Original Article, Vol. 11, No. 3, Autumn, 2023, pp 57-72

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Investigating the Effect of The Habitat and Type of Extracted Organ on The Phytochemical Compounds of Caper (*Capparis Spinosa* L.) As A Medicinal and Pasture Plant

E. Zamani[1], K. Kamali Aliabad[2*], S. M. Kalantar[3], H. Sodaeizadeh[2], B. F. Haghiralsadat[4], E. Capanoglu[5]

1. PhD Student, Department of Arid Lands and Desert Management, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.
2. Associate Professor, Department of Arid Lands and Desert Management, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.
3. Professor, Department of Genetics, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.
4. Assistant professor, Department of Advanced Medical Sciences and Technologies, School of Paramedicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd. Iran.
5. Professor, Department of Food Engineering, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Istanbul Technical University, Maslak 34469 Istanbul, Turkey.

* Corresponding Author: kkamali@yazd.ac.ir

Received date: 06/08/2023 **Accepted date: 17/09/2023**

doi 10.22034/JDMAL.2023.2008607.1430

Extended Abstract

Introduction

With the increasing world's population, the need for food and medicine, and their continuous supply, are essential for mankind. Medicinal plants are one of the important factors for human life, as they can be used both as food and medicine. The ancients had a long history of using medicinal plants, and they used their many properties extensively. The scientific name for Caper plant is *Capparis spinosa* L. Due to its resistance to environmental stress and its ability to act as a protector against soil destruction, this valuable medicinal plant is suitable for growing in arid and desert areas. Commercial cultivation of this plant is very valuable because it is rich in bioactive compounds. This plant's compounds can be extremely useful and effective in protecting humans from various diseases or enhancing the treatment of diseases. This study aimed to examine the total phenol and flavonoid composition, antioxidant activity, and extraction efficacy of various parts of this plant in two desert locations in Yazd and Isfahan to select the best cultivation region from these two sites for expanding cultivation. To determine the most effective compounds and the optimal extraction method, various organs of the plant were examined separately in this research. The best extraction efficiency can be achieved by growing the plant in the region and harvesting the desired organ, and the extracted materials can be used to prevent and treat diseases.

Material and Methods

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Original Article, Vol. 11, No. 3, Autumn, 2023, pp 57-72

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

The caper plant was collected from desert sites in Yazd and Isfahan in different parts, which included leaves, stems, buds, flowers, fruits, and roots. Plants were collected from four different locations on the site, and finally, the plants from four different locations were combined. After the botany expert's approval, extraction was done from different parts of the plant with hydroalcoholic solvent (80% ethanol) by the Soxhlet method. In this research, different experiments of total phenol, total flavonoid, antioxidant content, and extraction efficiency were performed using standard methods. Different dilutions of extract and standard material were made for all experiments. Folin Ciocalto's reagent was used to measure the total phenol, and it was reported according to the Gallic Acid standard per gram dry weight of the plant. Different tests like ABTS, DPPH, CUPRAC, and FRAP were employed to measure the plant's antioxidant content. The standard for milligrams of Trolox per gram of dried plant weight was used to calculate all of them. The number of flavonoids was measured based on the Aluminium Chloride colorimetry method and was expressed in the standard form of milligrams of Quercetin per gram of weight of the dried plant. To determine the extraction efficiency, the weight of the powder extract obtained from the extraction of different organs was calculated with a scale, and then the ratio of the weight of the powder extract of the weight of dried plant was reported as extraction method efficiency. For each of the experiments, 3 repetitions were performed. A two-way analysis of variance was utilized to examine the data's normality, and finally, IBM SPSS Statistics 26 software was utilized to analyse them.

Results and Discussion

The findings demonstrated that phenolic and flavonoid compounds were abundant in various parts of the caper plant from both locations. The leaves demonstrated a higher concentration of phenolic and flavonol compounds, with 48.611 mgGA/gDW and 19.842 mgQE/gDW, respectively. The antioxidant activity of roots was the highest among all parts of the plant. The Yazd site's caper plants were found to have a higher total phenolic and flavonoid content, with 35.572 mgGA/gDW and 14.14.164 mgQE/gDW, when compared to the other regions. The highest antioxidant activity was found in the fruit and root of the caper plant using the DPPH method. The ABTS method's measurement of antioxidant activity resulted in the same results and indicated that fruits had the highest activity. A positive correlation was observed between the amount of phenol and flavonoids. Furthermore, the Yazd site had a higher extraction efficiency than the Isfahan site, measuring 16.754%. The best region between two desert sites is also the best organ for extraction, as per the results of the current investigation. These results can be utilized to cultivate caper plants that contain more effective substances. These findings emphasize the status of the Caper plant as a rich source of secondary metabolites and show its potential as a potent healing agent with highly beneficial compounds, the site of Yazd is a suitable site for the cultivation of this plant. By cultivating this plant, in addition to helping to reduce desertification and prevent soil erosion, it is possible to have a source of secondary metabolites, especially phenol and flavonoid compounds, and use them in many medicinal applications.

Keywords: Phenolic compounds; Flavonoids; Antioxidant; Extraction performance; Tension

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

مقاله پژوهشی، سال یازدهم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۲، صفحات ۵۷ تا ۷۲

نشریه مدیریت بیابان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

بررسی تأثیر رویشگاه و نوع اندام عصاره‌گیری شده بر ترکیبات فیتوشیمیایی گیاه کور (*Capparis spinosa* L.) به عنوان یک گیاه مرتعی و دارویی

الهه زمانی[۱]، کاظم کمالی علی‌آباد[۲*]، سیدمهدی کلانتر[۳]، حمید سودائی‌زاده[۲]، بی‌بی فاطمه حقیرالسادات[۴]، اسرا کاپان اوغلو[۵]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، ایران.
۲. دانشیار، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۳. استاد، گروه ژنتیک، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.
۴. استادیار، گروه علوم و فنون نوین، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.
۵. استاد، گروه مهندسی مواد غذایی، دانشکده مهندسی شیمی و متالورژی، دانشگاه فنی استانبول، ماسلاک استانبول، ترکیه.
* نویسندهٔ مسئول: kkamali@yazd.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۶**

10.22034/JDMAL.2023.2008607.1430

چکیده

گیاه کور (*Capparis spinosa* L.) به‌عنوان گیاه مرتعی و دارویی با ارزش و مقاوم به تنش‌های محیطی شناخته شده است که در مناطق خشک و بیابانی به‌راحتی رشد می‌کند. این گیاه دارای اجزای زیست فعال فراوان بوده و به‌همین دلیل کشت آن به لحاظ تجاری دارای ارزش فراوان است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر رویشگاه و نوع اندام عصاره‌گیری شده گیاه کور بر عملکرد عصاره و مقدار ترکیب‌های فیتوشیمیایی آن بود. بر این اساس تأثیر رویشگاه‌های مکان‌های یزد و اصفهان و نوع اندام عصاره‌گیری شده برگ، ساقه، غنچه و گل، میوه و ریشه گیاه کور بر مقدار کل فنول، فلاونوئید کل و فعالیت‌های آنتی اکسیدانی مانند فعالیت پاکسازی رادیکال‌های آزاد و کاهش قدرت رادیکال‌ها در گیاه دارویی کور با ۳ تکرار با استفاده از روش تجزیه واریانس دو طرفه بررسی گردید. نتایج نشان داد که بخش‌های مختلف این گیاه در هر دو مکان سرشار از مواد فنولی و فلاونوئیدی است. با این‌حال گیاهان رشد یافته در مکان یزد دارای محتوای فنول و فلاونوئید کل بالاتری بوده که به‌ترتیب معادل ۳۵/۵۷۲mgGA/gDE و ۱۴/۱۶۴ mgQE/gDE بود. در بین بخش‌های مختلف گیاه، برگ‌ها دارای مقدار فنول و فلاونوئید بیشتری بود که بترتیب حاوی ۴۸/۶۱۱mgGA/gDE و ۱۹/۸۴۲mgQE/gDE بود. میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در ریشه‌ها بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. همچنین عملکرد در یزد بیشتر از استان اصفهان بود. به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که گیاه کور علاوه بر نقشی که در احیاء مراتع دارد، غنی از متابولیت‌های ثانویه است و می‌تواند به‌عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند در بخش پزشکی مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ترکیبات فنولی؛ فلاونوئیدها؛ آنتی‌اکسیدان؛ عملکرد عصاره؛ تنش

