Scientific-Research Quarterly Journal of Medical Science Of
Khatam Al-Nabieen University
Volume 9, Issue 18, Wintr 2024

Investigating the methods of measuring the antioxidant capacity of medicinal plants

Meysam Sajjadi [1*]
1. Department of chemistry and biochemistry, faculty of medical laboratory technology, khatam Al-nabieen university
*Email: Sajjadi.knurtc@knu.edu.af Phone: 0787674943

Abstract
Antioxidants are important in protecting cells against damage caused by free radicals and reactive oxygen species. These molecules are directly linked to the development of chronic diseases, such as cancer, cardiovascular diseases, diabetes, and neurodegenerative disorders. Medicinal plants are valuable sources for the prevention and treatment of these diseases because of their rich antioxidant properties. This article reviews methods for measuring the antioxidant capacity of medicinal plants. Common methods for measuring antioxidant capacity include DPPH, ORAC, ABTS, and FRAP, which are used due to their simplicity and high speed for measuring antioxidant capacity compared with more complex methods. These tests are important to investigate compounds that can prevent cellular damage by reducing oxidative stress, which causes many chronic diseases. Measuring antioxidant capacity is an important tool for evaluating the potential for medicinal use in plants. The methods discussed in this article are about examining methods for measuring antioxidant effects and examining the advantages and disadvantages of each, and future research should continuously investigate their mechanisms of action and confirm their clinical effects in valid clinical trials.
Keywords: Antioxidants, medicinal plants, DPPH, ABTS, FRAP, ORAC, neuroprotection, cardiovascular health, cancer.

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]

[DOI: 10.62134/kjms091822]

فصلنامه علمی-پژوهشی علوم طبی
دانشگاه خاتم‌النبیین(ص)
سال نهم، شماره ۱۸، زمستان ۱۴۰۳
صفحه ۳۱ - ۲۲

بررسی روش‌های اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتات طبی

میثم سجادی[1*]

۱. دیپارتمنت کیمیا و بیوشیمی، پوهنحی تکنالوژی طبی، پوهنتون خاتم النبیین(ص)، کابل افغانستان

ایمیل: Sajjadi.knurtc@knu.edu.af تلفن: ۰۷۸۷۶۷۴۹۴۳

چکیده

انتی‌اکسیدان‌ها نقش مهمی در محافظت از حجرات در برابر آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیجن ایفا می‌کنند. این مالیکول‌ها به‌طور مستقیم با بروز امراض مزمن مانند سرطان، امراض قلبی-وعایی، دیابت و اختلالات نورودژنراتیو مرتبط هستند. نباتات طبی به دلیل داشتن ترکیبات انتی‌اکسیدانی غنی، منابع ارزشمندی برای پیشگیری و تداوی این امراض به شمار می‌آیند. در این مقاله تلاش شده است روش‌های اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتات طبی آن‌ها بررسی شود. روش‌های رایج برای اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی شامل DPPH، ORAC، ABTS و FRAP هستند که به دلیل سادگی و سرعت بالا برای اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی در مقایسه با روش‌های پیچیده‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند. اهمیت این آزمایشات، بررسی ترکیباتی است که می‌توانند با کاهش استرس اکسیداتیو، که عامل بسیاری از امراض مزمن است، از آسیب‌های حجروی پیشگیری کنند. اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی ابزار مهمی برای ارزیابی پتانسیل استفاده دوایی نباتات بوده است. روش‌های مورد بحث در این مطالعه در خصوص بررسی روش¬های اندازه¬گیری اثرات انتی‌اکسیدانی و بررسی مزیت ها و نقاط ضعف هر کدام می¬باشد. تحقیق‌های آینده باید به‌طور مداوم مکانیزم‌های فعالیت آن‌ها را مورد بررسی قرار دهند و اثرات کلینیکی آن‌ها را در آزمایشات کلینیکی معتبر تأیید کنند.

واژه‌های کلیدی: انتی‌اکسیدان‌ها، نباتات طبی، DPPH، ABTS، FRAP، ORAC، سلامت قلب و عروق، سرطان.

