



Evaluation of the effect of extraction solvents on phytochemical compounds
and biological activities of *Capparis parviflora* (Boiss)

Atefeh Ravanbakhsh¹, Majid Sharifi-Rad^{1*}, Mohammad Saranirad²

¹ Department of Range and Watershed Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Iran,
Email: Majidsharifirad@uoz.ac.ir

² Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran

Article type:

Research article

Abstract

The use of solvents in the extraction process can significantly impact the nature and quantity of secondary metabolites extracted from medicinal plants. The present study aimed to investigate the effect of different extraction solvents (methanol, ethanol, and water) on the phytochemical compounds and biological activities (antioxidant and antibacterial activities) of *Capparis parviflora* (Boiss). To achieve this goal, plant samples including leaves, fruits, and roots were collected and subjected to extraction using methanol, ethanol, and water as solvents. The total phenol, total flavonoid, total alkaloid, and total anthocyanin contents were determined using standard methods. The antioxidant activity of the different extracts was evaluated using the DPPH free radical scavenging assay. Furthermore, the antibacterial activity of the extracts was assessed using disk diffusion, minimum inhibitory concentration (MIC), and minimum bactericidal concentration (MBC) methods. The highest levels of total phenol, total flavonoid, total alkaloid, and total anthocyanin were found in the methanolic extract of the fruit, while the lowest levels were observed in the aqueous extract of the root. Among the solvents used, methanol had the highest concentrations of these compounds, while water had the lowest. The results of the antioxidant and antibacterial activity tests showed that the methanolic extract of the fruit had the strongest effects, while the aqueous extract of the root had the weakest. In conclusion, it can be concluded that the methanolic extract of the fruit of *C. parviflora* contains the highest levels of bioactive compounds and exhibits the strongest antioxidant and antibacterial activities, making it a promising candidate for use in the pharmaceutical and food industries.

Article history

Received: 2025-01-01

Revised: 2025-04-05

Accepted: 2025-04-08

Keywords

Biological Activity

Capparis parviflora

Different Extraction Methods

Phytochemical Compounds

Cite this article as: Ravanbakhsh, A., Sharifi-Rad, M., Saranirad, M. (2025). Comparison of Quality and Quantity of Aromatic Compounds from Technique Rose Water Distillation and Steam Distillation (*Rosa Damascena* Mill.). *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 13(1): 31-48.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

Doi: <https://doi.org/10.71847/ejmp.2025.1195237>

ارزیابی تأثیر حلال‌های عصاره‌گیری بر ترکیبات فیتوشیمیایی و فعالیت‌های زیستی گیاه *Capparis parviflora* (Boiss)

عاطفه روانبخش^۱، مجید شریفی‌راد^{۱*}، محمد سارانی‌راد^۲

^۱ گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه زابل، زابل، ایران، رایانامه: majidsharifirad@uoz.ac.ir

^۲ دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران، تهران، ایران

نوع مقاله:	چکیده
مقاله پژوهشی	حلال‌های مورد استفاده در فرایند عصاره‌گیری می‌تواند بر ماهیت و میزان متابولیت‌های ثانویه استخراج شده از گیاهان دارویی تأثیرگذار باشد. لذا هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر استفاده از حلال‌های مختلف عصاره‌گیری (متانول، اتانول و آب) بر میزان ترکیبات شیمیایی و فعالیت زیستی (فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی) گونه <i>Capparis parviflora</i> (Boiss) است. بدین منظور نمونه‌های گیاه شامل برگ، میوه و ریشه جمع‌آوری شد و سپس با استفاده از حلال‌های متانول، اتانول و آب عصاره‌گیری از نمونه‌های گیاهی انجام گرفت. میزان فنول کل، فلاونوئید کل، آلکالوئید کل و آنتوسیانین کل با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین شد. ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های مختلف به روش مهار رادیکال‌های آزاد DPPH انجام گرفت. همچنین فعالیت آنتی‌باکتریایی عصاره‌های مختلف به روش‌های انتشار دیسک، حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) بررسی شد. بیشترین میزان فنول کل، فلاونوئید کل، آلکالوئید کل و آنتوسیانین کل در عصاره متانولی میوه اندازه‌گیری شد و کمترین مقادیر آن‌ها برای عصاره آبی ریشه گیاه به ثبت رسید. در بین حلال‌های مورد استفاده، متانول بیشترین میزان فنول کل، فلاونوئید کل، آلکالوئید کل و آنتوسیانین کل و آب کمترین میزان آن‌ها را دارا بود. نتایج مربوط به بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی عصاره‌ها نشان داد که عصاره متانولی میوه گیاه دارای بالاترین میزان فعالیت و عصاره آبی ریشه آن دارای کمترین میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی است. به طور کلی می‌توان بیان کرد که عصاره متانولی میوه گونه <i>C. parviflora</i> از بالاترین میزان ترکیبات زیست فعال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی را داراست و می‌توان آن را به عنوان گزینه‌ای مناسب برای استفاده در صنایع دارویی و غذایی مد نظر قرار داد.

واژه‌های کلیدی:

ترکیبات فیتوشیمیایی
فعالیت ضدباکتریایی
فعالیت آنتی‌اکسیدانی
روش‌های مختلف عصاره‌گیری
Capparis parviflora

استناد: روانبخش، عاطفه؛ شریفی‌راد، مجید؛ سارانی‌راد، محمد. (۱۴۰۴). ارزیابی تأثیر حلال‌های عصاره‌گیری بر ترکیبات فیتوشیمیایی و فعالیت‌های زیستی گیاه *Capparis parviflora* (Boiss). فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۱۳(۱)، ۳۱-۴۸.

مقدمه

امروزه ترکیبات دارویی شیمیایی به واسطه اثرات زیان‌بار و جبران ناپذیری که بر سلامت انسان و محیط زیست دارند به طور گسترده‌ای جای خود را به ترکیبات طبیعی و به طور ویژه ترکیبات دارای منشأ گیاهی داده‌اند. اگرچه نسبت ترکیبات گیاهی به ترکیبات شیمیایی در سطح جهانی ناچیز است، ولی روند جایگزینی با سرعت بیشتری دنبال می‌شود و در کشور ایران نیز طی چندساله اخیر توجه بیشتری به استفاده از این ترکیبات در صنایع دارویی و غذایی شده است (Bernardini et al., 2018). گیاهان منبع غنی از ترکیبات فیتوشیمیایی مانند فنول‌ها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، تانن‌ها و ترپنوئیدها هستند که دارای خواص ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی هستند (Riaz et al., 2023). این ترکیبات قادر به مهار رادیکال‌های آزاد هستند و در نتیجه می‌توانند از بدن انسان در برابر اثرات نامطلوب رادیکال‌های آزاد و بیماری‌های مرتبط با آن محافظت نمایند (Goswami et al., 2024). علاوه بر این عصاره‌های گیاهی دارای ترکیباتی با خواص ضدباکتریایی هستند که می‌توان از آن‌ها به طور ایمن به عنوان افزودنی در محصولات غذایی و همچنین مقابله با باکتری‌های بیماری‌زا استفاده کرد (Gonelimali et al., 2018). از آنجایی که امروزه مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها به یک مشکل جدی در سطح جهان تبدیل شده است لذا جستجو و یافتن منابع ضدباکتریایی جدید از اهمیت فراوانی برخوردار است که در این خصوص گیاهان به دلیل دارا بودن ترکیبات فیتوشیمیایی متنوع از منابع ارزشمند جهت دستیابی به ترکیبات ضدباکتریایی جدید محسوب می‌شوند (Guedes et al., 2024). عوامل مختلفی می‌تواند میزان ترکیبات شیمیایی استخراج شده از بافت‌های گیاهی را تحت تأثیر قرار دهد که یکی از مهمترین این عوامل نوع حلال مورد استفاده جهت