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

■ مقدمه

گیاه دارویی کور با نام علمی *Capparis spinosa* L. از خانواده کاپاریداسه Capparidaceae و سرده کاپاریس Capparis به‌عنوان گیاهی است که توانایی رشد در شرایط آب و هوایی متنوع از زیستگاه‌های ساحلی نیمه خشک تا ارتفاعات سردتر را دارد (۲۹). گیاه کور به‌دلیل توانایی رشد در محیط‌های خشک و نامطلوب مانند مناطق صخره‌ای، درون شکاف‌ها و در دیوارهای سنگی، به‌عنوان ایفا کننده نقش حیاتی در بوم‌نظام مطرح است. کشت گیاه کور می‌تواند به‌عنوان راه حل مناسبی برای جلوگیری از بیابان‌زایی و فرسایش خاک در بوم‌نظام‌های آسیب پذیر باشد. رشد بخش‌های رویشی گیاه کور به‌عنوان گیاهی مقاوم در برابر آتش مطرح بوده که در سرکوب آتش سوزی جنگل‌ها به‌ویژه جنگل‌های کاج در مناطق مدیترانه بسیار مؤثر است (۲۷). مواد موجود در گیاه کور از نظر ساختار و ترکیب شیمیایی بسیار پیچیده هستند و با داشتن ویژگی‌های دارویی در بسیاری از فعالیت‌های درمانی، کاربردهای مفیدشان برای سلامتی بدن ثابت شده است (۲۹). غنچه‌های گل این گیاه به‌عنوان منبع غذایی استفاده می‌شوند (۲۰). همچنین بر اساس پایگاه اطلاعاتی کتابخانه ملی کشاورزی آمریکا [1]، میوه‌های گیاه کور دارای انواع ترکیبات باارزش از جمله کربوهیدرات‌ها $C_n(H_2O)_n$، فیبر، پروتئین $RCH(NH_2)COOH$، چربی $CH_3(CH_2)_nCOOH$ و ویتامین ث $C_6H_8O_6$ هستند (۸). این گیاه به‌دلیل قابلیت زیاد فعالیت‌های متابولیک اولیه و ثانویه خود شناخته می‌شود (۹).

برخلاف متابولیت‌های اولیه، متابولیت‌های ثانویه در عملکردهای ذاتی گیاهان مانند رشد و تکامل نقشی ندارند. این مواد برای سازگاری گیاهان با محیط اطراف و دفاع و حفاظت در برابر شرایط تنش مهم بوده و تولید و توزیع آن‌ها در بین گونه‌های مختلف یک گیاه متفاوت است. طبقه‌بندی‌های مختلف از متابولیت‌های ثانویه وجود دارد اما به‌طور کلی گروه‌های اصلی شامل آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و ترکیبات فنولی هستند (۲۱، ۱۵).

ترکیب‌های فنولی، از فراوان‌ترین متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و اغلب در دیواره‌های سلولی و واکوئل‌های سلول‌های اپیدرمی و زیراپیدرمی یافت می‌شوند (۲۱). فنولیک‌ها می‌توانند به‌صورت سازنده یا القایی در گیاهان وجود داشته باشند. فنول‌های سازنده در گیاهان از قبل تشکیل می‌شوند بدین صورت که معمولاً در طول رشد و نمو طبیعی سنتز می‌شوند. فنول‌های القایی در پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی سنتز می‌شوند. فنول‌های القایی خود می‌توانند سازنده باشند که در این حالت، ساخت و تجمع آن‌ها با قرار گرفتن گیاه در معرض تنش‌های زنده و غیرزنده افزایش می‌یابد (۶).

ترکیب‌های فنولی یکی از بهترین منابع آنتی‌اکسیدان در گیاهان هستند. فلاونوئیدها با بیش از ۸۰۰۰ ترکیب، بزرگترین گروه فنول‌های طبیعی می‌باشند. هرچه تعداد گروه‌های هیدروکسیل بیشتر باشد، قدرت آنتی اکسیدانی ترکیب‌های فلاونوئیدی بیشتر می‌شود. آنتی اکسیدان‌ها با حذف یا جلوگیری از تشکیل رادیکال‌های آزاد باعث محافظت از سلول‌ها در برابر تنش‌های محیطی می‌شوند. ترکیب‌های فنولی با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، عمل آنتی اکسیدانی انجام می‌دهند به صورتی‌که در مواجه با شرایط نامساعد و تنش‌ها، میزان این مواد در گیاه افزایش پیدا کرده و پاسخ به شرایط تنش در گیاهان بهتر صورت می‌گیرد (۱۱).

تولید متابولیت‌های ثانویه و آنتی اکسیدان‌ها درون بافت گیاه تحت اثر شرایط محیطی، شرایط آب و هوایی، گونه گیاه و روش‌های عصاره‌گیری قرار دارد. شناسایی محیط‌های مناسب برای کشت، برای تولید متابولیت‌های مخصوص در گیاه می‌تواند باعث افزایش متابولیت‌ها در گیاه شود. اثرات محیط کشت بر میزان ترکیب‌های موجود در گیاهان، اثری قابل توجه است. در یک مطالعه، میزان فنول، فلاونوئید و خاصیت آنتی اکسیدانی شش گونه میخک وحشی Wild *Dianthus* L. بررسی شده و بیان شده است که تغییرات اقلیمی و تغییر در ارتفاع اثر معنی‌داری بر شاخص‌های بیولوژیک می‌گذارد (۳۰).

[1] National nutrient database (USDA)

بررسی میزان مواد مؤثره موجود در بخش‌های مختلف گیاه دارویی کور و بررسی اثر رویشگاه بر ترکیب‌های فیتوشیمیایی موجود در گیاه برای دستیابی به بازدهی بالا امری ضروری است. هدف پژوهش حاضر، بررسی محتوای فنول‌کل، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدان و عملکرد عصاره اندام‌های مختلف گیاه کور برداشت شده از دو مکان مختلف کویری اشکذر یزد و میمه اصفهان است. پراکندگی گیاهان کور در این دو مکان و دسترسی به آن‌ها امکان‌پذیرتر بوده و بدین دلیل این دو مکان انتخاب شدند. با انجام پژوهش حاضر می‌توان مقایسه‌ای جامع از دو مکان داشت و اثر نوع منطقه و نوع اندام بر فعالیت‌های مختلف فیزیکوشیمیایی گیاه را بررسی نمود.