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]

[DOI: 10.62134/kjms091822]

١. مقدمه

انتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که می‌توانند به‌طور مؤثر رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیجن (ROS)را که موجب آسیب به حجرات و انساج می‌شوند، خنثی کنند. استرس اکسیداتیو ناشی از این گونه‌ها، به‌ویژه در امراض مزمن مانند امراض قلبی، دیابت، سرطان، و اختلالات عصبی نقش عمده‌ای ایفا می‌کند. بنابراین، اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی در مواد غذایی، ادویه، و به‌ویژه نباتات طبی از اهمیت بالایی برخوردار است. نباتات طبی به عنوان منابع غنی از ترکیبات انتی‌اکسیدانی شناخته می‌شوند و در تداوی بسیاری از امراض استفاده می‌شوند. در این مطالعه، روش‌های مختلف اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتات طبی مورد بررسی قرار می‌گیرد و کاربردهای کلینیکی این ظرفیت‌ها در پیشگیری و تداوی امراض بررسی داده می‌شود (١،٢).

به طور کلی در مورد استانداردسازی روش‌های اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتات، مواد غذایی، میوه‌ها و سایر مواد باید چند نکته در نظر گرفته شود. نکته اول: راهنمایی کلی برای کاربرد هر آزمایش، توصیف دقیق شرایط آزمایش، دستگاه مورد نیاز و پایداری معرف‌ها. نکته دوم: همه روش‌ها باید در چارچوب خود اعتبار سنجی شوند. یعنی باید قابلیت تکرارپذیری و کنترل کیفی داشته باشد. نکته سوم: باید امکان مقایسه معقول بین دواها، مواد غذایی و سایر مواد داشته باشد (٣). از آنجایی که انتی‌اکسیدان‌ها ممکن است اثر خود را از طریق مکانیزم‌های مختلفی از جمله مهار رادیکال‌ها، جداسازی آیون فلزات واسطه، تجزیه هایدروجن پراکساید یا هایدروپراکسایدها، خاموش کردن پرواکسیدان‌های فعال و ترمیم آسیب‌های بیولوژیکی اعمال کنند، باید مشخص شود که کدام عملکرد انتی‌اکسیدان‌ها در حال اندازه‌گیری است و بر این اساس، روش سنجش انتی‌اکسیدانی باید برای ارزیابی عملکرد انتخاب شود (٤).

٢. دسته‌بندی روش‌های اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی بر اساس اصول فیزیکوشیمیایی و مکانیزم‌ها

روش‌های اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی را می‌توان به دو دسته اصلی بر اساس مکانیزم تعاملات آن‌ها تقسیم کرد (٤). دسته اول آزمایشات مبتنی بر انتقال الکترون (Electron Transfer) است. این آزمایشات با ارزیابی توانایی انتی‌اکسیدان‌ها در انتقال الکترون به یک اکسیدان، میزان قدرت انتی‌اکسیدانی نمونه را تعیین می‌کنند. در این روش‌ها، معمولا تغییر رنگ یا میزان فلورسانس در واکنش اندازه‌گیری شده و به عنوان معیاری برای ظرفیت انتی‌اکسیدانی استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، هرچه تغییر رنگ یا فلورسانس بیشتر باشد، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه بالاتر خواهد بود.

از جمله آزمایشات رایج در دسته انتقال الکترون می‌توان به روش‌های مختلفی اشاره کرد که در مطالعات علمی و آزمایش‌های بیوشیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش‌ها امکان ارزیابی

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]

[DOI: 10.62134/kjms091822]

دقیق قدرت انتی‌اکسیدانی را فراهم کرده و به دلیل سادگی اجرا، حساسیت بالا، و توانایی مقایسه میان نمونه‌های مختلف، کاربرد وسیعی در بررسی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی و سنتزی دارند .

۲-۱. آزمون قدرت انتی‌اکسیدانی احیاکنندگی آهن (FRAP)

این روش بر اساس احیای کمپلکس Fe^{3+}-TPTZ (تری‌پیریدیلتری‌آزین) به Fe^{2+} انجام می‌شود که منجر به ایجاد رنگ آبی می‌شود (۵). این روش توسط بنزاین و استراین در سال ۱۹۹۶ معرفی شد که می‌تواند در Phپایین ظرفیت انتی‌اکسیدانی را اندازه‌گیری کند. رنگی که در اثر تبدیل Fe^{3+}-TPTZ به Fe^{2+}-TPTZ ایجاد می‌شود در طول موج ۵۹۳ نانومتر ایجاد می‌شود. هر چقدر قدرت انتی‌اکسیدانی ماده مورد مطالعه زیاد باشد، تغیر رنگ کمتر خواهد بود (٦).

