Journal of Birjand University of Medical Sciences

Birjand University of Medical Sciences

Original Article

Antioxidant and antimicrobial effects of methanolic and aqueous extracts of *Cuminum cyminum*, *Carum carvi*, and *Nigella sativa* against *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, and *Staphylococcus aureus*

Mina Baharlouei[1], Mojtaba Ranjbar[1]*

ABSTRACT

Background and Aims: Nowadays, due to the toxic effects of synthetic compounds, we are witnessing a marked increase in the use of natural types, such as plant extracts. The present study aimed to assess the total phenolic and flavonoid content and *in vitro* comparative study of the biological activities of methanolic and aqueous extracts of *Cuminum cyminum*, *Carum carvi*, and *Nigella sativa.*

Materials and Methods: This study measured the total phenolic and flavonoid contents. Thereafter, antioxidant capacity was measured by the DPPH free radical scavenging and reducing power methods. The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) were evaluated using the broth microdilution method.

Results: Based on the results, total phenol and flavonoid contents varied from 6.1 to 37.7 mg GAE/g dw and 6.2 to 56.2 mg QE /g dw in the studied species. The species showed high antioxidant capacities. The extracts from the studied species exhibited significant antioxidant activity, with the highest percentage of DPPH free radical inhibition being attributed to the methanolic extract of *Carum carvi* at a concentration of 400 µg/mL (74.67%) and the highest iron-reducing capacity being attributed to the methanolic extract of *Carum carvi* at a concentration of 1000 µg/mL (54.0%). The results also pointed out that the methanolic extracts of all three plants, *Cuminum cyminum*, *Carum carvi*, and *Nigella sativa*, have antibacterial activity against four bacterial species: *Escherichia coli* (PTCC1399), clinical *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus* (PTCC1015), and *Staphylococcus aureus* (ATCC25923). The lowest inhibitory concentration (25.6 mg/ml) and the lowest bactericidal concentration (5.12 mg/ml) were observed for the methanolic extract of Nigella sativa against *E. coli*, while among the aqueous extracts, only the aqueous extracts of Cuminum cyminum and Nigella sativa exhibited antibacterial effects against the four studied species.

Conclusion: As evidenced by the results of this study, methanolic extract of three *Cuminum cyminum*, *Carum carvi*, and *Nigella sativa* had significant antioxidant and antibacterial activity against pathogenic bacteria. Therefore, these extracts can be considered natural herbal products for the management of bacterial infections.

Keywords: Antioxidant activity, Antimicrobial activity, Cuminum cyminum, Carum carvi, Nigella sativa

Citation: Baharlouei M, Ranjbar M. [Antioxidant and antimicrobial effects of methanolic and aqueous extracts of *Cuminum cyminum*, *Carum carvi*, and *Nigella sativa* against *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, and *Staphylococcus aureus*]. J Birjand Univ Med Sci. 2023; 30(2): 164-175. [Persian]

DOI http://doi.org/10.32592/

Received: June 24, 2023 **Accepted:** September 16, 2023

[1] Department of Microbial Biotechnology, Faculty of Biotechnology, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran

***Corresponding author:** Department of Microbial Biotechnology, Faculty of Biotechnology, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran

Tel: +981144442135 Fax: +981144154265 E-mail: ranjbarf@ausmt.ac.ir

مقاله اصیل پژوهشی

بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی عصاره متانولی و آبی زیره سبز، زیره سیاه و سیاه‌دانه علیه اشریشیا کلی، سالمونلا تیفی موریوم، باسیلوس سرئوس و استافیلوکوکوس اورئوس

مینا بهارلویی [1]، مجتبی رنجبر [1]*

چکیده

زمینه و هدف: امروزه به دلیل اثرات سمی ترکیبات سنتتیک، استفاده از انواع طبیعی آن‌ها از جمله عصاره‌های گیاهی افزایش یافته است. هدف از مطالعه حاضر، بررسی محتوای فنل و فلاونوئید کل، مقایسه فعالیت‌های بیولوژیکی عصاره‌های متانولی و آبی گیاه زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه در شرایط in vitro است.

روش تحقیق: در این مطالعه تجربی میزان فنل و فلاونوئید کل اندازه‌گیری شد. سپس ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با روش‌های مهار رادیکال آزاد DPPH و قدرت احیاء کنندگی سنجیده شد. حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) به روش میکرودایلوشن براث مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که محتوای فنل کل در سه گونه مطالعه شده از ۶/۱ تا ۳۷/۷ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک و محتوای فلاونوئید کل از ۶/۲ تا ۵۶/۲ میلی‌گرم گوئرستین بر گرم وزن خشک متغیر است. عصاره‌های گونه‌های مطالعه شده فعالیت آنتی‌اکسیدانی درخور توجهی نشان دادند که بالاترین درصد مهار رادیکال آزاد DPPH مربوط به عصاره متانولی زیره سیاه با غلظت ۴۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر (۶۷/۷۴ درصد) و بالاترین میزان احیاء کنندگی آهن مربوط به عصاره متانولی زیره سیاه با غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر (۰/۵۴) می‌باشد. نتایج نشان داد که عصاره متانولی هر سه گیاه زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه دارای فعالیت ضد باکتریایی بر روی چهار گونه باکتری *Escherichia coli* (PTCC1399)، (بالینی) *Salmonella typhimurium* (PTCC1015) *Bacillus cereus* و *Staphylococcus aureus* (ATCC25923) می‌باشند. کمترین غلظت بازدارندگی (۶/۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و کمترین غلظت کشندگی (۱۲/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) مربوط به عصاره متانولی سیاه دانه و بر روی گونه *E. coli* مشاهده شد. درحالی‌که، از بین عصاره‌های آبی تنها عصاره آبی زیره سبز و سیاه دانه اثر ضد باکتریایی بر روی چهار گونه مورد مطالعه داشتند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر، مشخص شد که عصاره متانولی زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی قابل توجهی علیه باکتری‌های بیماری زا می‌باشند؛ لذا این عصاره‌ها می‌توانند به عنوان فراورده‌های گیاهی طبیعی جهت کنترل عفونت‌های باکتریایی مد نظر قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: فعالیت آنتی‌آکسیدانی، فعالیت ضد میکروبی، زیره سبز، زیره سیاه، سیاه دانه

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۴۰۲؛ ۳۰ (۲): ۱۶۴-۱۷۵.

