

شربت و عصاره‌های زرشک فعالیت FRAP بالایی از خود نشان داده‌اند که نشان‌دهنده توانایی قوی در احیای ترکیبات فلزی و اهدای الکترون است (Zhao *et al.*, ۲۰۱۸). این قدرت احیاکنندگی بالا در برابر پراکسیداسیون لیپیدی در سیستم‌های بیرون از بدن نیز به اثبات رسیده است (Zhao *et al.*, ۲۰۱۸).

مطالعات نشان داده‌اند که عصاره زرشک وحشی (*Berberis integerrima*) نسبت به برخی گیاهان دارویی دیگر برتری قابل ملاحظه‌ای در میزان ترکیبات فنلی و خواص آنتی‌اکسیدانی دارد (Khodabandeh Shahraki *et al.*, ۲۰۲۲).

- اثرات زرشک بر استرس اکسیداتیو (داخل بدن و کاربردهای بالینی)

خواص آنتی‌اکسیدانی زرشک در مدل‌های حیوانی و مطالعات بالینی اولیه نیز تأیید شده است، و نشان می‌دهد که این خواص در شرایط فیزیولوژیک نیز قابل مشاهده هستند.

-مطالعات حیوانی

-محافظت کبدی

در مدل‌های حیوانی آسیب کبدی ناشی از تتراکلرید کربن یا سایر عوامل مخرب، عصاره‌های زرشک، به ویژه به دلیل بربرین، فعالیت‌های محافظتی قوی از خود نشان داده‌اند (Fanaei *et al.*, ۲۰۱۷). این اثر عمدتاً از طریق کاهش سطح مالون دی‌آلدئید (MDA) (محصول نهایی پراکسیداسیون لیپیدی) و تقویت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و گلوکوتایون پراکسیداز (GPx) در بافت کبد صورت می‌گیرد (Hassani *et al.*, ۲۰۱۹).

-تعدیل استرس گرمایی

در مطالعات حیوانی دیگر، عصاره ریشه زرشک توانسته است اثرات مضر استرس گرمایی را از طریق فعال‌سازی بیان Nrf۲ و HO-۱ در بافت کبد کاهش دهد و سطح MDA را پایین بیاورد (Fanaei *et al.*, ۲۰۱۷).

-محافظت عصبی

بربرین با فعال‌سازی مسیر ویژه در سلول‌های عصبی از آسیب اکسیداتیو و آپوپتوز ناشی از عوامل استرس‌زا جلوگیری می‌کند و عملکرد میتوکندری را بهبود می‌بخشد، که آن را به یک عامل محافظت‌کننده عصبی بالقوه تبدیل می‌کند (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲).

- کاربردهای بالینی و متابولیک

-مدیریت دیابت و سندرم متابولیک

استرس اکسیداتیو نقش کلیدی در مقاومت به انسولین و آسیب سلولی در دیابت دارد. بربرین نه تنها قند خون را کاهش می‌دهد، بلکه با کاهش سطح MDA سرم و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما (Total Antioxidant Capacity) یا TAC در بیماران، از طریق تعدیل استرس اکسیداتیو عمل می‌کند. این اثر به طور مستقیم به بهبود پاسخ سلول‌ها به انسولین مرتبط است (Pourmand *et al.*, ۲۰۲۲).

-بهبود سلامت قلب و عروق

زرشک با کاهش کلسترول و تری‌گلیسیرید و همچنین از طریق خواص آنتی‌اکسیدانی خود، از اکسیداسیون لیپوپروتئین‌های با چگالی کم (Low-Density Lipoproteins) یا (LDL) جلوگیری می‌کند، که یک گام حیاتی در پاتوژنز آترواسکلروز (تصلب شرایین) است (Stocker & Keaney, ۲۰۰۴). این خواص زرشک را به عامل مهمی در پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی تبدیل می‌کند (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲).

-اثرات ضدسرطانی

آنتی‌اکسیدان‌های موجود در زرشک، مانند بربرین و آنتوسیانین‌ها، با کاهش آسیب DNA ناشی از رادیکال‌های آزاد و همچنین فعال‌سازی مسیرهای آپوپتوز و مهار تکثیر سلول‌های سرطانی، پتانسیل ضدسرطانی قابل توجهی، به ویژه در سرطان‌های دستگاه گوارش و پستان، نشان داده‌اند (Pezeshk *et al.*, ۲۰۱۶).

