



Original Article

Effect of Ethanolic Extract of *Dracocephalum Kotschy* on Inflammatory and Oxidative Stress Biomarkers in Male Wistar Rats

Nafiseh Vahidi¹, Ameneh Mohammadi², Hamid Mollazadeh³, Manouchehr Teymouri⁴, Peiman Alesheikh⁴, Maryam Rameshrad^{4,5*}, Jamal Kasaian⁴

¹ Student Research Committee, School of Medicine, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran

² MSc in Phytochemistry, Natural Products and Medicinal Plants Research Center, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran

³ Assistant Professor, Department of Physiology, School of Medicine, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran

⁴ Assistant Professor, Natural Products and Medicinal Plants Research Center, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran

⁵ Assistant Professor, Department of Pharmacodynamics and Toxicology, School of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

***Corresponding author:** Maryam Rameshrad, Assistant Professor, Department of Pharmacodynamics and Toxicology, School of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. Email: mrameshrad@gmail.com

DOI: [10.32592/nkums.17.3.45](https://doi.org/10.32592/nkums.17.3.45)

How to Cite this Article:

Vahidi N, Mohammadi A, Mollazadeh H, Teymouri M, Peiman Alesheikh, Rameshrad M, Kasaian J. Effect of Ethanolic Extract of *Dracocephalum Kotschy* on Inflammatory and Oxidative Stress Biomarkers in Male Wistar Rats. J North Khorasan Univ Med Sci. 2025;17(3): 45-53. DOI: [10.32592/nkums.17.3.45](https://doi.org/10.32592/nkums.17.3.45)

Received: 13 April 2025

Accepted: 21 June 2025

Keywords:

Anti-inflammatory
Antioxidant
Carrageenan
D. kotschy

Abstract

Introduction: Oxidative stress is a phenomenon caused by an imbalance between the production and accumulation of reactive oxygen species (ROS) in cells and tissues, and the inability of a biological system to detoxify these reactive products. *Dracocephalum kotschy* is traditionally used in local treatment for inflammatory complications. This study investigated the effect of *D. kotschy* extract on oxidative stress biomarkers in male Wistar rats.

Method: Male Wistar rats were randomly divided into five groups, each with ten rats, and received ethanol extract (12.5, 25, and 50 mg/kg, i.p.) and indomethacin (2.5 mg/kg) as the reference drug. Rat hind paw edema caused by carrageenan injection was used for acute inflammation. The animals were inoculated with carrageenan (1% w/v, 0.1 ml) before measuring the thickness of their left hind paw at hourly intervals. Catalase, superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx), malondialdehyde (MDA), and total antioxidant capacity (TAC) were determined using standard methods. Moreover, the major bioactive compound in the extract was identified using high-performance liquid chromatography (HPLC) and nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy. In addition, comparisons were made using one-way analysis of variance (ANOVA).

Results: The edema reduction with the extract was comparable to that of indomethacin, especially at 12.5 and 25 mg/kg doses, from the very beginning of carrageenan inoculation ($p < 0.01$). The extract also remarkably reduced the level of MDA ($p < 0.001$), enhanced the activity of ROS-scavenging enzymes ($p < 0.001$), and exhibited a significant 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity. Moreover, 1 g of the extract yielded 23.8 mg of luteolin-7-O-glucoside following purification. In conclusion, *D. kotschy* ethanol extract is a potential herbal medicine for treating edema and ROS reactions associated with it, likely due to the presence of effective phenolic compounds, such as luteolin-7-O-glucoside.

Conclusion: The ethanol extract of *D. kotschy* could be a potential herbal medicine for the treatment of edema and its resulting ROS reactions, likely due to the presence of compounds such as luteolin-7-o-glucoside.



اثر عصاره اتانولی گیاه *Dracocephalum kotschy* بر بیومارکرهای التهابی و استرس اکسیداتیو در موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار

نفیسه وحیدی^۱، آمنه محمدی^۲، حمید ملازاده^۳، منوچهر تیموری^۴، پیمان آل شیخ^۴،
مریم رامش راد^{۴*}، جمال کسائیان^۴

^۱ دانشجوی دکترای عمومی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
^۲ کارشناس ارشد فیتوشیمی، مرکز تحقیقات فرآورده‌های طبیعی و گیاهان دارویی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران

^۳ استادیار، گروه فیزیولوژی و فارماکولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
^۴ استادیار، مرکز تحقیقات فرآورده‌های طبیعی و گیاهان دارویی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
^۵ استادیار، گروه سم‌شناسی و فارماکودینامی، دانشکده داروسازی مشهد، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران

* نویسنده مسئول: مریم رامش راد، استادیار، گروه سم‌شناسی و فارماکودینامی، دانشکده داروسازی مشهد، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران. ایمیل: mrameshrad@gmail.com

DOI: 10.32592/nkums.17.2.45

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۳۱

واژگان کلیدی:

ضدالتهاب

آنتی‌اکسیدان

کارائنین

D.kotschy

مقدمه: استرس اکسیداتیو پدیده‌ای است که در اثر عدم تعادل بین تولید و تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) در سلول‌ها و بافت‌ها و عدم توانایی یک سیستم بیولوژیکی در سم‌زدایی این محصولات واکنش‌پذیر ایجاد می‌شود. *Dracocephalum kotschy* به طور سنتی در درمان موضعی عوارض التهابی استفاده می‌شود. این مطالعه به بررسی اثر عصاره *D.kotschy* بر بیومارکرهای استرس اکسیداتیو در موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار می‌پردازد.

