مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶
DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330

بررسی خاصیت اثر ضدباکتریایی، آنتی‌اکسیدانی و ضدسرطانی عصاره و اسانس گیاه بادرنجبویه پرساقه (*Dracocephalum multicaule*) و مرزه جور برگ (*Satureja isophylla*)

هاشم یعقوبی[1*]، سمیه رستم‌زاده‌منصور[2] و نگار باعزت[1]

[1] گروه زیست شناسی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران
[2] گروه شیمی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۰۷

چکیده

گیاهان دارویی به عنوان منبعی امیدوارکننده برای مقابله با چالش‌های جهانی مقاومت آنتی‌بیوتیکی و نیاز به درمان‌های ضدسرطانی جدید و کم‌عارضه، در کانون توجه تحقیقات علمی قرار دارند. در این پژوهش اثرات ضدباکتریایی عصاره و اسانس گیاهان بادرنجبویه پرساقه و مرزه جور برگ به کمک آزمون‌هایی نظیر انتشار دیسک، تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) علیه باکتری‌های *Escherichia coli* و *Staphylococcus aureus* مورد ارزیابی قرار گرفت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات نیز با استفاده از روش DPPH مورد سنجش قرار گرفت. در انتها نیز اثرات ضدسرطانی عصاره و اسانس گیاهان به کمک آزمون MTT و بر روی لاین‌های سلولی AGS بررسی گردید. نتایج حاصل از آزمون انتشار دیسک بین اسانس های گیاهی نشان داد که بیشترین اندازه هاله (۱۵/۲ میلی‌متر) مربوط به اسانس بادرنجبویه در غلظت ۱۰۰ میکرولیتر و علیه باکتری *S. aureus* بود. در مقابل، عصاره آبی مرزه جور برگ در غلظت ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر قطر هاله‌ای معادل ۱۲/۸ میلی‌متر علیه همین باکتری نشان داد. از سویی دیگر نیز نتایج MIC و MBC نشان داد که عصاره بادرنجبویه تا ۱۲۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بر باکتری *E.coli* بی‌اثر بود، درحالی که اسانس آن در غلظت ۱۰۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر هر دو باکتری را مهار کرد. هم‌چنین، اسانس مرزه جور برگ (با MICهای با ۱۲۰ و ۱۰۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر به ترتیب برای باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus*) نسبت به عصاره خود، خاصیت ضدمیکروبی برتری داشت. نتایج آزمون MTT حاکی از کاهش معنی‌دار میزان زنده‌مانی سلول‌های سرطانی AGS تحت تأثیر اسانس بادرنجبویه با IC_{50} معادل ۸۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون بود. در آزمون آنتی‌اکسیدانی DPPH نیز مشخص شد که اسانس مرزه جور برگ با EC_{50} برابر ۳۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر قوی‌ترین فعالیت را در مقایسه با سایر نمونه‌ها نشان داد، در حالی که عصاره آبی بادرنجبویه با EC_{50} معادل ۶۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر در رتبه بعدی قرار گرفت. یافته‌ها نشان می‌دهد که عصاره و اسانس این گیاهان می‌توانند در توسعه داروهای جدید مورد توجه قرار گیرند.

کلمات کلیدی: انتشار دیسک، لاین‌های سلولی AGS، MIC، MBC، *E. coli* و *S. aureus*

***نویسنده مسئول**، پست الکترونیکی: yaghoubi_h@iau.ac.ir

DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

مقدمه

گیاهان دارویی از دیرباز به عنوان گنجینه‌ای ارزشمند از ترکیبات زیست‌فعال در درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در عصر حاضر، با توجه به افزایش نگران‌کننده مقاومت آنتی‌بیوتیکی و عوارض جانبی درمان‌های متداول سرطان، توجه به پتانسیل درمانی گیاهان دارویی بیش از پیش مورد تأکید قرار گرفته است (۱). مقاومت آنتی‌بیوتیکی به یک چالش جهانی تبدیل شده که سازمان جهانی بهداشت آن را از ده تهدید اصلی سلامت عمومی معرفی کرده است (۲). از سوی دیگر، سرطان به عنوان دومین عامل مرگ‌ومیر در جهان، سالانه قربانیان بسیاری می‌گیرد. این شرایط محققان را به جستجوی منابع جدید دارویی از جمله گیاهان دارویی سوق داده است (۳). در این میان، خانواده نعناعیان (*Lamiaceae*) به دلیل تنوع ترکیبات زیست‌فعال همواره مورد توجه بوده‌اند. بادرنجبویه پرساقه (*D. multicaule*) و مرزه جور برگ (*S. hortensis*) دو گیاه ارزشمند از این خانواده هستند که در طب سنتی کاربردهای گسترده‌ای داشته‌اند (۴). بادرنجبویه پرساقه حاوی ترکیبات مهمی مانند سیترونلال، ژرانیال، رزمارینیک‌اسید و اورسولیک‌اسید است که مسئول خواص ضدباکتریایی، ضدالتهابی و ضدتوموری گزارش شده از این گیاه می‌باشند (۵). مطالعات نشان داده‌اند که این ترکیبات می‌توانند از طریق مکانیسم‌های مختلفی مانند اختلال در یکپارچگی غشای سلولی باکتری‌ها و القای آپوپتوز در سلول‌های سرطانی عمل کنند (۶). مرزه جور برگ نیز به دلیل محتوای بالای ترکیبات فنولی مانند کارواکرول و تیمول شناخته شده است. این ترکیبات دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی هستند و می‌توانند از طریق خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و تعدیل مسیرهای سیگنالینگ سلولی، اثرات محافظتی در برابر استرس اکسیداتیو و سرطان نشان دهند (۷). مطالعات مختلف اثرات ضدباکتریایی این گیاه را در برابر طیف وسیعی از باکتری‌های گرم‌مثبت و گرم‌منفی تأیید کرده‌اند (۸). یکی از مزایای مهم ترکیبات گیاهی، فعالیت چندمکانیسمی آنهاست که احتمال ایجاد مقاومت در باکتری‌ها را کاهش می‌دهد. این ترکیبات می‌توانند همزمان بر چندین هدف در سلول باکتری یا سلول سرطانی تأثیر بگذارند (۹). به عنوان مثال، هم مهار سنتز پروتئین و هم اختلال در عملکرد غشای سلولی را باعث شوند. این ویژگی باعث شده گیاهان دارویی به عنوان کاندیداهای امیدوارکننده‌ای برای توسعه داروهای جدید مطرح شوند (۱۰).

در این مطالعه، ما به ارزیابی اثرات ضدباکتریایی علیه باکتری‌های *E. coli* و *S. aureus* به عنوان نماینده‌های باکتری‌های گرم‌منفی و گرم‌مثبت، بررسی پتانسیل ضدسرطانی بر روی رده سلولی AGS و سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش DPPHپرداختیم. این بررسی جامع می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره پتانسیل درمانی این گیاهان ارائه دهد و راه را برای مطالعات بعدی در جهت توسعه داروهای گیاهی مؤثر هموار کند. انتخاب باکتری‌های مورد مطالعه بر اساس اهمیت بالینی آنها بوده است. *E. coli* به عنوان یکی از شایع‌ترین عوامل عفونت‌های ادراری و گوارشی و *S. aureus*به عنوان عامل مهم عفونت‌های پوستی و بیمارستانی شناخته می‌شوند. از سوی دیگر، رده سلولی AGSبه عنوان مدل مناسبی برای مطالعات سرطان معده انتخاب شد که یکی از شایع‌ترین سرطان‌ها در جهان محسوب می‌شود. بررسی همزمان خواص آنتی‌اکسیدانی نیز به این دلیل حائز اهمیت است که استرس اکسیداتیو نقش کلیدی در پاتوژنز بسیاری از بیماری‌ها از جمله سرطان و بیماری‌های التهابی ایفا می‌کند.

DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از ترکیبات مختلفی که توسط شرکت‌های معتبر تهیه شده‌اند، استفاده شده است. رده-های سلولی AGS با کد (CRL-1739) از انستیتو پاستور ایران خریداری شدند. متانول ۹۸ درصد، محیط کشت باکتری (LB)، آگار و محلول تریپان‌بلو و متیل سولفوکسید ((DMSO، 4)-5،3-دی متیل-۲-تیازولیل)-۲،۵-دی فنیل-H۲-تترازولیوم بروماید (MTT)، گلوکز، اتانول، سولفات سدیم بی‌آب (Na_2SO_4)، HCL، NaCl، KH_2PO_4، کلروفرم و هیدروکسید سدیم (NaOH) از شرکت مرک (آلمان) خریداری شدندسرم جنین گاوی (FBS)، محیط کشت RPMI-1640 و تریپسین-EDTA از شرکت Biowest (ایالات متحده آمریکا) خریداری شدند.

