



Evaluation of Antioxidant and Antibacterial Biological Activities of Methanolic Extracts from Leaves and Flowers of *Jaubertia aucheri* Native to Baft County in the Context of Sustainable Agriculture

Javad Rohina^{1,2}, Ashraf Kariminik^{*3}

¹ Ph.D. Department of Microbiology, Ke.C., Islamic Azad University, Kerman, Iran

² Ph.D. Food and Agricultural Safety Research Center, Ke.C., Islamic Azad University, Kerman, Iran

³ Associate professor, Department of Microbiology, Ke.C., Islamic Azad University, Kerman, Iran

* Corresponding Author's Email: kariminik@iau.ac.ir

(Received: July. 21, 2025 – Accepted: September. 20, 2025)

ABSTRACT

Objective: The present study aimed to investigate the biological activities of methanolic extracts from the leaves and flowers of *Jaubertia aucheri*, a native plant of Baft County, Iran. The significance of this research lies in identifying natural sources with antioxidant and antibacterial properties, particularly for sustainable agriculture and reducing reliance on synthetic chemicals.

Material and methods: Fresh plant samples were collected from Baft and dried before extraction using 90% methanol through maceration. The antibacterial activity of the extracts was evaluated against *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Staphylococcus aureus* using the well-diffusion method and determination of minimum inhibitory concentration (MIC). Antioxidant potential was assessed by the DPPH radical scavenging assay and IC₅₀ calculation.

Results: Both leaf and flower extracts showed dose-dependent antibacterial effects. At concentrations of 40 and 80 mg/mL, significant inhibition zones were observed against all three tested bacteria. *E. coli* was the most sensitive, followed by *L. monocytogenes*, while *S. aureus* showed the least sensitivity. MIC values were 0.15 mg/mL for *E. coli* and *S. aureus*, and 0.3 mg/mL for *L. monocytogenes*. Both methanolic extracts of the flower and leaf of the extract also demonstrated concentration-dependent antioxidant activity. The flower extract, at a concentration of 80 mg/mL, showed 75.5% inhibition, performing similarly to the synthetic antioxidant BHT (75% inhibition at the same concentration), whereas the leaf extract reached 62.5% inhibition. Furthermore, the calculated IC₅₀ values indicated stronger antioxidant activity for the flower extract (IC₅₀ = 38.7 mg/mL) compared to the leaf extract (IC₅₀ = 48.75 mg/mL).

Conclusion: The findings indicate that *Jaubertia aucheri* possesses considerable antibacterial and antioxidant potential. This plant may serve as a promising natural source for developing pharmaceutical and food products and contribute to sustainable agricultural practices.

Keywords: *Jaubertia aucheri*, methanolic extract, antioxidant activity, antibacterial activity, sustainable agriculture

Cite this article: Javad Rohina, Ashraf, Kariminik. 2025. Evaluation of Antioxidant and Antibacterial Biological Activities of Methanolic Extracts from Leaves and Flowers of *Jaubertia aucheri* Native to Baft County in the Context of Sustainable Agriculture. *Sustainable Agricultural Science Research*, 5(2). 1-17.

DOI: <https://doi.org/10.71667/sarj.2025.1215557>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.71667/sarj.2025.1215557>

Publisher: Islamic Azad University of Kerman Branch Press.

ارزیابی فعالیت های زیستی ضد اکسایشی و ضد باکتریایی عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل بومی شهرستان بافت در راستای کشاورزی پایدار

جواد روینا^{۱،۲}، اشرف کریمی نیک^{۳*}

^۱دکتری تخصصی، گروه میکروبیولوژی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

^۲دکتری تخصصی، مرکز تحقیقات ایمن سازی مواد غذایی و کشاورزی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

^۳دانشیار، گروه میکروبیولوژی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: kariminik@iau.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۹)

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف بررسی فعالیت های ضد اکسایشی و ضد باکتریایی، عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل (*Jaubertia aucheri*) بومی شهرستان بافت به ویژه در راستای توسعه کشاورزی پایدار و کاهش مصرف ترکیبات شیمیایی سنتتیک انجام شد.

مواد و روش ها: نمونه های گیاه خرگل از منطقه بافت جمع آوری و پس از خشک سازی، عصاره گیری با متانول ۹۰٪ به روش ماسراسیون انجام شد. فعالیت ضد باکتریایی عصاره ها بر روی سه گونه باکتری *Escherichia coli*، *Listeria monocytogenes* و *Staphylococcus aureus* به روش انتشار چاهک و تعیین MIC ارزیابی گردید. همچنین، توان ضد اکسایشی عصاره ها با آزمون DPPH و محاسبه IC₅₀ مورد سنجش قرار گرفت.

یافته ها: هر دو عصاره برگ و گل خرگل اثر ضد باکتریایی وابسته به دوز دارند، به گونه ای که در غلظت های ۴۰ و ۸۰ mg/mL مهار رشد باکتری ها به طور قابل توجهی مشاهده شد. MIC برای *E. coli* و *S. aureus* برابر ۰/۱۵ mg/mL و برای *L. monocytogenes* برابر ۰/۳ mg/mL تعیین شد. هر دو عصاره متانولی گل و برگ گیاه خرگل دارای فعالیت ضد اکسایشی وابسته به غلظت بودند. عصاره گل در غلظت ۸۰ mg/mL با مهار ۷۵/۵٪ عملکردی مشابه آنتی اکسیدان مصنوعی BHT (۷۵٪ مهار در همین غلظت) نشان داد، در حالی که عصاره برگ به ۶۲/۵٪ مهار رسید. همچنین محاسبه IC₅₀ نشان دهنده فعالیت ضد اکسایشی قوی تر عصاره گل (IC₅₀ = ۳۸/۷ mg/mL) نسبت به برگ (IC₅₀ = ۴۸/۷۵ mg/mL) بود.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که گیاه خرگل دارای ظرفیت قابل توجهی برای تولید فرآورده های طبیعی با خواص ضد باکتریایی و ضد اکسایشی است. این گیاه می تواند به عنوان منبعی بالقوه در صنایع دارویی و غذایی و همچنین راهکاری مؤثر در ارتقای کشاورزی پایدار مطرح گردد.