عصاره‌گیری است. انتخاب حلال در نوع و میزان استخراج ترکیبات زیست فعال گیاهان بسیار تأثیر گذار است. خصوصیات یک حلال استخراج ایده‌آل شامل سمیت کم، تبخیر آسان در دماهای پایین، حلالیت خوب ترکیب گیاهی مورد نظر در آن و به اندازه کافی فرار بودن حلال است (Jha and Sit, 2022). عوامل مؤثر بر انتخاب حلال‌ها عبارتند از: ترکیبات گیاهی هدف، سرعت استخراج، تنوع ترکیبات استخراج شده، سهولت کار با عصاره‌ها و مقرون به صرفه بودن. گیاهان از ترکیبات زیست فعال مختلف با قطبیت‌های متفاوت تشکیل شده‌اند که با توجه به خواص این ترکیبات از تکنیک‌ها و حلال‌های مختلف برای استخراج آن‌ها از بافت‌های گیاهی استفاده می‌شود (Sasidharan et al., 2011). تاکنون پیشرفت‌های قابل توجهی در فرآیندهای استخراج، خالص سازی و جداسازی ترکیبات زیست فعال گیاهی حاصل شده است. عصاره‌های گیاهان معمولاً با انواع حلال‌ها تهیه می‌شوند که بسته به تفاوت در قطبیت حلال‌ها، انواع مختلفی از مولکول‌های گیاهی را استخراج می‌کنند (Rafińska et al., 2019). به عنوان مثال، حلال‌های قطبی معمولاً برای استخراج اجزای فنولی و مشتقات گلیکوزیدی آن‌ها، ساپونین‌ها و غیره استفاده می‌شوند در حالی که اسیدهای چرب، استروئیدها و غیره با استفاده از حلال‌های غیر قطبی استخراج می‌شوند (Dirar et al., 2019). مطالعات مختلفی اثرگذاری نوع حلال مورد استفاده را بر میزان متابولیت‌های ثانویه و/یا خواص بیولوژیکی آن‌ها گزارش کرده‌اند (Žlabur et al., 2020). بر اساس این مطالعات جهت استحصال بیشتر ترکیبات گیاهی و همچنین افزایش خواص بیولوژیکی آن‌ها، انتخاب حلال‌ها و روش‌های مناسب استخراج از اهمیت زیادی برخوردار است.

گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*) متعلق به خانواده Capparaceae است که درختچه‌ای تک پایه، کوچک، خزان کننده و دارای سیستم ریشه‌ای عمیق است. این گیاه دارای برگ‌های متناوبی است که دمبرگ دار و از اندازه‌های متفاوتی برخوردارند. برگ‌ها به شکل‌های دایره‌ای، تخم‌مرغی، بیضوی و ... بر روی گیاه ظاهر می‌شوند. گل‌های آن درشت و به رنگ سفید هستند که پس از شکفته شدن منظره بسیار زیبایی را ایجاد می‌کنند. این گونه علاوه بر نقش حفاظت خاک، اندام‌های مختلف آن به عنوان دارو جهت درمان دیابت و جلوگیری از سرطان در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bahrani et al., 2008).

از آنجایی که روش‌های مختلف عصاره‌گیری یکی از عوامل مؤثر بر میزان استخراج مواد مؤثره گیاهان

دارویی و فعالیت زیستی آن‌ها محسوب می‌گردد لذا این تحقیق اثر استفاده از حلال‌های مختلف در فرآیند عصاره‌گیری گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*) مورد بررسی قرار داده است.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه گیاهی: نمونه‌برداری از قسمت‌های مختلف گیاه (برگ، میوه، ریشه و گل) در مناطق کوهستانی سرخکلویت شهرستان نیک‌شهر انجام شد (شکل ۱). نمونه‌برداری از گیاهان به صورت طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. پس از برداشت، نمونه‌ها به آزمایشگاه گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه زابل انتقال یافتند و پس از شناسایی، کد هرباریومی ۱۳۳۶ به آن اختصاص یافت.



شکل ۱: تصویر گیاه *Capparis parviflora* (Boiss) در منطقه مورد مطالعه

جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. غلظت‌های مختلف اسید گالیک برای رسم منحنی استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت نتایج بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک گیاه بیان گردید.

تعیین میزان فلاونوئید کل: میزان فلاونوئید کل با استفاده از روش رنگ سنجی آلومینیوم کلرید اندازه‌گیری شد (Shraim et al., 2021). بدین صورت که ۰/۵ میلی‌لیتر از هریک از عصاره‌ها (۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در حلال آب) با ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلراید (۱۰ درصد) و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از گذشت این مدت میزان جذب هر یک از نمونه‌ها به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ۴۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. غلظت‌های مختلف کوئرستین جهت رسم منحنی استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت میزان فلاونوئید کل نمونه‌ها بر حسب میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن خشک گیاه بیان گردید.

تعیین میزان آنتوسیانین کل: میزان آنتوسیانین کل با استفاده از روش pH افتراقی تعیین گردید (Vega-Arroy et al., 2017). مقدار ۱ میلی‌لیتر از هر عصاره (۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در حلال آب) با ۹ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شدند و پس از آن با نسبت ۴ به ۱ با محلول بافر کلرید پتاسیم (pH=۱) و استات سدیم (pH=۴/۵) مخلوط شدند. پس از گذشت مدت زمان ۲۰ دقیقه جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد. سیانیدین-۳-گلوکوزید به عنوان استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت میزان آنتوسیانین کل به صورت میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید^۲ در گرم

هر نمونه مرکب از ۱۰ پایه گیاهی بود و نمونه‌برداری در سه تکرار انجام شد. در مجموع ۳۰ پایه گیاهی جهت نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. نمونه‌ها پس از برداشت به طور جداگانه داخل پاکت‌های منفذ دار قرار داده شد و در محیط خشک و سایه به دور از نور خورشید خشک گردید. نمونه‌های خشک شده به آزمایشگاه منتقل و به طور جداگانه با آسیاب خرد شدند. مقدار ۱۰۰ گرم از هر نمونه آسیاب شده جهت تهیه عصاره‌های اتانولی، متانولی و آبی گیاه مورد استفاده قرار گرفت

تهیه عصاره: عصاره‌های اتانولی، متانولی و آبی به روش خیساندن و به نسبت ۱ به ۵ (۱۰۰ گرم از پودر هر کدام از اندام‌های گیاه به صورت مجزا با ۵۰۰ میلی‌لیتر حلال مورد نظر) مخلوط شدند و سپس به مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر قرار گرفتند. سپس هر یک از عصاره‌ها به صورت جداگانه به وسیله کاغذ واتمن شماره ۱ صاف گردیدند. در مرحله بعدی حلال‌ها به وسیله دستگاه روتاری تبخیر شدند و عصاره تغلیظ شده و قیری شکل حاصل گردید. عصاره‌های حاصل در ظرف‌های در بسته قرار گرفتند و تا زمان انجام آزمایشات در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند (Abu et al., 2017).

تعیین میزان فنول کل: میزان فنول کل موجود در هریک از عصاره‌ها به وسیله روش استاندارد فولین - سیوکالچو^۱ اندازه‌گیری شد (Noreen et al., 2017). بدین صورت که ۵۰ میکرولیتر از هر عصاره (۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در حلال آب) با ۲/۵ میلی‌لیتر از معرف فولین - سیوکالچو و ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم (۲۰ درصد وزنی/حجمی) مخلوط گردیده و به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از گذشت این مدت زمان

^۲ Cyanidin 3-glucoside

^۱ Folin-Ciocalteu

وزن خشک گیاه بیان گردید. جهت محاسبه میزان آنتوسیانین کل از معادلات زیر استفاده گردید.

$$A = (A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}}) \text{ pH } 1.0 - (A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}}) \text{ pH } 4.5$$

$$= (\text{میلی گرم در گرم وزن خشک گیاه}) \text{ آنتوسیانین کل} = (A \times MW \times DF \times 1000) / \epsilon \times L$$

A: مقدار جذب، MW = وزن مولکولی سیانیدین-۳-گلوکوزید (۴۴۹/۲ گرم بر مول)، DF: عامل رقت، L: طول سل کوارتز (۱ سانتی متر)، ϵ : جذب مولی سیانیدین-۳-گلوکوزید (۲۶۹۰۰)

تعیین میزان آلکالوئید کل: جهت تعیین میزان آلکالوئید کل از روش اسپکتروفتومتری استفاده گردید. بدین منظور ۱ میلی گرم از هر عصاره در ۱ میلی لیتر دی متیل سولفوکسید (DMSO)^۱ حل شد. پس از آن ۱ میلی لیتر از اسید هیدروکلریک (۲ نرمال) به آن اضافه و بعد از ۳۰ دقیقه ترکیب حاصل صاف شد. مخلوطهای به دست آمده به قیفهای جداکننده انتقال داده شدند. سپس ۵ میلی لیتر محلول بروموکرزول و ۵ میلی لیتر بافر فسفات به آنها اضافه گردید. مخلوطها به شدت تکان داده شدند و سپس فاز کلروفرمی زرد رنگ که حاوی ترکیبات آلکالوئیدی بودند در لولههای آزمایش جمع آوری گردیدند و به وسیله کلروفرم به حجم ۱۰ میلی لیتر رسانده شدند. میزان جذب مخلوط به دست آمده در طول موج ۴۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. غلظت های مختلف آتروپین جهت رسم منحنی استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت مقدار آلکالوئید موجود در هر یک از عصاره ها به صورت میلی گرم معادل آتروپین در گرم وزن خشک گیاه بیان گردید (Shamsa et al., 2008).

ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی

میزان فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره ها به روش DPPH تعیین گردید. ۱ میلی لیتر از هر عصاره (۱ میلی گرم

عصاره در یک میلی لیتر حلال آب) با ۴ میلی لیتر محلول متانولی DPPH (۳۰۰ میکرومولار) مخلوط و به مدت ۴۰ دقیقه در دمای اتاق و در شرایط تاریکی نگهداری شد. پس از گذشت این مدت میزان جذب نمونه ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. از بوتیل هیدروکسی آنیزول (BHA) (در غلظت یکسان با عصاره ها) به عنوان یک آنتی اکسیدان استاندارد برای بررسی توان آنتی اکسیدانی عصاره ها استفاده شد. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH توسط عصاره های مورد مطالعه توسط معادله زیر تعیین شد:

$$I (\%) = (A_{\text{blank}} - A_{\text{Sample}} / A_{\text{blank}}) \times 100$$

در این رابطه: I: مهار رادیکال آزاد DPPH، A_{blank} : میزان جذب نوری نمونه شاهد (آب مقطر) و A_{Sample} : نشان دهنده جذب نوری غلظت های مختلف عصاره تهیه شده است (Cerrón-Mercado et al., 2023).

ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی: میزان فعالیت ضد-باکتریایی عصاره های مختلف در برابر باکتری های گرم منفی (*Helicobacter pylori* ATCC 43504) و گرم مثبت (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) و (*Bacillus subtilis* ATCC 1609) مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش انتشار دیسک: حساسیت سویه های باکتریایی نسبت به عصاره های مختلف گیاه با استفاده از روش انتشار دیسک ارزیابی شد. بدین صورت که در ابتدا برای هر یک از عصاره ها با استفاده از محلول دی متیل سولفوکساید (DMSO) غلظت ۱ میلی گرم بر میلی لیتر تهیه گردید. دیسک های بلانک استریل برای مدت ۴ ساعت در این عصاره ها غوطه ور گردیدند. دیسک های حاوی عصاره در دمای ۴۰ درجه سانتی-گراد خشک گردیدند. غلظت معادل ۰/۵ مک فارلند (۱/۵ × ۱۰^۸ CFU/ml) تهیه شده از سویه های باکتریایی مورد مطالعه بر سطح محیط کشت مولر هیتتون آگار

¹ Dimethylsulfoxide

باکتری‌های مورد مطالعه، چاهک‌های بدون کدورت در مرحله MIC بر روی محیط کشت مولر هیتون براث کشت گردیدند. پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. حداقل غلظتی از عصاره‌ها که از رشد باکتری-ها ممانعت کردند به عنوان حداقل غلظت کشندگی در نظر گرفته شدند (Mogana et al., 2020).

تجزیه و تحلیل آماری

برای آنالیز داده‌های به دست آمده از نرم افزار SPSS16 و آزمون واریانس یک طرفه استفاده گردید. جهت مقایسه میانگین از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. برای انجام تمام آزمایشات از چهار تکرار استفاده شد و نتایج به دست آمده به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار گزارش گردید.

نتایج

تغییرات میزان فنول کل: نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان فنول کل اثر معنی‌داری دارد ($P < 0.05$). بیشترین میزان فنول کل در عصاره متانولی میوه، برگ و ریشه اندازه‌گیری شد که مقادیر آن‌ها به ترتیب 0.73 ± 0.56 ، 0.4 ± 0.45 و 0.5 ± 0.37 میلی گرم معادل گالیک اسید در گرم وزن خشک گیاه بود. کمترین مقادیر فنول کل برای عصاره آبی ریشه گیاه (0.3 ± 0.19 میلی گرم معادل گالیک اسید در گرم وزن خشک گیاه) به ثبت رسید. از نظر حلال مورد استفاده، متانول بیشترین میزان فنول کل و آب کمترین میزان فنول کل را دارا بود. در بین اندام-های مختلف گیاه، میوه گیاه دارای بیشترین میزان فنول کل و ریشه گیاه کمترین میزان فنول را به خود اختصاص دادند (شکل ۲).

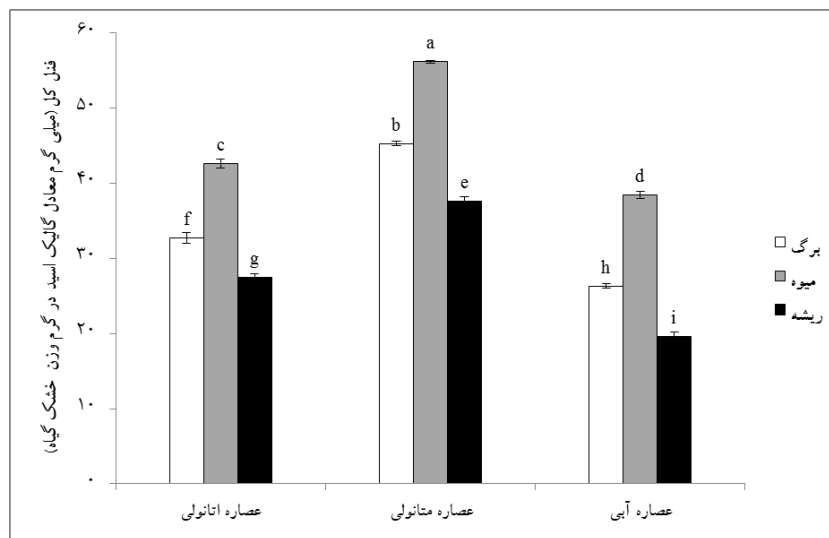
به صورت یکنواخت کشت گردید. در گام بعدی دیسک‌های حاوی عصاره‌های مختلف با فواصل مناسب از یکدیگر و نسبت به لبه پلیت‌ها بر روی سطح محیط کشت قرار گرفت. از دیسک حاوی حلال خنثی DMSO به عنوان کنترل منفی و دیسک حاوی آنتی‌بیوتیک جنتامایسین (۱۰ میکروگرم در دیسک) به عنوان کنترل مثبت استفاده شد. پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از گذشت این مدت قطر هاله عدم رشد برای هر کدام از عصاره‌ها در برابر باکتری‌های مورد مطالعه بر حسب میلی‌متر به وسیله کولیس اندازه‌گیری شد و نتایج به صورت میانگین قطر هاله عدم رشد بیان گردید (Kavaz, D. and Faraj, 2023).

تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC): حداقل غلظت مهارکننده (MIC) با استفاده از میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای ته گرد و بر اساس روش میکرودیلوژن براث (Broth Microdilution) تعیین شد (Mogana et al., 2020). از هر یک از عصاره‌ها غلظت‌های مختلفی شامل ۴۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵، ۱۲/۵ و ۶/۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر تهیه گردید. به هر یک از چاهک‌های میکروپلیت ۵۰ میکرولیتر از هر یک از این غلظت‌ها، ۵۰ میکرولیتر از محیط کشت مولر هیتون براث و ۵۰ میکرولیتر از سوسپانسیون نیم مک‌فارلندی اضافه شد. پس از آن میکروپلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد از گذشت این زمان، با استفاده از دستگاه الایزا مدل Start fax 2100 میزان جذب در طول موج ۶۲۰ نانومتر تعیین شد. حداقل غلظت مهار (MIC) به حداقل غلظتی از عصاره گفته می‌شود که توانایی ممانعت از رشد باکتری‌ها را داشته باشد.