■ مواد و روش

جمع‌آوری گیاهان

برای بررسی تأثیر نوع رویشگاه و نوع اندام عصاره‌گیری شده بر ترکیب‌های فیتوشیمیایی گیاه کور *Capparis spinosa* L.، پژوهش حاضر در سال ۱۴۰۰ اجرا گردید. بدین منظور اندام‌های مختلف گیاه کور در فصل بهار از دو مکان اصفهان و یزد با ۳ تکرار برداشت شد. برداشت گیاه در استان اصفهان در شهر میمه با مختصات جغرافیایی ″۴۳ ′۲۶ °۳۳ شمالی و ″۱۶ ′۱۰ °۵۱ شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۹۶۵m، میانگین دمای ۱۶/۵°C و میانگین بارش سالانه ۱۳۲mm بود. در استان یزد از مکان اشکذر با مختصات جغرافیایی ″۲ °۳۲ شمالی و ″۲۷ ′۱۲ °۵۴ شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۵ mm، میانگین دمای ۲۴/۸°C و میانگین بارش ۶۸ mm نمونه‌گیری صورت گرفت. یکی دیگر از فاکتورهای مهم پژوهش حاضر، شاخص تشعشع اشعه UV بود که شدت آن در استان یزد بین ۱۱ تا ۱۲ و در اصفهان بین ۱۰ تا ۱۱ بوده است. برای هر اندام گیاه تعداد ۴ نمونه از هر مکان گرفته شد و در نهایت گیاهان ۴ نمونه با هم ترکیب شدند. پس از برداشت گیاهان، گونه و جنس آن‌ها به تأیید کارشناس گیاه‌شناسی رسید. در مرحله بعد، بخش‌های مختلف ساقه، برگ، غنچه و گل، میوه و ریشه‌های گیاه از یکدیگر جدا شده و پس از شست و شو، در سایه خشک شدند. پس از خشک شدن، نمونه‌های جمع‌آوری شده به‌وسیله آسیاب برقی پودر شده و تا زمان شروع آزمایش به دور از رطوبت و در محیطی خنک نگهداری شدند.

تهیه عصاره گیاهی

مقدار ۵۰gr از پودر گیاه در ۵۰۰ml حلال هیدروالکلی اتانول ٪۸۰ C_2H_5OH به نسبت ۱:۱۰ با استفاده از دستگاه سوکسله عصاره‌گیری گردید. برای عصاره‌گیری، گیاه پودر شده ابتدا با مقداری حلال مرطوب شد و سپس درون کارتوش ریخته شد. حلال درون بالن انتهایی ریخته شده و با گرم شدن هیتر زیر بالن حاوی حلال، عملیات تبخیر برای حلال اتفاق افتاده و در بخش بالایی آن، این بخارها به‌وسیله یک مبرد به مایع تبدیل شد و به‌صورت قطره‌ای روی کارتوش محتوی مواد گیاهی ریخته شد. بدین صورت به آرامی عملیات عصاره‌گیری انجام شد. پس از پر شدن محفظه کارتوش، عصاره به درون بالن تخلیه شد. عملیات عصاره‌گیری ۳ مرتبه تکرار شد و پس از پایان کار، عصاره درون بالن با کاغذ صافی فیلتر گردید. در آخر عصاره‌ها درون فالکون ۵۰ml ریخته شده و به‌وسیله سانتریفیوژ (Universal 320 R, Germany) ۴۰۰۰rpm/min به‌مدت ۵min سانتریفیوژ شدند تا اجزای اضافی از عصاره جدا شود. عصاره روی ظروف شیشه‌ای پخش شده و در معرض هوای اتاق قرار گرفت تا حلال آن کاملاً تبخیر و عصاره به حالت خشک در آید. دما در این حالت بین ۱۰°C-۱۵ بود. پس از گذشت مدت زمان ۵ روز، عصاره خشک شده جمع‌آوری و درون ظرف ویژه (ویال) ریخته شد و تا زمان انجام آزمایش‌ها درون فریزر ۲۰°C- قرار گرفت. عصاره‌هایی که برای مدت طولانی ذخیره شدند، در فریزر ۸۰°C- قرار گرفتند (۱۹).

تعیین مقدار فنول کل

برای اندازه‌گیری میزان فنول کل از معرف فولین سیوکالتو $C_{10}H_5NaO_5S$ استفاده شد (۱۰). بدین منظور ۱۰ml معرف فولین سیوکالتو با آب مقطر به حجم ۱۰۰ml رسید. سپس ماده کربنات سدیم ٪۷/۵ (Na_2CO_3) آماده‌سازی شد. عصاره با غلظت ۱mg/ml تهیه گردید و

سپس به روش سریالی، رقت سازی آن انجام شد. مقدار ۱۰۰µl عصاره و ۱۰۰ µl محلول فولین سیوکالتو رقیق سازی شده به درون یک ویال ریخته شد و به‌مدت 5min انکوبه گردید. پس از آن میزان 2ml محلول کربنات سدیم ۷/۵ به آن اضافه شد و به‌مدت 30min در تاریکی انکوبه شد. در نهایت، جذب‌ها در طول موج 765nm توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل VWR, UV-3100PC, European Union قرائت شده و میزان فنول کل بر اساس میلی‌گرم گالیک اسید $C_7H_6O_5$ بر گرم وزن خشک عصاره (mgGA/g DE) تعیین شد. به‌منظور رسم منحنی کالیبراسیون، در مرحله افزودن عصاره گیاهی به‌جای عصاره گیاهی، رقت‌های مختلف گالیک اسید اضافه شد (۲۶).

سنجش فلاونوئید کل

برای سنجش مقدار فلاونوئید کل از روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلرید $AlCl_3$ استفاده گردید. عصاره گیاهی با غلظت 1mg/ml تهیه و سپس رقت‌های مختلف آن به‌صورت سریالی تهیه گردید. ۵۰۰ µl از عصاره رقیق شده با ۱۵۰۰ µl اتانول C_2H_6O ترکیب شد. پس از آن میزان ۱۰۰ µl آلومینیوم کلرید ۱۰٪ AlCl3 به ترکیب اضافه شد. در نهایت میزان ۱۰۰ µl پتاسیم استات CH_3CO_2K 1M و ۲۸۰۰ µl آب مقطر اضافه شد تا حجم نهایی 4ml شود. 30min محلول در تاریکی انکوبه شده و پس از آن جذب‌ها به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 415nm خوانده شد. برای رسم نمودار واسنجی (کالیبراسیون)، به‌جای افزودن عصاره گیاهی، رقت‌های مختلف از ماده کوئرستین اضافه شد (۷).

تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی

روش‌های استاندارد برای تعیین مهار رادیکال‌های آزاد شامل DPPH[1] و ABTS[2] و برای کاهش قدرت رادیکال‌ها FRAP[3] و CUPRAC[4] هستند.

روش DPPH

ابتدا از ماده DPPH $C_{18}H_{12}N_5O_6$ به‌وسیله متانول خالص CH_3OH، محلول 0/1mM ساخته شد. 0/1ml از عصاره با 2ml محلول DPPH ترکیب شده و به‌مدت 30min در تاریکی انکوبه شد. پس از آن جذب‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 517nm قرائت گردید. برای عصاره‌ها همانند تست‌های قبلی عملیات رقیق سازی صورت گرفت. برای رسم منحنی کالیبراسیون، از ماده ترولوکس $C_{14}H_{18}O_4$ استفاده شد (۲۵).

روش ABTS

تست ABTS یا همان تست TEAC[5] برای اولین بار توسط Miller و همکاران (۱۶) به‌عنوان روشی ساده برای تعیین ظرفیت آنتی اکسیدانی کل توسعه یافت. میزان 220mg ماده ABTS $C_{18}H_{24}N_6O_6S_4$ در 200ml آب مقطر حل گردید. 38mg ماده پتاسیم پرسولفات $K_2S_2O_8$ در 2ml آب حل شد. در پایان برای ساخت محلول ABTS، این دو محلول باهم ترکیب شده و یک روز کامل در تاریکی قرار داده شد. محلول ABTS با بافر ۰/۰۵M KPi (pH=8) رقیق شد تا جذب آن به ۰/۹ برسد. در پایان pH پایانی ۷/۴ بود. برای انجام تست، ۱۰۰ µl از عصاره با 1ml از محلول ABTS (ترکیب شده با بافر KPi) ترکیب و 10sec شیک شدند. پس از گذشت 1min، جذب آن‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 734nm خوانش شد. برای رسم منحنی کالیبراسیون، از رقت‌های مختلف ماده ترولوکس $C_{14}H_{18}O_4$ بهره‌گیری شد (۲۲).