روش کار: موش‌های صحرایی نر ویستار به طور تصادفی به پنج گروه با ده موش در هر گروه تقسیم شدند و عصاره اتانولی (۱۲/۵، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، داخل صفاقی) و ایندومتاسین (۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را به‌عنوان داروی مرجع دریافت کردند. ادم پنجه عقب موش که در اثر تزریق کارائنین ایجاد می‌شود، به منظور القا التهاب حاد مورد استفاده قرار گرفت. قبل از اندازه‌گیری ضخامت پنجه عقب چپ حیوانات در فواصل ساعتی با کارائنین (۰/۱ w/v، ۰/۱ میلی‌لیتر) تلقیح شد. کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، گلوکاتینون پراکسیداز (GPx)، مالون دی آلدئید (MDA)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC) با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین شدند. همچنین ترکیب فعال زیستی اصلی آن عصاره با استفاده از HPLC و NMR تعیین شد. مقایسه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه انجام شد.

یافته‌ها: کاهش ادم با عصاره، به خصوص در دوزهای ۱۲/۵ و ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، از همان ابتدای تلقیح کارائنین با ایندومتاسین قابل مقایسه بود ($p < 0/01$). عصاره، سطح MDA را به طور قابل‌توجهی کاهش داد ($p < 0/001$) و از طرفی فعالیت آنزیم‌های مهارکننده ROS را افزایش داد ($p < 0/001$) و ظرفیت مهار رادیکال DPPH قابل‌توجهی را نشان داد. عصاره، حاوی ۲/۳۸ درصد ماده لوتئولین-O-۷-گلوکزید می‌باشد.

نتیجه‌گیری: عصاره اتانولی *D.kotschy* می‌تواند به عنوان یک داروی گیاهی برای درمان ادم و واکنش‌های ROS ناشی از آن پیشنهاد شود که احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات فنلی موثر مانند لوتئولین-O-۷-گلوکزید است.

مقدمه

رادیکال‌زدایی قوی هستند [۱]. ادم یک علامت التهابی غیراختصاصی به دنبال پاسخ‌های التهابی است [۲]. این علامت بیماری با خارج شدن مایعات و واسطه‌های التهابی در محیط خارج‌سلولی شناخته می‌شود [۲]. اگرچه این رویداد به مقابله با پیشرفت پاتوژن و حذف سلول‌های آسیب‌دیده کمک می‌کند، اما اگر به شدت کنترل نشود باعث آسیب

Dracocephalum kotschy، از خانواده نعنائیان و با نام فارسی رایج "زرین گیاه"، گیاهی غنی از ترکیبات درمانی مفید است که در درمان بیماری‌هایی مانند آرتрит، سردرد و اختلالات گوارشی استفاده می‌شود [۱]. بیشترین ترکیبات یافت‌شده در این گیاه زانتومیکرول، لیمونن، ژرانیال، آپیزنین و کالیکوپترین می‌باشد که دارای خواص ضدالتهابی و

دمای ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفت. پس از آن، جذب در طول موج ۴۹۰ نانومتر در مقابل نمونه شاهد ثبت شد. درصد مهار بازدارندگی بر اساس معادله زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد مهارکنندگی} = \{(\text{جذب شاهد} - \text{جذب نمونه})\} \div \text{جذب شاهد} \times 100$$

IC₅₀ عصاره توسط نرم افزار GraphPad Prism نسخه ۵ (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA) تعیین شد.

جداسازی و شناسایی ماده موثره موجود در عصاره

عصاره اتانولی با استفاده از کروماتوگرافی ستونی و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا نیمه آماده فاز معکوس (HPLC) جداسازی و سپس توسط طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی هسته (NMR) مشخص شد. در ابتدا، عصاره اتانولی (۲/۲ گرم) توسط کروماتوگرافی ستونی (۱۰۰×۱۰۰ سانتی‌متر) و سیلیکاژل (مش ۴۰۰-۲۳۰) با شویش گرادیان توسط حلال‌های پترولیوم اتر، اتیل استات و متانول شسته‌شد و فراکسیون‌های مشابه بر اساس پروفایل‌های کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) جمع‌آوری شدند که از این میان، بیشترین فراکسیون به شویش گرادیان توسط حلال اتیل استات: متانول (از ۲۰:۸۰ تا ۴۰:۶۰) (۵۰ میلی‌گرم) مربوط می‌شوند. سپس خالص‌سازی بیشتر توسط HPLC (Prominence LC-20A Modular HPLC System, Shimadzu Corporation, Japan) با سیستم حلال متانول: آب (۱۰:۹۰) انجام گرفت [۱۱]. ترکیب جداسازی از نظر ساختار مولکولی با استفاده از طیف‌سنجی H-NMR و C-NMR (Brucker Avance TM 500) و DRX فرکانس ۵۰۰ مگاهرتز برای H¹ و ۱۲۵ مگاهرتز برای C¹³ مشخص شد. تترامیتیل سیلان به‌عنوان استاندارد داخلی مورد استفاده قرار گرفت و طیف‌ها با طیف‌های موجود در مطالعات دیگر مقایسه شدند [۱۲].

مطالعه روی حیوانات

موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار (۱۸۰-۲۰۰ گرم) از آزمایشگاه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی تهیه شدند. این حیوانات از نظر ظاهری همه سالم بودند و قبلاً آزمایشی بر روی آن‌ها انجام نشده بود. آن‌ها در آزمایشگاه حیوانات تحت شرایط استاندارد (۲۳±۲ درجه سانتی‌گراد و مجموعه نور/تاریکی ۱۲ ساعت) و تغذیه آزاد قرار گرفتند. حیوانات به طور تصادفی به پنج گروه با ده موش در هر گروه تقسیم شدند. سعی شد چینش حیوانات از نظر وزنی در همه گروه‌ها یکسان باشد. حیوانات در گروه یک (شاهد) حلال (۵۰۰ میکرولیتر، داخل صفاقی)، در گروه‌های دو تا چهار (گروه‌های تیمار) عصاره (۱۲/۵، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم؛ ۵۰۰ میکرولیتر، داخل صفاقی) [۱۳] و در گروه پنج، ۵ میلی‌گرم ایندومتاسین به‌عنوان کنترل مثبت تلقیح شد. در این مطالعه کورسازی صورت نگرفته است.