واژه های کلیدی: خرگل، عصاره متانولی، فعالیت ضد اکسایشی، فعالیت ضد باکتریایی، کشاورزی پایدار

استناد:

Javad Rohina, Ashraf, Kariminik. 2025. Evaluation of Antioxidant and Antibacterial Biological Activities of Methanolic Extracts from Leaves and Flowers of *Jaubertia aucheri* Native to Baft County in the Context of Sustainable Agriculture. *Sustainable Agricultural Science Research*, 5(2). 1-17.

DOI: <https://doi.org/10.71667/sarj.2025.1215557>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.71667/sarj.2025.1215557>

ناشر: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

مقدمه

در دهه‌های اخیر، توجه گسترده‌ای به استفاده از گیاهان دارویی به عنوان منابع طبیعی ترکیبات زیست فعال معطوف شده است (Obaid et al., 2022). گیاهان دارویی به دلیل دارا بودن طیف وسیعی از متابولیت‌های ثانویه همچون فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، ترپن‌ها و فنولیک‌ها، نقش مهمی در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها ایفا می‌کنند (Yan et al., 2021). دو دسته از فعالیت‌های زیستی گیاهان که اهمیت ویژه‌ای در علوم پزشکی و صنایع غذایی دارند، شامل فعالیت‌های ضد میکروبی و خاصیت ضداکسایشی آنهاست (Kozłowska et al., 2022). از سوی دیگر، مسمومیت‌های غذایی همچنان یکی از معضلات مهم بهداشت عمومی در سراسر جهان محسوب می‌شوند. باکتری‌هایی نظیر *Escherichia coli*، *Listeria monocytogenes* و *Staphylococcus aureus* از عوامل اصلی بروز مسمومیت‌های غذایی و بیماری‌های منتقله از راه غذا هستند که سالانه موجب بروز موارد فراوانی از عفونت‌های گوارشی و حتی مرگ و میر می‌گردند. گسترش مقاومت دارویی این باکتری‌ها در برابر آنتی‌بیوتیک‌های متداول، نیاز به یافتن جایگزین‌های طبیعی و ایمن‌تر را بیش از پیش آشکار ساخته است (Imran et al., 2021). در این راستا، ترکیبات گیاهی با خاصیت ضدباکتریایی می‌توانند به عنوان گزینه‌ای کارآمد برای مهار رشد این عوامل بیماری‌زا مطرح شوند. همچنین، وجود رادیکال‌های آزاد و تنش اکسیداتیو در بدن انسان از عوامل کلیدی در بروز بیماری‌های مزمن مانند سرطان، بیماری‌های قلبی-عروقی و پیری زودرس محسوب می‌شوند. بنابراین، بهره‌گیری از منابع طبیعی ضداکسایشی، به‌ویژه

گیاهان دارویی، به عنوان راهکاری مؤثر در پیشگیری از این بیماری‌ها مورد توجه فراوان قرار گرفته است (Kozłowska et al., 2022). از منظر زیست محیطی و اقتصادی نیز استفاده از گیاهان دارویی می‌تواند در راستای کشاورزی پایدار و کاهش وابستگی به ترکیبات شیمیایی سنتتیک (نظیر آنتی‌بیوتیک‌ها و نگهدارنده‌های مصنوعی) ارزشمند باشد (Guerrini et al., 2020). بهره‌گیری از گیاهان بومی با خاصیت ضداکسایشی (آنتی اکسیدانی) و ضد میکروبی نه تنها موجب ارتقای سلامت عمومی می‌شود، بلکه در کاهش اثرات منفی بر محیط زیست و ارتقای امنیت غذایی نیز نقش آفرین است (Godlewska et al., 2021). ایران به عنوان یکی از کانون‌های تنوع گیاهی جهان، ظرفیت عظیمی برای شناسایی و بهره‌برداری از گونه‌های بومی دارد. گیاه کارتوس یا خرگل (*Jaubertia aucheri*) از تیره روبیاسه یکی از گونه‌های بومی شهرستان بافت در استان کرمان است که به صورت خودرو رشد می‌کند. تیره روبیاسه با دارا بودن بیش از ۶۰۰۰ گونه و حدود ۶۰۰ جنس، از تیره‌های متنوع و گسترده گیاهی به شمار می‌آید و گونه‌های مختلف آن شامل گیاهان درختی، درختچه‌ای، علفی و بالارونده است. اعضای این تیره عمدتاً فاقد شیر صمغی یا رنگی بوده و بسته به شرایط اکولوژیک در زیستگاه‌های خشک، شور یا حتی محیط‌های آبی مشاهده می‌شوند. برگ‌های گیاهان این تیره معمولاً متقابل یا مارپیچی، ساده، دمبرگ‌دار یا بدون دمبرگ، و با پهنکی یکپارچه یا گاه دنداندار هستند. در ساختار تشریحی برگ، وجود کرک‌های غیرغده‌ای، حضور یا عدم حضور زیرپوست محوری، و همچنین تفاوت در توزیع روزنه‌ها از ویژگی‌های قابل توجه این تیره محسوب

می‌شود. رگبرگ‌های کوچکتر نیز اغلب دارای سلول‌های انتقال‌دهنده آبکش هستند. میوه در گونه‌های مختلف این تیره می‌تواند گوشتی یا غیرگوشتی باشد (Amrollahi & Forouzeh, 2020). گونه خرگل (*J. aucheri*) به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی ارزشمند این تیره، به دلیل دارا بودن ترکیبات متابولیت ثانویه، از پتانسیل بالایی برای بررسی اثرات زیستی همچون فعالیت‌های ضداکسایشی و ضد میکروبی برخوردار است. مطالعه ویژگی‌های زیستی این گیاه بومی می‌تواند در معرفی منابع طبیعی جدید برای استفاده در صنایع دارویی و غذایی نقش بسزایی داشته باشد و جایگاه ویژه‌ای در توسعه داروها، فرآورده‌های طبیعی و راهبردهای کشاورزی پایدار ایفا نماید (Taj et al., 2018). هدف از این پژوهش، بررسی و ارزیابی فعالیت‌های زیستی عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل بومی شهرستان بافت است. هدف از این پژوهش، بررسی و ارزیابی فعالیت‌های زیستی عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل (*Jaubertia aucheri*) بومی شهرستان بافت است. در این مطالعه، اثرات ضداکسایشی عصاره‌ها به روش دی‌فنیل پیکریل هیدرازیل و فعالیت‌های ضدباکتریایی آن‌ها بر روی سه باکتری مهم و شایع عامل مسمومیت غذایی در انسان شامل *Escherichia coli*، *Listeria monocytogenes* و *Staphylococcus aureus* مورد سنجش قرار گرفت. این تحقیق با هدف شناسایی پتانسیل زیستی گیاه خرگل به‌عنوان یک منبع طبیعی برای ترکیبات دارویی و غذایی و همچنین تأکید بر نقش آن در توسعه راهکارهای کشاورزی پایدار انجام شد.