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۵

[1] گروه زیست فناوری میکروبی، دانشکده زیست فناوری، دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل، آمل، ایران

***نویسنده مسئول:** گروه زیست فناوری میکروبی، دانشکده زیست فناوری، دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل، آمل، ایران
آدرس: آمل- دانشگاه فناوری های نوین آمل- دانشکده زیست فناوری- گروه زیست فناوری میکروبی
تلفن: ۰۱۱۴۴۴۴۲۱۳۵ نمابر: ۰۱۱۴۴۱۵۴۲۶۵ پست الکترونیکی: ranjbarf@ausmt.ac.ir

مقدمه

بیماری‌های عفونی با منشأ باکتریایی سلامت انسان‌ها را در سراسر جهان تهدید می‌کنند. این درحالی است که مقاومت دارویی برخی از باکتری‌ها سبب کاهش عملکرد بسیاری از آنتی‌بیوتیک‌ها شده‌است (۱). بنابراین نیازمند رویکردهای خلاقانه و نوآورانه برای کشف و توسعه آنتی‌بیوتیک‌های جدید هستیم. ترکیبات موجود در گیاهان، منابع امیدوارکننده‌ای از ترکیبات ضدباکتریایی هستند که می‌توانند به عنوان یک کاندید داروی جدید در مقابل بحران رو به رشد مقاومت آنتی‌بیوتیکی معرفی گردند (۲). به‌طورکلی، گیاهان ترکیبات متنوعی را به عنوان متابولیت‌های ثانویه تولید می‌کنند. این متابولیت‌ها به عنوان عوامل زیستی قوی برای درمان بیماری و همچنین کشف داروهای جدید، افزودنی‌های غذایی، طعم دهنده‌ها و سایر محصولات صنعتی با ارزش در نظر گرفته می‌شوند (۳). مطالعات نشان داده است که بدن انسان برای متابولیسم نرمال، پیام‌رسانی و تنظیم فعالیت‌های سلولی به رادیکال‌های آزاد و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی احتیاج دارد. بنابراین وجود تعادل بین رادیکال‌های آزاد و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی برای انجام عملکردهای فیزیولوژیکی بدن ضروری بوده و در صورت عدم تعادل بین رادیکال‌های آزاد و آنتی اکسیدان‌ها، رادیکال‌های آزاد نقش مضر داشته و باعث استرس‌های اکسیداتیو می‌شوند. استرس اکسیداتیو می‌تواند غشاهای سلولی و ساختارهای مهم سلولی مانند پروتئین‌ها، لیپیدها، دئوکسی ریبونوکلئوتید و کربوهیدرات‌ها را تغییر دهد. استرس اکسیداتیو یکی از عوامل مؤثر در بروز بسیاری از بیماری‌ها است. بنابراین برای ایجاد تعادل مورد نظر از آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی استفاده می‌کنند. با این حال، مطالعات نشان داده است که آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی ممکن است عوارض جانبی داشته و برای سلامت انسان مضر باشند. در دهه‌های اخیر توجه محققان به سمت شناسایی و کشف آنتی اکسیدان‌هایی با منشاء طبیعی سوق پیدا کرده است. یکی از منابع اصلی آنتی‌اکسیدانی با منشاء طبیعی گیاهان می‌باشند (۴). فعالیت آنتی‌اکسیدانی یک گیاه عموماً به دلیل وجود متابولیت‌ها و ترکیبات فنلی موجود در آن می‌باشد. ترکیبات فنلی و مشتقات آن مانند فلاونوئیدها از مهم ترین متابولیت‌های ثانویه تولید شده توسط گیاهان هستند. این ترکیبات می‌توانند فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدتوموری، ضدویروسی و آنتی‌بیوتیکی داشته باشند (۵). استفاده از عصاره‌های گیاهی به دلیل مزایای منحصر به فرد آن‌ها از جمله اثربخشی درمانی بالا، عوارض جانبی کم و هزینه ارزان‌تر نسبت به محصولات مصنوعی، بسیار مورد علاقه مردم می‌باشد. از این رو، امید است که در آینده نزدیک بسیاری از داروها با منشاء طبیعی در بازار عرضه شوند (۳).

زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و زیره سیاه (*Carum carvi*)، متعلق به خانواده *Apaiaceae* از قدیمی‌ترین گیاهان کشت شده در آسیا، آفریقا و اروپا هستند. در طب سنتی، زیره سبز و زیره سیاه برای درمان بیماری‌های گوارشی، اسهال، سوءهاضمه، سردرد، نفخ، اختلالات ریوی، سرفه و بهبود عملکرد کبد مورد استفاده قرار می‌گیرند (۶).

سیاه دانه (*black seed*) از خانواده *Ranunculacea* است که با نام‌های *nigella sativa* و*black cumin seed* نیز شناخته می‌شود. قرن‌هاست در طب سنتی از سیاه دانه برای درمان بیماری‌های مختلف از جمله آسم، سرماخوردگی، سردرد، احتقان بینی، بیماری‌های روماتیسمی، زگیل و بسیاری دیگر استفاده می‌شود. این گیاه دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی، ضد سرطانی، ضد میکروبی و همچنین ضد فشارخون، ضد دیابت و تنظیم‌کننده سیستم ایمنی بوده و دارای خواص محافظت‌کننده از کلیه، کبد، قلب، دستگاه گوارش و سیستم عصبی نیز می‌باشد (۷).

مطالعات نشان داده‌اند که نوع و میزان ترکیبات مؤثر موجود در گیاه به نوع گیاه بستگی دارد. همچنین نوع حلال مورد استفاده نیز در میزان و نوع ترکیبات استخراجی تأثیر دارد. بنابراین هدف از مطالعه حاضر تأثیر نوع حلال و نوع گیاه (زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه) بر میزان فنل کل، فلاونوئید، فعالیت‌های ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی می‌باشد تا بتوان عصاره مناسب با بالاترین ظرفیت ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی را جهت به کارگیری در داروهای جدید، افزودنی‌های غذایی، طعم دهنده‌ها و سایر محصولات صنعتی با ارزش شناسایی کرد.

روش تحقیق

تهیه عصاره‌های آبی و الکلی

برای تهیه عصاره آبی مقدار ۸ گرم دانه پودر شده زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه توزین شده و در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب استریل حل شد. سپس به مدت ۴۵ دقیقه روی همزن با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در ادامه محلول حاصل را به مدت ۷۲ ساعت درون انکوباتور شیکردار با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس عصاره به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. در نهایت عصاره‌ها با استفاده از کاغذ واتمن صاف و توسط دستگاه خشک‌کن انجمادی خشک شد. برای تهیه عصاره هیدروالکلی مقدار ۸ گرم دانه پودر شده زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه توزین و در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ حل شده و به مدت ۷۲ ساعت درون انکوباتور شیکردار با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در ادامه محلول به‌دست آمده به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ و با استفاده از کاغذ واتمن صاف شد. سپس حلال عصاره‌ها را با استفاده از دستگاه روتاری تبخیر کرده و در نهایت عصاره‌ها تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (۸).