تعیین حداقل غلظت کشندگی (MBC): به منظور تعیین حداقل غلظت کشندگی عصاره‌ها در برابر

جدول ۱: تجزیه واریانس تأثیر اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان فنول کل، فلاونوئید کل، آلکالوئید کل، آنتوسیانین کل و فعالیت آنتی اکسیدانی گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	فنول کل	فلاونوئید کل	آلکالوئید کل	آنتوسیانین کل	فعالیت آنتی اکسیدانی
اندام گیاه	۲	۷۷۴/۷۲۳*	۲۶۳/۱۹۶*	۲۷۹۲/۱۶۰*	۱۷/۲۳۰*	۱۲۱۸/۹۷۳*
نوع حلال	۲	۷۰۶/۶۵۳*	۲۰۵/۵۲۳*	۸۵۷/۷۴۱*	۱۸/۰۹۰*	۱۳۸۹/۱۷۳*
اندام گیاه × نوع حلال	۴	۳/۶۸۳*	۲/۳۲۳*	۱۷/۸۹۱*	۱/۱۸۰*	۲۳/۹۳۳*
خطا	۱۸	۰/۲۵۴	۰/۲۳۱	۰/۳۰۱	۰/۱۷۰	۰/۳۲۰
کل	۲۷					



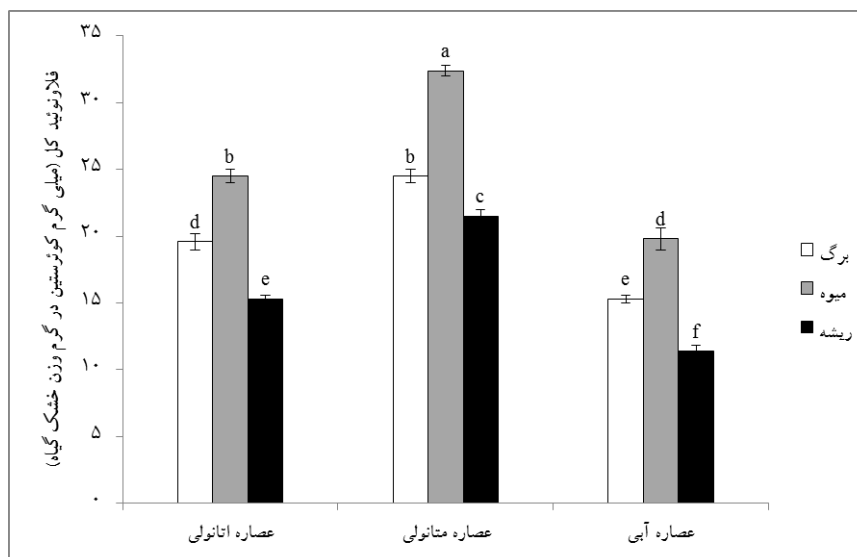
شکل ۲: تأثیر نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان فنول کل گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*) (حروف مختلف بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است)

دارای بیشترین میزان ترکیبات فلاونوئیدی و کمترین میزان آن مربوط به ریشه گیاه بود. در بین حلال‌ها، متانول بالاترین میزان فلاونوئید و آب کمترین میزان این ترکیبات را در بر داشت (شکل ۳).

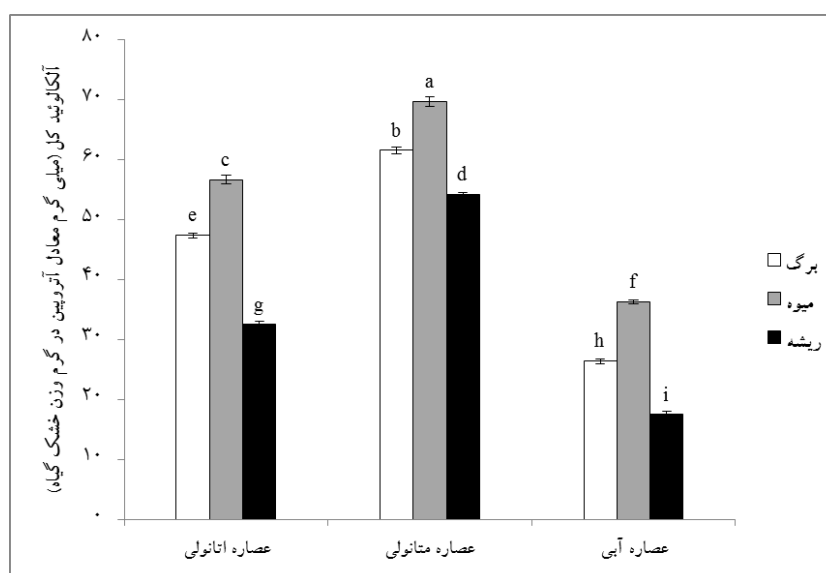
تغییرات میزان آلکالوئید کل: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان آلکالوئید کل دارای اثر معنی‌داری است ($P < 0/05$). بر اساس نتایج، عصاره‌های متانولی بخش‌های مختلف گیاه دارای بالاترین و عصاره‌های آبی آن‌ها دارای کمترین میزان آلکالوئید کل بود. بیشترین میزان آلکالوئید کل $69/8 \pm 0/4$

تغییرات میزان فلاونوئید کل: نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان فلاونوئید کل دارای اثر معنی‌داری است ($P < 0/05$). نتایج نشان داد که عصاره‌های متانولی بخش‌های مختلف گیاه دارای بالاترین و عصاره‌های آبی آن‌ها دارای کمترین میزان فلاونوئید کل بود. بیشترین میزان فلاونوئید کل $32/4 \pm 0/3$ میلی گرم کوئرستین در گرم وزن خشک گیاه) و کمترین میزان آن $11/4 \pm 0/2$ میلی گرم کوئرستین در گرم وزن خشک گیاه) در عصاره آبی ریشه گیاه مشاهده شد. در بین اندام‌های مختلف گیاه، میوه گیاه

میلی گرم معادل آتروپین در گرم وزن خشک گیاه) و کمترین مقدار آن $17/5 \pm 0/2$ میلی گرم معادل آتروپین در گرم وزن خشک گیاه) برای عصاره آبی ریشه گیاه مشاهده شد. در بین حلال‌ها، متانول



شکل ۳: تأثیر نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان فلاونوئید کل گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*) (حروف مختلف بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است)

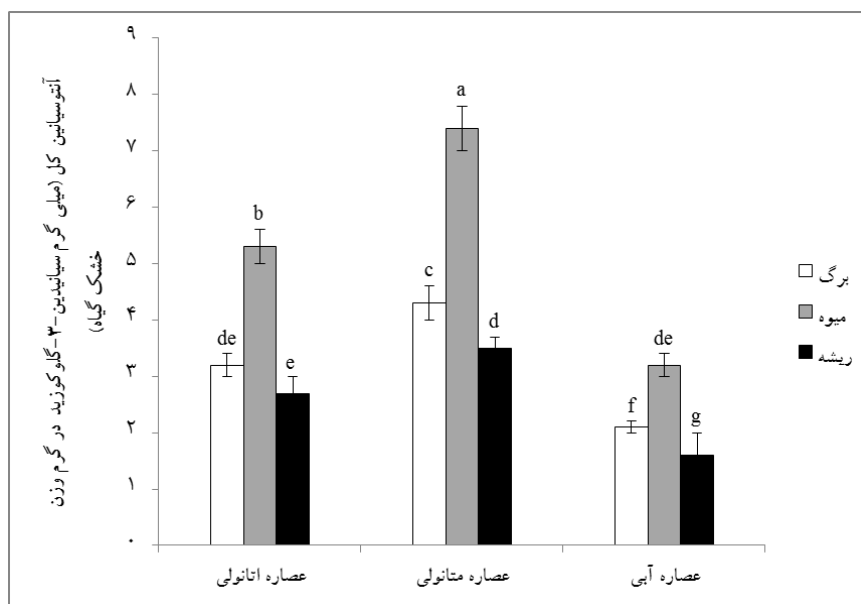


شکل ۴: تأثیر نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان آلکالوئید کل گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*) (حروف مختلف بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است)