روش کار

جمع‌آوری و آماده‌سازی نمونه گیاهی

گل‌ها و برگ‌های تازه‌ی گیاه کارتوس یا خرگل (*Jaubertia aucheri*) از خانواده‌ی Rubiaceae در منطقه‌ی بافت، استان کرمان، جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها پس از برداشت، به‌طور کامل از هرگونه آلودگی و ذرات خارجی پاک‌سازی شدند. فرآیند خشک‌سازی در شرایط دمای محیط و با بهره‌گیری از جریان هوای آزاد صورت گرفت. پس از خشک شدن کامل، نمونه‌ها توسط آسیاب به پودر یکنواخت تبدیل شدند. پودر حاصل در ظروف دربسته و در شرایط دمای محیط تا زمان انجام مراحل عصاره‌گیری نگهداری گردید.

تهیه عصاره متانولی

فرآیند استخراج به روش ماسراسیون (خیساندن) انجام شد (Ghanimi et al., 2022). بدین منظور، پودر گیاهی حاصل با حلال متانول ۹۰٪ به نسبت ۱:۱۰ (وزن به حجم) در ظروف شیشه‌ای دربسته مخلوط گردید و به مدت ۷۲ ساعت در تاریکی، در دمای اتاق و همراه با تکان‌های ملایم نگهداری شد. پس از پایان زمان مقرر، عصاره به‌دست‌آمده با استفاده از کاغذ صافی شماره ۱ صاف شد. سپس حلال متانول با کمک دستگاه تقطیر در خلأ دوار، تغلیظ و به‌طور کامل خشک گردید. عصاره خشک‌شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی، محلول‌های رقیق‌شده در غلظت‌های ۸۰، ۴۰، ۲۰، ۱۰، ۵، ۲/۵، ۱/۲۵ و ۰/۶۲۵ mg/mL در حلال دی‌متیل سولفوکسید و متانول (مرک، آلمان)، با حجم برابر تهیه گردید.

بررسی فعالیت ضدباکتریایی

سوش‌های باکتریایی مورد مطالعه از مرکز پژوهش‌های علمی و صنعتی تهران به‌صورت

برای بررسی فعالیت ضد اکسایشی، از آزمون رادیکال آزاد دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده شد (Stagos, 2019). در این روش، محلول متانولی پایدار DPPH با غلظت مشخص تهیه گردید. سپس مقادیر مختلفی از عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل به محلول DPPH افزوده شد. نمونه‌ها پس از مخلوط شدن به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق نگهداری شدند تا واکنش کامل گردد. کاهش شدت رنگ محلول DPPH در حضور عصاره‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{درصد مهار (A)} = \left(\frac{\text{کنترل A} - \text{نمونه A}}{\text{کنترل A}} \right) \times 100$$

که در این فرمول، A کنترل شامل: جذب محلول DPPH بدون حضور عصاره و A نمونه شامل: جذب محلول DPPH در حضور عصاره است. برای مقایسه، از بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) به عنوان آنتی اکسیدان استاندارد (کنترل مثبت) استفاده گردید. مقدار IC_{50} (غلظتی از عصاره که ۵۰ درصد رادیکال‌های آزاد را مهار می‌کند) برای عصاره‌ها و BHT محاسبه شد (Fikjvar et al). نتایج به صورت درصد مهار و همچنین مقادیر IC_{50} گزارش گردید.

نتایج و بحث

فعالیت ضد باکتریایی عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل

نتایج نشان داد که هر دو عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل دارای اثر ضد باکتریایی وابسته به دوز هستند، به طوری که با افزایش غلظت، قطر هاله عدم

ویال‌های لیوفیلیزه تهیه شدند. سویه‌های مورد استفاده شامل: *اشریشیا کلی* (Escherichia coli ATCC 25922)، *استافیلوکوکوس اورئوس* (Staphylococcus aureus ATCC 25923) و *لیستریا مونوسیتوژنز* (Listeria monocytogenes ATCC 7644) بودند. برای تهیه سوسپانسیون میکروبی، از کشت ۲۴ ساعته باکتری‌ها، سوسپانسیونی با غلظتی معادل 0.5×10^6 م‌ک‌فارلند در محلول سرم فیزیولوژی استریل آماده گردید. به این منظور، مقدار مناسبی از توده‌ی باکتریایی در سرم فیزیولوژی استریل حل شد و جهت اطمینان از صحت غلظت استاندارد، تراکم نوری نمونه در طول موج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. بررسی فعالیت ضد باکتریایی عصاره‌ها به روش انتشار چاهک انجام گرفت. ابتدا از سوسپانسیون‌های میکروبی استاندارد شده، کشت یکنواخت بر روی محیط کشت مولر هیتون آگار (مرک، آلمان)، تهیه شد. سپس چاهک‌هایی به قطر ۶ میلی‌متر در محیط ایجاد گردید و مقدار ۲۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف عصاره در هر چاهک ریخته شد. پلیت‌های کشت در دمای ۳۷ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شدند. پس از دوره‌ی انکوباسیون، قطر هاله‌های ممانعت از رشد اطراف چاهک‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری و حداقل غلظت مهارکننده رشد (MIC) تعیین گردید. (Alizadeh et al., 2021; Kariminik et al., 2019) به عنوان کنترل منفی، از محلول دی‌متیل سولفوکسید و متانول با حجم برابر استفاده شد.