روش انجام کار

جمع‌آوری، آماده سازی و استخراج عصاره متانولی از گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ

برای تهیه عصاره هیدروالکلی، برگ‌های گیاهان بادرنجبویه پرساقه (*D. multicaule*) و مرزه جور برگ (*S. isophylla*) از پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی واقع در کرج تهیه شدند. برگ‌ها ابتدا با آب مقطر به دقت شستشو و سپس در شرایط تاریکی و دمای اتاق به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. پس از خشک شدن کامل، ۱۰۰ گرم از برگ‌های خشک هر گیاه به صورت دستی پودر شد. پودر حاصل از هر گیاه در یک لیتر محلول متانول-آب (با نسبت حجمی ۸۰:۲۰) در ظروف شیشه‌ای تیره ریخته شد. استخراج با قرار دادن ظروف در انکوباتور شیکردار به مدت ۴۸ ساعت، در دمای $^{\circ}C$ ۳۷ و سرعت ۴۵ دور در دقیقه انجام گرفت. پس از اتمام استخراج، محلول سانتریفیوژ شد (۳۰ دقیقه و ۶۰۰۰×g) تا رسوبات جدا گردند. متانول موجود در ترکیب رویی با استفاده از دستگاه تبخیر دورانی در دمای کنترل‌شده حذف شد. عصاره غلیظ نهایی از فیلتر غشایی ۰/۴ µm عبور داده شد. وزن خشک عصاره محاسبه و در نهایت نمونه‌ها در دمای $^{\circ}C$ ۲۰- تا زمان انجام آزمون‌ها نگهداری شدند. این پروتکل استخراج به صورت جداگانه و یکسان برای هر دو گیاه اجرا گردید.

استخراج اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ

برای استخراج اسانس گیاهان، ابتدا ۵۰ گرم از پودر خشک شده در مرحله قبل، در یک لیتر آب مقطر استریل به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور شیکردار در دمای $^{\circ}C$ ۳۷ با سرعت ۴۵ دور در دقیقه خیسانده شدند. سپس، سوسپانسیون حاصل به دستگاه کلونجر (British Pharmacopoeia, USA) منتقل گردید و اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت انجام شد. اسانس استخراج‌شده با استفاده از سولفات سدیم بی‌آب (Na_2SO_4) خشک گردید تا رطوبت باقیمانده جذب شود. در نهایت، اسانس‌های خالص شده در ویال‌های شیشه‌ای تیره و در دمای $^{\circ}C$ ۴ تا زمان انجام آزمایشات نگهداری شدند. این پروتکل برای هر دو گیاه به طور جداگانه و یکسان اجرا شد (۱۱).

سنجش فعالیت ضدمیکروبی با روش انتشار دیسک

بدین منظور ابتدا باکتری *S. aureus* (ATCC-6538) و *E.coli* (ATCC-11303) از سازمان پژوهش‌های علمی

مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶
DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330

صنعتی ایران (IROST) تهیه شدند و بر اساس غلظت مک‌فارلند به درون پتری‌دیش‌های حاوی محیط کشت باکتری (LB جامد)، پخش گردید. دیسک‌ها توسط اشعه UV به مدت ۱۲ ساعت کاملا استریل گردیدند. سپس دیسک‌های حاوی اسانس در غلظت‌های (صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ $\mu g.mL^{-1}$) و عصاره در غلظت‌های (صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ $mg.mL^{-1}$) از گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ به صورت جداگانه تهیه شد (غلظت وزنی اسانس بر اساس چگالی اندازه‌گیری‌شده آن محاسبه شد). در پایان به طور جداگانه در هر یک از محیط کشت‌های حاوی باکتری قرار گرفت. سپس این محیط کشت‌ها به مدت ۲۴ ساعت به انکوباتور با دمای ۳۷ $^{\circ}C$ انتقال داده شدند (۱۲).

سنجش فعالیت ضدمیکروبی بر اساس روش کشت آمیخته یا پورپلیت

برای این منظور ابتدا ۰/۱ mL از غلظت باکتری‌های مورد نظر را درون پلیت ریخته و ۳۰ mL از محیط کشت حاوی آگار استریل شده با دمای ۴۵ $^{\circ}C$ اضافه کرده و پلیت را به صورت 8 انگلیسی حرکت داده شد تا سوسپانسیون و آگار با هم مخلوط شوند. پس از خنک شدن در انکوباتور با دمای ۳۷ $^{\circ}C$ قرار گرفته و بعد از ۲۴ ساعت پلیت را برداشته و تعداد کلنی‌های رشد یافته را ثبت و به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. در مرحله بعد ۱ mL از سوسپانسیون را با غلظت‌های متفاوت عصاره گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ (صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ $mg.mL^{-1}$) و همچنین ۱۰۰ µL از سوسپانسیون با غلظت‌های متفاوت اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ (صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ $\mu g.mL^{-1}$) به مدت۲۴ ساعت مجاورت داده و سپس ۰/۱ mL مطابق روش فوق الذکر پورپلیت شده و به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور قرار گرفت. در انتها تعداد کلنی‌های رشد یافته ثبت و درصد کاهش کلنی‌ها بر اساس فرمول زیر بدست آمد (۱۳).

$$\text{درصد کاهش کلونی} = \frac{\text{تعداد کلونی نمونه تیمارشده توسط آنتی باکتریالها} - \text{تعداد کلونی شاهد}}{\text{تعداد کلونی شاهد}} \times ۱۰۰$$

بررسی حداقل غلظت مهار کنندگی (Minimum Inhibitory Concentration) MIC

به منظور بررسی خاصیت ضدمیکروبی عصاره و اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ به کمک روش MIC، ابتدا به هر کدام از چاهک‌های پلیت ۹۶ خانه ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری *E.coli* یا *S. aureus* اضافه شد. سپس به ترتیب غلظت‌های ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۰۰ µL از عصاره و ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۰ و ۱۲ µL از اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ به صورت جداگانه به هر چاهک اضافه شد. سپس نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت و دمای ۴۵ $^{\circ}C$ به انکوباتور منتقل گردید (۱۴).

بررسی حداقل غلظت کشندگی (Minimum bactericidal concentration) MBC

برای اندازه گیری حداقل غلظت کشنده رشد از چاهک های فاقد نشانه رشد در قسمت MIC یک آنس برداشته شد و بر روی محیط LB جامد گسترش داده

DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

شد پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۷ °C، پلیت‌ها از لحاظ وجود کلنی مورد بررسی قرار گرفتند. آخرین رقتی که توانسته بود بیش از ۹۹/۹ درصد از باکتری‌ها را از بین ببرد به عنوان رقت MBC در نظر گرفته شد (۱۵).

بررسی تأثیر عصاره و اسانس گیاهی بر زنده‌مانی سلول‌های AGS

سمیت سلولی و میزان IC_{50} (غلظتی که موجب نابودی حداقل ۵۰ درصد جمعیت سلولی می‌شود) با استفاده از روش MTT ارزیابی شد. زیست‌پذیری سلول‌های AGS با انتقال ۷۰۰۰ سلول به هر چاهک از یک پلیت ۹۶ چاهکی برای ارزیابی تأثیر عصاره و اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ ارزیابی شد. پس از انتقال سلول‌ها، پلیت ۹۶ چاهکی به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ °C در انکوباتور مرطوب با ۵ درصد CO_2 انکوبه شد، تا سلول‌ها به فاز رشد اولیه برسند. سپس، مایع رویی دور ریخته شد و محیط‌های کشت تازه با غلظت‌های مختلف عصاره متانولی (۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲ mg) و اسانس (۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲ µL) گیاهان به صورت مجزا از یکدیگر، تیمار شدند. سپس محیط کشت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ °C با ۵ درصد CO_2 نگهداری شد. زنده‌مانی سلول‌ها در طول موج ۵۷۰ نانومتر از طریق سنجش MTT (BioTek Instruments; Winooski, VT, USA) اندازه‌گیری شد (۱۹). سپس درصد بقای سلول‌ها از طریق فرمول زیر تعیین شد:

۱۰۰×(جذب نوری سلول های شاهد/جذب نوری سلول های تیمار شده)= درصد زنده‌مانی سلول‌ها

بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی عصاره و اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ

بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های متانولی و اسانس‌های گیاهان بادرنجبویه پرساقه و مرزه جور برگ با استفاده از آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH انجام شد. برای این منظور، ابتدا محلول پایه DPPH با غلظت ۰/۰۸۷۵mg.mL^{-1} از طریق حل کردن ۳/۵ mg از نمونه‌ی جامد DPPH در ۴۰ mL متانول تهیه گردید. به منظور انجام آزمون، در لوله‌های آزمایش مجزا، ۳ mL از محلول DPPH با مقادیر مشخصی از عصاره یا اسانس مخلوط شد. به عنوان نقطه آغاز، مقدار ۶۰ mg از عصاره یا ۶۰ µL از اسانس مستقیماً به ۳ mL از محلول DPPH در لوله اول افزوده شد و پس از مخلوط‌سازی کامل، با استفاده از روش رقت‌سازی سریالی در متانول، یک سری غلظت‌های کاهش‌یافته در پنج لوله بعدی تهیه شد. لوله شاهد حاوی ۳ mL از محلول DPPHبدون هیچ ماده افزوده‌ای بود. تمامی لوله‌ها پس از ۳۰ دقیقه انکوباسیون در تاریکی و دمای اتاق، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۱۷ nm قرائت شدند. درصد مهار رادیکال DPPH برای هر غلظت با استفاده از رابطه استاندارد محاسبه گردید (۲۰).