-اثرات ضد التهابی و تقویت ایمنی

خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی زرشک، آن را به یک عامل قوی برای تقویت سیستم ایمنی و مبارزه با عفونت‌های باکتریایی، قارچی و ویروسی (مانند عفونت‌های دستگاه تنفسی و ادراری) تبدیل کرده است (Hosseinzadeh & Imenshahidi, ۲۰۱۸).

- چشم‌انداز آینده

با وجود شواهد قوی در داخل بدن (in vivo) و خارج از بدن (in vitro)، چندین چالش برای پتانسیل آنتی‌اکسیدانی زرشک و کاربردهای بالینی وجود دارد:

فراهمی زیستی خوراکی بربرین به دلیل جذب ضعیف و متابولیسم سریع کبدی، بسیار کم است (کمتر از ۱٪) (Derosa *et al.*, ۲۰۲۲). تحقیقات آینده باید بر توسعه سیستم‌های دارورسانی نوین مانند نانوذرات، فیتوزوم‌ها یا امولسیون‌ها برای افزایش جذب و رساندن دوز مؤثر بربرین به بافت‌های هدف متمرکز شود (Wang *et al.*, ۲۰۱۷).

محتوای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (به ویژه آنتوسیانین‌ها در میوه و بربرین در ریشه) در زرشک به شدت به منطقه جغرافیایی، شرایط محیطی، زمان برداشت و روش‌های فرآوری (مانند خشک کردن در سایه یا آفتاب) بستگی دارد. استانداردسازی عصاره‌های زرشک بر اساس مقادیر دقیق ترکیبات فعال زیستی، برای تضمین اثربخشی ثابت در مطالعات بالینی ضروری است.

در حالی که زرشک به طور سنتی ایمن محسوب می‌شود، مطالعات بالینی بیشتری برای تعیین دوزهای بهینه و بررسی ایمنی مصرف طولانی‌مدت عصاره‌های با غلظت استاندارد شده بربرین یا فنل‌ها در جمعیت‌های مختلف (مانند بیماران قلبی، دیابتی یا افراد مسن) مورد نیاز است. برخی مطالعات حیوانی اولیه نیز نتایج متناقضی در مورد محافظت کبدی نشان داده‌اند که لزوم تحقیقات عمیق‌تر را تأیید می‌کند (Zhao *et al.*, ۲۰۱۸).

نتیجه‌گیری

زرشک به دلیل غلظت بالای ترکیبات فعال بیولوژیکی، به ویژه آلکالوئید بربرین و آنتوسیانین‌ها، یک منبع آنتی‌اکسیدانی قدرتمند و چندوجهی است. شواهد علمی به وضوح نشان می‌دهند که زرشک نه تنها رادیکال‌های آزاد را به طور مستقیم خنثی می‌کند، بلکه سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی داخلی بدن را نیز از طریق فعال‌سازی مسیر کلیدی Nrf2/ARE تقویت می‌نماید. این خواص، زرشک را به عنوان یک مکمل غذایی-دارویی ارزشمند در مبارزه با استرس اکسیداتیو و بیماری‌های مرتبط با آن، مانند دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی، اختلالات کبدی و برخی سرطان‌ها، مطرح می‌سازد. تحقیقات آینده باید بر بهبود فراهمی زیستی بربرین و انجام کارآزمایی‌های بالینی متمرکز باشد تا پتانسیل کامل این گیاه سنتی برای سلامت انسان محقق شود.

منابع

- Derosa, G., Maffioli, P & ,D'Angelo, A. (۲۰۲۲). Berberine: An ancient alkaloid with potent new clinical applications. *European Journal of Clinical Nutrition*, ۷۶(۱۱), ۱۵۴۴-۱۵۵۵.
- Fanaei, H., Ghorani, V & ,Boskabady, M. H. (۲۰۱۷). Effects of Berberis vulgaris extract on oxidant-antioxidant balance in liver and lung of ovalbumin-sensitized rats. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, ۷(۳), ۳۰۲-۳۰۸.