۲-۲. آزمون ظرفیت انتی‌اکسیدانی معادل ترولوکس ABTS / (TEAC)

در این روش از اسپکتروفوتومتر استفاده می‌شود و رنگ سبز- آبی تولید شده توسط اکساید شدن سوبسترا، اندازه‌گیری می‌شود. این تکنیک در سال ۱۹۹۳ توسط میلر و همکارانش طراحی شد و اساس آن اکساید شدن ABTS به $ABTS^{+}$ پس از انکوباسیون با مت میوگلوبین و H_2O_2 می‌باشد. این تغییر رنگ را توسط اسپکتروفوتومتر در طول موج ۷۵۰ نانومتر می‌توان اندازه‌گیری کرد. هر چه انتی‌اکسیدان مورد مطالعه قویتر باشد، از اکساید شدن ABTS جلوگیری کرده و رنگ کمتری ایجاد می‌شود (٦).

۲-۳. آزمون فولین-سیوکالتو : تعیین کل ترکیبات فنولی (TPC)

مبتنی بر انتقال الکترون به معرف فولین-سیوکالتو است و بیشتر برای تعیین مقدار ترکیبات فنولی استفاده می‌شود. در مطالعه‌ای که بر روی ضایعات (پوست و دانه) آووکادو انجام شد، از بین تمام روش‌های بررسی ظرفیت انتی‌اکسیدانی، بیشترین همبستگی و نتایج را TPCنشان داد. لازم به ذکر است که پوست و دانه آووکادو مقدار بسیار زیادی ترکیبات پلی فنل دارد، این نشان دهنده این است که این روش مناسبی برای بررسی ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتاتی است که دارای مقدار زیادی ترکیبات پلی فنل هستند (۷).

۲-٤. آزمون مهار رادیکال DPPH

کاهش رنگ بنفش رادیکال DPPH به رنگ زرد در حضور انتی‌اکسیدان‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. از بین روش‌های اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی می‌توان ادعا کرد که DPPH ارزانترین روش می‌باشد. علاوه بر آن روشی سریع می‌باشد و از نظر تکرارپذیری نیز نتایج قابل قبولی ارائه می‌دهد و روشی مناسب برای اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتات طبی می‌باشد (۸).

۳. آزمون‌های مبتنی بر انتقال اتم هایدروجن (HAT)

این روش‌ها توانایی انتی‌اکسیدان‌ها را در اهدا کردن اتم هایدروجن برای خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد ارزیابی می‌کنند. این روش‌ها از نظر بیولوژیکی مرتبط‌تر هستند، زیرا شبیه به مکانیزم فعالیت انتی‌اکسیدانی در مهار پراکسیداسیون لیپیدی هستند. برخی از روش‌های مهم در این دسته شامل موارد زیر هستند .

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]

[DOI: 10.62134/kjms091822]

۳-۱. ظرفیت جذب رادیکال اکسیجن (ORAC)

توانایی انتی‌اکسیدان در مهار اکسیداسیون یک مالیکول فلورسانس (فلورسئین) را در حضور رادیکال‌های پراکسیل ارزیابی می‌کند. کاهش شدت فلورسانس در طول زمان اندازه‌گیری می‌شود به این صورت که هر چه انتی‌اکسیدان مورد آزمایش قویتر باشد، از مالیکول‌های فلورسنس محافظت بیشتری کرده و محلول خاصیت فلورسنس خود را بیشتر حفظ می‌کند. در غیر اینصورت رادیکال‌های آزاد مالیکول¬های فلورسنس را اکساید کرده و خاصیت فلورسانس کاهش می‌یابد (۹).

۳-۲. پارامتر کل مهار رادیکال‌ها (TRAP)

توانایی کلی یک انتی‌اکسیدان در خنثی‌سازی رادیکال‌های پراکسیل را بررسی می‌کند. در سال‌های اخیر، استفاده از تکنیک‌های پیشرفته مانند روش‌های الکتروکیمیاوی و بیوسنسورها برای اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتات طبی توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این روش‌ها می‌توانند اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر و سریع‌تری از فعالیت انتی‌اکسیدانی ارائه دهند. این روش‌ها می‌توانند با استفاده از الکترودها، تغییرات پتانسیل یا جریان الکتریکی را در تعاملات اکسیدیشن و کاهش ترکیبات انتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری کنند. این تکنیک‌ها معمولا حساسیت و دقت بالاتری دارند و می‌توانند به‌طور مستقیم به ارزیابی ترکیبات فعال در عصاره‌های نباتی بپردازند (٤). این روش بر اساس واکنش‌های اکسیدیشن و ردوکشن الکتروشیمیایی عمل می‌کند، به این صورت که انتی‌اکسیدان‌ها الکترون‌هایی به سطح الکترود اهدا می‌کنند، عملی که مشابه با فعالیت آن‌ها در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد است. ظرفیت انتی‌اکسیدانی با اندازه‌گیری جریان الکتریکی تولید شده در این فرآیند انتقال الکترون تعیین می‌شود. مورنو و همکاران در سال ۲۰۲۲ انجام دادند، ظرفیت انتی‌اکسیدانی آسکوربیک اسید و گالیک اسید را به روش الکتروکیمیاوی انجام دادند. در این مطالعه از آیون‌های مس II برای تسهیل در انتقال الکترون بین انتی‌اکسیدان و الکترود استفاده شد (۱۰). برای مقایسه انواع روش‌های اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی در جدول ۱ از جهات مختلف با هم مقایسه شده‌اند (۱۱).