روش CUPRAC

روش احیا کننده یون کوپریک به‌عنوان یک روش سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های گیاهی است. آماده سازی آمونیوم استات $C_2H_3O_2NH_4$ با حل کردن 19/27g آمونیوم استات در 250ml آب مقطر بود. برای آماده سازی نئوکوپرین $C_{14}H_{12}N_2$، 0/039g ماده با 25ml اتانول ۹۶٪ C_2H_5OH ترکیب شد. 1ml کلرید مس دو ظرفیتی 0/01mM $CuCl_2$، 1ml آمونیوم استات $C_2H_3O_2NH_4$، 1ml نئوکوپرین $C_{14}H_{12}N_2$ همراه با 1ml

[1] 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
[2] 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
[3] Ferric Reducing Antioxidant Power
[4] Cupric Reducing Antioxidant Capacity
[5] Trolox Equivalent Antioxidant Capacity

آب مقطر ترکیب شده و 5min در تاریکی قرار گرفتند. سپس ۰/۱ml عصاره با رقت‌های مختلف درون کووت با محلول آماده شده بالا ترکیب شد و ۳۰min در دمای اتاق و تاریکی انکوبه شد. پس از آن جذب‌ها به‌وسیله اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۵۰nm قرائت شد. برای رسم منحنی واسنجی (کالیبراسیون)، بجای افزودن عصاره، از ماده ترولوکس $C_{14}H_{18}O_4$ با رقت‌های مختلف استفاده شد (۲۴).

روش FRAP

روش FRAP یا همان روش کاهش آهن (III) به آهن (II) در واقع توانایی عصاره گیاهی در احیای یون‌های آهن سه ظرفیتی Fe^{3+} و تبدیل آن‌ها به یون‌های آهن دو ظرفیتی Fe^{2+} است. ۳۰۰mM از بافر سدیم استات $C_2H_3NaO_2$ دارای pH=3/5 با ۱۰mM از ماده TPTZ[1] $C_{18}H_{12}N_6$ ترکیب شده در ۴۰mM هیدروکلریک اسید HCl و ۲۰mM کلرید آهن سه ظرفیتی $FeCl_3$ در نسبت‌های حجمی ۱:۱:۱۰ ترکیب شدند. ۱۰ µl عصاره با ۳۰۰ µl محلول آماده شده ترکیب و پس از گذشت مدت ۳۰min انکوبه شدن در دمای اتاق، جذب آن‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۳nm خوانده شد. برای رسم منحنی واسنجی، از ماده ترولوکس $C_{14}H_{18}O_4$ استفاده شد (۱۸).

سنجش عملکرد عصاره (بازده استخراج)

برای محاسبهٔ عملکرد عصاره، پس از خشک شدن عصاره‌ها، جرم آن‌ها با ترازو اندازه‌گیری شد. عملکرد عصاره نسبت بین وزن عصاره خشک به‌دست آمده به وزن ماده گیاهی اولیه است که مطابق رابطه (۱) محاسبه شد (۳۲).

$$EY=(m2/m1)*100 \quad (1)$$

در این رابطه، EY بیان کننده عملکرد عصاره، m2 بیان کننده جرم عصاره خشک شده و m1 بیان کننده جرم ماده اولیه خشک است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه داده‌ها پس از اطمینان از نرمال بودن آن‌ها از روش تجزیه واریانس دو طرفه و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد. جهت به‌دست آوردن همبستگی بین صفات مورد بررسی، ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید. در پژوهش حاضر، از نرم افزار IBM SPSS Statistics 26 برای تجزیه داده‌ها و و رسم نمودارها استفاده شد (۲۹).

■ نتایج

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رویشگاه بر عملکرد عصاره، محتوای فنول کل و محتوای فلاونوئید کل در سطح ۵٪ معنی‌دار بود و بر سایر خصوصیات مورد بررسی تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر نوع اندام مورد بررسی بر عملکرد عصاره، فعالیت آنتی اکسیدانی (ABTS و DPPH)، میزان فلاونوئید و میزان فنول کل در سطح ۱٪ معنی‌دار بود اما بر فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به تست‌های CUPRAC و FRAP تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل رویشگاه و نوع اندام بر هیچکدام از صفت‌های مورد بررسی تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

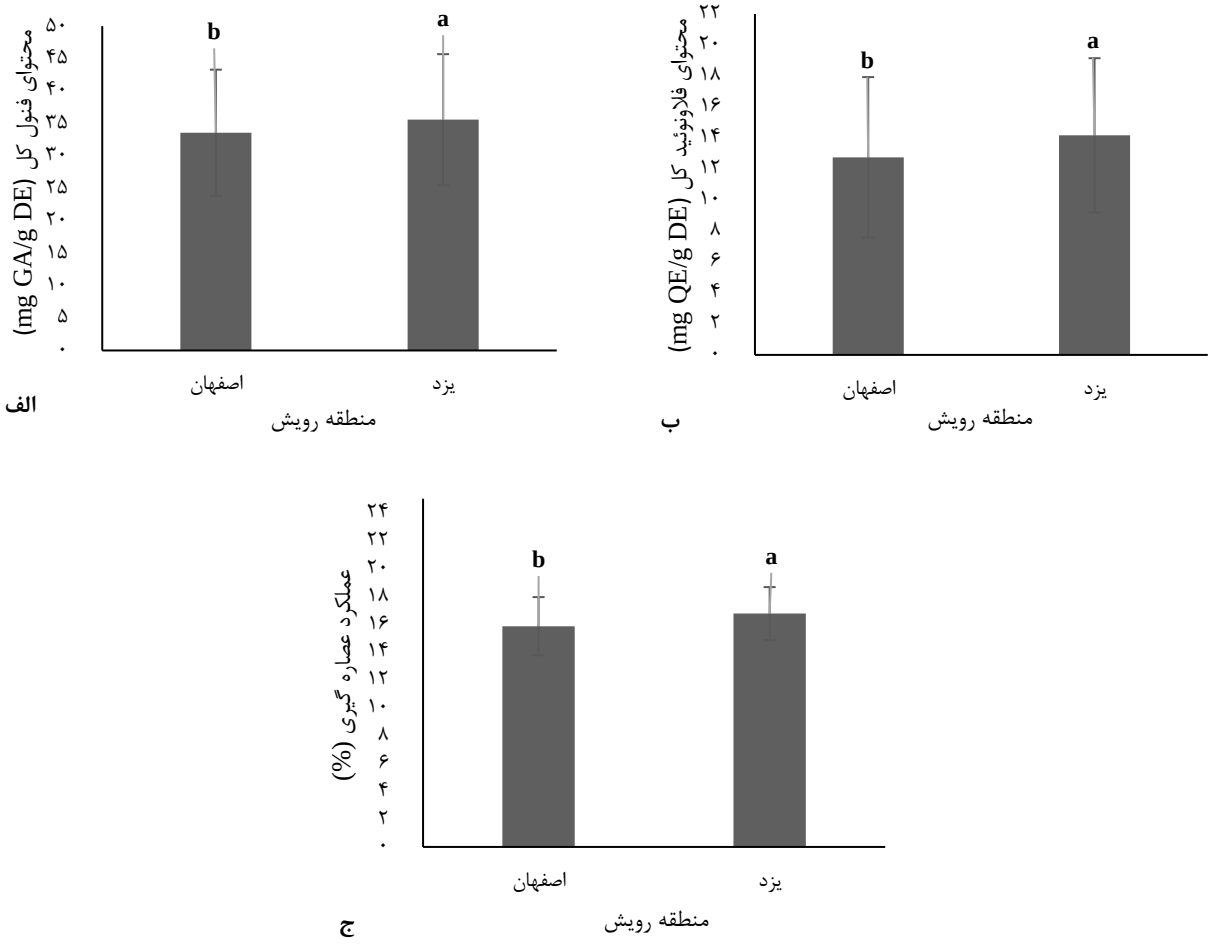
نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر محل رویش گیاه بر میزان فنول کل نشان داد که مکان یزد بیشترین میزان ترکیب‌های فنولی با مقدار عددی ۳۵/۵۷۲mgGA/gDE را داشت که دارای اختلاف معنی‌دار با مکان اصفهان با مقدار عددی ۳۳/۵۵۷mgGA/gDE است (شکل ۱-الف). این موضوع در مورد محتوای فلاونوئید نیز صادق بود. مقدار فلاونوئید کل در مکان یزد ۱۴/۱۶۴mgQE/gDE بود که دارای مقدار بیشتری نسبت به مکان اصفهان (۱۲/۷۴۳mgQE/gDE) بود (شکل ۱- ب). عملکرد عصاره تحت اثر محل رویش قرار گرفت و بیشترین عملکرد در بین دو مکان یزد و اصفهان، مربوط به مکان یزد با مقدار عددی ۱۶/۷۵۴٪ بود. این مقدار در اصفهان معادل ۱۵/۸۵۲٪ محاسبه شد (شکل ۱-ج).