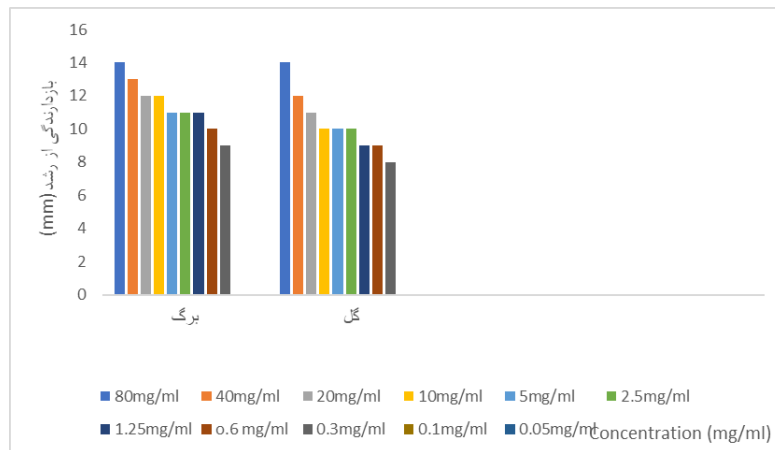
بررسی خاصیت ضد اکسایشی عصاره متانولی گیاه

خرگل

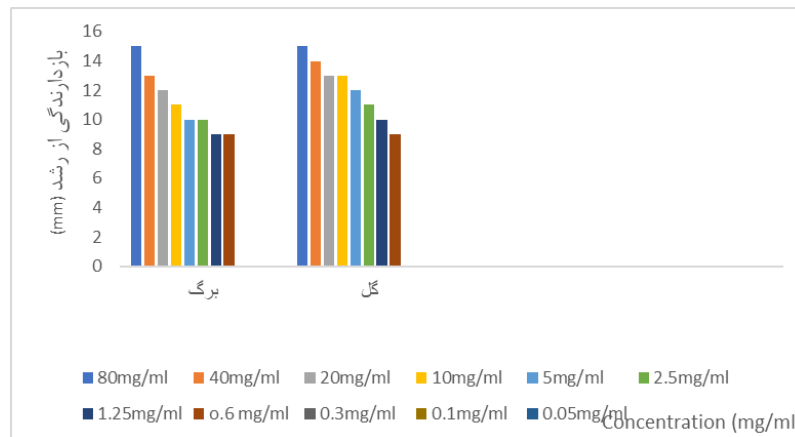
گرم‌منفی چشمگیر است و شیب پاسخ غلظتی منظم و قابل دفاع دارد. مطالعه مقایسه‌ای مشابهی گزارش کرد که عصاره‌ها عمدتاً روی گرم‌مثبت‌ها به‌ویژه *S. aureus* مؤثرند و علیه گرم‌منفی‌ها از جمله *E. coli* اثر قابل‌ذکری مشاهده نشد. MIC گزارش‌شده برای *G. aucheri* علیه *S. aureus* حدود ۱۲۵ mg/mL بود (ضعیف). یافته تحقیق حاضر با MICهای بسیار پایین‌تر ۰/۳-۰/۱۵ mg/mL از این نظر قوت بسیار بیشتری را نشان می‌دهد. اختلاف می‌تواند از بخش مورد استخراج (برگ/گل)، شدت قطبیت (متانول ۹۰ درصد)، و تفاوت سویه‌ها در این مطالعه در برابر در آن مطالعه ناشی شود (Mehrra et al., 2017). در راستای پژوهش حاضر، یافته‌های پژوهش جعفری (۱۴۰۰)، نشان داد که عصاره‌های برگ و گل گیاه خرگل از خاصیت ضدباکتریایی چشمگیری برخوردارند. آزمایش‌ها بر روی چندین گونه باکتری بیماری‌زا، از جمله *Staphylococcus aureus*، *Escherichia coli*، *Pseudomonas aeruginosa* و *Bacillus subtilis*، حاکی از آن است که این عصاره‌ها در غلظت‌های مختلف قادر به مهار رشد و کاهش فعالیت میکروبی هستند. تعیین مقادیر MIC و MBC نیز مؤید این واقعیت بود که خرگل می‌تواند به‌عنوان یک عامل ضدباکتری طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. تیره رویاسه سرشار از ایریدوئیدها، آنتراکینون‌ها، فلاونوئیدها و تانن‌ها است که برای اثرات ضدباکتری شهرت دارند؛ حضور اجزای نسبتاً لیپوفیل می‌تواند عبور از غشای خارجی گرم‌منفی‌ها را تسهیل کند و توضیحی برای حساسیت غیرمنتظره *E. coli* در این تحقیق باشد (Martins & Nunez, 2015).

رشد نیز بیشتر شد. در غلظت‌های ۴۰ و ۸۰ mg/mL، هر سه باکتری مورد مطالعه شامل *E. coli*، *monocytogenes* و *S. aureus* به‌طور قابل توجهی مهار شدند، اگرچه حساسیت نسبی آن‌ها به ترتیب *E. coli* بیشترین، سپس *monocytogenes* و در نهایت *S. aureus* بود (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). مقایسه بین اندام‌های گیاه نشان داد که عصاره برگ در برابر *E. coli* و *S. aureus* کارایی بیشتری دارد، در حالی که عصاره گل در برابر *L. monocytogenes* اندکی قوی‌تر بود. همچنین نتایج آزمون بررسی حداقل غلظت بازدارندگی از رشد نشان داد حداقل غلظت مهاری (MIC) برای *E. coli* و *S. aureus* برابر با ۰/۱۵ mg/mL و برای *L. monocytogenes* برابر با ۰/۳ mg/mL است. مقایسه این نتایج با مطالعات مشابه نشان می‌دهد که شدت اثر خرگل در دامنه گزارش شده برای سایر گیاهان دارویی قرار دارد؛ به‌عنوان مثال، عصاره متانولی برگ *Prosopis laevigata* علیه *E. coli* و *S. aureus* با MIC حدود ۰/۶۲ mg/mL گزارش شده است (Nava-Solis et al., 2022)، در حالی که عصاره خرگل در پژوهش حاضر MIC پایین‌تر و در نتیجه اثر قوی‌تری نشان داده است. بر اساس نتایج روش چاهک‌گذاری و MIC، حساسیت *E. coli* و *S. aureus* تقریباً هم‌سطح و بیشتر از *L. monocytogenes* است. با کاهش غلظت، قطر هاله‌ها از ۱۷-۱۵ به ۸-۱۰ میلی‌متر می‌رسد. این الگو در برگ کمی قوی‌تر از گل برای *E. coli* دیده می‌شود، در حالی که برای *Listeria* در برخی رقت‌ها گل اندکی هاله‌ی بزرگ‌تر نشان داده است. توان مهاری عصاره متانولی خرگل (برگ/گل) علیه هر دو باکتری گرم‌مثبت و