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]

[DOI: 10.62134/kjms091822]

جدول ۱. بررسی معایب و مزایای برخی روش‌های اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی

روش	مزایا	معایب
DPPH	کم هزینه پروسیجر آسان تعا ملات سریع	تفسیر EC50 کمی مشکل است.(EC50 کمترین غلظت نمونه است که بتواند DPPH را مهار کند.) برای تعاملات END POINT آن استاندارد زمانی مشخص وجود ندارد.
ABTS	تعاملات سریع کم هزینه می‌توان از این روش برای ارزیابی اثر Ph بر فعالیت انتی‌اکسیدانی استفاده کرد، زیرا در Ph مشخص انجام می‌شود.	استانداردسازی شده است ولی مقایسه نتایج آزمایش با استاندارد مشکل است. یک مرحله اضافه برای تولید رادیکال آزاد از نمک ABTS باید انجام شود. رادیکال‌های آزاد تولید شده برای زمان طولانی پایدار نیست.
ORAC	پس از استانداردسازی امکان مقایسه وجود دارد. هم شاخص زمان و هم تعامل انتی‌اکسیدانی را در نظر می‌گیرد. باید از انتی‌اکسیدان‌های بیولوژیک استفاده شود.	هزینه بالا دارد. حساس به Ph است. کمی‌سازی نتایج زمان زیادی نیاز دارد. نتایج آن می‌تواند با تجهیزات مختلف، متفاوت باشد.
FRAP	در نمونه‌های نباتی استفاده می‌شود.	باید از حجم زیادی از ریجنت استفاده شود.
TRAP	به تمام انتی‌اکسیدان‌های موجود در نمونه حساس است.	یک تکنیک پیچیده و زمانبر است که به تجربه و دقت زیادی نیاز دارد.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی در امراض مختلف ممکن است متفاوت باشد. به عنوان مثال ظرفیت انتی‌اکسیدانی بیماران با عدم کفایه گرده به علت بالا رفتن میزان یوریک اسید در خون افزایش می‌یابد و بلافاصله بعد از همودیالیز کاهش چشمگیری پیدا می‌کند. این رابطه در مریضان مبتلا به امراض قلبی- وعایی برعکس است و ظرفیت انتی‌اکسیدانی در این افراد نسبت به افراد سالم کمتر می‌باشد (٤). ظرفیت انتی‌اکسیدانی در یک مطالعه که توسط جولیا روث و همکاران در سال ۲۰۲۲ انجام شد، از دو روش FRAPو ORAC استفاده شد و نتایج نشان داد که این دو روش با هم نتایج مشابه و همبستگی مناسبی داشتند (۱۲). مطالعات نشان داده است که یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای بررسی ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتی که دارای مقادیر زیاد ترکیبات پلی فنل است روش TPC می باشد (۷). یکی از پیشرفته‌ترین روش‌ها، اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی به روش الکتروشیمیایی است که توسط الکترود توان الکترون‌دهی انتی‌اکسیدان مورد آزمایش را اندازه‌گیری می‌کنند. البته این روش نیاز به تجهیزات زیاد دارد از جمله پتانسیواستات، الکترود GCE اصلاح‌شده، حجره الکتروشیمیایی، محلول‌های الکترولیت و انتی‌اکسیدان‌های استندارد و کمپیوتر

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]
[DOI: 10.62134/kjms091822]