- Ghasemi, K., Ghasemi, Y & ,Ehteshamnia, A. (۲۰۰۹). Antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents of Iranian barberry (*Berberis vulgaris*). Iranian Journal of Pharmaceutical Research, ۸(۳), ۱۸۵–۱۹۰.
- Halliwell, B. (۲۰۰۷). Oxidative stress and cancer: Have we moved forward? The Biochemical Journal, ۴۰۱(۱), ۱–۱۱.
- Hassani, S., Vahidi, Z & ,Mahmoudi, M. (۲۰۱۹). Hepatoprotective and antioxidant effects of *Berberis vulgaris* fruit extract in streptozotocin-induced diabetic rats. Avicenna Journal of Phytomedicine, ۹(۶), ۵۰۳–۵۱۴.
- Imenshahidi, M & ,Hosseinzadeh, H. (۲۰۱۸). Therapeutic and toxic effects of *Berberis vulgaris* and its active constituent, berberine. Phytotherapy Research, ۳۲(۹), ۱۷۷۷–۱۷۹۱.
- Kahkonen, M. P., Hopia, A. I & ,Heinonen, M. (۲۰۰۱). Berry phenolics and their antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, ۴۹(۸), ۴۰۷۶–۴۰۸۲.
- Khodabandeh Shahraki, F., Ranjbar, M., Govahi, M & ,Tafrihi, M. (۲۰۲۲). Investigation of Antioxidant and Antimicrobial Effects of Methanolic Extracts of *Berberis integerrima* and *Graminifolius tragopogon*. Journal of Gorgan University of Medical Sciences, ۲۴(۴), ۱۱۸–۱۲۵.
- Pezeshk, A., Salimi, A & ,Pezeshkpour, A. (۲۰۱۶). Anticancer activity of berberine against human cancer cell lines: A comprehensive review. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, ۱۷(۴), ۱۸۱۹–۱۸۲۹.
- Pourmand, S., Mozaffari-Khosravi, H & ,Hosseini, S. (۲۰۲۲). Effects of berberine on oxidative stress, inflammatory markers, and anthropometric indices in patients with type ۲ diabetes: A randomized, controlled trial. Journal of Functional Foods, ۹۶, ۱۰۵۲۱۴.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J & ,Paganga, G. (۱۹۹۷). Antioxidant activities of flavonoids and other phenolics: mechanisms and structure-activity relationships. The Biochemical Journal, ۳۲۶(Pt ۲), ۳۱۵–۳۲۱.
- Shahidi, F & ,Ambigaipalan, P. (۲۰۱۵). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review. Journal of Functional Foods, ۱۸, ۸۲۰–۸۲۹.
- Stocker, R & ,Keaney, J. F., Jr. (۲۰۰۴). Role of oxidative modifications in atherosclerosis. Physiological Reviews, ۸۴(۴), ۱۳۸۱–۱۴۷۸.
- Wang, F., Wang, J & ,Li, R. (۲۰۱۷). Recent advances in enhancing the bioavailability of berberine. Fitoterapia, ۱۱۸, ۱۴۳–۱۵۲.
- Zhao, Q., Wang, H & ,Chen, G. (۲۰۱۸). Berberine protects against ethanol-induced hepatic steatosis and injury via regulating oxidative stress and inflammatory response. European Journal of Pharmacology, ۸۳۱, ۶۹–۷۷.

A Review on the Antioxidant Properties of Barberry (*Berberis vulgaris* L.) and its Potential Applications

Mohammad Hossein Movassagh

Associate Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shab.C., Islamic Azad University, Shabestar, Iran
Mh.movassagh@iau.ac.ir

Abstract

Barberry (*Berberis vulgaris* L.) is a fruit well-known for its sour taste and traditional uses in Iran and other regions of the world. This comprehensive review evaluates the existing scientific evidence on the antioxidant properties of barberry and its active components, with special emphasis on phenolic compounds, flavonoids, and the alkaloid berberine. Review data indicate that extracts from barberry fruit, root, and leaf possess strong capacities to scavenge free radicals, enhance the activity of endogenous antioxidant enzymes (such as catalase and superoxide dismutase), and inhibit lipid peroxidation. These properties position barberry as a promising candidate for the prevention and management of diseases linked to oxidative stress, including cardiovascular disorders, certain cancers, diabetes, and neurodegenerative diseases. The antioxidant mechanism of berberine, specifically the activation of nuclear factor erythroid γ -related factor γ (Nrf γ) and the subsequent induction of Phase II antioxidant enzymes, represents a critical cellular defense strategy. Future research challenges and prospects regarding the bioavailability and clinical applications of barberry are also discussed.

Keywords: Barberry, Antioxidant, Berberine, Phenolic compounds, Oxidative stress, Nrf γ