تعیین میزان فنول کل عصاره‌ها

تعیین میزان فنل کل عصاره‌ها به روش فولین–سیوکالتیو انجام شد. در این روش ۳۰۰ میکرولیتر از عصاره (یک میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) برداشته شده و با ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین و ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم (۷۵ گرم بر لیتر) مخلوط شد و به مدت ۵۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفته و میزان جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد با استفاده از غلظت‌های مختلف گالیک اسید تهیه شد. محتوای فنل عصاره‌ها برحسب میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک عصاره گزارش شد (۸).

تعیین میزان فلاونوئید کل عصاره‌ها

میزان فلاونوئید کل عصاره‌ها با استفاده از روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلرید مشخص شد. در این روش مقدار ۱۵۰۰ میکرولیتر عصاره (یک میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) با ۱۵۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم (۲۰ گرم بر لیتر) مخلوط شده و به مدت ۴۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. در نهایت میزان جذب در طول موج ۴۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد و محتوای فلاونوئید کل عصاره‌ها برحسب میلی‌گرم کوئرسین بر گرم وزن خشک عصاره گزارش شد (۸).

بررسی فعالیت ضدباکتریایی عصاره‌ها

فعالیت ضدباکتریایی عصاره‌ها از روش حداقل غلظت بازدارندگی (MIC[1]) و حداقل غلظت کشندگی (MBC[2]) بر روی ۴ گونه باکتری *Escherichia coli* (PTCC1399)، (بالینی) *Salmonella typhimurium* (PTCC1015)، *Bacillus cereus* و *Staphylococcus aureus* (ATCC25923) انجام شد. تست حساسیت ضدمیکروبی بر اساس روش مرجع میکرودایلوشن براث بر طبق دستورالعمل مؤسسه استانداردهای بالینی انجام شد (۹) از استوک عصاره سریال‌های رقت دو برابر در محیط مولر هینتون براث تهیه شد (برای هر عصاره ۶ رقت سریال بین ۶/۲۵ –۲۰۰ میلی گرم بر میلی‌لیتر). در ادامه داخل هر میکروپلیت ۱۰۰ میکرولیتر از هر کدام از رقت‌های تهیه شده، ریخته شد و به آن ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون‌های باکتریایی با رقت $1/5 \times 10^5$ اضافه شد. سپس به مدت ۱۸ ساعت درون انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. اولین غلظتی که در آن هیچ کدورتی ناشی از رشد باکتری مشاهده نشده به عنوان حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) در نظر گرفته شد. برای تعیین حداقل غلظت کشندگی، ابتدا پتری دیش‌های محیط کشت مولر هینتون آگار به ۱۰ قسمت تقسیم شده و ۱۰ میکرولیتر از میکروپلیت‌های بدون کدورت بر روی محیط کشت جامد کشت داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه در انکوباتور قرار داده شد. کمترین غلظتی که در آن باکتری رشد نکرده باشد، به عنوان

[1] Minimum inhibitory concentration (MIC)
[2] Minimum bactericidal concentration (MBC)

حداقل غلظت کشندگی (MBC) در نظر گرفته شد (۹).

بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش مهار رادیکال آزاد DPPH

به منظور تعیین مهار رادیکال آزاد DPPH در هر کدام از عصاره‌ها، در ابتدا غلظت‌های مختلف ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر از هر یک از عصاره‌ها تهیه شد. سپس ۱۰۰۰ میکرولیتر از هر کدام از غلظت‌های تهیه شده از عصاره‌های مختلف با ۲۰۰۰ میکرولیتر محلول DPPH (۴ میلی‌گرم در۱۰۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد) ترکیب شده و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار داده شد. در انتها میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. درصد مهار رادیکال‌های DPPH توسط عصاره از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$I\ (\%) = \frac{(AD-AS)}{AD} \times 100$$

که در این فرمول AD جذب کنترل و AS جذب نمونه حاوی عصاره می‌باشد.

بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش احیاء کنندگی آهن

جهت بررسی میزان احیاء کنندگی آهن هریک از عصاره‌ها، ابتدا غلظت‌های مختلف ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر تهیه شد. سپس ۱۰۰۰ میکرولیتر از هر کدام از غلظت‌های تهیه شده از عصاره‌های مختلف برداشته و با ۱۰۰۰ میکرولیتر بافر فسفات (M ۰/۲) و ۱۰۰۰ میکرولیتر پتاسیم فری سیانات (۱٪) ترکیب شد و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس فالکون‌ها روی سکوی آزمایشگاه قرار داده شد تا سرد شوند. در ادامه به هرکدام از فالکون‌ها ۱۰۰۰ میکرولیتر تری کلرواستیک اسید (۱۰٪) اضافه شد. در نهایت ۱۰۰۰ میکرولیتر از ترکیب فوق به ۱۰۰۰ میکرولیتر آب استریل و ۴۰۰ میکرولیتر کلرید آهن (۰/۰۱٪) اضافه شده و جذب آن در طول موج ۷۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (۸).

طیف سنجی تبدیل فوریه فروسرخ (FTIR)

طیف‌سنجی مادون قرمز توسط دستگاه perkin elmer-spectrum 65 برای شناسایی گروه‌های عاملی عصاره‌ها مورد آزمایش قرار گرفته شد.

آنالیز آماری

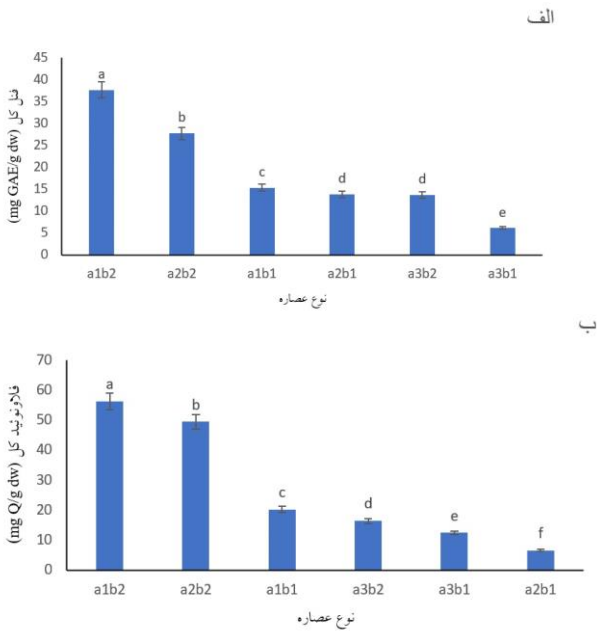
برای بررسی و مقایسه میانگین‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد. همچنین ضرایب همبستگی ساده بین زوج صفات برای به‌دست آوردن میزان ارتباط صفات با یکدیگر با روش پیرسون انجام گرفت.

مطالعه حاضر پس از تأیید شورای پژوهشی دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل و کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی با کد IR.ASMT.REC.1402.005 انجام شد.