[1] Tris (2-pyridyl)-s-triazine

جدول ۱. تحلیل واریانس تأثیر رویشگاه و نوع اندام گیاه بر ترکیب‌های فیتوشیمیایی و عملکرد عصاره گیاه دارویی کور (*C. spinosa*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد عصاره	فعالیت آنتی اکسیدانی (FRAP method)	فعالیت آنتی اکسیدانی (CUPRAC method)	فعالیت آنتی اکسیدانی (DPPH method)	فعالیت آنتی اکسیدانی (ABTS method)	محتوای فلاونوئید کل	محتوای فنول کل
رویشگاه	۱	۶/۱۱۴ *	۱۱/۵۱۵ ns	۴/۹۹۱ ns	۲/۸۱۲ ns	۲/۹۷۷ ns	۱۵/۱۲۷ *	۳۰/۴۳۸ *
نوع اندام گیاه	۴	۲۳/۶۵۴ **	۹/۵۵ ns	۸/۰۴۱ ns	۲۴۶/۵۰۷ **	۱۸۰/۴۹۴ **	۱۶۹/۲۱۹ **	۶۶۳/۴۵۴ **
محل رویش* اندام گیاه	۴	۰/۳۵۳ ns	۱/۴۲۷ ns	۱/۲۴۱ ns	۰/۲۵ ns	۰/۲۹۵ ns	۲/۴۴۸ ns	۲/۲۲۹ ns
خطا	۲۰	۰/۷۸	۳/۵۶۱	۳/۵۰۸	۲/۶۵۶	۲/۱۶۷	۱/۸۳۹	۴/۷۸۴

ns بدون اختلاف معنی‌دار، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر رویشگاه بر الف) محتوای فنول کل، ب) محتوای فلاونوئید کل و ج) عملکرد عصاره گیاه دارویی کور (*C. spinosa*). مقادیر نشان دهنده میانگین±انحراف معیار است. میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

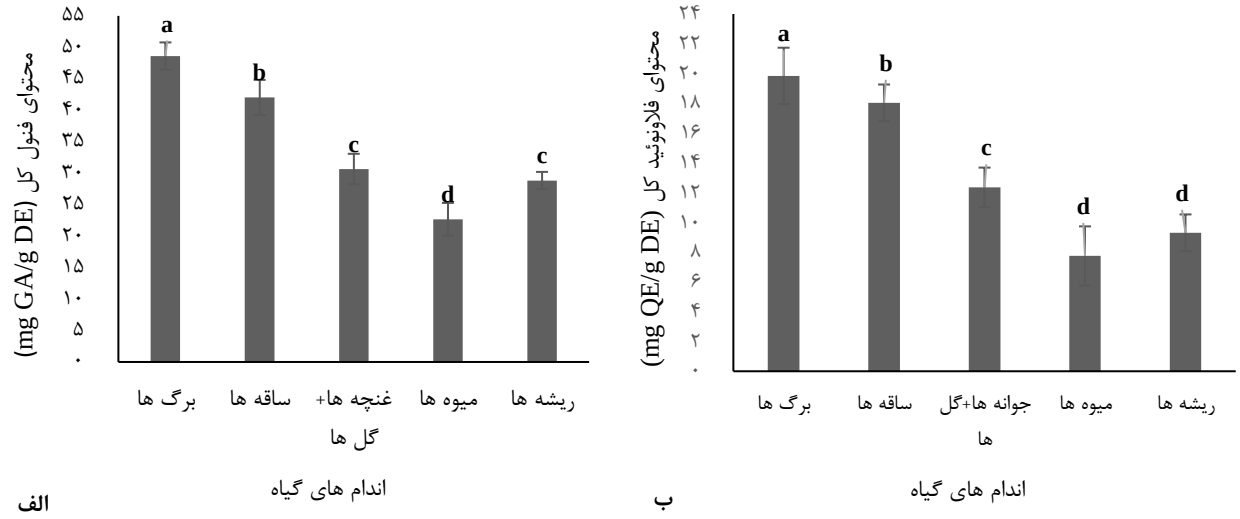
مقایسه میانگین تأثیر اندام‌های مختلف گیاه بر میزان فنول کل نشان‌داد که برگ‌های کور با میانگینی معادل ۴۸/۶۱۱mgGA/gDE به‌طور معنی‌داری از فنول بیشتری در مقایسه با سایر اندام‌ها برخوردار بودند. کمترین مقدار فنول کل در میوه گیاه با میانگین عددی ۲۲/۶۷mgGA/gDE به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر اندام‌های گیاه داشت. از نظر مقدار فنول پس از برگ ساقه، غنچه و گل و ریشه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۲-الف).

مقایسه میانگین اثر اندام‌های مختلف بر میزان فلاونوئید کل اثری مشابه با فنول کل نشان داد به گونه‌ای که بیشترین مقدار فلاونوئید کل در برگ‌های گیاه با میانگین عددی ۱۹/۸۴۲mgQE/gDE و کمترین میزان فلاونوئید کل در میوه‌های گیاه با میانگین عددی ۷/۷۴۷mgGA/gDE به‌دست آمد که با مقدار فلاونوئید کل ریشه با میانگین عددی ۹/۲۹۷mgGA/gDE تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۲-ب).