تغییرات میزان آنتوسیانین کل: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان آنتوسیانین کل دارای اثر معنی داری است ($P < 0/05$). نتایج نشان داد که عصاره‌های متانولی بخش‌های مختلف گیاه دارای بالاترین و عصاره‌های آبی آن‌ها دارای کمترین میزان آنتوسیانین کل بود. بیشترین میزان آنتوسیانین کل $7/4 \pm 0/2$ میلی گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در گرم وزن خشک گیاه و کمترین مقدار آن $1/6 \pm 0/1$ میلی گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در گرم وزن خشک گیاه) برای عصاره آبی ریشه گیاه اندازه گیری شد. در بین

حلال‌ها، متانول بالاترین میزان آنتوسیانین و آب کمترین میزان آن را داشت. بیشترین و کمترین میزان ترکیبات آنتوسیانینی به ترتیب مربوط به میوه و ریشه گیاه بود (شکل ۵).

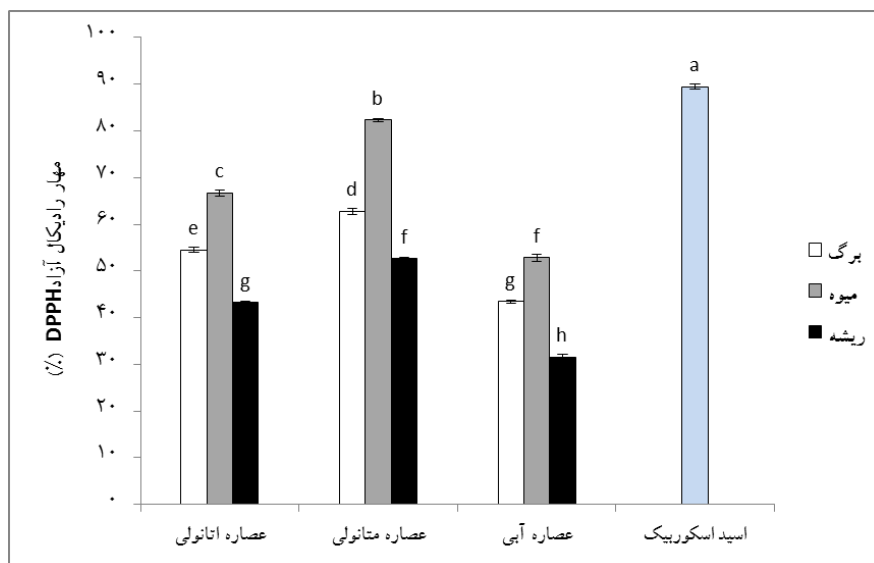
فعالیت آنتی اکسیدانی: بر طبق داده‌های جدول ۱-۴، نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی به طرز معنی داری اثر گذار است ($P < 0/05$). بیشترین و کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی به ترتیب برای عصاره متانولی میوه $82/3 \pm 2$ درصد و عصاره آبی ریشه $31/6 \pm 1$ درصد) به ثبت رسید (شکل ۶).



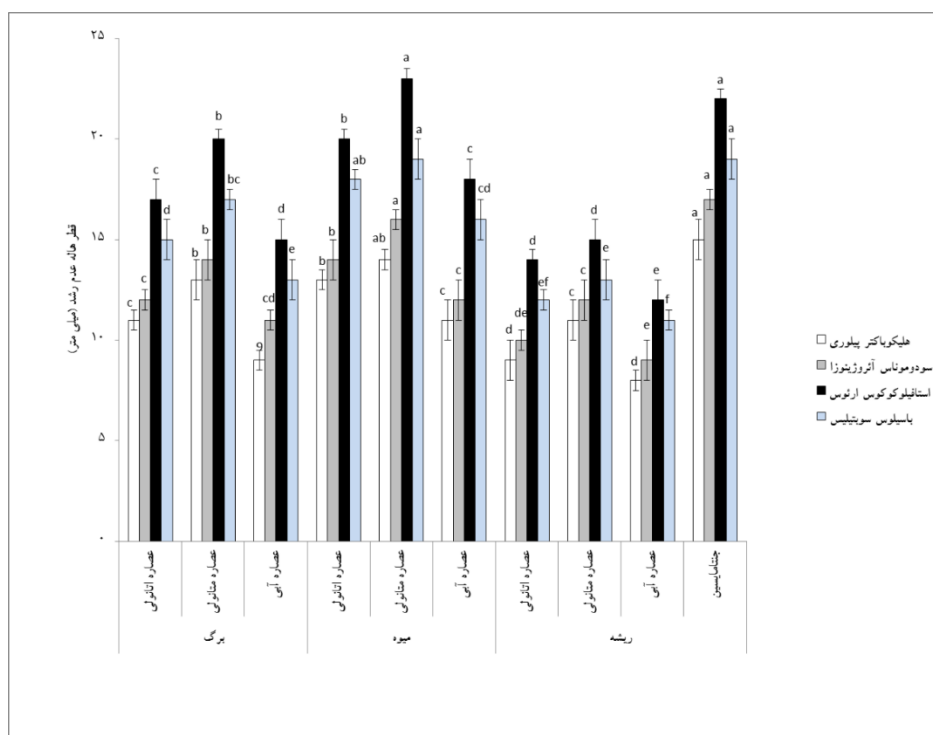
شکل ۵: تأثیر نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان آنتوسیانین کل گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*) (حروف مختلف بیانگر وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است)

فعالیت ضدباکتریایی: روش انتشار دیسک: نتایج مربوط به تجزیه واریانس اثر اندام گیاه و حلال مورد استفاده بر میزان فعالیت آنتی باکتریایی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که عصاره‌های حاصل از اندام‌های مختلف گیاه اثرگذاری بیشتری بر روی باکتری‌های گرم مثبت (*S. aureus* و *B. subtilis*) در قیاس با باکتری‌های گرم منفی (*H.*

pylori و *P. aeruginosa*) داشتند (شکل ۷). بیشترین قطر هاله عدم رشد (۲۳ میلی متر) برای عصاره متانولی میوه در برابر باکتری *S. aureus* ثبت شد و کمترین آن (۸ میلی متر) برای عصاره آبی ریشه گیاه و در برابر باکتری *H. pylori* اندازه گیری شد.



شکل ۶: تأثیر نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*) (حروف مختلف بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است)



شکل ۷: تأثیر نوع اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان فعالیت ضدباکتریایی گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*) (حروف مختلف بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن برای هر یک از باکتری‌ها به صورت جداگانه است)

جدول ۲: تجزیه واریانس تأثیر اندام گیاه و نوع حلال مورد استفاده بر میزان فعالیت ضدباکتریایی گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	<i>H. pylori</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>
اندام گیاه	۲	۲۵/۰۰۰*	۳۰/۳۳۳*	۹۱/۰۰۰*	۷۲/۳۳۳*
نوع حلال	۲	۲۵/۰۰۰*	۲۵/۳۳۳*	۳۶/۰۰۰*	۲۰/۳۳۳*
اندام گیاه × نوع حلال	۴	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۱/۰۰۰	۰/۸۳۳*
خطا	۱۸	۰/۵۸۳	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷
کل	۲۷				

جدول ۳: حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) عصاره‌های مختلف گونه کور صخره‌ای (*Capparis parviflora*) در برابر باکتری‌های مورد مطالعه