طرح آزمایشی و تجزیه آماری

آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید. قطر و

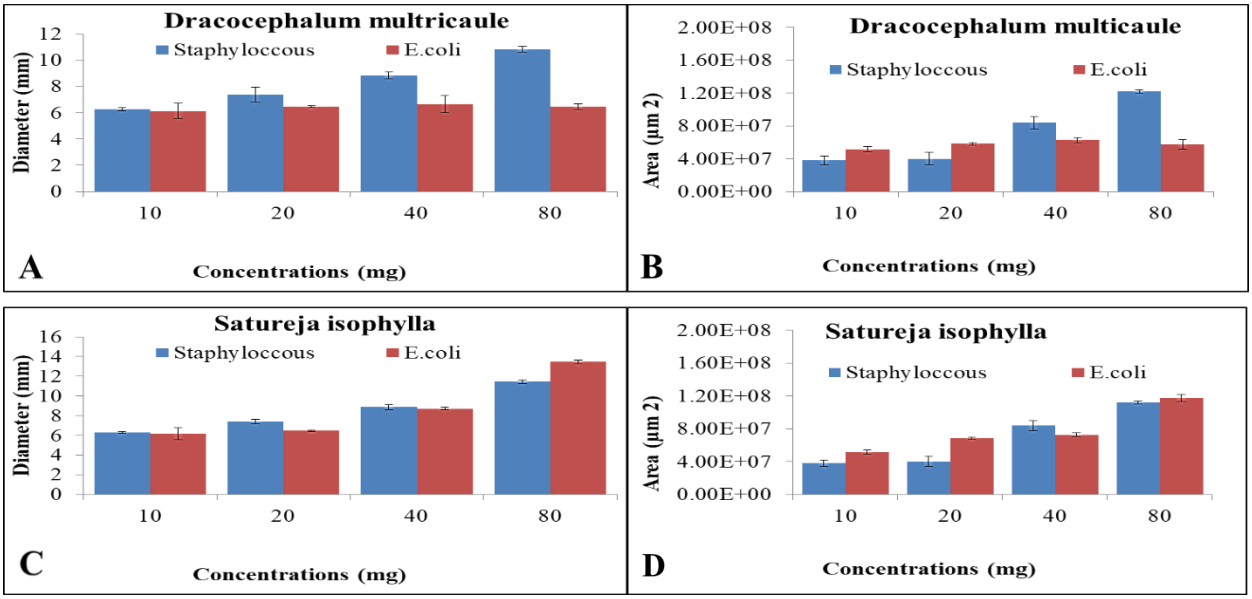
DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

مساحت هاله عدم رشد توسط نرم افزار Image j انجام شد.

نتایج

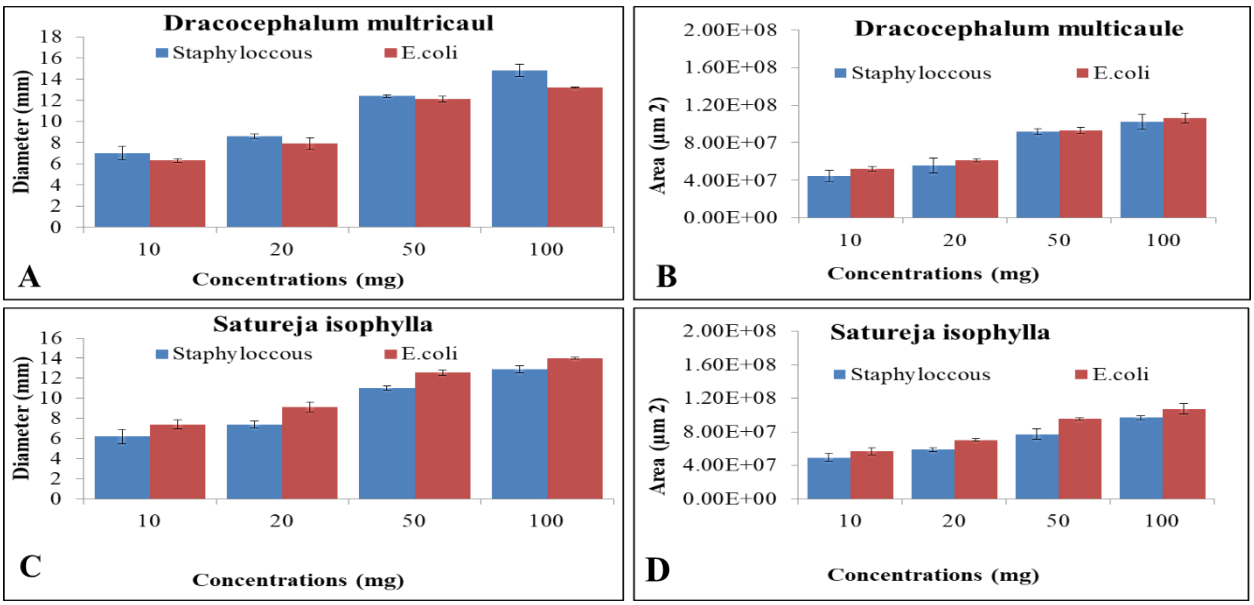
انتشار دیسک

نتایج حاصل از آزمون انتشار دیسک نشان داد که تیمار با اسانس بادرنجبویه پرساقه و نیز عصاره و اسانس مرزه جور برگ به‌طور معنی‌داری سبب افزایش قطر و مساحت هاله‌های عدم رشد در باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* در مقایسه با گروه شاهد می‌شود. این یافته‌ها مؤید اثر بازدارندگی قابل‌توجه این ترکیبات بر رشد هر دو سویه گرم‌منفی و گرم‌مثبت مورد مطالعه است (شکل۱ و ۲). نتایج آزمون انتشار دیسک رابطه وابسته به غلظت معنی‌داری را بین میزان ترکیبات مورد آزمایش و اثر ضدباکتریایی آنها نشان داد. به‌طوری که طبق نتایج حاصل مشخص شد، با افزایش غلظت هر یک از ترکیبات، قطر و مساحت هاله‌های عدم رشد در هر دو باکتری *E.coli* و *S. aureus* به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. بیشترین اثر مهاری علیه *E. coli* با قطر هاله ۱۴/۳ mm، در تیمار با اسانس مرزه جور برگ در غلظت ۱۰۰ µL مشاهده شد (شکل۲-C و D). در سویه *S. aureus* نیز اسانس بادرنجبویه پرساقه در همین غلظت (۱۰۰ میکرولیتر)، با ایجاد هاله‌ای به قطر ۱۵/۲ میلی‌متر، بیشترین فعالیت بازدارندگی را از خود نشان داد (شکل۲-A و B).



شکل۱- مقایسه میانگین قطر و مساحت هاله عدم رشد باکتری *E.coli* و *S. aureus* پس از تیمار با غلظت‌های متفاوتی از A و B) عصاره گیاه بادرنجبویه و C و D) عصاره مرزه جور برگ

مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶ DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330



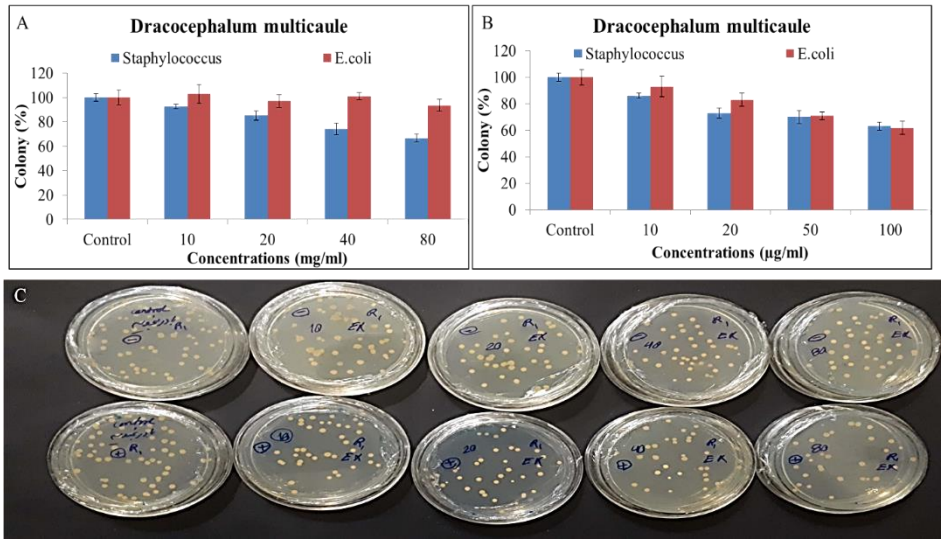
شکل۲- مقایسه میانگین قطر و مساحت هاله عدم رشد باکتری *E.coli* و *S. aureus* پس از تیمار با غلظت‌های متفاوتی از A و B) اسانس گیاه بادرنجبویه و C و D) اسانس مرزه جور برگ