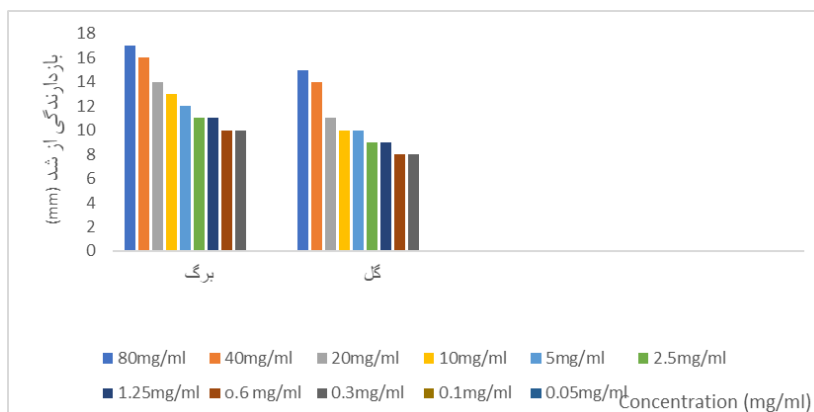
روهینا و کریمی نیک: ارزیابی فعالیت‌های زیستی ضد اکسایشی و ضد باکتریایی عصاره..... ۵



شکل ۱- اثرات ضدباکتریایی عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل نسبت به باکتری /ستافیلوکوکوس اورئوس



شکل ۲- اثرات ضدباکتریایی عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل نسبت به باکتری لیستریا مونوسیتوژنز



شکل ۳- اثرات ضدباکتریایی عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل نسبت به باکتری /شریشیا کلی

نتایج فعالیت ضد اکسایشی عصاره متانولی برگ گیاه خرگل

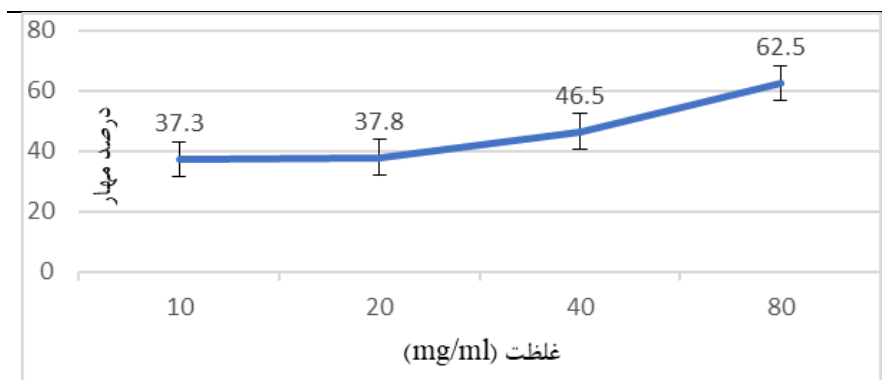
بر اساس داده‌های به دست آمده از آزمون دی فنیل پیکریل هیدرازیل، عصاره متانولی برگ گیاه خرگل توانایی قابل توجهی در خنثی سازی رادیکال‌های آزاد دارد. نتایج نشان می‌دهد که با

می‌شود) نشان داد که این عصاره دارای IC_{50} برابر با $48/75 \text{ mg/mL}$ است. این مقدار نشان می‌دهد که عصاره خرگل در غلظت‌های نسبتاً پایین (در مقایسه با استانداردهای صنعتی مانند BHT) نیز قادر به بروز فعالیت ضداکسایشی محسوسی است، که ارزش زیست‌فناوری و دارویی آن را به عنوان یک منبع طبیعی ضداکسایشی تقویت می‌کند. این مطالعه اولین گزارش علمی از فعالیت ضداکسایشی عصاره متانولی برگ *Jaubertia aucheri* با استفاده از آزمون DPPH است. نتایج نشان داد که این عصاره دارای فعالیت وابسته به دوز است، با IC_{50} برابر $48/75 \text{ mg/mL}$. اگرچه این مقدار نسبت به تحقیق مشابه انجام شده بالاتر است (Taj et al., 2018)، اما این تفاوت می‌تواند ناشی از عواملی مانند نوع بخش گیاهی، روش استخراج، یا شرایط جمع‌آوری باشد.

افزایش غلظت عصاره از ۱۰ تا 80 mg/mL میزان جذب (OD) کاهش یافته و به تبع آن، درصد مهار رادیکال‌های آزاد به‌طور معناداری افزایش یافت (جدول ۱). در غلظت 10 mg/mL ، درصد مهار حدود $37/3$ درصد گزارش شد، در حالی که در غلظت 20 mg/mL این مقدار به $37/8$ درصد رسید. در غلظت‌های بالاتر، اثر ضداکسایشی به‌صورت چشمگیری افزایش یافت؛ به‌طوری که در 40 mg/mL درصد مهار به $46/5$ درصد و در 80 mg/mL به حدود $62/5$ درصد افزایش یافت (شکل ۴). این الگوی وابسته به دوز، بیانگر وجود ترکیبات ضداکسایشی مؤثر در عصاره متانولی برگ خرگل است که احتمالاً شامل فنول‌ها، فلاونوئیدها و سایر ترکیبات فعال با ظرفیت اهداکنندگی هیدروژن یا الکترون هستند. محاسبه مقدار IC_{50} (غلظتی که منجر به مهار ۵۰ درصد رادیکال‌های DPPH