اثر ضدالتهابی

در مطالعه حاضر، ادم پنجه عقب موش که در اثر تزریق کارائنین ایجاد شده، به عنوان نمونه‌ای از التهاب حاد مورد استفاده قرار گرفت. همه حیوانات با محلول کارائنین (۱٪ w/v، ۱۰۰ میکرولیتر) در پنجه عقب

شدید می‌شود. ادم با به‌کارگیری طیف گسترده‌ای از سلول‌های ایمنی و نفوذ نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها، آزادسازی انواع مختلف واسطه‌های التهابی (مانند پروستاگلاندین‌ها)، تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) (مانند اکسیدهای نیتروک، سوپراکسیدها، پراکسیدهای لیپید و سوپراکسیدهای لیپیدی، پراکسیدهای لیپیدی، پراکسیدهای نیتروژن، و ادم شروع می‌شود [۳-۵]). با توجه به پیامدهای مضر ادم، رویکرد مرسوم کاهش علائم با سرکوب تجمع واسطه‌های مرتبط با ادم است [۶]. این امر با تجویز داروهای سرکوب‌کننده ایمنی، گلوکوکورتیکوئیدهای ضدالتهابی و استفاده از داروهایی با خواص آنتی‌اکسیدانی قوی به دست می‌آید [۷]. به نظر می‌رسد استفاده از گلوکوکورتیکوئیدها به تنهایی کارایی بالینی محدودی با عوارض جانبی بالا داشته باشد [۶] که استفاده از ترکیبات درمانی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی را نیز ضروری می‌کند. از آنجایی که *D.kotschy* غنی از چندین ترکیب آنتی‌اکسیدانی است [۸]، گزارش حاضر سعی دارد اثر عصاره الکلی گیاه *D.kotschy* را بر بیومارکرهای التهابی و استرس اکسیداتیو در موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار بررسی کند.

روش کار

جمع‌آوری و استخراج گیاهان دارویی

D.kotschy در اردیبهشت ماه، از مناطق کوهستانی برداشت شد. نمونه هرباریومی با شماره ۱۱۱۴ به مرکز تحقیقات فرآورده‌های طبیعی و گیاهان دارویی دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران، داده شد. بخش هوایی برای مطالعه انتخاب خشک و آسیاب شد و به مدت ۴۸ ساعت در اتانول مطلق در دمای اتاق خیسانده شد. سپس حلال صاف شده در دمای ۴۵-۵۰ درجه سانتیگراد در خلاء تبخیر گردید.

محتوای فنلی کل

برای ارزیابی محتوای فنلی کل عصاره از تکنیک فولین سیوکالتیو استفاده شد. برای این منظور، ۱۰ میکرولیتر از عصاره (۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) با معرف فولین سیوکالتیو (۱۰۰ میکرولیتر) در یک پلیت ۹۶ خانه مخلوط و به مدت سه دقیقه انکوبه شد. سپس محلول کربنات سدیم اشباع (۹۰ میکرولیتر، ۷۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) اضافه شد و پلیت دوباره به مدت یک ساعت در دمای اتاق قرار گرفت. سپس داده‌های جذب در طول موج ۶۳۰ نانومتر توسط دستگاه میکروپلیت‌خوان (BioTek, ELx800) در برابر منحنی استاندارد اسیدگالیک ثبت شد که در آن داده‌ها به صورت میلی‌گرم معادل اسیدگالیک در هر گرم عصاره خشک نشان داده شد [۹].

توانایی مهار رادیکال‌های آزاد

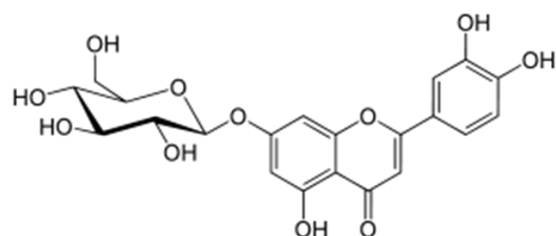
برای بررسی قدرت مهار رادیکال آزاد از تکنیک مهار رادیکال و ۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل‌هیدرازیل (DPPH) استفاده شد [۱۰]. ۱۰ میکرولیتر از عصاره در محدوده غلظتی ۸-۰/۱۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر با ۲۰۰ میکرولیتر معرف DPPH، ۳۰۰ میکرومولار DPPH در پلیت ۹۶ خانه مخلوط شد. به طور مشابه، بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) به‌عنوان کنترل مثبت استفاده شد. میکروپلیت به مدت ۳۰ دقیقه در

در گرم عصاره بود. در روش مپار رادیکال DPPH، فعالیت آنتی اکسیدانی این عصاره نصف BHT بود، با مقادیر IC50 برابر با ۱/۶۸ در مقایسه با ۰/۸۹ mg/ml برای BHT.

در ۲/۲ گرم عصاره اتانولی خشک *D. kotschy*، فراکسیون با بیشترین مقدار (۲۳/۸ میلی گرم) با HPLC جداسازی شد. این فراکسیون از نظر مولکولی به نام لوتئولین-O-۷-گلوکوزید، (C21H20O11) به شرح زیر مشخص شد:

¹H NMR spectrum (400 MHz, DMSO-d₆, δ, ppm); 3.20 (1H, d, H-4"), 3.25 (2H, m, H-2", 3"), 3.44 (1H, m, H-5"), 3.49 (1H, d, H-6a"), 3.72 (1H, d, H-6b"), 5.10 (1H, d, H-1"), 6.46 (1H, d, H-6), 6.80 (1H, d, H-8), 6.76 (1H, s, H-3), 6.91 (1H, d, J = 8.3, H-5'), 7.41 (1H, d, H-2'), 7.47 (1H, dd, H-6'), 9.39 (1H, s, 3'-OH), 9.97 (1H, s, 4'-OH), 13.00 (1H, s, 5-OH).