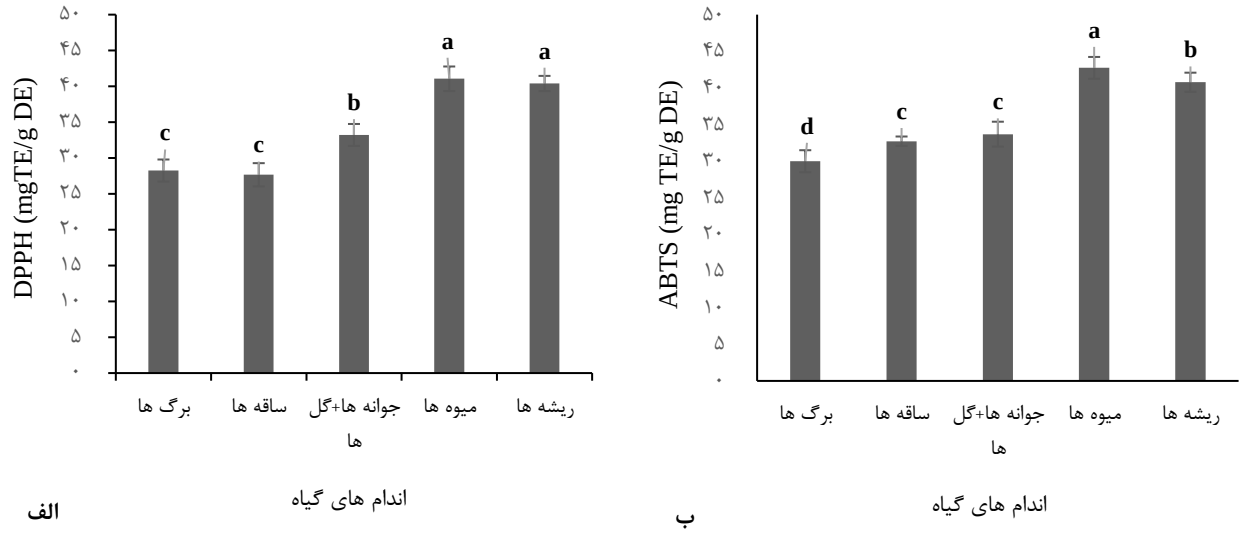
مقایسه میانگین اثر اندام‌های مختلف گیاه بر فعالیت آنتی اکسیدانی نشان داد که مطابق روش DPPH، بیشترین میزان مهار رادیکال‌های آزاد با مقدار ۴۱/۰۵۸mgTE/gDE در میوه‌های گیاه کور به‌دست آمد که با مقدار عصاره ریشه گیاه (۴۰/۳۹۴mgTE/gDE) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار این ویژگی با مقدارهای ۲۷/۶۶۶mgTE/gDE و ۲۸/۲۵۷mgTE/gDE به‌ترتیب در عصاره‌های ساقه و برگ‌های گیاه مشاهده شد (شکل ۳-الف). همچنین نتایج فعالیت آنتی اکسیدانی مطابق روش ABTS نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار مهار رادیکال‌های آزاد به‌ترتیب توسط عصاره میوه‌ها (۴۲/۷۳۴mgTE/gDE) و برگ‌ها (۲۹/۹۹۱mgTE/gDE) بود (شکل ۳-ب).

در حالت کلی هر دو روش ABTS و DPPH نتایج تقریباً یکسانی در ارتباط با اثر اندام بر فعالیت آنتی اکسیدانی نشان دادند که در هر دو مورد، بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب مربوط به ریشه‌ها و برگ‌ها بود (شکل ۴).

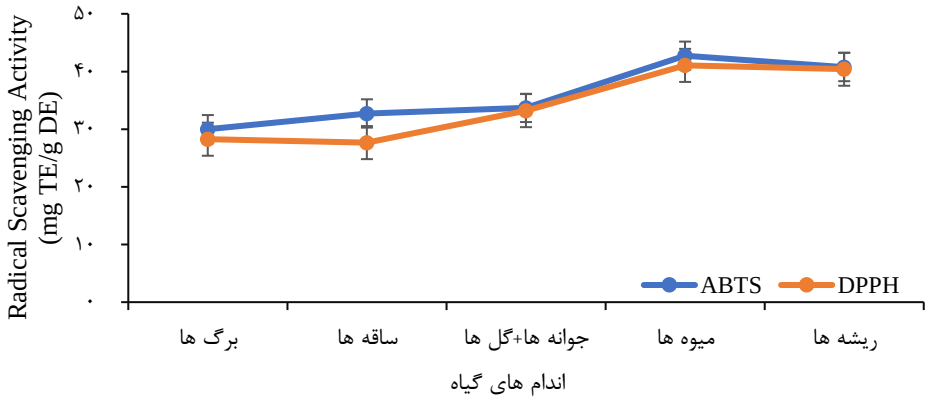
همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر اندام‌های مختلف گیاه بر عملکرد عصاره نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به برگ‌ها با میانگین عددی ۱۸/۴۶۹٪ و کمترین عملکرد مربوط به ریشه‌ها با میانگین عددی ۱۳/۱۴۳٪ بود (شکل ۵). بر پایهٔ نتیجه به‌دست آمده، مقدار فنول کل و فلاونوئید با ضریب ۰/۹۵۵ از همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱٪ برخوردار بودند. همبستگی بین فنول کل و ABTS میزان ۰/۸۳۴- و بین فنول کل و DPPH میزان ۰/۸۵۰- به‌دست آمد که نشان دهنده رابطه منفی و معنی‌دار بین این صفت‌ها بود. بین فنول کل و عملکرد عصاره ضریب همبستگی مثبت معادل ۰/۴۱۳ به‌دست آمد که در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. بدین صورت با افزایش میزان فنول کل نمونه، عملکرد عصاره افزایش یافت. بین میزان فلاونوئید کل و ABTS و DPPH با مقادیر عددی ۰/۸۵۶- و ۰/۸۹۰- همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۱٪ به‌دست آمد. بین ABTS و DPPH با CUPRAC و FRAP همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. بین CUPRAC با FRAP با ضریب ۰/۳۸۲، همبستگی معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شد (جدول ۲).



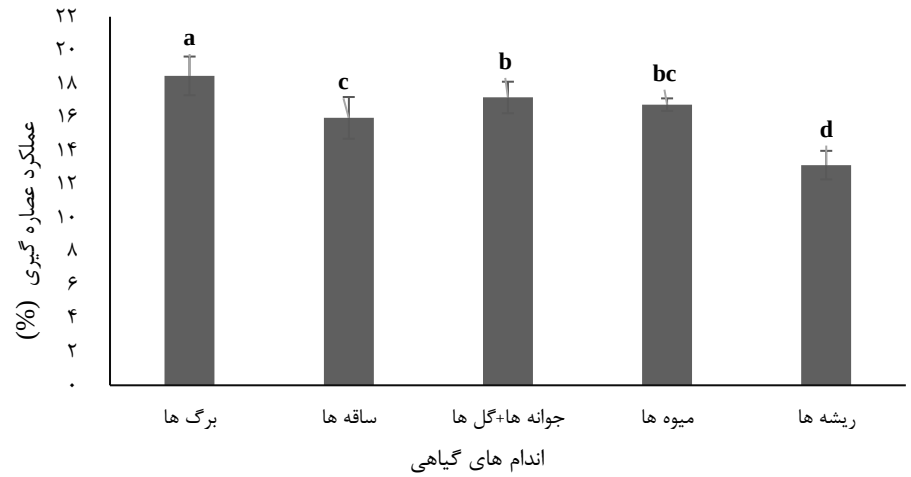
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر نوع اندام بر الف) محتوای فنول کل و ب) محتوای فلاونوئید کل در گیاه دارویی کور (*C. spinosa*). مقادیر نشان دهنده میانگین±انحراف معیار است. میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر نوع اندام بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی الف) روش DPPH و ب) روش ABTS در گیاه دارویی کور (*C. spinosa*). مقدارها نشان دهنده میانگین±انحراف معیار است. میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۴. مقایسه دو روش ABTS و DPPH به‌عنوان روش‌هایی برای بررسی مهار رادیکال‌های آزاد در اندام‌های مختلف گیاه کور (*C. spinosa*)



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر نوع اندام گیاه بر عملکرد عصاره گیاه دارویی کور (*C. spinosa*). مقادیر نشان دهنده میانگین±انحراف معیار است. میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

بر پایهٔ نتیجه بدست آمده، مقدار فنول کل و فلاونوئید با ضریب ۰/۹۵۵ از همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱٪ برخوردار بودند. همبستگی بین فنول کل و ABTS میزان ۰/۸۳۴- و بین فنول کل و DPPH میزان ۰/۸۵۰- به‌دست آمد که نشان دهنده رابطه منفی و معنی‌دار بین این صفت‌ها بود. بین فنول کل و عملکرد عصاره ضریب همبستگی مثبت معادل ۰/۴۱۳ به‌دست آمد که در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. بدین صورت با افزایش میزان فنول کل نمونه، عملکرد عصاره افزایش یافت. بین میزان فلاونوئید کل و ABTS و DPPH با مقادیر عددی ۰/۸۵۶- و ۰/۸۹۰- همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۱٪ به‌دست آمد. بین ABTS و DPPH با CUPRAC و FRAP همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. بین CUPRAC با FRAP با ضریب ۰/۳۸۲، همبستگی معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شد (جدول ۲).