آزمون پورپلیت

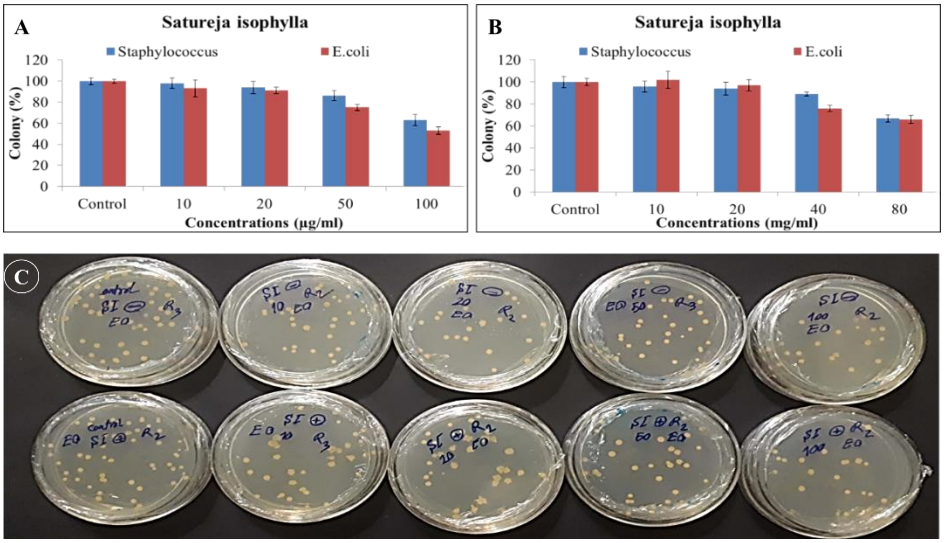
نتایج حاصل از آزمون پورپلیت، نشان داد عصاره گیاهان بادرنجبویه پرساقه و مرزه جور برگ سبب کاهش تعداد کلونی در باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* می‌شود (شکل ۳ و ۴). نتایج حاصل بیانگر این موضوع است که اگرچه عصاره گیاه بادرنجبویه پرساقه در غلظت ۸۰ $mg.mL^{-1}$ زنده‌مانی باکتری *E.coli* را کاهش می‌دهد (۶ درصد کاهش زنده‌مانی)، با این حال این مقدار از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل۳-A و C). این در حالی است که عصاره گیاه مرزه جور برگ زنده‌مانی باکتری‌های *E.coli* را تا بیش از ۳۰ درصد کاهش داد (تعداد کلونی ۶۳ درصد در مقایسه با شاهد) و سبب کاهش معنی‌دار تعداد کلونی در باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* شدند (شکل۴-A و C). بیشترین مقدار سمیت عصاره گیاه بادرنجبویه برای باکتری *S. aureus* برابر با ۳۲ درصد بود (شکل۳-A). هم‌چنین طبق نتایج حاصل مشخص شد که، بیشترین درصد مقابله با باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* توسط عصاره گیاه مرزه جور برگ به ترتیب برابر با ۶۳ و ۶۵ درصد بود (شکل۴-A). با مقایسه تعداد کلونی در تیمار باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* با غلظت‌های متفاوت عصاره گیاه مرزه جور برگ می‌توان نتیجه گرفت که بین افزایش غلظت عصاره گیاه مرزه جور برگ و درصد زنده‌مانی باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* یک رابطه عکس وجود دارد به نحوی که با افزایش غلظت عصاره گیاه مرزه جور برگ بر میزان زنده‌مانی باکتری‌ها کاهش می‌یابد (شکل۴-B). هم‌چنین نتایج حاصل از مقایسه بین اسانس و عصاره گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ بر تعداد کلونی باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* نشان داد که اسانس گیاهان از خاصیت ضدباکتریایی قوی‌تری در مقایسه با عصاره این گیاهان برخوردار بودند (شکل‌های ۳ و۴). هم‌چنین با مقایسه میانگین درصد کلونی در

مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶
DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330

باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* پس از تیمار با اسانس گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ مشخص شد که به طور کلی اسانس گیاه مرزه جور برگ از خاصیت ضدباکتریایی قوی‌تری در مقایسه با اسانس گیاه بادرنجبویه دارد، به نحوی که درصد کلونی در باکتری *E.coli* و *S. aureus* پس از تیمار با ۱۰۰ $\mu g.mL^{-1}$ از اسانس گیاه مرزه جور برگ به ترتیب برابر با ۵۶ و ۶۲ درصد بود (شکل۴-A). این درحالی بود که درصد باکتری‌ها پس از تیمار با ۱۰۰ $\mu g.mL^{-1}$ از اسانس گیاه بادرنجبویه به ترتیب ۶۳ و ۶۷ درصد برای باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* بود.



شکل۳- مقایسه میانگین درصد کلونی در باکتری *E.coli* و *S. aureus* پس از تیمار با غلظت‌های متفاوتی از A) عصاره و B) اسانس گیاه بادرنجبویه؛ C) تصویر کلونی باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* پس از تیمار با غلظت‌های متفاوت از عصاره و اسانس گیاه بادرنجبویه.



DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

شکل۴- مقایسه میانگین درصد کلونی در باکتری *E.coli* و *S. aureus* پس از تیمار با غلظت‌های متفاوتی از A) اسانس و B) عصاره گیاه مرزه جور برگ؛ C) تصویر کلونی باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* پس از تیمار با غلظت‌های متفاوت از عصاره و اسانس گیاه مرزه جور برگ.

MIC و MBC عصاره و اسانس گیاهی

بررسی‌ها نشان داد که عصاره بادرنجبویه در بالاترین غلظت آزمون‌شده (۱۲۰ $mg.mL^{-1}$) فاقد هرگونه فعالیت بازدارندگی یا کشندگی علیه باکتری *E. coli* بود. هرچند همین غلظت از عصاره، رشد باکتری *S. aureus* را مهار نمود (دارای اثر باکتریواستاتیک)، اما فاقد خاصیت باکتری‌سیدال در این غلظت بالاتر از ۱۲۰ $mg.mL^{-1}$ بود (جدول۱). در مقابل، اسانس گیاه بادرنجبویه در غلظت ۱۰۰ $\mu g.mL^{-1}$ توانست رشد هر دو باکتری را مهار کند. هم‌چنین میزان MICاین اسانس برای باکتری *E. coli* برابر با ۱۲۰ $\mu g.mL^{-1}$ تعیین شد، در حالی که برای باکتری *S. aureus* در محدوده غلظت‌های مورد آزمون (تا ۱۲۰ $\mu g.mL^{-1}$) به دست نیامد که نشان‌دهنده MICبالاتر برای این سویه است (جدول۱). در مورد گیاه مرزه جور برگ، عصاره متانولی آن در غلظت‌های ۱۲۰ و ۱۰۰ $mg.mL^{-1}$ به ترتیب باعث مهار رشد *E. coli* و *S. aureus* گردید، اما در هیچ‌یک از غلظت‌های مورد استفاده در این مطالعه به MIC مشخصی دست نیافت (MIC>۱۲۰ $mg.mL^{-1}$ برای باکتری *E. coli* و MIC>۱۰۰ $mg.mL^{-1}$ برای باکتری *S. aureus*). هم چنین در مقام مقایسه، اسانس گیاه مرزه جور برگ از پتانسیل ضدمیکروبی برتری نسبت به گیاه بادرنجبویه برخوردار بود، به‌طوری‌که در غلظت‌های پایین‌تر (۱۰۰ و ۸۰ $\mu g.mL^{-1}$) به ترتیب سبب مهار رشد *E. coli* و *S. aureus* شد. مقادیر MIC اسانس مرزه جور برگ برای *E. coli* و *S. aureus* به ترتیب ۱۲۰ و ۱۰۰ $\mu g.mL^{-1}$ تعیین شد (جدول۱). به طور کلی، داده‌های حاصل از MIC و MBCبه وضوح مؤید اثربخشی قابل‌توجه اسانس‌ها نسبت به عصاره‌های هر دو گیاه علیه هر دو سویه باکتریایی است. این نتایج حاکی از آن است که ترکیبات فرار موجود در اسانس‌ها، مسئول اصلی فعالیت ضدباکتریایی قوی‌تر مشاهده‌شده می‌باشند.