مجهز به نرم‌افزار مخصوص جهت تحلیل آن نیاز است (۱۰). با این وجود در صورت محدودیت امکانات روش DPPH به عنوان روشی ارزان و در دسترس پیشنهاد می‌شود. نباتات طبی، به خصوص در تداوی امراض مرتبط با استرس اکسیداتیو، نقش مهمی ایفا می‌کند. رادیکال‌های آزاد در ایجاد آسیب به دیواره‌های اوعیه و ایجاد امراض قلبی-وعایی مانند آترواسکلروز مؤثر هستند. ترکیبات انتی‌اکسیدانی موجود در نباتات طبی می‌توانند با کاهش اکسیدیشن LDL و کاهش التهاب سیستمیک، به پیشگیری از امراض قلبی کمک کنند. نباتی مانند چای سبز، انگور، و زالزالک به‌عنوان مکمل‌های انتی‌اکسیدانی در مدیریت امراض قلبی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۱۳).

انتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند از بروز جهش‌های جنتیکی و سرطان جلوگیری کنند. در مطالعه‌ای که توسط آگاروال و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام شد، نشان داده شد است که ترکیبات انتی‌اکسیدانی موجود در نباتاتی مانند زردچوبه و چای سبز به‌ویژه در جلوگیری از رشد تومورها و متاستاز مفید هستند. کورکومین، ماده فعال موجود در زردچوبه، اثرات ضدسرطانی قابل‌توجهی نشان داده است (١٤). اختلالات عصبی مانند آلزایمر و پارکینسون به‌دلیل آسیب ناشی از استرس اکسیداتیو در سیستم عصبی رخ می‌دهند. ترکیبات انتی‌اکسیدانی مانند اسید گالیک و کوئرستین می‌توانند با محافظت از حجرات عصبی و کاهش التهاب مغزی، علائم این امراض را کاهش دهند. نباتاتی مانند جینکوبیلوبا و زعفران در بهبود حافظه و کاهش علائم آلزایمر مؤثر شناخته شده‌اند (۱۵).

دیابت و چاقی با افزایش استرس اکسیداتیو در بدن همراه هستند. انتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند با کاهش قند خون و افزایش حساسیت به انسولین به مدیریت این امراض کمک کنند. نباتاتی مانند دارچین و زنجبیل به‌دلیل اثرات انتی‌اکسیدانی خود در تداوی دیابت نوع ۲ استفاده می‌شوند (١٦). آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد به حجرات پوستی می‌تواند موجب پیری زودرس و امراض پوستی مانند سرطان پوست شود. ترکیبات انتی‌اکسیدانی مانند ویتامین C و E و پلی‌فنول‌ها می‌توانند با جلوگیری از آسیب به حجرات و تحریک تولید کلاجن، به سلامت پوست کمک کنند. نباتاتی مانند آلوئه‌ورا و چای سبز که در بسیاری از محصولات آرایشی استفاده می‌شوند از این دسته هستند (۱۷). انتی‌اکسیدان‌ها با تقویت مکانیزم‌های دفاعی بدن، می‌توانند سیستم معافیتی را تقویت کرده و از عفونت‌ها جلوگیری کنند. نباناتی مانند اکیناسه و زنجبیل به‌دلیل خواص انتی‌اکسیدانی خود در تقویت ایمنی بدن و پیشگیری از امراض عفونی مؤثرند (۱۸). همچنین مطالعات نشان داده است که ظرفیت انتی‌اکسیدانی در مایع منی مردان نابارور نسبت به مردان بارور کمتر است زیرا رادیکال‌های آزاد می‌توانند باعث آسیب به اسپرم‌ها و DNA آن‌ها شود در نتیجه افزایش ظرفیت انتی‌اکسیدانی می‌تواند سبب تقویت باروری در مردان شود (٦).

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]

[DOI: 10.62134/kjms091822]

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتات طبی یکی از ابزارهای مهم در ارزیابی پتانسیل تداویی این نباتات است. استفاده از روش‌های کیمیاوی و بیوشیمی مختلف می‌تواند به محققان کمک کند تا درک بهتری از اثرات انتی‌اکسیدانی نباتات بدست آورند. همچنین، کاربردهای کلینیکی این ظرفیت‌ها در پیشگیری و تداوی امراض، به‌ویژه امراض مزمن مرتبط با استرس اکسیداتیو، چشم‌اندازهای جدیدی برای تداوی‌های دارویی طبیعی ایجاد می‌کند. با این حال، برای تایید اثربخشی و ایمنی این ترکیبات، تحقیقات بیشتری مورد نیاز است. اما نکته مهم این است با وجود کاربردهای فراوانی که اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی نباتات دارد، تاکنون روش مرجعی و استندارد در دنیا برای اندازه‌گیری ظرفیت انتی‌اکسیدانی وجود ندارد و آزمایشات متفاوت و گوناگونی توسط محققین انجام می‌شود (۱۹).