جدول ۱- ضریب جذب و درصد مهار عصاره متانولی برگ گیاه خرگل

درصد مهار	ضریب جذب (OD)	غلظت (mg/ml)
۳۷/۳	۰/۰۳۵	۱۰
۳۷/۸	۰/۰۹۷	۲۰
۴۶/۵	۰/۲۱۱	۴۰
۶۲/۵	۰/۳۹	۸۰



شکل ۴- درصد مهار رادیکال آزاد DPPH توسط عصاره متانولی برگ گیاه خرگل

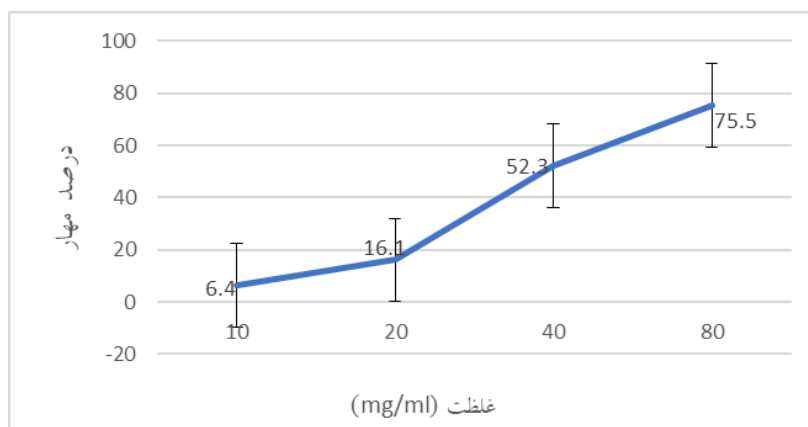
نتایج فعالیت ضد اکسایشی عصاره متانولی گل گیاه خرگل

بر اساس نتایج آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH (جدول ۲ و شکل ۵)، عصاره متانولی گل گیاه خرگل دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قابل توجهی است که به طور وابسته به غلظت افزایش می‌یابد؛ به طوری که در غلظت ۱۰ mg/ml میزان مهار تنها ۶/۴۵ درصد، در ۲۰ mg/ml به ۱۶/۱ درصد، در ۴۰ mg/ml به ۵۲/۳ درصد و در بالاترین غلظت مورد آزمایش به ۷۵/۵ درصد رسید. این روند صعودی نشان‌دهنده رابطه مستقیم بین غلظت عصاره و توانایی آن در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد است. با استفاده از روش درون‌یابی خطی بین غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ mg/ml، مقدار IC_{50} این

عصاره حدود ۳۸/۷ mg/ml محاسبه شد. این عدد نشان می‌دهد که عصاره مورد بررسی از فعالیت آنتی اکسیدانی متوسط برخوردار است. اما در میان عصاره‌های گیاهی، این میزان فعالیت قابل توجه و امیدبخش محسوب می‌شود و می‌تواند نشانه‌ای از وجود ترکیبات فنولی یا فلاونوئیدی مؤثر در این گیاه باشد. بنابراین، عصاره گل خرگل به عنوان یک منبع طبیعی آنتی اکسیدانی بالقوه برای کاربردهای دارویی، غذایی یا آرایشی-بهداشتی پیشنهاد می‌شود (Rodríguez-Yoldi, 2021)، هرچند برای بهینه‌سازی فعالیت آن، مطالعات بیشتری از جمله تصفیه عصاره، شناسایی ترکیبات مؤثر و آزمون‌های تکمیلی ضروری است.

جدول ۲- ضریب جذب و درصد مهار عصاره متانولی گل گیاه خرگل

درصد مهار	ضریب جذب (OD)	غلظت (mg/ml)
۶/۴۵	۰/۱۲۴	۱۰
۱۶/۱	۰/۱۸۶	۲۰
۵۲/۳	۰/۳۰۲	۴۰
۷۵/۵	۰/۵۹۸	۸۰



شکل ۵- درصد مهار رادیکال آزاد DPPH توسط عصاره متانولی گل گیاه خرگل

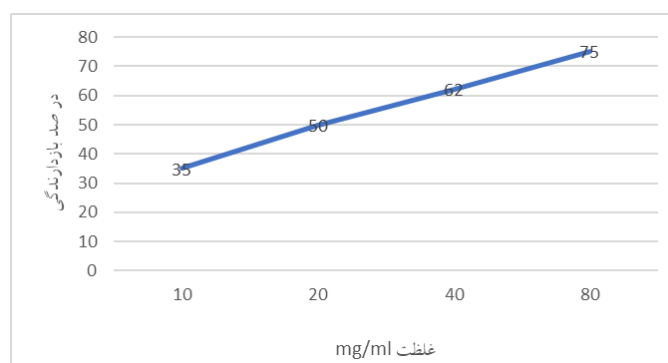
نتایج فعالیت ضداکسایشی بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT)

افزایش غلظت به ۲۰ mg/ml میزان مهار به ۵۰ درصد رسید. در غلظت ۴۰ mg/ml فعالیت ضداکسایشی به ۶۲ درصد افزایش یافت. در غلظت ۸۰ mg/ml مهار برابر ۷۵ درصد گزارش شد. در نهایت در غلظت ۱۶۰ mg/ml بالاترین میزان مهار یعنی ۹۵ درصد مشاهده گردید

فعالیت ضداکسایشی بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) به عنوان کنترل مثبت در آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در غلظت ۱۰ mg/ml درصد مهار رادیکال آزاد DPPH حدود ۳۵ درصد بود. با

جدول ۳- ضریب جذب و درصد مهار بوتیل هیدروکسی تولوئن

درصد مهار	ضریب جذب (OD)	غلظت (mg/ml)
۳۵٪	۰/۱۳۲	۱۰
۵۰٪	۰/۱۵۶	۲۰
۶۲٪	۰/۱۴۴	۴۰
۷۵٪	۰/۱۴۶	۸۰
۹۵٪	۰/۲۲۰	۱۶۰