		<i>H. pylori</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>S. aureus</i>		<i>B. subtilis</i>	
		MIC (میکروگرم بر میلی- لیتر)	MBC (میکروگرم بر میلی- لیتر)	MIC (میکروگرم بر میلی لیتر)	MBC (میکروگرم بر میلی لیتر)	MIC (میکروگرم بر (میلی لیتر)	MBC (میکروگرم بر (میلی لیتر)	MIC (میکروگرم (بر میلی لیتر)	MBC (میکروگرم بر (میلی لیتر)
برگ	عصاره اتانولی	۶۲/۵	۱۲۵	۶۲/۵	۱۲۵	۱۵/۶۲	۳۱/۲۵	۳۱/۲۵	۶۲/۵
	عصاره متانولی	۶۲/۵	۱۲۵	۶۲/۵	۱۲۵	۱۵/۶۲	۳۱/۲۵	۳۱/۲۵	۶۲/۵
	عصاره آبی	۱۲۵	۲۵۰	۱۲۵	۲۵۰	۳۱/۲۵	۶۲/۵	۶۲/۵	۱۲۵
میوه	عصاره اتانولی	۳۱/۲۵	۶۲/۵	۳۱/۲۵	۶۲/۵	۷/۸۱	۱۵/۶۲	۱۵/۶۲	۳۱/۲۵
	عصاره متانولی	۳۱/۲۵	۶۲/۵	۳۱/۲۵	۶۲/۵	۷/۸۱	۱۵/۶۲	۱۵/۶۲	۳۱/۲۵
	عصاره آبی	۶۲/۵	۱۲۵	۶۲/۵	۱۲۵	۱۵/۶۲	۳۱/۲۵	۳۱/۲۵	۶۲/۵
ریشه	عصاره اتانولی	۱۲۵	۲۵۰	۱۲۵	۲۵۰	۳۱/۲۵	۶۲/۵	۶۲/۵	۱۲۵
	عصاره متانولی	۱۲۵	۲۵۰	۱۲۵	۲۵۰	۳۱/۲۵	۶۲/۵	۶۲/۵	۱۲۵
	عصاره آبی	۲۵۰	۵۰۰	۲۵۰	۵۰۰	۶۲/۵	۱۲۵	۱۲۵	۲۵۰

حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC): نتایج مربوط به حداقل غلظت مهار (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) عصاره‌های مختلف گونه کور صخره‌ای در

برابر باکتری‌های مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. کمترین غلظت مهارکنندگی برای عصاره متانولی میوه گیاه در برابر باکتری *S. aureus* (۷/۸۱ میکروگرم بر میلی لیتر) و بیشترین آن برای عصاره آبی ریشه گیاه در

برابر باکتری *H. pylori* (۲۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) مشاهده شد. حداقل غلظت کشندگی برای عصاره متانولی میوه گیاه در برابر باکتری *S. aureus* (۱۵/۶۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و بیشترین آن برای عصاره آبی ریشه گیاه در برابر باکتری *H. pylori* (۵۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر به دست آمد).

بحث

مطالعات نشان داده‌اند که قطبیت حلال مورد استفاده و حلالیت ترکیبات شیمیایی در آن ممکن است بر میزان فنول کل موجود در عصاره‌ها تأثیر بگذارد (Babbar et al., 2014). نتایج نشان داد که متانول عملکرد بهتری نسبت به دو حلال دیگر (اتانول و آب) در استخراج ترکیبات فنولی داشت که این موضوع احتمالاً به دلیل حلالیت بهتر آن برای اجزای فنولی موجود در مواد گیاهی است. حلالیت ترکیبات فنولی با توجه به نوع حلال مورد استفاده، درجه پلیمریزاسیون آن و بر همکنش آن‌ها با ترکیبات دیگر موجود در بافت‌های گیاه می‌تواند متفاوت باشد (Zhao et al., 2006). همسو با نتایج تحقیق حاضر، Ahmad و همکاران (۲۰۲۱) که حلال متانول بهترین حلال جهت استخراج ترکیبات فنولی از گل‌های گونه *Sphaeranthus indicus* L. است. Xiang و همکاران (۲۰۲۴) گزارش کردند که حلال متانول موثرترین حلال برای استخراج ترکیبات فنولی از گل‌های گیاه *Camellia polyodonta* است. از آنجایی که پلی‌فنول‌ها از طریق پیوند گلیکوزیدی/استری به ماتریکس دیواره سلولی متصل می‌شوند، حلالیت آن‌ها در آب ممکن است کاهش یابد (Rasouli et al., 2017). مطالعات متعددی نشان دادند که الکل‌ها حلال‌های مناسبی برای استخراج ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی هستند و می‌توانند برای جداسازی این دسته از محصولات طبیعی استفاده می‌شود (Ignat et al.,

2016; Joseph et al., 2011). نتایج تحقیق حاضر نیز نشان دهنده میزان بالاتر این ترکیبات در عصاره‌های متانولی و اتانولی در قیاس با عصاره آبی بودند. مطالعات نشان داده است که آکالوئیدها در حلال‌های آبی نامحلول هستند اما در حلال‌های آلی قطبی مانند متانول، اتانول و کلروفرم حل می‌شوند بنابراین این ترکیبات دارای قابلیت بالایی جهت استخراج آکالوئیدها هستند (He et al., 2023). Truong و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که حلال متانول و آب به ترتیب بیشترین و کمترین قابلیت استخراج ترکیبات آکالوئیدی از گیاه *Severinia buxifolia* را دارا هستند.

آنتوسیانین‌ها به طور طبیعی به صورت گلیکوزید وجود دارند، بنابراین استفاده از حلال‌های قطبی برای استخراج آن‌ها ضروری هستند. متانول به عنوان بهترین حلال جهت استخراج آنتوسیانین‌ها معرفی شده است و لذا پر کاربردترین حلال برای استخراج آنتوسیانین بوده است (Oancea et al., 2012; Tan et al., 2022). آنتوسیانین‌ها ترکیبات قطبی هستند، بنابراین استخراج آن‌ها در حلال‌هایی با قطبیت مشابه موثرتر است. متانول و اتانول، نسبت به آب، دارای ویژگی‌های مشابهی با آنتوسیانین‌ها هستند که این موضوع به آن‌ها توانایی بیشتری برای استخراج آنتوسیانین‌ها می‌دهد. در تحقیق حاضر میزان آنتوسیانین استخراج شده به وسیله متانول بیشتر از اتانول است که علت آن می‌تواند به دلیل قدرت نفوذپذیری بیشتر متانول در بافت‌های گیاهی و استخراج موثرتر در قیاس با اتانول باشد (Bridgers et al., 2010).

با مقایسه حلال‌های مختلف می‌توان مشاهده نمود که عصاره متانولی بیشترین و عصاره آبی کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داشتند. در بین اندام‌های مختلف گیاه، میوه بالاترین و ریشه کمترین فعالیت

ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی، آلکالوئیدی و آنتوسیانینی با میزان فعالیت آنتی اکسیدانی رابطه مستقیمی وجود داشت و نتایج نشان داد که روند تغییرات میزان فعالیت آنتی اکسیدانی از روند تغییرات میزان ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی، آلکالوئیدی و آنتوسیانینی پیروی می کند و افزایش میزان این ترکیبات باعث افزایش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره ها می شود.

در مطالعات مختلفی حساسیت باکتری های گرم مثبت نسبت به عصاره های گیاهی مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال Cock (۲۰۰۸) اثرات ضد باکتریایی عصاره متانولی ۲۵ گیاه استرالیایی را علیه دو باکتری گرم مثبت (*B. subtilis* و *B. cereus*) و دو باکتری گرم منفی (*P. aeruginosa* و *Aeromonas hydrophila*) مورد مطالعه قرار داد. برای انجام این کار از روش انتشار دیسک استفاده کرد. نتایج تحقیق نشان دهنده حساسیت بالاتر باکتری های گرم مثبت در مقایسه با باکتری های گرم منفی بود. علاوه بر این، Joshi و همکاران (۲۰۰۹) اثرات ضد باکتریایی عصاره های گونه های گیاهی مختلف از منشأ هند و نپال را بررسی کردند. در این مطالعه ۱۰ باکتری مهم بیماریزای انسانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عصاره ها در برابر باکتری های گرم مثبت در مقایسه با باکتری های گرم منفی موثرتر بودند. حساس ترین باکتری ها نسبت به عصاره های گیاهی *S. aureus* و *B. subtilis* و مقاوم ترین باکتری ها *Shigella dysenteriae*، *Escherichia coli*، *Salmonella typhimurium* بودند. در واقع باکتری های گرم مثبت به عصاره های گیاهی حساسیت بیشتری نسبت به باکتری های گرم منفی دارند. این ممکن است به دلیل مقاومت ذاتی باکتری های گرم منفی و ماهیت و نوع ترکیبات گیاهی باشد. همچنین پیچیدگی کمتر دیواره سلولی باکتری های گرم مثبت در مقایسه با باکتری های