یافته‌ها

ارزیابی میزان فنول و فلاونوئید کل

مقایسه میزان فنول و فلاونوئید کل مورد بررسی نشان داد که بین گونه‌ها و حلال‌های مورد استفاده تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ وجود دارد. به‌طوری که بیشترین میزان فنول کل مربوط به عصاره متانولی زیره سبز (۳۷/۶۸ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصاره خشک) و کمترین میزان فنل کل مربوط به عصاره آبی سیاه دانه (۶/۱۷ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصاره خشک) می‌باشد (نمودار ۱.الف). همچنین بیشترین میزان فلاونوئید کل مربوط به عصاره متانولی زیره سبز (۵۶/۲۸ میلی‌گرم گوئرستین بر گرم عصاره خشک) و کمترین میزان فلاونوئید کل مربوط به عصاره آبی زیره سیاه (۶/۵۶ میلی‌گرم گوئرستین بر گرم عصاره خشک) می‌باشد (نمودار ۱.ب). همان‌طور که نتایج نمودار ۱ نشان داده است بالاترین میزان فنل و فلاونوئید کل در عصاره متانولی زیره سبز بوده و در مرحله بعدی مربوط به عصاره متانولی زیره سیاه می‌باشد که در ادامه شاهد یک کاهش چشمگیر در میزان فنل و فلاونوئید کل دیگر نمونه‌ها می‌باشیم.



نمودار ۱- الف: تاثیر حلال آبی و متانولی بر روی میزان فنل کل؛ ب: میزان فلاونوئید کل گونه‌های زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه؛ (a: گونه، a1 زیره سبز، a2 زیره سیاه، a3 سیاه دانه)؛ (b : حلال، b1 حلال آب، b2 حلال متانول)-میانگین‌های دارای حروف مشابه برای هر تیمار معرف عدم معنی داری($P>0.05$)

ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی

حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) عصاره‌ها در مقابل گونه‌های باکتریایی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول۱). نتایج نشان دادند که بین گیاهان مختلف و حلال‌های مختلف از نظر حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج آنالیز اثر متقابل حلال در گیاهان مختلف نشان داد که کمترین غلظت بازدارندگی (۶/۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و کمترین غلظت کشندگی (۱۲/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) مربوط به عصاره متانولی سیاه دانه و بر روی گونه *E. coli* مشاهده شد. همچنین در مراحل بعدی کمترین غلظت بازدارندگی و کمترین غلظت کشندگی به ترتیب مربوط به عصاره متانولی سیاه دانه بر روی گونه‌های *S. typhimurium* و *B. cereus* و عصاره آبی و متانولی سیاه دانه و بر روی گونه *S. aureus* با میزان ۱۲/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر و ۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر می‌باشد. همچنین در محدوده غلظت بررسی شده از عصاره آبی زیره سیاه، اثر ضدباکتریایی بر روی هیچ‌کدام از باکتری‌ها مشاهده نشد.

جدول ۱- حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) (بر حسب mg/ml) عصاره آبی و متانولی گونه‌های زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه بر روی باکتری‌های منتخب

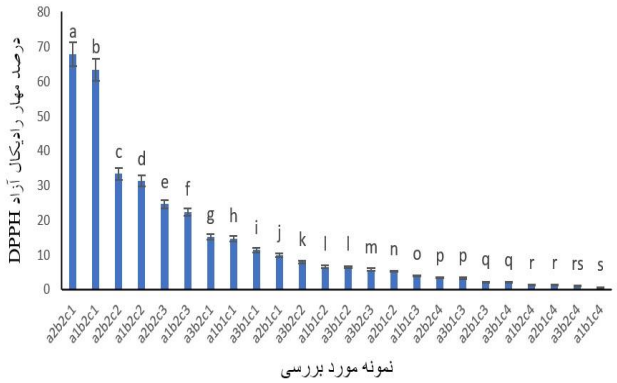
	زیره سبز				زیره سیاه				سیاه دانه			
	متانولی		آبی		متانولی		آبی		متانولی		آبی	
سویه باکتری	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC
E. coli	۱۰۰^{c}	۵۰^{c}	۱۰۰^{c}	۵۰^{c}	۱۰۰^{c}	۵۰^{c}	۰	۰	۱۲/۵^{a}	۶/۲۵^{a}	۵۰^{b}	۱۲/۵^{ab}
S. typhimurium	۱۰۰^{c}	۲۵^{b}	۱۰۰^{c}	۵۰^{c}	۱۰۰^{c}	۵۰^{c}	۰	۰	۲۵^{ab}	۱۲/۵^{ab}	۱۰۰^{c}	۵۰^{c}
B. cereus	۱۰۰^{c}	۵۰^{c}	۱۰۰^{c}	۵۰^{c}	۱۰۰^{c}	۲۵^{b}	۰	۰	۲۵^{ab}	۱۲/۵^{ab}	۵۰^{b}	۲۵^{b}
S. aureus	۵۰^{b}	۵۰^{c}	۱۰۰^{c}	۵۰^{c}	۱۰۰^{c}	۲۵^{b}	۰	۰	۲۵^{ab}	۱۲/۵^{ab}	۲۵^{ab}	۱۲/۵^{ab}

*میانگین‌های دارای حروف مشابه برای هر تیمار، در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار بودند.

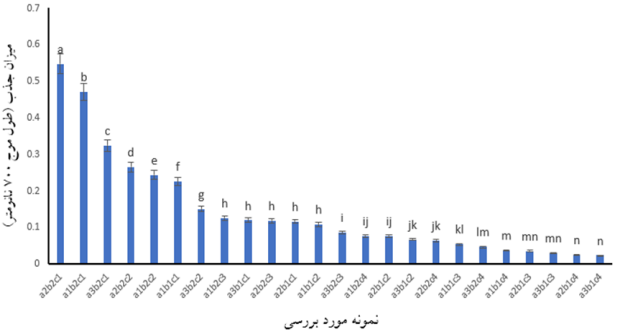
ارزیابی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی

به منظور ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها از دو روش درصد مهار رادیکال آزاد DPPH و میزان احیاء کنندگی آهن استفاده شد. تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی روش احیاء کنندگی آهن بر اساس ساز و کار انتقال اتم هیدروژن و در روش مهار رادیکال آزاد DPPH بر اساس ساز و کار روش انتقال الکترون می‌باشد. از جمله مزیت‌های این دو روش می‌توان به سادگی، عدم نیاز به تجهیزات پیچیده و امکانات آزمایشگاهی، دقت و قابل اعتماد بودن آن‌ها اشاره کرد. بعلاوه استفاده از این روش محدودیت‌های مالی برای انجام تست‌های آنتی‌اکسیدانی را کاهش می‌دهد (۱۰. نتایج آنالیز درصد مهار رادیکال آزاد DPPH نشان داد که بین گیاهان مختلف، حلال‌های مختلف و غلظت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد و آنالیز اثر متقابل گیاهان مختلف در حلال‌های مختلف در غلظت‌های مختلف نشان داد که بالاترین درصد مهار رادیکال آزاد DPPH مربوط به عصاره متانولی زیره سیاه با غلظت ۴۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر (۶۷/۷۴ درصد) می‌باشد (نمودار ۲). در مرحله بعدی بالاترین درصد مهار رادیکال آزاد DPPH مربوط به عصاره متانولی زیره سبز با غلظت ۴۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر (۶۳/۳۳ درصد) می‌باشد. کمترین درصد مهار رادیکال آزاد DPPH مربوط به عصاره آبی زیره سبز با غلظت ۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر(۰/۵۴) می‌باشد. نتایج نشان داده است که با افزایش غلظت عصاره، درصد مهار رادیکال آزاد DPPH افزایش می‌یابد (نمودار ۲). همچنین نتایج نشان داد در غلظت ۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر بین عصاره آبی زیره سیاه و عصاره متانولی زیره سبز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

نتایج آنالیز میزان احیاء کنندگی آهن نشان داد که بین گیاهان مختلف، حلال‌های مختلف و غلظت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد و آنالیز اثر متقابل گیاهان مختلف در حلال‌های مختلف در غلظت‌های مختلف نشان داد که بالاترین میزان احیاء کنندگی آهن مربوط به عصاره متانولی زیره سیاه با غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر (۰/۵۴) می‌باشد (نمودار ۳). در مراحل بعدی بالاترین جذب اسپکترومتری مربوط به غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر عصاره متانولی زیره سبز (۰/۴۷) و عصاره متانولی سیاه دانه (۰/۲۶) می‌باشد. کمترین میزان جذب اسپکترومتری مربوط به عصاره آبی زیره سیاه (۰/۰۲۳) و سیاه دانه (۰/۰۲۴) با غلظت ۱۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر می‌باشد. همچنین نتایج آزمایش نشان داده است که با افزایش غلظت، میزان جذب اسپکترومتری و بالطبع میزان احیاء کنندگی آهن افزایش می‌یابد (نمودار۳).



نمودار ۲- اثرغلظت، حلال و گونه گیاهی بر روی درصد مهار رادیکال آزاد DPPH ؛ (a: گونه، a1 زیره سبز، a2 زیره سیاه، a3 سیاه دانه)؛ (b : حلال، b1 حلال آب، b2 حلال متانول)؛ (c: غلظت بر حسب $(\mu g/ml)$، c1 ۴۰۰، c2 ۲۰۰، c3 ۱۰۰، c4 ۵۰). میانگین‌های دارای حروف مشابه برای هر تیمار معرف عدم معنی‌داری($P> 0.05$)



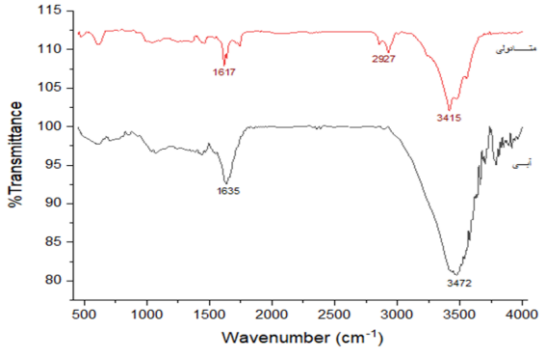
نمودار ۳) : اثرغلظت، حلال و گونه گیاهی بر روی میزان احیاء کنندگی آهن ؛ (a: گونه، a1 زیره سبز، a2 زیره سیاه، a3 سیاه دانه)؛ (b: حلال، b1 حلال آب، b2 حلال متانول)؛ (c: غلظت بر حسب $(\mu g/ml)$، c1 ۱۰۰۰، c2 ۵۰۰، c3 ۲۵۰، c4 ۱۲۵). میانگین های دارای حروف مشابه برای هر تیمار معرف عدم معنی داری($P> 0.05$)

تجزیه و تحلیل طیف سنجی FTIR[1]

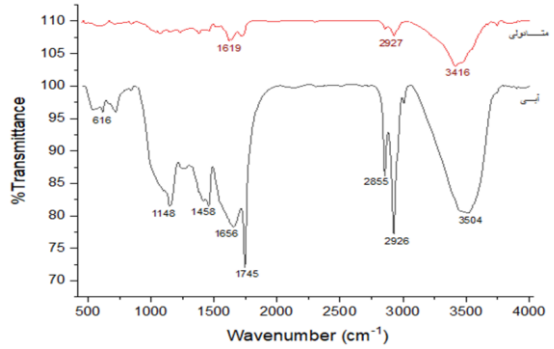
از طیف سنجی FTIR برای شناسایی گروه عملکردی اجزای زیست‌فعال براساس مقدار پیک در ناحیه تابش مادون قرمز استفاده شد. بنابراین هدف از آین آنالیز وجود ارتباط گروههای پیوندی شناسایی شده با ترکیبات موجود در عصاره می باشد به عنوان مثال بر اساس گروههای هیدروکسیل در محدوده فرکانس ۳۳۰۰ تا ۳۴۰۰ سانتی متر احتمالا مربوط به ترکیبات فنلی موجود در عصاره می باشد و بر اساس این آنالیز وگروههای پیوندی شناسایی شده در آن و بر اساس مطالعات قبلی احتمالا به یکی از ترکیبات موجود در عصاره نسبت داده و بر اساس آن اثر نوع حلال را تا حدودی بر روی ترکیبات استخراج شده در عصاره می توان حدس زد. طیف FTIR عصاره‌های آبی و متانولی سیاه دانه در محدوده فرکانس۴۰۰۰-۴۰۰ سانتی‌متردر نمودار ۴ نمایش داده شده است. مطابق با این نمودار جذب در ناحیه ۱۶۳۵ و ۱۶۱۷ سانتی‌متر در عصاره‌های آبی و متانولی مربوط به ارتعاش کششی C=O آمیدها می‌باشد که مشخصه پروتئین‌ها می‌باشد. پیک مشاهده شده در ناحیه ۲۹۲۷ سانتی‌متر در عصاره متانولی نشان دهنده پیوند C-H آلدهیدها در ارتعاشات کششی پلی‌ساکاریدها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها می‌باشد. همچنین نوارهای جذبی مشاهده شده در ۳۴۱۵ و ۳۴۷۲ سانتی‌متر مربوط به پیوند های N-H و O-H در ارتعاشات کششی آمین‌ها، آمیدها، الکل ها و فنول ها می‌باشد (۱۱,۱۲).