شکل ۶- درصد روبش رادیکال دی فنیل پیکریل هیدرازیل توسط بوتیل هیدروکسی تولوئن

مقایسه نتایج بوتیل هیدروکسی تولوئن با

عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل

مقایسه فعالیت ضداکسایشی عصاره‌های متانولی گل و برگ گیاه خرگل با آنتی اکسیدان مصنوعی بوتیل هیدروکسی تولوئن نشان می‌دهد که بوتیل هیدروکسی تولوئن در غلظت‌های پایین‌تر عملکرد قوی‌تری دارد، به‌طوری که در غلظت ۲۰ mg/ml

به ۵۰ درصد مهار رادیکال DPPH دست می‌یابد، در حالی که عصاره برگ با IC_{50} برابر ۴۸/۷۵ mg/ml و عصاره گل در همین غلظت تنها ۱۶/۱ درصد مهار را نشان می‌دهد. با افزایش غلظت، فعالیت عصاره گل به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد و در غلظت ۸۰ mg/ml به ۷۵/۵ درصد مهار می‌رسد که تقریباً برابر با عملکرد بوتیل

هیدروکسی تولوئن در همین غلظت (۷۵ درصد) است، در حالی که عصاره برگ در این غلظت تنها به ۶۲/۵ درصد مهار دست می‌یابد. این یافته‌ها بیانگر آن است که عصاره گل خرگل دارای پتانسیل ضد اکسایشی بالایی است و در غلظت‌های کافی می‌تواند عملکردی مشابه بوتیل هیدروکسی تولوئن از خود نشان دهد، در حالی که عصاره برگ اگرچه فعالیت وابسته به دوز دارد، اما از نظر کارایی در تمامی غلظت‌ها پایین‌تر از بوتیل هیدروکسی تولوئن و عصاره گل قرار می‌گیرد. بنابراین، بخش گل گیاه خرگل به عنوان یک منبع طبیعی امیدبخش برای جایگزینی آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی مطرح است، هرچند برای دستیابی به اثرات مشابه نیازمند غلظت‌های بالاتری نسبت به بوتیل هیدروکسی تولوئن می‌باشد. با توجه به گزارش‌های قبلی مبنی بر اینکه برگ برخی گونه‌های گیاهی ترکیبات فنولی بیشتری نسبت به گل دارند (Keskin et al., 2024)، مشاهده برتری عصاره گل خرگل در این پژوهش نیز منطقی به نظر می‌رسد. در مجموع می‌توان گفت هر دو عصاره دارای ظرفیت ضد اکسایشی قابل توجهی هستند، اما برای دستیابی به مهار بیش از ۷۰ درصد نیاز به استفاده از غلظت‌های نسبتاً بالا خواهد بود. یافته‌های حاضر مبنی بر عملکرد قوی‌تر عصاره گل نسبت به برگ و نیاز به غلظت‌های بالاتر برای رقابت با بوتیل هیدروکسی تولوئن، با نتایج گزارش شده برای سایر گیاهان دارویی همخوانی دارد.

مطالعه‌ای بر روی برگ آویشن (*Thymus vulgaris*) نشان داد که اگرچه عصاره اتانولی آن دارای قوی‌ترین فعالیت ضد اکسایشی در میان عصاره‌های مورد آزمایش بود (Chizzola et al., 2008). به طور کلی، باید در نظر داشت که اگرچه آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی مانند بوتیل هیدروکسی تولوئن به دلیل قدرت فعالیت بالا و هزینه تولید پایین، در غلظت‌های بسیار کم (میکروگرم بر میلی‌لیتر) به اثربخشی مطلوب می‌رسند، اما نگرانی‌های فزاینده‌ای در خصوص ایمنی و عوارض جانبی احتمالی آن‌ها وجود دارد. در مقابل، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی اگرچه برای دستیابی به سطح اثربخشی مشابه معمولاً به غلظت‌های بالاتری (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) نیاز دارند، اما به عنوان گزینه‌هایی ایمن‌تر، سازگارتر با بدن و دوستدار محیط زیست مورد توجه هستند. چالش اصلی در مسیر استفاده صنعتی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، غلبه بر موانعی چون پایین بودن بازده استخراج، پایداری کمتر و نیاز به غلظت‌های بالاتر است. بنابراین، آینده این عرصه به سمت بهینه‌سازی روش‌های استخراج و خالص‌سازی، افزایش پایداری از طریق فناوری‌هایی مانند ریزپوشانی، و همچنین شناسایی و استفاده از بخش‌های خاص گیاهان (مانند گل‌ها که ممکن است علی‌رغم محتوای فنولی کمتر، به دلیل کیفیت ترکیبات، فعالیت بالاتری داشته باشند) معطوف خواهد شد. در نهایت، با پیشرفت این فناوری‌ها، انتظار می‌رود که جایگزینی تدریجی و هوشمندانه

آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی با انواع طبیعی به طور فزاینده‌ای میسر گردد (Atta et al., 2017; Gulcin, 2020).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که هر دو عصاره متانولی برگ و گل گیاه خرگل (*Jaubertia aucheri*) دارای فعالیت ضدباکتریایی قابل توجهی در برابر پاتوژن‌های غذایی (*E. coli*, *L. monocytogenes* و *S. aureus*) و همچنین خاصیت ضداکسایشی وابسته به غلظت هستند. اگرچه عصاره گل در فعالیت ضداکسایشی برتر بود و در غلظت ۸۰ mg/ml به عملکردی مشابه آنتی‌اکسیدان مصنوعی بوتیل هیدروکسی تولوئن دست یافت، اما عصاره برگ اثر ضدباکتریایی قوی‌تری علیه *E. coli* و *S. aureus* نشان داد. این یافته‌ها گیاه خرگل را به عنوان یک منبع طبیعی امیدبخش برای جایگزینی آنتی‌اکسیدان‌ها و عوامل ضد میکروبی مصنوعی معرفی می‌کند. با این حال، برای دستیابی به اثرات

مطلوب، استفاده از غلظت‌های بالاتر نسبت به ترکیبات سنتتیک ضروری است. بنابراین، بهینه‌سازی روش‌های استخراج و شناسایی ترکیبات فعال می‌تواند نقش این گیاه بومی را در توسعه راهکارهای کشاورزی پایدار و صنایع غذایی-دارویی تقویت کند.