■ بحث و نتیجه‌گیری

در گیاهان دارویی، ترکیب‌های فنولی و فلاونوئیدها دو گروه مهم متابولیت‌های ثانویه هستند. تفاوت بین محتوای فنول کل یا توزیع متابولیت‌های ثانویه به مرحله رشد و شرایط آب و هوایی مانند طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، درجه حرارت، رطوبت، تابش نور، خشکی و شوری بستگی دارد. تحقیقات متعدد، غنی بودن بخش‌های مختلف گیاه کور به لحاظ پلی فنول‌ها را تأیید کرده‌اند. از جمله مهمترین عوامل تغییر دهنده میزان پلی فنول‌های گیاه کور در پژوهش‌های مختلف شامل نوع حلال عصاره‌گیری و منشأ جغرافیایی گیاه است (۲۹). اشعه ماوراء بنفش نیز به‌عنوان عاملی تأثیرگذار بر میزان متابولیت‌های ثانویه گیاهی است که پژوهش‌های متعدد حاکی از افزایش میزان متابولیت‌های ثانویه گیاهی با افزایش میزان اشعه ماوراء بنفش است (۳۴،۳۵). افزایش غلظت متابولیت‌های ثانویه از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های مسیرهای مربوطه است (۳۴).

در پژوهش حاضر محتوای فنول کل عصاره‌ها در اندام‌های مختلف گیاه کور متفاوت بود به نحوی که برگ‌ها با میانگین عددی ۴۸/۶۱۱mgGA/gDE، بیشترین محتوای فنول کل را داشتند.

جدول ۲. مقادیر عددی ضریب همبستگی پیرسون بین خصوصیات مواد مؤثره عصاره گیاه دارویی کور (*C. spinosa*)

	عملکرد عصاره	فعالیت آنتی اکسیدانی (FRAP)	فعالیت آنتی اکسیدانی (CUPRAC)	فعالیت آنتی اکسیدانی (DPPH)	فعالیت آنتی اکسیدانی (ABTS)	محتوای فلاونوئید کل	محتوای فنول کل
محتوای فنول کل	۰/۴۱۳*	۰/۰۸۳ns	۰/۳۲۳ns	-۰/۸۵۰**	-۰/۸۳۴**	۰/۹۵۵**	۱
محتوای فلاونوئید کل	۰/۴۷۹**	۰/۰۷۱ns	۰/۲۴۱ns	-۰/۸۹۰**	-۰/۸۵۶**	۱	
فعالیت آنتی اکسیدانی(ABTS)	-۰/۵۱۴**	۰/۱۷۲ns	-۰/۰۴۶ns	۰/۹۳۵**	۱		
فعالیت آنتی اکسیدانی (DPPH)	-۰/۴۷۶**	۰/۲۰۲ns	-۰/۰۵۳ns	۱			
فعالیت آنتی اکسیدانی (CUPRAC)	-۰/۱۲۷ns	۰/۳۸۲*	۱				
فعالیت آنتی اکسیدانی (FRAP)	-۰/۱۱۹ns	۱					
عملکرد عصاره	۱						

ns بدون اختلاف معنی‌دار، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

میزان بالای محتوای فنول کل در عصاره‌های خشک نشان دهنده اهمیت قابل توجه برای کاربردهای دارویی است. میزان پلی فنول‌ها در آزمایش‌های مختلف بسیار متفاوت گزارش شده‌اند. این مقدار برابر با ۱۲۰mgGA/100gFW (۲) و ۳۷/۰۱mgGA/100gDE بیان گردید. میزان پلی فنول عصاره برگ‌های گیاه کور نیز متغیر بیان شده است. به‌طور مثال این میزان ۱۶mgGA/gDE (۲۸) و ۰/۰۸۲mgGA/gDE (۵) بیان شده است. در حالت کلی تفاوت در مقادیر ترکیب‌های فنولی، مربوط به تفاوت در اندام‌های گیاهی مورد مطالعه، روش‌های مورد استفاده در تعیین پلی فنول‌ها، عوامل جغرافیایی، ناحیه کشت گیاه و روش‌های سنجش است (۱۲).

طبق نتایج پژوهش حاضر، رویشگاه گیاه تأثیر معنی‌داری بر میزان فنول و فلاونوئید کل داشت. گیاه کور برداشت شده از مکان یزد ترکیب‌های فنول و فلاونوئید بیشتری نسبت به گیاه کور برداشت شده در مکان اصفهان داشت. پژوهشی روی محتوای فنول و فلاونوئید گیاه دارویی مورد *Myrtus communis* L. از سه رویشگاه مختلف در زاگرس انجام شد که نتایج آن نشان داد که مکان جمع‌آوری نمونه بر میزان این ترکیب‌ها اثر معنی‌داری دارد (۳۳). همچنین پژوهشی روی ویژگی‌های فیتوشیمیایی گیاه ریواس *Rheum ribes* L. جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران انجام شد که نشان داد مکان بر محتوای فیتوشیمیایی گیاه، اثر معنی‌داری دارد (۱۴). در حالت کلی شرایط نمونه‌برداری و محل نمونه‌برداری می‌تواند اثر معنی‌داری بر محتوای ترکیب‌های گیاهان داشته باشد. نمونه‌گیری در استان اصفهان، از مکان میمه با متوسط ارتفاع از سطح دریا ۱۹۶۵m و در استان یزد از مکان اشکذر با متوسط ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۵m بود. بررسی‌ها نشان داده‌اند که ارتفاع از سطح دریا می‌تواند بر میزان ترکیب‌های فنول و فلاونوئید مؤثر باشد. مطالعه‌ای نشان داد که بیشترین میزان فنول و فلاونوئید مربوط به منطقه‌ای با پایین‌ترین ارتفاع از سطح دریا بود (۱۳). در تحقیق دیگر اثر ارتفاع بر برخی از متابولیت‌های ثانویه اندام‌های گیاه آقطی *Sambucus ebulus* در استان گلستان بررسی شد و نتایج نشان داد که کاهش ارتفاع از سطح دریا باعث افزایش میزان فنول کل، فلاونوئید و فعالیت آنتی اکسیدانی گردید (۱۶). بنابراین در این پژوهش یکی از دلیل‌های مهم برای ازدیاد میزان فنول و فلاونوئید کل در گیاهان استان یزد نسبت به گیاهان استان اصفهان، کاهش ارتفاع منطقه کشت آن‌ها نسبت به سطح دریاست. در این مناطق به‌دلیل افزایش درجه حرارت و واکنش گیاه به آن ممکن است بیوسنتز این مواد افزایش یابد. در ارتفاع پایین، فصل رشد گیاه طولانی‌تر شده و این عامل به نوبه خود می‌تواند متابولیت‌های ثانویه بیشتری را در گیاه ذخیره و حفظ نماید. ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان عامل مهمی برای رشد و عملکرد گیاهان مطرح است (۳۳).