جدول۱- بررسی MIC و MBC اسانس و عصاره گیاه بادرنجبویه پرساقه و مرزه جور برگ بر باکتری *E.coli* و *S. aureus*

	D. multicaule				*S. isophylla*			
	اسانس روغنی		عصاره متانولی		اسانس روغنی		عصاره متانولی	
	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)
E.coli	۱۰۰	۱۲۰	–	–	۱۰۰	۱۲۰	۱۲۰	–
S. aureus	۱۰۰	–	۱۲۰	–	۸۰	۱۰۰	۱۰۰	–

سمیت سلولی

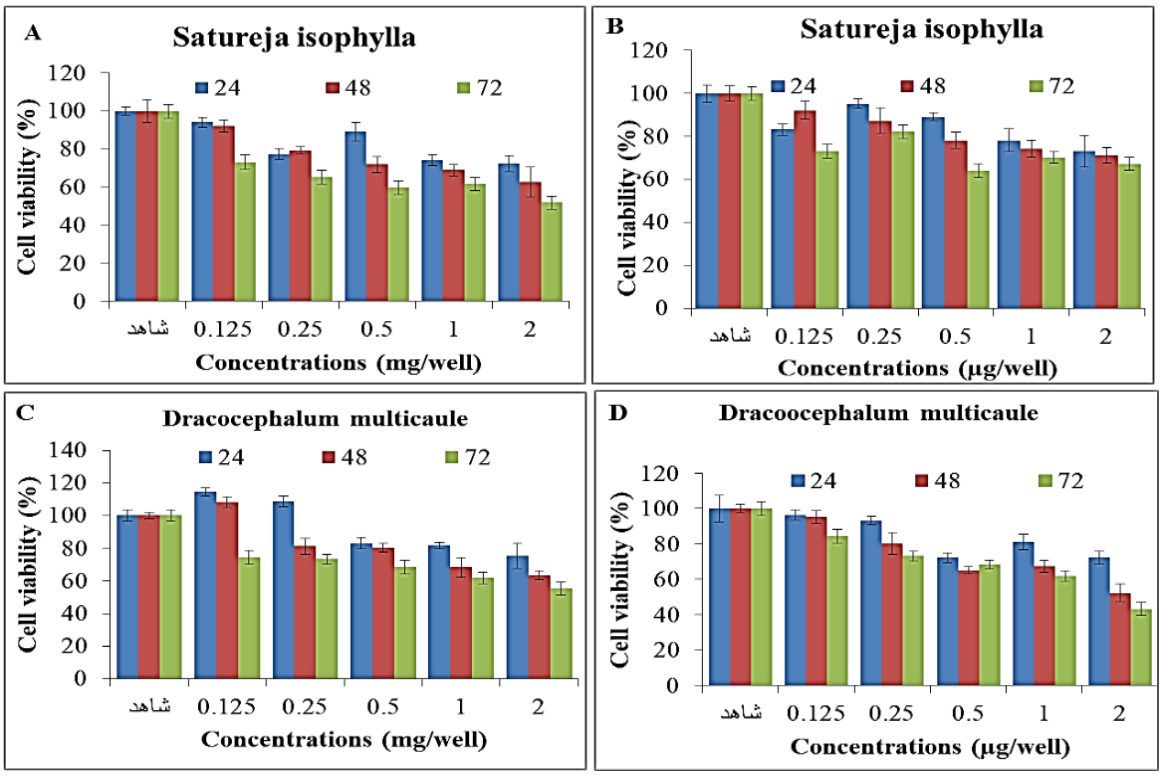
زنده‌مانی لاین های سلولی AGS

ارزیابی فعالیت سیتوتوکسیک عصاره‌های هیدروالکلی و اسانس‌های گیاهان بادرنجبویه پرساقه و مرزه جور

مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶
DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330

برگ بر رده سلولی AGS نشان داد که کلیه تیمارها در غلظت‌های بالاتر از ۰/۲۵ mg دارای اثر ضدسرطانی قابل توجهی هستند (شکل۵). با این حال، یک الگوی غیرمعمول در غلظت‌های پایین (۰/۱۲۵ mg و ۰/۲۵) از عصاره گیاه بادرنجبویه مشاهده شد، که نه تنها کاهشی در زنده‌مانی سلول‌ها ایجاد نکرد، بلکه منجر به تحریک رشد سلولی در مقایسه با گروه شاهد گردید (شکل۵-A). این پدیده می‌تواند نشان‌دهنده یک اثر تحریک‌کنندهیا تغذیه‌ای توسط برخی متابولیت‌های موجود در عصاره در این غلظت‌های خاص باشد. به طور کلی، اسانس هر دو گیاه در مقایسه با عصاره‌های مربوطه، فعالیت سیتوتوکسیک برتری از خود نشان داد. به طورکلی یک رابطه معکوس و وابسته به غلظت و زمان بین غلظت تیمارها و درصد زندهمانی سلول‌های AGS شناسایی شد؛ به‌طوری که با افزایش غلظت و نیز افزایش مدت زمان تیمار از ۲۴ به ۷۲ ساعت، زنده‌مانی سلول‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل۵). مقادیر غلظت بازدارنده نیمه عمر (IC_{50}) این ترکیبات محاسبه و در جدول۲ ارائه شده است. محدوده IC_{50} برای عصاره‌های گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ بین ۱/۸۰ تا ۶۱/۳ mg بود که به ترتیب مربوط به کمترین مقدار (بیشترین سمیت) پس از ۷۲ ساعت تیمار با عصاره مرزه و بیشترین مقدار (کمترین سمیت) پس از ۲۴ ساعت تیمار با عصاره همین گیاه بود. در مقابل، اسانس‌ها با قدرت اثرگذاری بالاتری همراه بودند و IC_{50} آن‌ها در محدوده ۱/۵۶ تا ۳/۸۸ µL قرار گرفت. بیشترین مقدار IC_{50} برای اسانس مرزه جور برگ پس از ۲۴ ساعت (۳/۸۸ µL) و کمترین مقدار آن برای اسانس بادرنجبویه پس از ۷۲ ساعت (۱/۵۶ µL) به دست آمد (جدول۱). مشاهدات مورفولوژیک با میکروسکوپ نوری معکوس نیز تغییرات مشخصی را در سلول‌های تیمارشده تأیید کرد. با افزایش غلظت و زمان مواجهه، سلول‌ها ویژگی‌های چسبندگی خود را از دست داده، از حالت دوکی شکل به شکل کروی درآمده و در نهایت دچار تخریب کامل شدند. این تغییرات مورفولوژیک، شامل جدایش از بستر، گرد شدن و چروکیدگی، کاملاً با القای مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلولی (آپوپتوز) سازگاری دارد و نشان‌دهنده تخریب هدفمند اسکلت سلولی و پروتئین‌های اتصال به بستر است.

مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶ DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330



شکل۵- نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر غلظت‌های متفاوت A و B) عصاره و اسانس گیاه بادرنجبویه و C و D) عصاره و اسانس گیاه مرزه جور برگ بر زنده‌مانی سلول‌های AGS در مدت زمانی‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت.

جدول۲- حداقل غلظت مورد نیاز از عصاره و اسانس گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ جهت از بین رفتن حداقل ۵۰ درصد از سلول‌های AGS

D. multicaule		*S. isophylla*		
زمان	اسانس روغنی (µg/well)	عصاره متانولی (mg/well)	اسانس روغنی (µg/well)	عصاره متانولی (mg/well)
۲۴	۳/۴۷	۳/۲۰	۳/۸۸	۳/۶۱
۴۸	۱/۸۷	۲/۳۸	۳/۳۰	۲/۴۶
۷۲	۱/۵۶	۲/۰۲	۳/۲۱	۱/۸۰