سپاس‌گزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری‌های علمی و پشتیبانی‌های ارزشمند مرکز تحقیقات ایمن‌سازی مواد غذایی و کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان صمیمانه قدردانی نمایند. بی‌تردید مساعدت‌ها و حمایت‌های این مرکز در مراحل مختلف انجام پژوهش، نقشی تعیین‌کننده در تکمیل و ارتقای کیفیت نتایج حاصل داشته است.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

REFERENCES

- Alizadeh, M., Kariminik, A., Akbari, A., 2021. Synthesis and characterization of chemical compounds derived from benzohydrazide and evaluation of their antibacterial activities. *Avicenna Journal of Clinical Microbiology and Infection*, 8(1), 5-10.
- Amrollahi, A.R., Forouzeh, M.R., 2020. Identification and introduction of some medicinal plants in Orzuiyeh rangelands, Kerman, Iran. 14(10), 53-65.
- Atta, E.M., Mohamed, N.H., Abdelgawad, A.A., 2017. Antioxidants: An overview on the natural and synthetic types. *European Chemical Bulletin*, 6(8), 365-75.
- Chizzola, R., Michitsch, H., Franz, C., 2008. Antioxidative properties of *Thymus vulgaris* leaves: comparison of different extracts and essential oil chemotypes. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(16), 6897-6904.
- Fikjvar, E.M., Ebadi, M., Ahmadi, R., Abroon, N., Exploring the Antibacterial Effects of *Urtica dioica* Leaf Oil Extract against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*.

- Jafari, B. Investigating the antibacterial effect of polar, semi-polar and non-polar fractions of Sarhargol plant extract (*Echinacea purpurea*) on some bacteria causing infection in laboratory conditions. Application of Chemistry in Environment. 12(48): 1-9.
- Ghanimi, R., Ouhammou, A., El Atki, Y., Bouchari, M.E.H., Cherkaoui, M., 2022. The antioxidant activities of ethanolic, methanolic, ethyl acetate, and aqueous extracts of the endemic species, *Lavandula mairei* Humbert (a comparative study between cold and hot extraction). Ethiopian journal of health sciences, 32(6),1231-1236.
- Godlewska, K., Ronga, D., Michalak, J., 2021. Plant extracts-importance in sustainable agriculture. Italian Journal of Agronomy, 16(2), 1851.
- Guerrini, A., Burlini, I., Lorenzo, B.H., Grandini, A., Vertuani, S., Tacchini, M., Sacchetti, G., 2020. Antioxidant and antimicrobial extracts obtained from agricultural by-products: Strategies for a sustainable recovery and future perspectives. Food and Bioproducts Processing, 124, 397-407.
- Gulcin, İ., 2020. Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. Archives of toxicology, 94(3), 651–715.
- Imran, M., Khan, A.S., Khan, M.A., Saeed, M.U., Noor, N., Warsi, M.H., Qadir, A., 2021. Antimicrobial activity of different plants extracts against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Polymers in medicine, 51(2), 69-75.
- Kariminik, A., Moradalizadeh, M., Foroughi, M.M., Tebyanian, H., Motaghi, M.M., 2019. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils extracted from 4 medicinal plants (Labiatae) of Kerman, Iran. Journal of Applied Biotechnology Reports, 6(4), 172-179.
- Keskin, S.Y., Avci, A., Kurnia, H.F.F., 2024. Analyses of phytochemical compounds in the flowers and leaves of *Spiraea japonica* var. fortunei using UV-VIS, FTIR, and LC-MS techniques. Heliyon, 10(3), e25496.
- Kozłowska, M., Ścibisz, I., Przybył, J.L., Laudy, A.E., Majewska, E., Tarnowska, K., Małajowicz, J., Ziarno, M., 2022. Antioxidant and antibacterial activity of extracts from selected plant material. Applied Sciences, 12(19), 9871.
- Martins, D., Nunez, C.V., 2015. Secondary metabolites from Rubiaceae species. Molecules, 20(7), 13422-13495.
- Mehrara, M., Pourramezan, M., Asgarpanah, J., Rahimifard, N., Khoshnood, S., Heidary, M., 2017. Comparison the antimicrobial effect of methanolic total extracts and petroleum ether fractions of flowering aerial parts of *Glaucium vitellinum* Boiss. & Buhse and *Gaillonia aucheri* Jaub. & Spach. Novelty in Biomedicine, 5(1), 24-29.
- Nava-Solis, U., Rodriguez-Canales, M., Hernandez-Hernandez, A.B., Velasco-Melgoza, D.A., Moreno-Guzman, B.P., Rodriguez-Monroy, M.A., Canales-Martinez, M.M., 2022. Antimicrobial activity of the methanolic leaf extract of *Prosopis laevigata*. Scientific reports, 12(1), 20807.
- Obaid, R.F., Kadhimi Hindi, N.K., Kadhum, S.A., Jafaar Alwaeli, L.A., Jalil, A.T., 2022. Antibacterial activity, anti-adherence and anti-biofilm activities of plants extracts against *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*: An *in vitro* study in Hilla City, Iraq. Caspian Journal of Environmental Sciences, 20(2), 367-372.

- Rodríguez-Yoldi, M.J., 2021. Anti-inflammatory and antioxidant properties of plant extracts. MDPI, pp. 921.
- Stagos, D., 2019. Antioxidant activity of polyphenolic plant extracts. MDPI, pp. 19.
- Taj, R., Ali, S., Siddiqui, M.A., Yaqoob, M., Hussain, Z., Tareen, R.B., 2018. Phytochemical composition, antioxidant and antifungal activities of *Jaubertia aucheri* guill. Journal of the Chemical Society of Pakistan, 40(3), 568-74.
- Yan, Y., Li, X., Zhang, C., Lv, L., Gao, B., Li, M., 2021. Research progress on antibacterial activities and mechanisms of natural alkaloids: A review. Antibiotics, 10(3), 318.