آنتی اکسیدانی را نشان دادند. همانطور که ملاحظه می شود بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی همزمان با حضور حداکثری ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی، آلکالوئیدی و آنتوسیانینی به ثبت رسیده است. مطالعات متعددی نشان داده اند که ترکیبات فوق دارای اثرات آنتی اکسیدانی بالایی هستند و میزان تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره های گیاهی با میزان حضور این ترکیبات رابطه مستقیمی دارد (Muflihah et al., 2021; Jdani et al., 2023). این ترکیبات توانایی بالایی در غیرفعال نمودن رادیکال های آزاد، ممانعت از تجزیه هیدروپراکسیدها با رادیکال های آزاد و کلات کردن یون های فلزی دارند (Flieger et al., 2021). در مطالعه حاضر عصاره متانولی قادر به استخراج بیشترین میزان ترکیبات آنتی اکسیدانی بود. در بین حلال های خالص، متانول کارآمدترین حلال برای استخراج ترکیبات آنتی اکسیدانی است و پس از آن اتانول و آب قرار دارند. این امر می تواند به دلیل حلالیت بهتر ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در گیاهان به دلیل برهمکنش ایجاد شده (پیوندهای هیدروژنی) بین محل های قطبی مولکول های آنتی اکسیدان و حلال باشد (Boeing et al., 2014). Iqbal و همکاران (۲۰۱۲) جهت تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه *Artemisia annua* از روش های ABTS و DPPH استفاده کردند و بیان داشتند که عصاره های متانولی برگ های گیاه درمنه در قیاس با عصاره های اتانولی، آبی، هگزانی و کلروفرمی فعالیت آنتی-اکسیدانی بالاتری دارند. همچنین در این ارتباط Chigayo و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره های مختلف با استفاده از حلال های متانول، اتانول، کلروفرم و آب بیان کردند که عصاره متانولی بهترین عملکرد را در استخراج ترکیبات آنتی اکسیدانی دارد و عصاره آبی کمترین آن را به خود اختصاص داد. در تحقیق حاضر بین میزان

آزمایش انتشار دیسک بود و تأیید کننده تأثیرگذاری بیشتر عصاره‌ها بر باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی مورد مطالعه بود. بر اساس این نتایج حساس‌ترین باکتری مورد مطالعه در برابر عصاره‌های گیاهی *S. aureus* و مقاومترین باکتری در برابر این عصاره‌ها *H. pylori* بود. همچنین مشابه نتایج حاصل از انتشار دیسک، عصاره متانولی مؤثرترین عصاره و عصاره آبی کمترین اثرگذاری را به خود اختصاص دادند.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه زابل انجام شده است (IR-UOZ-GR-9186)، بدین وسیله از تمام دست اندرکاران قدردانی می‌شود.

گرم منفی که محتوای لیپوپلی ساکارید بالایی دارند (و بنابراین نفوذپذیری کمتری دارند)، ممکن است دلیل دیگر این امر باشد (Maldonado et al., 2016). نتایج مطالعات نشان داده است که با افزایش ترکیبات زیست فعال در عصاره‌های گیاهی میزان فعالیت ضد-باکتریایی نیز افزایش می‌یابد (Farahmandfar et al., 2019). در تحقیق حاضر نیز رابطه مستقیمی بین میزان ترکیبات فیتوشیمیایی (فنول کل، فلاونوئید کل، آلکالوئید کل و آنتوسیانین کل) و میزان فعالیت ضدباکتریایی وجود داشت. مطالعات متعددی فعالیت ضدباکتریایی ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی، آلکالوئیدی و آنتوسیانینی را تأیید کرده اند (Othman et al., 2019; Hmamou et al., 2023; Asif et al., 2023). نتایج حاصل از آزمایشات حداقل غلظت مهار و حداقل غلظت کشندگی همسو با نتایج حاصل از

References

- Abu, F., Mat Taib, C.N., Mohd Moklas, M.A. and Mohd Akhir, S., 2017. Antioxidant properties of crude extract, partition extract, and fermented medium of *Dendrobium sabin* flower. *Evidence- Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017(1), p.2907219.
- Ahmad, H.I., Nadeem, M.F., Shoaib Khan, H.M., Sarfraz, M., Saleem, H., Khurshid, U., Locatelli, M., Ashraf, M., Akhtar, N., Zainal Abidin, S.A. and Alghamdi, A., 2021. Phytopharmacological evaluation of different solvent extract/fractions from *Sphaeranthus indicus* L. flowers: From traditional therapies to bioactive compounds. *Frontiers in Pharmacology*, 12, p.708618.
- Asif, R., Ali, M., Mazhar, M., Mustafa, M. and Yasmin, R. 2023. Evaluation of Phytochemical Contents, Antimicrobial, and antioxidant Potential of *Haloxylon Griffithii* Collected From Northern Region of Balochistan, Pakistan, *Dose-Response*, 21(1): 15-43.
- Babbar, N., Oberoi, H.S., Sandhu, S.K. and Bhargav, V.K., 2014. Influence of different solvents in extraction of phenolic compounds from vegetable residues and their evaluation as natural sources of antioxidants. *Journal of food science and technology*, 51, pp.2568-2575.
- Bahrani, M.J., Ramazani Gask, M., Shekafandeh, A. and Taghvaei, M., 2008. Seed germination of wild caper (*Capparis spinosa* L., var. *parviflora*) as affected by dormancy breaking treatments and salinity levels. *Seed Science and Technology*, 36(3), pp.776-780.
- Bernardini, S., Tiezzi, A., Laghezza Masci, V. and Ovidi, E., 2018. Natural products for human health: an historical overview of the drug discovery approaches. *Natural product research*, 32(16), pp.1926-1950.
- Boeing, J.S., Barizão, É.O., e Silva, B.C., Montanher, P.F., de Cinque Almeida, V. and Visentainer, J.V., 2014. Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: application of principal component analysis. *Chemistry central journal*, 8, pp.1-9.
- Bridgers, E.N., Chinn, M.S. and Truong, V.D., 2010. Extraction of anthocyanins from industrial purple-fleshed sweetpotatoes and enzymatic hydrolysis of residues for fermentable sugars. *Industrial crops and products*, 32(3), pp.613-620.