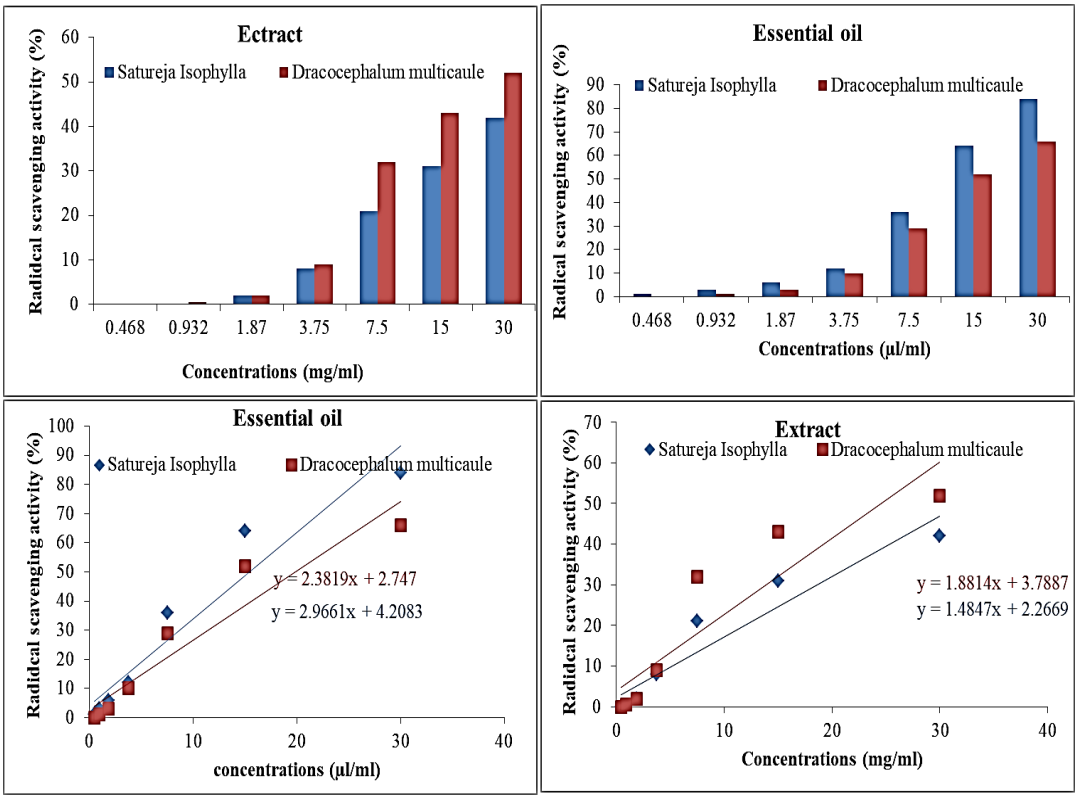
فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره و اسانس گیاهی

نتایج حاصل بیانگر این موضوع است که افزایش غلظت هر کدام از این تیمارها موجب کاهش جذب DPPH می‌شود. یا به عبارت دیگر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها افزایش می یابد (جدول۳ و شکل۶). در حالت کلی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس‌های بادرنجبویه و مرزه جور برگ در مقایسه با عصاره آن‌ها بیشتر بود (شکل۶). هم‌چنین در مقایسه با اسانس گیاه بادرنجبویه با اسانس گیاه مرزه جور برگ فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه بادرنجبویه بیشتر بود. کمترین میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی در بین تیمارهای اسانس و عصاره گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ در عصاره گیاه مرزه جور برگ مشاهده شد (جدول۳).

مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶
DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330

جدول۳- مقدار عصاره و اسانس مورد نیاز از گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ جهت غیرفعال سازی ۵۰ درصد از رادیکال آزاد

نوع گیاه	اسانس روغنی (µl/ml)	عصاره متانولی (mg/ml)
D. multicaule	۱۹/۸۵	۲۴/۵۸
S. isophylla	۱۵/۴۳	۳۲/۱۵



شکل ۶- مقایسه میانگین و رگرسیون بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره و اسانس گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ

بحث

اسانس‌های گیاهی مخلوط پیچیده‌ای از ترکیبات با وزن مولکولی کم هستند که با تقطیر و حلال‌های مختلف از گیاهان استخراج شده‌اند (۲۱). ترپنوییدها و فنیل پروپانوییدها اصلی‌ترین اجزای این ترکیبات هستند که خواص معطر و بیولوژیکی به اسانس‌ها می‌بخشند (۲۲). این ترکیبات در صنایع آرایشی، دارویی و غذایی به عنوان طعم‌دهنده و عوامل درمانی کاربرد گسترده‌ای دارند (۲۳). اسانس‌ها معمولاً از ۲۰ تا ۱۰۰ متابولیت ثانویه تشکیل شده‌اند و مونوترپن‌ها، سزکویی‌ترپن‌ها و مشتقات اکسیژنه آن‌ها بیشترین سهم را دارند (۲۴). فعالیت‌های ضدباکتری، ضدقارچ، ضدسرطان و ضدالتهاب از مهم‌ترین خواص این ترکیبات هستند که با روش‌های استاندارد مانند MIC، MBC و IC_{50} ارزیابی می‌شوند (۲۵).

DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

بادرنجبویه به دلیل ترکیباتی مانند سیترال، ژرانیول و اسید رزمارینیک، اثرات ضدباکتریایی قوی علیه باکتری‌های گرم مثبت و منفی مانند *E. coli* و *S. aureus* نشان می‌دهد (۲۶). برخی مطالعات نیز اثر هم‌افزایی آن با آنتی‌بیوتیک‌ها در برابر باکتری‌های مقاوم را تأیید کرده‌اند (۲۷). علاوه‌براین، عصاره بادرنجبویه در مطالعات درون آزمایشگاهی توانسته رشد سلول‌های سرطانی پستان، ریه و پروستات را مهار کند (۲۸). از سویی دیگر، مرزه جور برگ نیز به دلیل ترکیباتی مانند کارواکرول و تیمول، فعالیت ضدباکتریایی قوی علیه باکتری‌های مقاوم مانند MRSA دارد (۲۹). این ترکیبات با آسیب به غشای سلولی و اختلال در سنتز DNAباکتری‌ها را از بین می‌برند (۳۰). هم‌چنین، کارواکرول و رزمارینیک اسید موجود در مرزه جور برگ با القای آپوپتوز، اثرات ضدسرطانی در سلول‌های سرطان ریه و کولون نشان داده‌اند (۳۱). در این مطالعه و بر اساس نتایج به دست آمده از تست انتشار دیسک، پورپلیت، MBC وMIC مشخص شد که عصاره و اسانس گیاهان دارویی بادرنجبویه و مرزه جور برگ از خواص ضدباکتریایی خوبی برخوردارند (شکل ۱، ۲، ۳ و ۴). طبق نتایج به دست آمده از تست انتشار دیسک مشخص شد که عصاره گیاه بادرنجبویه هیچ‌گونه خاصیت ضدباکتریایی بر باکتری *E.coli* نداشت. این در حالی بود که اسانس گیاه بادرنجبویه و هم‌چنین عصاره و اسانس گیاه مرزه جور برگ به طور معنی‌داری سبب افزایش هاله عدم رشد در باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* شده‌اند (شکل ۱). هم‌چنین مشخص شد که با افزایش غلظت این ترکیبات بر قطر هاله های حاصل افزوده می شود. علاوه‌براین مشخص شد که در غلظت برابر، اسانس بادرنجبویه و مرزه جور برگ از خاصیت ضدباکتریایی قوی‌تری در مقایسه با عصاره برخوردار هستند (شکل۲). از سویی دیگر با بررسی خاصیت ضدمیکروبی عصاره و اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ با استفاده از تست پورپلیت، مشخص شد که عصاره و اسانس بادرنجبویه و مرزه جور برگ سبب کاهش تعداد کلونی در باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* شد و این کاهش با افزایش غلظت، بیشتر بود. بیشترین مقدار کشندگی عصاره گیاه بادرنجبویه برای باکتری *S. aureus* برابر با ۳۲ درصد بود. هم‌چنین مشخص شد که بیشترین درصد سمیت عصاره گیاه مرزه جور برگ برای باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* به ترتیب برابر با ۶۳ و ۶۵ درصد بود (تعداد کلونی‌ها ۶۳ و ۶۵ درصد در مقایسه با شاهد) (شکل ۳ و ۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین تاثیر اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ بر تعداد کلونی باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* نشان داد که اسانس گیاهان ذکر شده از خاصیت ضدباکتریایی قوی‌تری در مقایسه با عصاره این گیاهان برخوردار می‌باشند. هم‌چنین این نتایج نشان دادند که بین افزایش غلظت اسانس و میزان زنده‌مانی باکتری‌های *E.coli* و *S. aureus* رابطه عکس وجود دارد، به نحوی که با افزایش غلظت اسانس از تعداد کلونی‌ها نیز کاسته شد.

مطابق با نتایج به دست آمده Hashemi و Jafarpour(۲۰۲۰)، با ارزیابی اثرات هم‌افزایی احتمالی بر اثر ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی دو اسانس گیاهی *E. caesia* و *D. multicaule* بیان کردند که اسانس گیاه *D. multicaule* از خواص ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار است (۳۱) نتایج مشابه نیز توسط سایر محققین گزارش شد (۳۲)، که بیانگر قدرت

DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

بالای ضدباکتریایی عصاره واسانس گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ بود.