¹³C NMR spectrum (100 MHz, DMSO-d₆, δ, ppm); 164.95 (C-2), 103.63 (C-3), 182.37 (C-4), 163.43 (C-5), 100.00 (C-6), 161.61 (C-7), 95.19 (C-8), 157.42 (C-9), 105.81 (C-10), 121.85 (C-1'), 114.05 (C-2'), 146.26 (C-3'), 150.41 (C-4'), 114.052 (C-5'), 119.63 (C-6'), 100.37 (C-1"), 73.59 (C-2"), 76.87 (C-3"), 70.02 (C-4"), 77.64 (C-5"), 61.09 (C-6").



شکل ۱: ساختار مولکولی لوتئولین-O-۷-گلوکوزید

جنبه‌های مختلف سوگیری بر اساس ابزار SYRCLC در جدول ۱ آورده شده است [۱۵]. رعایت یا عدم رعایت هر کدام از آیتم‌ها در جدول ذکر شده است. وضعیت کلی به این صورت می‌باشد؛ ریسک پایین: تولید توالی تخصیص، ویژگی‌های پایه‌ای، داده‌های ناقص، گزارش‌دهی گزینشی. ریسک نامشخص: پنهان‌سازی تخصیص، اسکان تصادفی، ارزیابی تصادفی نتایج، سوگیری‌های دیگر. ریسک بالا: کورسازی مراقبان/محققان و کورسازی ارزیاب‌ها.

جدول ۱: ارزیابی ریسک سوگیری (Risk of Bias) بر اساس ابزار SYRCLC

شماره	نوع سوگیری	ارزیابی	توضیح
۱	تولید توالی تخصیص	ریسک پایین	تصادفی‌سازی حیوانات به پنج گروه با توجه به وزن بیان شده است.
۲	ویژگی‌های پایه‌ای	ریسک پایین	توزیع وزن در بین گروه‌ها کنترل شده است.
۳	پنهان‌سازی تخصیص	ریسک نامشخص	نحوه پنهان‌سازی تخصیص ذکر نشده است. مطالعه بلایند نبوده است
۴	اسکان تصادفی	ریسک نامشخص	به تصادفی بودن محل نگهداری حیوانات اشاره‌ای نشده است.
۵	کورسازی مراقبان/محققان	ریسک بالا	محققان بلایند نبودند
۶	ارزیابی تصادفی نتایج	ریسک نامشخص	اطلاعی از انتخاب تصادفی حیوانات برای ارزیابی وجود ندارد.
۷	کورسازی ارزیاب‌ها	ریسک بالا	محققان بلایند نبودند
۸	داده‌های ناقص	ریسک پایین	داده‌های کامل برای تمامی حیوانات گزارش شده‌اند.
۹	گزارش‌دهی گزینشی	ریسک پایین	تمامی نتایج ذکر شده در روش‌ها در نتایج نیز گزارش شده‌اند.
۱۰	سوگیری‌های دیگر	ریسک نامشخص	کد اخلاق درج شده و عامل مشکوک به سوگیری دیده نمی‌شود. هرچند به دلیل نبود اطلاعات دقیق درباره شرایط همگن‌سازی یا استانداردسازی سایر متغیرها، ریسک نامشخص در نظر گرفته شد.

رسید. با این حال، عصاره و ایندومتاسین هر دو ادم را تا ۵۰ درصد کاهش دادند که بر حسب درصد رشد ضخامت پنجه بیان شد. این

چپ خود، ۳۰ دقیقه پس از دریافت عصاره یا حلال تلقیح شدند. فاصله ضخامت شکمی تا پشتی در پنجه آن‌ها قبل از تزریق کارائنین و سپس در یک تا چهار ساعت پس از آن توسط کولیس شماره‌گیری اندازه‌گیری شد [۱۴]. داده‌ها به صورت درصد افزایش ضخامت پنجه بیان شده و با مقادیر قبل از تزریق مقایسه شدند. پس از آخرین اندازه، حیوانات تحت بی‌هوشی قربانی شدند و پنجه‌های متورم عقب بریده و در دمای منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

کیت‌های سنجش

برای بررسی شاخص‌های استرس اکسیداتیو، از کیت‌های تجاری شرکت ZellBio GmbH (آلمان) استفاده شد. سطح مالون‌دی‌آلدئید (MDA) به‌عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی با استفاده از کیت MDA اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد در بازه غلظتی ۱۰۰-۰ میکرومولار تهیه گردید و نتایج به‌صورت میکرومول در ۱۰۰ میلی گرم پروتئین کل بیان شد. محتوای پروتئین کل با استفاده از کیت برادفورد تعیین گردید. همچنین، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) با استفاده از کیت TAC سنجش شد و نتایج بر حسب گرم پروتئین کل گزارش شدند. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، از کیت‌های سنجش گلوکاتایون پراکسیداز (GPx) و سوپراکسیددیسموتاز (SOD) استفاده گردید. فعالیت آنزیم‌ها به‌صورت واحد بر میلی گرم پروتئین نمونه بیان شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم افزار GraphPad Prism نسخه ۵، انجام شد. نتایج به صورت میانگین±انحراف معیار بیان می‌شوند. مقایسه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه انجام شد و تفاوت‌های معنادار با آزمون تعقیبی LSD در سطح معناداری $p < 0.05$ مشاهده شد. این مطالعه با حمایت دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد با کد اخلاق IR.NKUMS.REC.1398.040 انجام شد.