نوارهای جذبی عصاره‌های آبی و متانولی زیره سبز در نمودار ۵ نمایش داده شده است. مطابق با این نمودار نوارهای جذبی ۶۱۶ و ۱۱۴۸ سانتی‌متر در عصاره آبی به ترتیب مربوط به پیوند C-H در ارتعاشات خمشی حلقه آروماتیک و پیوند C-O در الکل‌ها، اترها، استرها، کربوکسیلیک اسیدها و انیدریدها می‌باشد. همچنین پیک مشاهده شده در ۱۴۵۸ سانتی‌متر در عصاره آبی نشان دهنده پیوندهای CH_3 و COO^- در ارتعاشات خمشی آلکان ها و آمینواسیدها می‌باشد. نوارهای جذبی ۱۶۵۶ و ۱۶۱۹ سانتی‌متر در عصاره‌های آبی و متانولی مربوط به ارتعاش کششی C=O آمیدها و نوارهای جذبی ۲۸۵۵، ۲۹۲۶ و ۲۹۲۷ سانتی‌متر نشان دهنده پیوند C-H آلدهیدها در ارتعاشات کششی پلی‌ساکاریدها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها می‌باشد. همچنین نوارهای جذبی مشاهده شده در ۳۵۰۴ و ۳۴۱۶ سانتی‌متر مربوط به پیوند های N-H و O-H در ارتعاشات کششی آمین‌ها، آمیدها، الکل‌ها و فنول‌ها می‌باشد (۱۱,۱۲).نوارهای جذبی عصاره‌های آبی و متانولی زیره سیاه در نمودار ۶ نمایش داده شده است. مطابق با این نمودار نوارهای جذبی ۶۲۰، ۶۱۸ و ۶۵۸ سانتی‌متردر عصاره آبی و متانولی مربوط به پیوند C-H در ارتعاشات خمشی حلقه آروماتیک و نوارهای جذبی ۱۱۲۳ و ۱۴۱۱ سانتی‌متردر عصاره آبی نشان‌دهنده پیوند C-O در الکل‌ها، اترها، استرها، کربوکسیلیک اسیدها و انیدریدها می‌باشد. پیک مشاهده شده در ۱۵۷۹ و ۲۹۲۹ سانتی‌متردر عصاره آبی به ترتیب مربوط به ارتعاشات خمشی حلقه آروماتیک و N-H در اسیدهای آمینه و پیوند C-H آلدهیدها در ارتعاشات کششی پلی‌ساکاریدها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها می‌باشد.

نمودار ۴) : طیف سنجی تبدیل فوریه فروسرخ عصاره‌های متانولی و آبی سیاه دانه

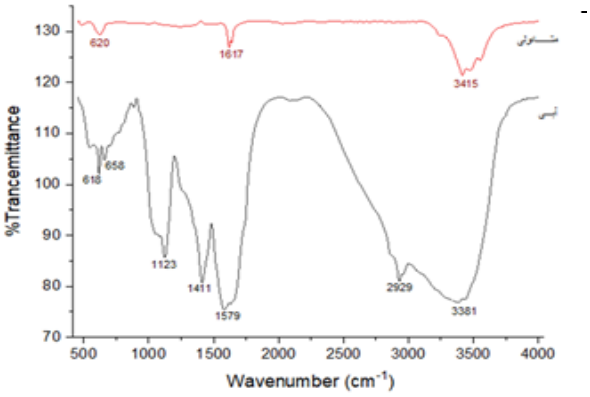


نمودار ۵) تبدیل فوریه فروسرخ عصاره‌های متانولی و آبی زیره سبز



نمودار ۶) طیف سنجی تبدیل فوریه فروسرخ عصاره‌های متانولی و

[1] Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR)



آبی زیره سیاه

همچنین نوارهای جذبی مشاهده شده در ۳۴۱۵ و ۳۳۸۱ سانتی‌متردر عصاره‌های متانولی و آبی مربوط به پیوندهای N-H و O-H در ارتعاشات کششی آمین‌ها، آمیدها، الکل‌ها و فنول‌ها می‌باشد (۱۱،۱۲).

همبستگی بین صفات

طبق نتایج همبستگی(جدول ۲)، بین میزان احیاء کنندگی آهن با میزان فلاونوئید و درصد مهار DPPH همبستگی مثبت (به ترتیب r=۰/۹۲ و r=۰/۹۳) و سطح معنی‌داری ۰/۰۱ وجود دارد. بین میزان فلاونوئید با میزان فنول و درصد مهار DPPH همبستگی مثبت (به ترتیب r=۰/۹۴ و r=۰/۹۸) و سطح معنی‌داری ۰/۰۱ وجود دارد. همبستگی بین میزان فنول با درصد مهار DPPH و میزان احیاء کنندگی آهن همبستگی مثبت (به ترتیب r=۰/۹۱ و r=۰/۸۵) و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ وجود دارد.

جدول ۲) میزان همبستگی بین میزان فنول، فلاونوئید، درصد مهار رادیکال آزاد DPPH و میزان احیاء کنندگی آهن

	میزان احیاء کنندگی آهن	درصد مهار DPPH	میزان فلاونوئید	میزان فنول
میزان فنول	*۰/۸۵	*۰/۹۱	**۰/۹۴	۱
میزان فلاونوئید	**۰/۹۲	**۰/۹۸	۱	
درصد مهار DPPH	**۰/۹۳	۱		
میزان احیاء کنندگی آهن	۱			

* وجود همبستگی در سطح ۵ درصد ** وجود همبستگی در سطح ۱ درصد

بحث

افزایش تقاضای جهانی در استفاده از محصولات گیاهی برای اهداف درمانی و تغذیه منجر به افزایش تحقیقات درباره ترکیبات طبیعی موجود در گیاهان مختلف و فعالیت‌های دارویی آن‌ها شده است. علاوه‌براین، در طول سال‌ها نیاز محققان به جستجوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی به دلیل سرطان‌زا بودن آن‌ها افزایش یافته است (۱۲). در این مطالعه علاوه بر ارزیابی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های آبی و متانولی زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه، محتوای فنول و فلاونوئید کل نیز اندازه‌گیری شد زیرا ترکیبات فنلی به دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی و فیزیولوژیکی (مانند اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی، ضد جهش زا و ضد التهابی) از اهمیت قابل توجهی برخوردار هستند (۱۴). تجزیه و تحلیل آزمون همبستگی پیرسون تایید کننده یک همبستگی مثبت قوی بین میزان فنول کل، فلاونوئید کل، درصد مهار رادیکال آزاد DPPH و میزان احیاء کنندگی آهن در تمام نمونه‌های مورد بررسی می‌باشد. Yeni Maulidahهمکاران نیز در مطالعه‌ای که بر روی ۱۲ گیاه بومی اندونزی انجام دادند وجود یک رابطه مثبت بین میزان ترکیبات فنلی و قدرت آنتی‌اکسیدانی گیاه را تایید کردند (۱۵). با این وجود نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به عصاره متانولی زیره سیاه و بیشترین میزان فنول و فلاونوئید کل مربوط به عصاره متانولی زیره سبز می‌باشد. در همین راستا Zheng Wei و همکاران در مطالعه‌ای نشان دادند که علاوه بر ترکیبات فنلی، عوامل دیگری نیز بر سطح فعالیت آنتی‌اکسیدانی تاثیر می‌گذارند. بنابراین، به دلیل پیچیدگی ترکیبات موجود در گیاهان، ایجاد رابطه بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات به خصوصی در گیاه مشکل