از سویی دیگر با بررسی نتایج به دست آمده از خواص ضدسرطانی عصاره و اسانس بادرنجبویه و مرزه جور برگ مشخص شد که عصاره و اسانس بادرنجبویه و مرزه جور برگ در غلظت‌های بالاتر از ۰/۲۵ mg ازخواص ضدسرطانی مناسبی برخوردار بودند (شکل۵). هم‌چنین مشخص شد که اسانس این گیاهان در مقایسه با عصاره آن‌ها از خاصیت ضدسرطانی بالاتری برخوردار بودند. علاوه‌براین مشخص شد که بین افزایش غلظت عصاره و اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ و درصد زنده-مانی سلول‌های سرطانی رابطه عکس و معنی‌داری وجود داشت، به نحوی که با افزایش غلظت عصاره و اسانس این گیاهان درصد زنده‌مانی سلول‌های AGS کاهش یافت. نتایج حاصل از بررسی مقدار IC_{50} عصاره گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ نشان داد که این مقدار در محدوده ۱/۸۰ الی ۳/۶۱ mg بود که بیشترین و کمترین میزان به ترتیب پس از ۲۴ و ۷۲ ساعت تیمار با عصاره گیاه مرزه جور برگ مشاهده شد (به ترتیب ۱/۸۰ و ۳/۶۱ mg). هم‌سو با نتایج به دست آمده در این پژوهش، Sonboli و همکاران (۲۰۱۰)، با بررسی فعالیت آنتی-اکسیدانی و ضدسرطانی گیاه *D. multicaule* بیان کردند که عصاره و اسانس این گیاه از خواص آنتی-اکسیدانی و ضدسرطانی بالایی در برابر لاین‌های سلولی سرطان سینه و معده برخوردار هستند (۳۲). هم‌چنین Esmaeili و همکاران (۲۰۱۴)، با بررسی خواص آنتی-اکسیدانی و ضدسرطانی اسانس گیاه *D. multicaule* بر روی لاین‌های سلولی K562، گزارش کردند که مونوترپنوئیدهای این گیاه شامل مونوترپنوئیدهای اکسیژن‌دار و هیدروکربن‌ها به ترتیب ۷۱/۵ و ۲۸/۳ درصد اسانس‌های اصلی این گیاه هستند. هم‌چنین مطالعات آنتی‌اکسیدانی به کمک DPPH آن‌ها نشان داد که اسانس *D. multicaule* دارای فعالیت آنتی-اکسیدانی و رادیکال‌زدایی بالایی است (۳۳). علاوه‌براین Aghaaliakbari و همکاران (۲۰۲۴)، با بررسی خواص ضدسرطانی اسانس و عصاره گیاه *S. isophylla* بیان کردند که اسانس به دست آمده از این گیاه از خواص ضدسرطانی بالایی بر روی لاین‌های سلولی MCF-7 و AsPC-1 برخوردار هستند (۳۴). نتایج مشابه توسط سایر محققین نیز گزارش شد (۳۵).

نتیجه‌گیری

گیاهان دارویی با ارائه گزینه‌های درمانی بالقوه، نقش مهمی در مبارزه با عفونت‌های باکتریایی مقاوم و کنترل سرطان ایفا می‌کنند. با این وجود، ضروری است که تحقیقات علمی دقیقی در زمینه شناسایی ترکیبات فعال، مکانیسم‌های اثر و ارزیابی ایمنی و اثربخشی این گیاهان انجام شود تا بتوان از پتانسیل آنها به طور کامل و ایمن بهره‌برداری کرد. همچنین، استفاده از گیاهان دارویی در درمان این بیماری‌ها باید تحت نظر پزشک متخصص صورت گیرد تا از تداخلات دارویی و عوارض جانبی احتمالی جلوگیری شود. باتوجه به نتایج بررسی حاضر، اسانس و عصاره گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ دارای خواص ضدسرطانی، ضدباکتریایی و هم‌چنین آنتی‌اکسیدانی مناسبی بودند. نتایج این تحقیق نشان داد اسانس گیاهان بادرنجبویه و مرزه جور برگ در مقایسه با عصاره این گیاهان از خواص ضدمیکروبی، ضدسرطانی و آنتی‌اکسیدانی بهتری

DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

برخوردار بودند. طبق نتایج تست DPPH مشخص گردید عصاره و اسانس‌های گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ دارای خواص آنتی‌اکسیدان مناسبی بودند، با این حال اسانس گیاه بادرنجبویه در مقایسه با سایر ترکیبات از خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری برخوردار بود. در مجموع و با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و نتایج تحقیقات مشابه به نظر می‌رسد استفاده از اسانس گیاه بادرنجبویه و مرزه جور برگ در کاربردهای ضدمیکروبی از قبیل بسته بندی مواد غذایی و همچنین درمان برخی از عفونت‌ها می‌توانند از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشند. مهم‌ترین محدودیت این مطالعه، عدم انجام آنالیزهای شیمیایی تکمیلی (مانند HPLC و GC-MS) برای تعیین دقیق ترکیبات مؤثره و استانداردسازی عصاره‌ها است. بنابراین، نتایج حاضر بیشتر جنبه اکتشافی و مقایسه‌ای داشته و فعالیت‌های گزارش‌شده را می‌توان به کلاس‌های کلی ترکیبات موجود در این گیاهان نسبت داد. شناسایی دقیق این ترکیبات و تعیین رابطه ساختار-عملکرد آنها، هدف اصلی مطالعات آتی خواهد بود.

سپاسگزاری

مطالعه حاضر مربوط به پایان نامه کارشناسی ارشد است. نویسندگاه از مسئولین محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل به دلیل فراهم کردن امکانات و نیز از تمام کسانی که در انجام این مطالعه همکاری و حمایت کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Noor F, Tahir ul Qamar M, Ashfaq UA, Albutti A, Alwashmi AS, Aljasir MA (2022). Network pharmacology approach for medicinal plants: review and assessment. Pharmaceuticals;15(5):572.
2. Darby EM, Trampari E, Siasat P, Gaya MS, Alav I, Webber MA, Blair JM (2023). Molecular mechanisms of antibiotic resistance revisited. Nature Reviews Microbiology;21(5):280-95.
3. Asghari Zakaria R, Zare N, Ebrahimi HA, Parsa H, Bourang S (2024). Investigating the Anticancer Properties of the Essential Oil and Aqueous Extract of *Moringa oleifera* and its Biosynthesized Metal Nanoparticles on MCF-7 and BT-549 Cell Lines. Iranian Journal of Breast Diseases;17(1):59-83.
4. Noruzpuor M, Asghari Zakaria R, Zare N, Ebrahimi HA, Parsa H, Bourang S (2022). The Effect of the Type and Concentration of Some Elicitors on the Biochemical Characteristics and Production of the Secondary Metabolites in the Callus Culture of Moringa oleifera L. Journal of Plant Biological Sciences;14(3):93-112.
5. Mohajeri S, Yaghoubi H, Bourang S, Noruzpour, M (2025). Multifunctional magnetic nanocapsules for dual delivery of siRNA and chemotherapy to MCF-7 cells (Breast cancer cells). Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology;12:1-23.
6. Ali Abdalla YO, Subramaniam B, Nyamathulla S, Shamsuddin N, Arshad NM, Mun KS, *et al* (2022). Natural products for cancer therapy: a review of their mechanism of actions and toxicity in the past decade. Journal of tropical medicine;2022(1):5794350.
7. Guseinova Z, Alibegova A, editors (2023). Variability of morphological features of *Dracocephalum multicaule* (Lamiaceae) in natural populations of Dagestan. BIO Web of Conferences; EDP Sciences.
8. Mansuryar A, Bourang S, Noruzpour M, Ebrahimi HA, Amani A, Granados-Principal S, Calahorra J (2025). The effect of Fe3O4 biosynthesized through the green synthesis of

DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

Silybum marianum and HA in the targeted delivery of 5-Fluorouracil to HCT116 cell line. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences, 33(2): 27.

9. Ejaz A, Waliat S, Arshad MS, Khalid W, Khalid MZ, Rasul Suleria HA, *et al* (2023).A comprehensive review of summer savory (*Satureja hortensis* L.): promising ingredient for production of functional foods. Frontiers in Pharmacology;14:1198970.

10. Kant R, Kumar A (2022). Review on essential oil extraction from aromatic and medicinal plants: Techniques, performance and economic analysis. Sustainable Chemistry and Pharmacy;30:100829.

11. Ngamsurach P, Praipipat P (2022). Antibacterial activities against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* of extracted Piper betle leaf materials by disc diffusion assay and batch experiments. RSC advances;12(40):26435-54.

12. Ghasemi-Nejad M, Gholamzadeh L, Adeli R, Shirmardi SP (2022). A comprehensive study of the antibacterial and shielding properties of micro and nano-EPVC lead-free shields. Physica Scripta;97(5):055303.

13. Bourang S, Noruzpour M, Azizi S, Yaghoubi H, Ebrahimi HA (2024). Synthesis and in vitro characterization of PCL-PEG-HA/FeCo magnetic nanoparticles encapsulating curcumin and 5-FU. Nanomedicine Journal;11(2).