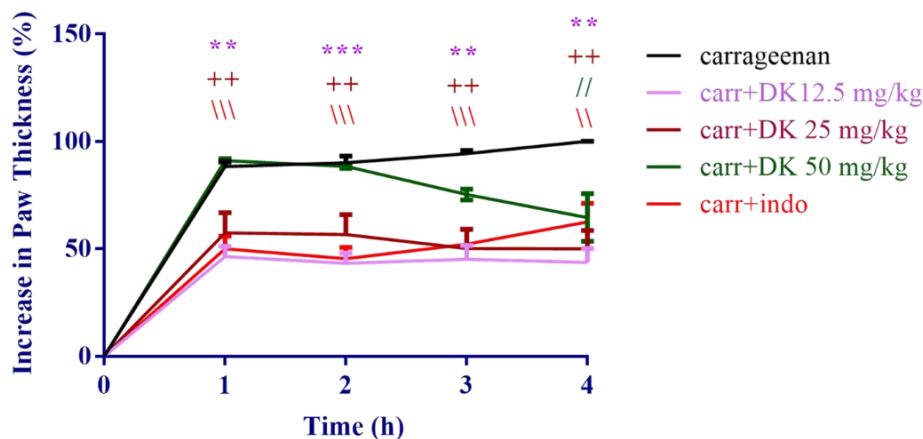
یافته‌ها

بازده استخراج به دست آمده، ۵/۳ درصد بود. محتوای فنلی کل در مقایسه با اسیدگالیک به دست آمد که ۱۳۸/۸۴ میلی گرم اسیدگالیک

بلافاصله پس از تزریق داخل پلانتار کارائنین، ادم حاد پنجه در همه گروه‌ها شروع شد (شکل ۲) که در یک ساعت پس از تلقیح به یک پلاتو

کنترل ادم تا چهار ساعت در تمام گروه‌های درمانی پیگیری شد. دوز پایین این عصاره (۱۲/۵ میلی گرم بر کیلوگرم، داخل صفاقی) رشد ضخامت پنجه را تا بیش از ۵۰ درصد در مقایسه با شاهد ($p < 0.01$) مختل کرد. این روند در حیوانات تحت درمان با دوز متوسط (۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم، داخل صفاقی) نیز منعکس شد. تزریق دوز بالا (۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم، داخل صفاقی) عصاره، با این حال، به همان اندازه کارا نبود و ضخامت پنجه به همان میزانی که در گروه شاهد تیمار

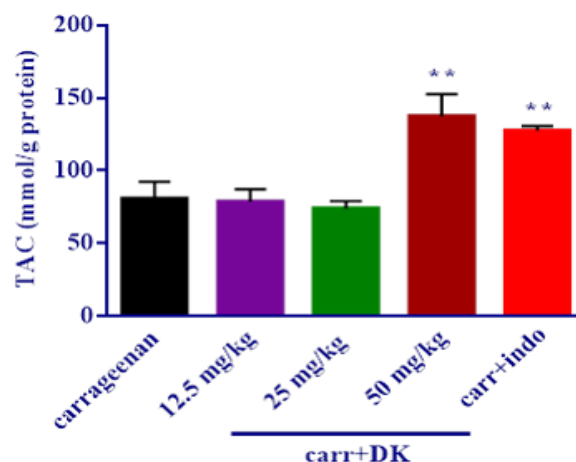
نشده در ساعت اول تزریق کارائنین، افزایش یافت. این حالت ادم تا یک ساعت بعد باقی ماند و به تدریج در ساعت پایانی به ۵۰ درصد کاهش یافت ($p < 0.01$). با در نظرگرفتن ایندومتاسین، همچنین از رشد ضخامت پنجه و ایجاد ادم در دو ساعت اول تا ۵۰ درصد جلوگیری کرد که پس از آن افزایش متوسطی داشت و در چهار ساعت به ۶۰ درصد رسید ($p < 0.01$).



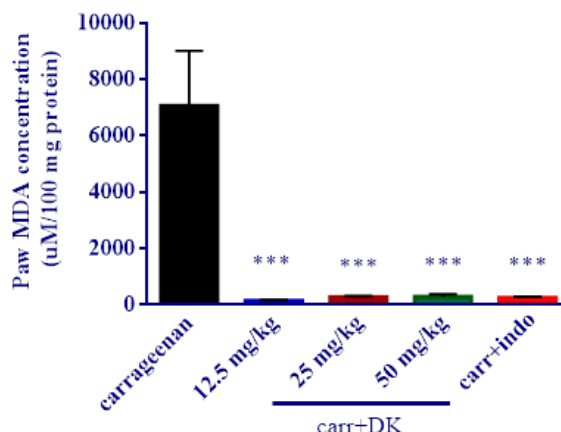
شکل ۲: درصد افزایش ضخامت پنجه بر اثر تزریق داخل صفاقی بر ادم پنجه ناشی از کارائنین

TAC به صورت mmol/g پروتئین بیان می‌شود. TAC بافت هموژنه حیوانات تیمار شده با عصاره در حدود سطح گروه کارائنین با استفاده از دوزهای ۱۲/۵ و ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم از عصاره (به ترتیب $8/43 \pm$ و $78/76 \pm 5/18$ میلی مول بر گرم پروتئین) به دست آمد. برای گروه‌هایی که با عصاره ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم، تیمار شده بودند، مقدار TAC در $137/39 \pm 15/19$ دو برابر شد ($p < 0.01$). گروه ایندومتاسین همچنین شاهد افزایش مشابهی در TAC ($3/06 \pm$ $127/64$) بودند (شکل ۳).

پروتئین گزارش شدند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، سطح MDA در تمام گروه‌های تیمار در مقایسه با گروه کنترل به شدت کاهش یافت ($12/5 \pm 155/6$ ، $278 \pm 37/3$ و $290 \pm 89/7$ میکرومول بر ۱۰۰ میلی گرم پروتئین در گروه‌های تیمار با عصاره به ترتیب در دوزهای ۱۲/۵، ۲۵ و ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم). مقدار MDA در گروه کارائنین $1976/2 \pm 7069/8$ (میکرومول / ۱۰۰ میلی گرم پروتئین) می باشد. تفاوتی در سطح MDA بین ایندومتاسین ($255/3 \pm 35/6$ میکرومول در ۱۰۰ میلی گرم پروتئین) و عصاره در سه دوز مشاهده نشد.