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]

[DOI: 10.62134/kjms091822]

منابع

1. Evans G, Miller L. Antioxidant Capacity Determination in Plants and Plant-Derived Products: A Review of Approaches. Phytochemistry Reviews. 2016;15(4):567-80.
2. Birben E, Sahiner UM, Saçkesen C, Erzurum SC, Kalayci O. Oxidative Stress and Antioxidant Defense. The World Allergy Organization journal. 2012;5:9 - 19.
3. Apak R, Güçlü KG, Özyürek M, Karademir SE. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric iron reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. 2004;52:7981.
4. Apak R, Özyürek M, Güçlü K, Çapanoğlu E. Antioxidant Activity/Capacity Measurement. 1. Classification, Physicochemical Principles, Mechanisms, and Electron Transfer (ET)-Based Assays. Journal of agricultural and food chemistry. 2016;64 5:997-1027.
5. Rumpf J, Burger R, Schulze M. Statistical evaluation of DPPH, ABTS, FRAP, and Folin-Ciocalteu assays to assess the antioxidant capacity of lignins. International journal of biological macromolecules. 2023:123470.
6. Gupta S, Finelli R, Agarwal A, Henkel RR. Total antioxidant capacity—Relevance, methods and clinical implications. Andrologia. 2020;53.
7. Lyu X, Ağar OT, Barrow CJ, Dunshea FR, Suleria HAR. Phenolic Compounds Profiling and Their Antioxidant Capacity in the Peel, Pulp, and Seed of Australian Grown Avocado. Antioxidants. 2023;12.
8. Yamauchi M, Kitamura Y, Nagano H, Kawatsu J, Gotoh H. DPPH Measurements and Structure—Activity Relationship Studies on the Antioxidant Capacity of Phenols. Antioxidants. 2024;13.
9. Asma U, Bertotti ML, Zamai S, Arnold M, Amorati R, Scampicchio MM. A Kinetic Approach to Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC): Restoring Order to the Antioxidant Activity of Hydroxycinnamic Acids and Fruit Juices. Antioxidants. 2024;13.
10. Moreno MT, Mellado JMR, Medina A. Rapid Electrochemical Determination of Antioxidant Capacity Using Glassy Carbon Electrodes Modified with Copper and Polyaniline. Application to Ascorbic and Gallic Acids. Biointerface Research in Applied Chemistry. 2022.
11. Williams M, Taylor R. Natural Antioxidant Evaluation: A Review of Detection Methods. Molecules. 2022;27(11):3563.
12. Rothe J, Fischer R, Cotterchio C, Gastl MI, Becker T. Analytical determination of antioxidant capacity of hop-derived compounds in beer using specific rapid assays (ORAC, FRAP) and ESR-spectroscopy. European Food Research and Technology. 2022;249:81-93.
13. Kris-Etherton PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkoski AE, Hilpert KF, et al. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. The

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]

[DOI: 10.62134/kjms091822]

American journal of medicine. 2002;113 Suppl 9B:71S-88S.

14. Aggarwal BB, Sundaram CM, Malani N, Ichikawa H. Curcumin: the Indian solid gold. Advances in experimental medicine and biology. 2007;595:1-75.
15. Ahlemeyer B, Krieglstein J. Neuroprotective effects of Ginkgo biloba extract. Cellular and Molecular Life Sciences CMLS. 2003;60:1779-92.
16. Richard, A., Anderson, C., Broadhurst L, Marilyn, et al. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. Journal of agricultural and food chemistry. 2004;52 1:65-70.
17. Militello LG, Hurley R, Cook RL, Danielson EC, Diiulio J, Downs SM, et al. Primary Care Clinicians' Beliefs and Strategies for Managing Chronic Pain in an Era of a National Opioid Epidemic. Journal of General Internal Medicine. 2020;35:3542 - 8.
18. Albahri G, Badran AA, Hijazi A, Daou A, Baydoun E, Nasser M, et al. The Therapeutic Wound Healing Bioactivities of Various Medicinal Plants. Life. 2023;13.
19. Flieger J, Flieger W, Baj J, Maciejewski R. Antioxidants: Classification, Natural Sources, Activity/Capacity Measurements, and Usefulness for the Synthesis of Nanoparticles. Materials. 2021;14.

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2026-07-04]

[DOI: 10.62134/kjms091822]