14. Bourang S, Jahanbakhsh Godehkahriz S, Asghari Zakaria R, Parsa H, Noruzpuor M (2024). Green synthesis of iron oxide, copper, zinc oxide and silver nanoparticles from aqueous extract of *F. vulgare* and evaluation of their structural and antimicrobial properties. Agricultural Biotechnology Journal;16(3):60-88.

15. Jin R, Wei G, Lin R, Lin W, Aweya JJ, Liang D, *et al* (2025). Efficacy of *Larimichthys crocea* TASOR protein-derived peptide FAM286 against *Staphylococcus aureus*. Current Research in Food Science:100998.

16. Bourang S, Jahanbakhsh Godehkahriz S, Noruzpour M, Asghari Zakaria R, Granados-Principal S (2025). Anticancer properties of copolymer nanoparticles loaded with *Foeniculum vulgare* derivatives in Hs578T and SUM159 cancer cell lines. Cancer Nanotechnology;16(1):1-28.

17. Gulcin İ, Alwasel SH. DPPH radical scavenging assay. (2023). Processes;11(8):2248.

18. Hachem S, Al Battal M, Dakdouk H, Natour DE, Borjac J (2025). Anti-Inflammatory and Antioxidant Effects of Gundelia tournefortii Aqueous Extract on the Liver and Kidney of PCOS Mice. Journal of Evidence-Based Integrative Medicine;30:2515690X241304519.

19. Mohajeri S, Raei M, Bourang S, Noruzpour M, Yaghoubi H (2025). Multifunctional PolySpermine-based Nanocapsules for Targeted Gene Delivery to Gastric Cancer Cells. BioNanoScience;15(4):1-20.

20. Heydarzadeh S, Yaghoubi H. (2017). Green synthesis and antibacterial effect of silver nanoparticles by using the extract of Citrus aurantium. Razi Journal of Medical Sciences; 24(157): 157, 9-24

21. Kavoosi S, Yaghoubi H. (2017).Synthesis of silver nanoparticles using green method of plant extract european marjoram (*Origanum majorana*) and their antibacterial effects. Cellular and Molecular Research;30(2):161-173.

22. Essa RY, Elsebaie EM, Abdelrhman WM, Badr MR (2025). Barnûf leaves: antioxidant, antimicrobial, antidiabetic, anti-obesity, antithyroid, and anticancer properties. Foods and Raw materials;13(2):394-408.

23. Matera R, Lucchi E, Valgimigli L (2023). Plant essential oils as healthy functional ingredients of nutraceuticals and diet supplements: a review. Molecules;28(2):901.

24. Alaboudi KA, Aziz IM, Almosa AA, Farrag MA, Abalkhail T, Alshalan RM, Almuqrin AM (2025). *In vitro* and *in silico* pharmacological effects of Rosmarinus officinalis leaf methanolic extracts and essential oils. Scientific Reports;15(1):10699.

25. Nguyen TT, Duong QQ, Vo TL, Titok VV (2025). *In Vitro* and *In Silico* Antimicrobial Activity against Methicillin-Resistant

DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330 مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶

Staphylococcus aureus of Essential Oils from Four Medicinal Plants in Xuan Thuy Mangrove Forest. J Microbiol Biotechnol;35:e2409006.

26. Tarassoli Z, Najjar R, Amani A (2021). Formulation and optimization of lemon balm extract loaded azelaic acid-chitosan nanoparticles for antibacterial applications. Journal of Drug Delivery Science and Technology;65:102687.

27. Ghiulai R, Avram S, Stoian D, Pavel IZ, Coricovac D, Oprean C, *et al* (2020). *Lemon balm* extracts prevent breast cancer progression *in vitro* and *in vivo* on chorioallantoic membrane assay. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine;12(1):6489159.

28. Tülek Z, Alaşalvar H, Başyiğit B, Berktas S, Salum P, Erbay Z, *et al* (2021). Extraction optimization and microencapsulation of phenolic antioxidant compounds from lemon balm (*Melissa officinalis* L.): Instant soluble tea production. Journal of Food Processing and Preservation;45(1):e14995.

29. Sadat SS, Ahani Azari A, Mazandarani M (2020). Evaluation of antibacterial activity of ethanolic extract of *Matricaria chamomilla*, *Malva sylvestris* and *Capsella bursa*-pastoris against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Journal of Medical Microbiology and Infectious Diseases;8(4):127-31.

30. Huwaimel B, Abouzied AS, Anwar S, Elaasser MM, Almahmoud SA, Alshammari B, *et al* (2023). Novel landmarks on the journey from natural products to pharmaceutical formulations: Phytochemical, biological, toxicological and computational activities of *Satureja hortensis* L. Food and Chemical Toxicology;179:113969.

31. Hashemi SMB, Jafarpour D (2024). Synergistic properties of *Eucalyptus caesia* and *Dracocephalum multicaule* Montbr & Auch essential oils: Antimicrobial activity against food borne pathogens and antioxidant activity in pear slices. Journal of Food Processing and Preservation;44(9):e14651.

32. Sonboli A, Esmaeili M, Gholipour A (2010). Antioxidant and anticancer activity and composition of the essential oil of *Dracocephalum multicaule* from Iran. Planta Medica;76(12):P393.

33. Esmaeili MA, Sonboli A, Mirjalili MH (2014). Oxidative stress protective effect of *Dracocephalum multicaule* essential oil against human cancer cell line. Natural Product Research;28(11):848-52.

34. Aghaaliakbari B, Mojtahedi MM, Hajiaghaee R, Abaee MS, Mofasseri M, Ghafarzadegan R, Tavakoli S (2010). Isolation, Purification, Identification, and Biological Evaluation of Some Components of Satureja Isophylla Rech. f. Iran J Chem Chem Eng(IJCCE) Research Article ;20(10):24-43.

35. Noruzpour M, Zakaria RA, Zare N, Bourang S, Ebrahimi HA, Granados-Principal S (2025). Delivery of *Moringa oleifera* Extract via PLA-PEG-FA/Chitosan-PLA NPs into Breast Cancer Cell Lines. BioNanoScience;15(2):287.

مقاله پژوهشی، صفحات ۹۹-۱۱۶
DOI: 10.22034/cmr.2026.8669.3330

Investigating the anti-bacterial, anti-oxidant, and anti-cancer properties of the extract and essential oil of *Dracocephalum multicaule* and *Satureja isophylla*

Hashem Yaghoubi[1]*, Somayyeh Rostamzadeh Mansour[2], Negar Baezzat[1]

[1]Department of Biology, Ard.C., Islamic Azad University, Ardabil, Iran
[2] Department of chemistry, Ard.C., Islamic Azad University, Ardabil, Iran

***Corresponding authors emails:** yaghoubi_h@iau.ac.ir

Abstract

Medicinal plants represent a promising resource for addressing the global challenges of antibiotic resistance and the need for novel, low-side-effect anticancer therapies, placing them at the forefront of scientific research. In this study, the antibacterial effects of the extract and essential oil of *Dracocephalum multicaule* and *Satureja isophylla* plants were evaluated using disk diffusion assay, determination of minimum inhibitory concentration (MIC), and minimum bactericidal concentration (MBC) against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The antioxidant activity of these compounds was also assessed via the DPPH free radical scavenging method. Finally, the anticancer effects of the plant extracts and essential oils were investigated using the MTT assay on AGS gastric adenocarcinoma cell lines. Results from the disk diffusion test among the essential oils indicated that the largest inhibition zone (15.2 mm) was produced by *D. multicaule* essential oil at a concentration of 100 $\mu L.mL^{-1}$ against *S. aureus*. In contrast, the aqueous extract of *S. isophylla* at a concentration of 100 $\mu g.mL^{-1}$ showed a zone of inhibition of 12.8 mm against the same bacterium. Furthermore, MIC and MBC results revealed that the *D. multicaule* extract had no effect on *E. coli* up to 120 $mg.mL^{-1}$, whereas its essential oil inhibited the growth of both bacteria at 100 $\mu L.mL^{-1}$. Additionally, the essential oil of *S. isophylla* (with MIC values of 120 and 100 $\mu L.mL^{-1}$ for *E. coli* and *S. aureus*, respectively) exhibited superior antimicrobial properties compared to its corresponding extract. MTT assay results demonstrated a significant reduction in the viability of AGS cancer cells upon treatment with *D. multicaule* essential oil, exhibiting an IC_{50} of 85 $\mu g.mL^{-1}$ after 48 hours of incubation. In the DPPH antioxidant assay, the essential oil of *S. isophylla* displayed the strongest activity with an EC_{50} of 32 $\mu g.mL^{-1}$ compared to other samples, while the aqueous extract of *D. multicaule* with an EC_{50} of 65 $\mu g.mL^{-1}$ ranked next. The findings indicate that the extracts and essential oils of these plants hold potential for consideration in the development of new therapeutics.

Keywords: AGS cell lines, Disk diffusion, *E. coli*, MBC, MIC, and *S. aureus*.