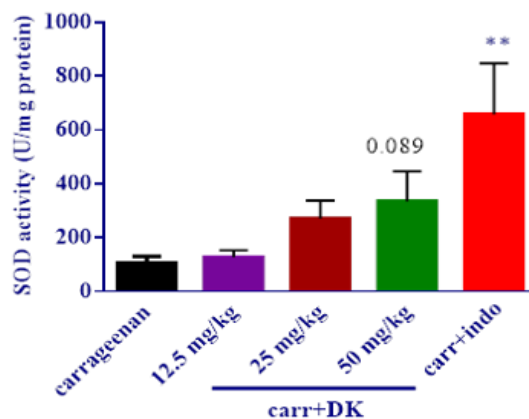
شکل ۳: TAC بافت پنجه نمونه‌های همگن موش‌ها چهار ساعت پس از تزریق داخل صفاقی. ** نشان‌دهنده تفاوت معناداری در مقایسه با گروه تزریقی کارائنین است ($p < 0.01$)



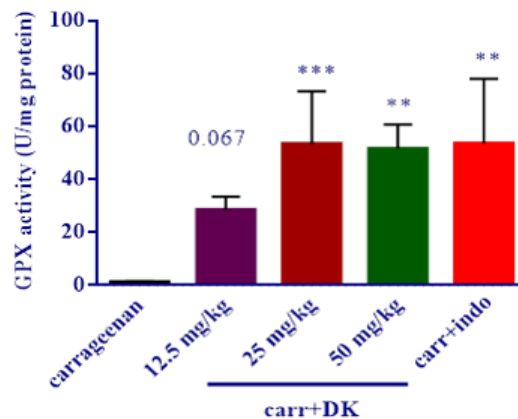
شکل ۴: غلظت MDA، پنجه، چهار ساعت پس از تزریق عصاره در دوزهای مختلف. *** نشان دهنده تفاوت معناداری در مقایسه با گروه کاراژنین در $p < 0.001$ است.

در فعالیت SOD در مقایسه با گروه کاراژنین بود ($568/7 \pm 188/4$) در مقابل $23/7 \pm 106/6$ U/mg پروتئین، $p < 0.01$). برخلاف SOD، پیش‌درمانی با عصاره در افزایش فعالیت GPX بسیار موثرتر بود و آن را از $1/3 \pm 0/2$ U/mg پروتئین در گروه کاراژنین به $28/4 \pm 0/067$ $p =$ با پایین‌ترین دوز عصاره) رساند. فعالیت این آنزیم در دوزهای بالای عصاره در مقایسه با گروه کاراژنین به صورت کاملاً معنی‌داری افزایش یافت و به سطح مشابه ایندومتاسین، با میانگین ۵۳ واحد بر میلی گرم پروتئین رسید.

فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی (SOD و GPX) هم‌وزنه‌های بافت پنجه در حیوانات به دنبال ادم در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. داده‌ها به صورت واحد در میلی گرم پروتئین بافت بیان می‌شوند. به طور کلی، پیش‌درمانی با عصاره باعث افزایش فعالیت این آنزیم‌ها در بافت‌ها، به ویژه فعالیت GPX در دوزهای بالا شد. فعالیت SOD مطابق با افزایش دوز عصاره، از $126/9 \pm 0/26$ در $12/5$ میلی گرم عصاره در کیلوگرم به $355/2 \pm 11/0$ در 50 میلی گرم عصاره در کیلوگرم افزایش یافت. اما این افزایش ناچیز بود ($p = 0.098$) برای 50 میلی گرم عصاره بر کیلوگرم). در مقابل، گروه ایندومتاسین شاهد افزایش قابل توجهی



شکل ۵: فعالیت SOD، پنجه، چهار ساعت پس از تزریق عصاره *D.kotschy* در دوزهای مختلف. ** نشان‌دهنده تفاوت معناداری در مقایسه با گروه تزریق شده با کاراژنین است ($P < 0.01$).



شکل ۶: فعالیت GPX پنجه چهار ساعت پس از تزریق عصاره اتانولی *D.kotschy* در دوزهای مختلف و *** نشان دهنده تفاوت معناداری در مقایسه با گروه تزریق شده با کارائنین است ($P < 0.001$).

بحث

در تحقیق حاضر، ابتدا ترکیب اصلی عصاره اتانولی *D.kotschy* و پتانسیل آنتی اکسیدانی کل عصاره مشخص شد. در ادامه، عصاره از نظر فعالیت ضد ادم و آنتی اکسیدانی *In Vivo* در مدل ادم پنجه ناشی از کارائنین مورد بررسی قرار گرفت. برای استخراج، از اندام هوایی *D.kotschy* استفاده شد. عصاره اتانولی *D.kotschy* در مقایسه با اسیدگالیک از نظر ترکیبات فنلی غنی بود و در مقایسه با آنتی اکسیدان استاندارد در روش مهار رادیکال DPPH دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی متوسطی (IC_{50} برابر با ۱/۶۸ میلی گرم بر میلی لیتر) بود. بر اساس طیف سنجی NMR، ترکیب فعال زیستی عمده در عصاره اتانولی *D.kotschy* لوتئولین-O-۷-گلوکوزید است که قبلاً در سایر گونه های جنس *Dracocephalum* مانند *D. moldavica* و *D. komarovii* جدا و شناسایی شده بود [۱۶-۱۷]. پس از مطالعه روی حیوان، عصاره اتانولی *D.kotschy* در کاهش ادم ناشی از کارائنین بسیار موثر بود. پیش تیمار با عصاره از ادم تا حد زیادی مانند ایندومتاسین در دوزهای ۱۲/۵ و ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم از ساعت اول تزریق کارائنین در پنجه حیوان جلوگیری کرد. تزریق در این دوزها رشد ضخامت پنجه را تا ۵۰ درصد نسبت به گروه کنترل کاهش داد.