است (۱۶). زهرا زرگوش و همکاران نیز در مطالعه‌ای دیگر گزارش دادند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی در برخی از گیاهان ممکن است به دلیل ترکیبات ناشناخته یا فعل و انفعالات هم افزایی بین مواد مختلف باشد (۱۷). بنابراین تحقیقات بیشتر برای شناسایی ترکیبات عصاره متانولی زیره سیاه به شناسایی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی کمک خواهد کرد. نتایج ما همچنین نشان دادند که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها در روش‌های مهار رادیکال آزاد DPPH و احیاء کنندگی آهن متفاوت است. در همین راستا مطالعات انجام شده توسط Natividad Chaves و همکاران نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر یا کمتر نسبت داده شده به یک گونه به روش‌های مورد استفاده بستگی دارد (۱۰). علاوه‌براین، یافته‌ها در این مطالعه حاکی از آن بود که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها وابسته به غلظت است. چنانچه با افزایش غلظت، درصد مهار رادیکال آزاد DPPH و میزان احیاء کنندگی آهن به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است و در غلظت‌های پایین، بین عصاره‌های مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود که با نتایج رنجبر و همکاران مطابقت داشت (۸). مطالعات قبلی همچنین بیان کردند که مجموعه‌های قطبی و غیر قطبی در ایجاد خواص آنتی‌اکسیدانی نقش دارند (۱۶). متانول در بیشتر موارد در استخراج اجزای زیست‌فعال قطبی از گیاهان استفاده می‌شود. با این حال بسیاری از اجزای غیر قطبی نیز در متانول حل می‌شوند و می‌توان آن‌ها را استخراج کرد. بنابراین، متانول برای استخراج طیف گسترده‌ای از ترکیبات زیست‌فعال استفاده می‌شود (۸). بازیابی پلی فنل‌ها از مواد گیاهی نیز تحت تأثیر حلالیت آن‌ها در حلال، قطبیت حلال، درجه پلیمریزاسیون فنل‌ها، برهمکنش با سایر ترکیبات گیاهی و تشکیل کمپلکس‌های نامحلول است. بنابراین استفاده از حلال‌های قطبی مانند متانول، منجر به نرخ بازیابی بالاتر ترکیبات فنلی می‌شود. به طور کلی، نتایج ما نشان داد که متانول می‌تواند حلال انتخابی برای تولید سطوح بالایی از ترکیبات قابل استخراج باشد که با نتایج Nuraniye Eruygur و همکاران مطابقت داشت (۱۸). نتایج طیف FTIR نیز تفاوت قابل توجه پیوندهای شیمیایی را در عصاره‌های آبی و متانولی در هر سه گیاه زیره سبز، زیره سیاه و سیاه دانه نشان می‌دهد که حاکی از تفاوت در استخراج اجزای زیست فعال توسط حلال‌های آبی و متانولی می‌باشد زیرا ترکیبات زیست فعال در گیاهان به گروه‌های شیمیایی مختلفی تعلق دارند. بنابراین در حلال‌های مختلف حلالیت متفاوتی از خود نشان می‌دهند. نتایج همچنین نشان دادند که تفاوت حلال‌های آبی و متانولی در استخراج اجزای زیست‌فعال، بر روی خاصیت ضد باکتریایی نیز تاثیرگذار بوده است. به گونه‌ای که در عصاره آبی زیره سیاه، برخلاف عصاره متانولی آن، هیچگونه خاصیت ضدمیکروبی مشاهده نشد. همچنین برای زیره سبز و سیاه دانه نیز حلال متانول در مقایسه با حلال آب نتایج بهتری را نشان داده است. با توجه به نتایج به دست آمده، عصاره متانولی سیاه دانه در مقایسه با دیگر عصاره‌ها دارای بالاترین خاصیت ضد میکروبی علیه ۴ گونه باکتری *S. aureus*، *E. coli*، *S. Typhimurium* و *B. cereus* می‌باشد. مطالعات زیادی نشان داده‌اند که این باکتری‌ها در غذاهای آلوده یافت می‌شوند و می‌توانند منجر به مسمومیت غذایی شوند. همچنین این پاتوژن‌های غذایی مقاومت آنتی‌بیوتیکی از خود نشان می‌دهند. بنابراین در مقابل درمان، چالش برانگیزتر بوده و خطر مرگ و میر را افزایش می‌دهند (۱۹). در نتیجه سیاه دانه ممکن است یک کاندید بالقوه برای به دست آوردن یک عامل ضد میکروبی در مدیریت بیماری‌های عفونی باشد. مطالعات زیادی وجود دارند که بیان می‌کنند ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها دارای فعالیت ضد باکتریایی هستند (۲۰). با این حال در مطالعه حاضر همبستگی بین میزان فنل و فلاونوئید و خاصیت ضد باکتریایی مشاهده نشده است. در همین راستا Vanja Todorovic و همکاران و Sonia ancuta و همکاران در مطالعات جداگانه بر روی عصاره‌های مختلف نتایجی مشابه با نتایج حاصل در این مطالعه را گزارش کردند (۲۱, ۲۲). تفاوت در نتایج به دست آمده از عملکرد ضدباکتریایی عصاره‌های مختلف را می‌توان به تفاوت در اجزای زیست فعال و حلالیت آن‌ها در حلال‌های مختلف نسبت داد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که نوع گونه ، نوع حلال و میزان

غلظت در میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری شده به دو روش درصد مهار رادیکال آزاد DPPH و میزان احیاء کنندگی آهن، تفاوت چشمگیری ایجاد می‌کنند. بطوریکه حلال متانول باعث استخراج بهتر ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی شده و با افزایش غلظت، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌شود. نتایج همچنین نشان دادند بین میزان فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی مثبت وجود دارد. علاوه بر این در هر دو نوع حلال، عصاره بدست آمده از سه گونه به جز عصاره آبی زیره سیاه قادر به مهار رشد گونه‌های باکتری مورد مطالعه بوده‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده عصاره‌های متانولی هر سه گونه می‌توانند در طب سنتی و صنایع غذایی بطور وسیعی مورد استفاده قرار بگیرند.