- Cerrón-Mercado, F., Perez-Alvarez, J.A., Nolzco-Cama, D., Salva-Ruiz, B., Tellez-Monzon, L., Fernández-López, J. and Viuda-Martos, M., 2023. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of essential oil obtained from Chincho (*Tagetes elliptica* Sm) leaves grown in the Peruvian Andes. *Foods*, 12(4), p.894.
- Chigayo, K., Mojapelo, P.E.L., Mnyakeni-Moleele, S. and Misihairabgwi, J.M., 2016. Phytochemical and antioxidant properties of different solvent extracts of *Kirkia wilmsii* tubers. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(12), pp.1037-1043.
- Cock, I.E. 2008., Antibacterial Activity of Selected Australian Native Plant Extracts, *The Internet Journal of Microbiology*, 4(2): 1-8.
- Dirar, A.I., Alsaadi, D.H.M., Wada, M., Mohamed, M.A., Watanabe, T. and Devkota, H.P., 2019. Effects of extraction solvents on total phenolic and flavonoid contents and biological activities of extracts from Sudanese medicinal plants. *South African Journal of Botany*, 120, pp.261-267.
- Farahmandfar, R., Esmaeilzadeh Kenari, R., Asnaashari, M., Shahrampour, D. and Bakhshandeh, T., 2019. Bioactive compounds, antioxidant and antimicrobial activities of *Arum maculatum* leaves extracts as affected by various solvents and extraction methods, *Food science & nutrition*, 7(2): 465-475.
- Flieger, J., Flieger, W., Baj, J. and Maciejewski, R., 2021. Antioxidants: Classification, natural sources, activity/capacity measurements, and usefulness for the synthesis of nanoparticles. *Materials*, 14(15), p.4135.
- Gonelimali, F.D., Lin, J., Miao, W., Xuan, J., Charles, F., Chen, M. and Hatab, S.R., 2018. Antimicrobial properties and mechanism of action of some plant extracts against food pathogens and spoilage microorganisms. *Frontiers in microbiology*, 9, p.1639.
- Goswami, C., Pawase, P.A., Shams, R., Pandey, V.K., Tripathi, A., Rustagi, S. and Darshan, G., 2024. A Conceptual Review on Classification, Extraction, Bioactive Potential and Role of Phytochemicals in Human Health. *Future Foods*, p.100313.
- Guedes, B.N., Krambeck, K., Durazzo, A., Lucarini, M., Santini, A., Oliveira, M.B.P., Fathi, F. and Souto, E.B., 2024. Natural antibiotics against antimicrobial resistance: sources and bioinspired delivery systems. *Brazilian Journal of Microbiology*, pp.1-14.
- He, Q., Lei, Q., Huang, S., Zhou, Y., Liu, Y., Zhou, S., Peng, D., Deng, X., Xue, J., Li, X. and Qiu, H., 2023. Effective extraction of bioactive alkaloids from the roots of *Stephania tetrandra* by deep eutectic solvents-based ultrasound-assisted extraction. *Journal of Chromatography A*, 1689, p.463746.
- Hmamou, A., Kara, M., Khomsi, M.E., Saleh, A., Al Kamaly, O., Bendaoud, A., El Ouadrhiri, F., Adachi, A., Tlemcani, S., Eloutassi, N. and Lahkimi, A. 2023. Comparative Study on the Total Phenolics, Total Flavonoids, and Biological Activities of *Papaver rhoeas* L. Extracts from Different Geographical Regions of Morocco, *Applied Sciences*, 13(4): 2695.
- Ignat, I., Volf, I. and Popa, V.I., 2011. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food chemistry*, 126(4), pp.1821-1835.
- Iqbal, S., Younas, U., Chan, K.W., Zia-Ul-Haq, M. and Ismail, M., 2012. Chemical composition of *Artemisia annua* L. leaves and antioxidant potential of extracts as a function of extraction solvents. *Molecules*, 17(5), pp.6020-6032.
- Jdaini, K., Alla, F., Mansouri, F., Parmar, A. and Elhoumaizi, M.A., 2023. Optimizing the extraction of phenolic antioxidants from date palm fruit by simplex-centroid solvent mixture design. *Heliyon*, 9(1).
- Jha, A.K. and Sit, N., 2022. Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, pp.579-591.
- Joseph, N., Anjum, N. and Tripathi, Y.C., 2016. Phytochemical screening and evaluation of polyphenols, flavonoids and antioxidant activity of *Prunus cerasoides* D. Don leaves. *Journal of Pharmacy Research*, 10(7), pp.502-508.

- Joshi, B., Lekhak, S. and Sharma, A., 2009. Antibacterial property of different medicinal plants: *Ocimum sanctum*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Xanthoxylum armatum* and *Origanum majorana*. *Kathmandu University Journal of Science Engineering and Technology*, 5(1).
- Kavaz, D. and Faraj, R.E.K.E., 2023. Investigation of composition, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic characteristics from *Juniperus sabina* and *Ferula communis* extracts. *Scientific reports*, 13(1), p.7193.
- Maldonado, R.F., Sá-Correia, I. and Valvano, M.A., 2016. Lipopolysaccharide modification in Gram-negative bacteria during chronic infection. *FEMS microbiology reviews*, 40(4), pp.480-493.
- Mogana, R., Adhikari, A., Tzar, M.N., Ramliza, R. and Wiart, C.J.B.C.M., 2020. Antibacterial activities of the extracts, fractions and isolated compounds from *Canarium patentinervium* Miq. against bacterial clinical isolates. *BMC complementary medicine and therapies*, 20, pp.1-11.
- Muflihah, Y.M., Gollavelli, G. and Ling, Y.C., 2021. Correlation study of antioxidant activity with phenolic and flavonoid compounds in 12 Indonesian indigenous herbs. *Antioxidants*, 10(10), p.1530.
- Noreen, H., Semmar, N., Farman, M. and McCullagh, J.S., 2017. Measurement of total phenolic content and antioxidant activity of aerial parts of medicinal plant *Coronopus didymus*. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 10(8), pp.792-801.
- Oancea, S., Stoia, M. and Coman, D., 2012. Effects of extraction conditions on bioactive anthocyanin content of *Vaccinium corymbosum* in the perspective of food applications. *Procedia Engineering*, 42, pp.489-495.
- Othman, L., Sleiman, A. and Abdel-Massih, R.M., 2019. Antimicrobial activity of polyphenols and alkaloids in middle eastern plants, *Frontiers in microbiology*, 10: 911.
- Rafińska, K., Pomastowski, P., Rudnicka, J., Krakowska, A., Maruška, A., Narkute, M. and Buszewski, B., 2019. Effect of solvent and extraction technique on composition and biological activity of *Lepidium sativum* extracts. *Food chemistry*, 289, pp.16-25.
- Rasouli, H., Farzaei, M.H. and Khodarahmi, R., 2017. Polyphenols and their benefits: A review. *International Journal of Food Properties*, 20(sup2), pp.1700-1741.
- Riaz, M., Khalid, R., Afzal, M., Anjum, F., Fatima, H., Zia, S., Rasool, G., Egbuna, C., Mtewa, A.G., Uche, C.Z. and Aslam, M.A., 2023. Phytobioactive compounds as therapeutic agents for human diseases: A review. *Food Science & Nutrition*, 11(6), pp.2500-2529.
- Sasidharan, S., Chen, Y., Saravanan, D., Sundram, K.M. and Latha, L.Y., 2011. Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. *African journal of traditional, complementary and alternative medicines*, 8(1).
- Shamsa, F., Monsef, H., Ghamooshi, R. and Verdian-Rizi, M., 2008. Spectrophotometric determination of total alkaloids in some Iranian medicinal plants. *The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 32(1), pp.17-20.
- Shraim, A.M., Ahmed, T.A., Rahman, M.M. and Hijji, Y.M., 2021. Determination of total flavonoid content by aluminum chloride assay: A critical evaluation. *Lwt*, 150, p.111932.
- Tan, J., Han, Y., Han, B., Qi, X., Cai, X., Ge, S. and Xue, H., 2022. Extraction and purification of anthocyanins: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 8, p.100306.
- Truong, D.H., Nguyen, D.H., Ta, N.T.A., Bui, A.V., Do, T.H. and Nguyen, H.C., 2019. Evaluation of the use of different solvents for phytochemical constituents, antioxidants, and in vitro anti-inflammatory activities of *Severinia buxifolia*. *Journal of food quality*, 2019(1), p.8178294.
- Vega Arroy, J.D., Ruiz-Espinosa, H., Luna-Guevara, J.J., Luna-Guevara, M.L., Hernández-Carranza, P., Ávila-Sosa, R. and Ochoa-Velasco, C.E., 2017. Effect of Solvents and Extraction Methods on Total Anthocyanins, Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of *Renalelmia alpinia* (Rottb.) Maas Peel. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(5).
- Xiang, Z., Liu, L., Xu, Z., Kong, Q., Feng, S., Chen, T., Zhou, L., Yang, H., Xiao, Y. and Ding, C., 2024. Solvent Effects on the Phenolic Compounds and Antioxidant Activity Associated with *Camellia polyodonta* Flower Extracts. *ACS Omega*.

- Zhao, M., Yang, B., Wang, J., Li, B. and Jiang, Y., 2006. Identification of the major flavonoids from pericarp tissues of lychee fruit in relation to their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 98(3), pp.539-544.
- Žlabur, J.Š., Žutić, I., Radman, S., Pleša, M., Brnčić, M., Barba, F.J., Rocchetti, G., Lucini, L., Lorenzo, J.M., Domínguez, R. and Rimac Brnčić, S., 2020. Effect of different green extraction methods and solvents on bioactive components of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) flowers. *Molecules*, 25(4), p.810.