ترکیبات فنلی که دارای خواص ضدالتهابی و ضد اکسیداتیو شناخته شده ای هستند، ممکن است نقش اساسی در فعالیت ضد ادماتوز این عصاره داشته باشند [۱۷]. همچنین می توان آن را به خواص لوتئولین-O-۷-گلوکوزید موجود در عصاره نسبت داد. به عنوان مثال، لوتئولین-O-۷-گلوکوزید از بیان واسطه های التهابی iNOS، COX-2، PGE2، جلوگیری می کند و پتانسیل اکسیداتیو را در غلظت کم (۲۰ میکرومولار) در ماکروفاژ موش تقویت می کند [۱۸]. بسیاری از مطالعات مکانیسم های ضدالتهابی مختلف لوتئولین را ثابت کردند، به طوری که به عنوان یک جاذب ROS عمل می کند، تولید ROS را مهار می کند و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی از جمله SOD و GPX را افزایش می دهد. علاوه بر این، تولید مسیرهای سیگنالینگ $TNF-\alpha$ و

AP-1 و NF-kB، IL-6 التهابی ترین مسیرهای مسدود شده توسط لوتئولین هستند [۱۹]. با کنار هم قراردادن این شواهد، قابل قبول است که عصاره دارای خواص ضد ادماتوز برجسته ای باشد.

در واقع، مطالعه ما نشان داد که دوزهای پایین (۱۲/۵ میلی گرم و ۲۵ میلی گرم) عصاره *D.kotschy* با کاهش ادم پنجه در موش، باعث افزایش فعالیت ضد ادماتوز می شود. در حالی که دوز بالا (۵۰ میلی گرم) اثر مثبتی در کاهش ادم پنجه ندارد مگر در ساعت آخر. عصاره *D.kotschy* نشان داد که پتانسیل آنتی اکسیدانی یعنی فعالیت SOD و GPX را در هموزن بافت ادماتوز پنجه تقویت می کند. تقویت این آنزیم های آنتی اکسیدانی باعث کاهش سطح گونه های فعال اکسیژن می شود که توسط نوتروفیل های التهابی جذب شده در محل التهاب ایجاد می شوند. SOD و GPX نقش آنتی اکسیدانی اساسی در از بین بردن سوپراکسید و پراکسید هیدروژن دارند. SOD، آنیون های سوپراکسید را به پراکسید کم و اکشن تبدیل می کند و GPX، هیدروژن پراکسید را به آب کاتالیز می کند [۲۰، ۲۱]. اگرچه تاثیر ضدالتهابی عصاره اتیل استات *D.kotschy* قبلاً بر روی ماکروفاژهای فعال شده نشان داده شده بود [۲۲]، اما اینکه آیا عصاره *D.kotschy* بر آزادسازی $TNF-\alpha$ و IL-1 β در پنجه ملتهب موش ها تاثیر می گذارد سؤال است که در آینده ارزش بررسی دارد. با توجه به سهم متابولیت های آراشیدونیک در التهاب ناشی از کارائنین [۲۳]، فعالیت ضدالتهابی عصاره اتانولی *D.kotschy* ممکن است به دلیل کاهش محصولات سیکلواکسیژناز و لیپواکسیژناز باشد که می تواند با اندازه گیری سطح PGE2 در پنجه ملتهب موش ها در آینده ارزیابی شود.

نتیجه گیری

نتایج حاضر نشان داد که عصاره اتانولی اندام های هوایی *D.kotschy* خواص ضدالتهابی و آنتی اکسیدانی قابل توجهی از خود نشان می دهد و بیانگر این است که عصاره دارای مقادیر زیادی ترکیبات ضدالتهابی موثر از جمله لوتئولین-O-۷-گلوکوزید است. مطالعات تکمیلی برای مشخص کردن مکانیسم های مولکولی دقیق و مشخصات ضدالتهابی این عصاره مورد نیاز است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه با پشتیبانی دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران با کد تایید اخلاق: IR.NKUMS.REC.1398.040 انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران، تشکر می‌کنند.

حامی مالی

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران و تحت گرنت شماره ۹۷۰۲۶۴ انجام شده است.