تقدیر و تشکّر

این مقاله مستخرج از پایان نامه دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد تحت عنوان تاثیر ضد التهابی عصاره زیره‌سیاه و نانو کیتوزان سنتز شده توسط عصاره زیره‌سیاه در التهاب القاء شده با لیپوپلی‌ساکارید در موش در سال ۱۳۹۹با کد رهگیری ۱۶۹۵۸۷۳ می‌باشد که با حمایت دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل اجرا شده است. از دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل به دلیل همکاری در اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع:

1- Li H-Y, Yang W-Q, Zhou X-Z, Shao F, Shen T, Guan H-Y, et al. Antibacterial and Antifungal Sesquiterpenoids: Chemistry, Resource, and Activity. Biomolecules. 2022; 12(9): 1271. DOI: 10.3390/biom12091271

2- Porras G, Chassagne F, Lyles JT, Marquez L, Dettweiler M, Salam AM, et al. Ethnobotany and the role of plant natural products in antibiotic drug discovery. Chem Rev. 2020; 121(6): 3495-560. DOI: 10.1021/acs.chemrev.0c00922

3- Elkordy AA, Haj-Ahmad RR, Awaad AS, Zaki RM. An overview on natural product drug formulations from conventional medicines to nanomedicines: Past, present and future. J Drug Deliv Sci Technol. 2021; 63: 102459. DOI: 10.1016/j.jddst.2021.102459

4- Kengne IC, Feugap LDT, Njouendou AJ, Ngnokam CDJ, Djamalladine MD, Ngnokam D, et al. Antibacterial, antifungal and antioxidant activities of whole plant chemical constituents of Rumex abyssinicus.BMC Complement Med Ther. 2021; 21(1):164. DOI: 10.1186/s12906-021-03325-y

5. Nazliniwaty H, Avriyanti O, Pertiwi D, Satria D, Muhammad M, editors. Antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid content of hydroalcoholic extract of Artocarpus lacucha Buch-Ham. Leaves. American Institute of Physics Conference Series. 2021; 2342(1): 080010. DOI: 10.1063/5.0045440

6- Shosha NNH, Fahmy NM, Singab ANB, Mohamed RW. Anti-ulcer effects of cumin (Cuminum cyminum L.), thyme (Thymus vulgaris L.), and caraway (Carum carvi L.) essential oils on peptic ulcer and ulcerative colitis models in rats. J Herbmed Pharmacol. 2022; 11(3): 389-400. DOI: 10.34172/jhp.2022.45

7- Yimer EM, Tuem KB, Karim A, Ur-Rehman N, Anwar F. Nigella sativa L.(black cumin): a promising natural remedy for wide range of illnesses. Evid Based Complement Alternat Med. 2019; 2019. DOI: 10.1155/2019/1528635

8- Ranjbar M, Kiani M, Nikpay A. Antioxidant and scolicidal activities of four Iranian Mentha species (Lamiaceae) in relation to phenolic elements. J Herbmed Pharmacol. 2020; 9(3): 200-8. DOI: 10.34172/jhp.2020.26

9- Halawani EM, Hassan AM, Gad El-Rab SM. Nanoformulation of biogenic cefotaxime-conjugated-silver nanoparticles for enhanced antibacterial efficacy against multidrug-resistant bacteria and anticancer studies. Int J Nanomedicine. 2020: 1889-901. DOI: 10.2147/IJN.S236182

10- Chaves N, Santiago A, Alías JC. Quantification of the antioxidant activity of plant extracts: Analysis of sensitivity and hierarchization based on the method used. Antioxidants. 2020; 9(1): 76. DOI: 10.3390/antiox9010076

11- Ong HC, Chen W-H, Singh Y, Gan YY, Chen C-Y, Show PL, et al. A state-of-the-art review on thermochemical conversion of biomass for biofuel production: A TG-FTIR approach. Energy Convers. Manag. 2020; 209: 112634. DOI: 10.1016/j.enconman.2020.112634

12- Thummajitsakul S, Samaikam S, Tacha S, Silprasit K. Study on FTIR spectroscopy, total phenolic content, antioxidant activity and anti-amylase activity of extracts and different tea forms of Garcinia schomburgkiana leaves. LWT. 2020; 134:110005. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110005

13- A El-Chaghaby G, Rashad S, F Abdel-Kader S, A Rawash E-S, Abdul Moneem M. Assessment of phytochemical components, proximate composition and antioxidant properties of Scenedesmus obliquus, Chlorella vulgaris and Spirulina platensis algae extracts. Egypt J Aquat Biol Fish. 2019; 23(4): 521-6. DOI: 10.21608/ejabf.2019.57884

14- Cosme P, Rodríguez AB, Espino J, Garrido M. Plant phenolics: Bioavailability as a key determinant of their potential health-promoting applications. Antioxidants. 2020; 9(12): 1263. DOI: 10.3390/antiox9121263

15- Muflihah YM, Gollavelli G, Ling Y-C. Correlation study of antioxidant activity with phenolic and flavonoid compounds in 12 Indonesian indigenous herbs. Antioxidants. 2021; 10(10): 1530. DOI: 10.3390/antiox10101530

16- Zheng W, Wang SY. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. J Agric Food Chem. 2001; 49(11): 5165-70. DOI: 10.1021/jf010697n

17. Zargoosh Z, Ghavam M, Bacchetta G, Tavili A. Effects of ecological factors on the antioxidant potential and total phenol content of Scrophularia striata Boiss. Sci Rep. 2019; 9(1): 1-15. DOI: 10.1038/s41598-019-52605-8

18- Eruygur N, Ucar E, Akpulat HA, Shahsavari K, Safavi SM, Kahrizi D. In vitro antioxidant assessment, screening of enzyme inhibitory activities of methanol and water extracts and gene expression in Hypericum lydium. Mol Biol Rep. 2019; 46(2): 2121-9. DOI: 10.1007/s11033-019-04664-3

19- Donkor ES. Cockroaches and food-borne pathogens. Environmental health insights. 2020;14: 1178630220913365. DOI: 10.1177/1178630220913365

20- Sieberi BM, Omwenga GI, Wambua RK, Samoei JC, Ngugi MP. Screening of the Dichloromethane: Methanolic Extract of Centella asiatica for Antibacterial Activities against Salmonella typhi, Escherichia coli, Shigella sonnei, Bacillus subtilis, and Staphylococcus aureus. ScientificWorldJournal. 2020; 2020. DOI: 10.1155/2020/6378712

21- Socaci SA, Fărcaş AC, Diaconeasa ZM, Vodnar DC, Rusu B, Tofană M. Influence of the extraction solvent on phenolic content, antioxidant, antimicrobial and antimutagenic activities of brewers' spent grain. J Cereal Sci. 2018; 80: 180-7. DOI: 10.1016/j.jcs.2018.03.006

22- Todorovic V, Milenkovic M, Vidovic B, Todorovic Z, Sobajic S. Correlation between antimicrobial, antioxidant activity, and polyphenols of alkalized/nonalkalized cocoa powders. J Food Sci. 2017; 82(4): 1020-7. DOI: 10.1111/1750-3841.13672