References

- Heydari P, Yavari M, Adibi P, Asghari G, Ghanadian SM, Dida GO, et al. Medicinal properties and active constituents of *Dracocephalum kotschy* and its significance in Iran: a systematic review. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2019;**2019**. [DOI:10.1155/2019/9465309] [PMID: 31198431]
- Henriques M, Silva P, Martins M, Flores C, Cunha FdQ, Assreuy-Filho J, et al.. Mouse paw edema. A new model for inflammation? *Braz J Med Biol Res*. 1987;**20**(2):243-249. [PMID: 3690058]
- Salvemini D, Wang ZQ, Wyatt PS, Bourdon DM, Marino MH, Manning PT, et al. Nitric oxide: a key mediator in the early and late phase of carrageenan-induced rat paw inflammation. *Br J Pharmacol*. 1996;**118**(4):829-838. [DOI: 10.1111/j.1476-5381.1996.tb15475.x] [PMID: 8799551]
- Liu X ZM, Wang J, Yang B, Jiang Y. Antioxidant activity of methanolic extract of emblica fruit (*Phyllanthus emblica* L.) from six region in China. *J Food Compos. Anal*. 2008;**21**:219-228. [DOI: 10.1016/j.jfca.2007.10.001]
- Saha K, Lajis NH, Israf DA, Hamzah AS, Khozirah S, Khamis S, et al. Evaluation of antioxidant and nitric oxide inhibitory activities of selected Malaysian medicinal plant. *J Ethnopharmacol*. 2004;**92**:263-267. [DOI: 10.1016/j.jep.2004.03.007] [PMID: 15138010]
- Ferrero-Miliani L, Nielsen O, Andersen P, Girardin S. Chronic inflammation: importance of NOD2 and NALP3 in interleukin-1 β generation. *Clin Exp Immunol*. 2007;**147**(2):227-235. [DOI: 10.1111/j.1365-2249.2006.03261.x] [PMID: 17223962]
- Ronchetti S, Miglioni C, Bruscoli S, Riccardi C. Defining the role of glucocorticoids in inflammation. *Clin Sci*. 2018;**132**(14):1529-1543. [DOI: 10.1042/CS20171505] [PMID: 30065045]
- Foroozandeh E, Asadi Gharooni HA. *Dracocephalum kotschy* Boiss.: An Iranian endemic medicinal plant; A review. *J Med Herb*. 2021;**12**(1):9-17. [DOI:10.30495/medherb.2021.679008]
- Mohsenzadeh MS, Razavi BM, Imenshahidi M, Mohajeri SA, Rameshrad M, Hosseinzadeh H. Evaluation of green tea extract and epigallocatechin gallate effects on bisphenol A-induced vascular toxicity in isolated rat aorta and cytotoxicity in human umbilical vein endothelial cells. *Phytother Res*. 2021;**35**(2):996-1009. [DOI: 10.1002/ptr.6861] [PMID: 32893422]
- Kamali H, Ahmadvadeh Sani T, Mohammadi A, Alesheikh P, Khodaverdi E, Hadizadeh F. A comparison between pressurized hot water and pressurized liquid extraction for optimizing phenolic and antioxidants capacity of the wooden layer between of walnut seed. *J Supercrit Fluids*. 2018;**133**:535-541. [DOI:10.1016/j.supflu.2017.10.017]
- Boozari M, Mohammadi A, Asili J, Emami SA, Tayarani-Najaran Z. Growth inhibition and apoptosis induction by *Scutellaria pinnatifida* A. Ham. on HL-60 and K562 leukemic cell lines. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2015;**39**(1):307-312. [DOI: 10.1016/j.etap.2014.12.002] [PMID: 25546119]
- Toshmatov ZO, Eshbakova KA, Aisa HA. Glycoside flavonoids from *dracocephalum komarovii*. *Chem Nat Compd*. 2018;**54**(2):358-359. [DOI:10.1007/s10600-018-2345-8]
- Martínez-Vázquez M, Estrada-Reyes R, Martínez-Laurabaquio A, López-Rubalcava C, Heinze G. Neuropharmacological study of *Dracocephalum moldavica* L. (Lamiaceae) in mice: sedative effect and chemical analysis of an aqueous extract. *J Ethnopharmacol*. 2012;**141**(3):908-917. [DOI: 10.1016/j.jep.2012.03.028] [PMID: 22469767]
- Rameshrad M, Salehian R, Fathiazad F, Hamedeyazdan S, Garjani M, Maleki-Dizaji N, et al. The effects of *Ocimum basilicum* ethanol extract on carrageenan-induced paw inflammation in rats. *Pharm Sci*. 2015;**20**(4):149-156. [Link]
- Hooijmans CR, Rovers MM, De Vries RB, Leenaars M, Ritskes-Hoitinga M, Langendam MW. SYRCLE's risk of bias tool for animal studies. *BMC Med Res Methodol*. 2014;**14**:43. [DOI:10.1186/1471-2288-14-43] [PMID: 24667063]
- Dastmalchi K, Damien Dorman HJ, Koşar M, Hiltunen R. Chemical composition and in vitro antioxidant evaluation of a water-soluble Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract. *LWT - Food Sci Technol*. 2007;**40**(2):239-248. [DOI:10.1016/j.lwt.2005.09.019]
- Sadraei H, Ghanadian M, Asghari G, Sekhavi N. Antispasmodic activity of apigenin and luteolin, two components of *Dracocephalum kotschy* extract, on rat ileum contractions. *J Herbmed Pharmacol*. 2018;**7**(2):100-105. [DOI:10.15171/jhp.2018.17]
- Hu C, Kitts DD. Luteolin and luteolin-7-O-glucoside from dandelion flower suppress iNOS and COX-2 in RAW264. 7 cells. *Mol Cell Biochem*. 2004;**265**(1):107-113. [DOI: 10.1023/b:mcbi.0000044364.73144.fe]
- Aziz N, Kim M-Y, Cho JY. Anti-inflammatory effects of luteolin: A review of in vitro, in vivo, and in silico studies. *J Ethnopharmacol*. 2018;**225**:342-358. [DOI: 10.1016/j.jep.2018.05.019] [PMID: 29801717]
- Hayyan M, Hashim MA and AlNashef IM. Superoxide ion: generation and chemical implications. *Chem Rev*. 2016;**116**(5):3029-3085. [DOI: 10.1021/acs.chemrev.5b00407] [PMID:26875845]
- Muthukumar K, Rajakumar S, Sarkar MN and Nachiappan V. Glutathione peroxidase3 of *Saccharomyces cerevisiae* protects phospholipids during cadmium-induced oxidative stress. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2011;**99**(4):761-771. [DOI:10.1007/s10482-011-9550-9] [PMID: 21229313]
- Kalantar K, Gholijani N, Mousaei N, Yazdani M, Amirghofran Z. Investigation of *dracocephalum kotschy* plant extract on the effective inflammatory transcription factors and

- mediators in activated macrophages. *Antiinflamm Antiallergy Agents Med Chem.* 2018;**17**(1):39-49. [DOI:10.2174/1871523017666180608081656][PMID: 2987989]
23. Chang C, Yang M, Wen H, Chern J. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J Food Drug Anal.* 2002;**10**(3):178-182. [DOI:10.38212/2224-6614.2748]