بر اساس پژوهش انجام گرفته، تنش‌های محیطی موجب افزایش سطح متابولیت‌های ثانویه در گیاهان می‌شوند (۱۱). مکان یزد از میانگین دمایی بیشتری نسبت به مکان اصفهان برخوردار است. دماهای بالای روزانه می‌تواند به‌عنوان تنش گرمایی برای گیاه تلقی گردیده و گیاه را به تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه و به‌خصوص ترکیب‌های فنولی برای کاهش تأثیر مخرب تنش هدایت کند. همچنین به‌دلیل بیشتر بودن میانگین بارش در مکان اصفهان، غلظت ترکیب‌های مؤثره گیاهی کاهش پیدا کرده که این عامل به سهم خود روی کاهش عملکرد گیاه می‌تواند مؤثر باشد.

گیاه دارویی کور به‌عنوان یکی از بهترین منابع ژنتیکی فلاونوئیدها شناخته شده است (۱). در پژوهش حاضر، غلظت کل فلاونوئید در عصاره‌های هیدروالکلی بخش‌های مختلف گیاه کور با استفاده از معادل کوئرستین بر گرم وزن خشک عصاره اندازه‌گیری شد که بیشترین میزان مربوط به عصاره برگ‌های گیاه بود. گونه‌های مختلف گیاه کور سطوح زیادی از فلاونوئیدهای اصلی از جمله روتین $C_{27}H_{30}O_{16}$، کامپفرول $C_{15}H_{10}O_6$ و کوئرستین $C_{15}H_{10}O_7$ را دارا هستند (۹).

خاصیت آنتی اکسیدانی از مهمترین خصوصیات مواد مؤثره است که باعث مهار رادیکال‌های آزاد یا کاهش قدرت آن‌ها می‌شود (۳۳). در حالت کلی در مطالعات مختلف، قسمت‌های مختلف گیاه کور فعالیت آنتی اکسیدانی از خود نشان دادند. اعداد گزارش شده در مطالعات مختلف دامنه عددی متفاوت داشته اما تمام این مقادیر عددی چه در نمونه‌های خشک، چه نمونه‌های تر و چه در عصاره‌ها و با

استانداردهای مختلف یک موضوع را بیان می‌کنند و آن تأیید فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه کور است. غنچه‌های گل و میوه‌های گیاه کور دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی بوده و به‌همین دلیل به‌عنوان فعالیت ضد باکتریایی و به‌عنوان اثرات هم افزایی روی آنتی بیوتیک‌ها می‌توانند توصیف شوند (۸). عصاره برگ‌های گیاه کور فعالیت قابل توجهی در آزمون FRAP نشان دادند (۲۳). قدرت احیا کنندگی عصاره برگ‌های گیاه کور احتمالاً به‌دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل در ترکیب‌های فنولی آن است که می‌تواند به‌عنوان دهنده الکترون عمل کند. همچنین ممکن است مقدارهای FRAP گزارش شده با محتوای تیول و ترکیب‌های گوگردی نیز مرتبط باشد (۲).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین میزان فنول کل و فلاونوئید کل همبستگی مثبتی وجود دارد. در مطالعات مختلف همبستگی بالایی بین میزان فنول کل و فلاونوئید کل گزارش شده است (۴). در پژوهش حاضر، بین فلاونوئید کل و فعالیت‌های آنتی اکسیدانی و همچنین فنول کل و فعالیت‌های آنتی اکسیدانی همبستگی منفی وجود داشت. در پژوهش دیگری همبستگی مثبت بین میزان فلاونوئید و فعالیت آنتی اکسیدانی بیان شد (۳۱) که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد. محتوای فنول کل لزوماً شامل تمام آنتی اکسیدان‌های موجود در یک عصاره نیست. به‌عبارتی ظرفیت آنتی اکسیدانی صرفاً به ترکیب‌های فنولی بستگی ندارد و می‌تواند ناشی از دیگر ترکیب‌ها و مواد مانند اسیدهای آلی، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها باشد (۱۷). در حالت کلی همبستگی مبهمی بین محتوای فنول کل و فعالیت آنتی اکسیدان می‌تواند وجود داشته باشد (۳). در پژوهشی همبستگی منفی بین محتوای فنول کل و فعالیت ABTS و DPPH عصاره اتیل استات و دی کلرومتان گیاه گارسینیا کامبوجیا *Garcinia lasoar* بیان شد. همچنین وجود همبستگی منفی بین فلاونوئید کل و ABTS در عصاره اتانولی این گیاه نیز بیان شد (۱۷). روش‌های DPPH و ABTS سازوکار واکنش یکسانی بر اساس انتقال الکترون دارند. همبستگی مثبت بین این دو فعالیت در پژوهش حاضر نیز به‌دست آمد.

■ سپاسگزاری

نویسندگان از حمایت مالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و پارک علم و فناوری یزد از رساله دکتری در قالب کد ۰۰۰۶۴۶-۰۲-۰۰-۳۲ قدردانی می‌نمایند. همچنین از دانشگاه یزد-ایران و دانشگاه فنی استانبول-ترکیه بابت در اختیار گذاشتن امکانات آزمایشگاهی سپاسگزاری می‌نمایند.

■ References

1. Abo El-Fadl, R., Ahmed, M. E., Abd Elaziem, T. M., Ibrahim, H., Ghaly, O., Ewas, M., & Allam, M. A. (2021). Micropropagation, conservation, molecular and biochemical studies on *Capparis spinosa* var. deserti, a wild endangered plant in Egyptian flora. *Egyptian Journal of Desert Research*, *71*(2), 209-243. DOI: https://doi.org/10.21608/EJDR.2022.110302.1093

2. Allaith, A. A. A. (2016). Assessment of the antioxidant properties of the caper fruit (*Capparis spinosa* L.) from Bahrain. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, *19*(1), 1-7. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jaubas.2014.07.001

3. Alu'datt, M.H., Rababah, T., Sakandar, H.A., Imran, M., Mustafa, N., Alhamad, M.N., Mhaidat, N., Kubow, S., Tranchant, C., Al-Tawaha, A.R. and Ayadi, W. (2018). Fermented food-derived bioactive compounds with anticarcinogenic properties: Fermented royal jelly as a novel source for compounds with health benefits. *Anticancer plants: Properties and Application: 1*, 141-165. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-8548-2_7

4. Becerril-Sánchez, A. L., Quintero-Salazar, B., Dublán-García, O., & Escalona-Buendía, H. B. (2021). Phenolic compounds in honey and their relationship with antioxidant activity, botanical origin, and color. *Antioxidants*, *10*(11), 1700. DOI: https://doi.org/10.3390/antiox10111700

5. Benzidane, N., Charef, N., Krache, I., Baghiani, A., & Arrar, L. (2013). In vitro bronchorelaxant effects of *Capparis spinosa* aqueous extracts on rat trachea. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, *3*(9), 085-088. DOI: https://doi.org/10.7324/JAPS.2013.3916

6. Bhattacharya, A., Sood, P., & Citovsky, V. (2010). The roles of plant phenolics in defence and communication during Agrobacterium and Rhizobium infection. *Molecular plant pathology*, *11*(5), 705-719. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00625.x

7. Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F., & Chow, M. S. S. (2002). Hawthorn. *The Journal of Clinical Pharmacology*, *42*(6), 605-612. DOI: 10.1177/00970002042006003

8. Ennacerie, F. Z., Filali, F. R., Moukrad, N., Bouidra, M., & Bentayeb, A. (2018). Evaluation of the Antioxidant Activity and the Cytotoxicity of Extracts of *Capparis spinosa*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, *10*(2), 57-64. DOI: https://doi.org/10.25004/IJPSDR.2018.100202

9. Ewas, M. (2023). Systematic revision of *Capparis spinosa* L. var. (canescens, deserti, inermis), the endemic varieties among egyptian flora based on molecular and chemo-taxonomy. *Egyptian Journal of Desert Research*, *73*(1), 131-156. DOI: https://doi.org/10.21608/EJDR.2023.207924.1141

10. Faheem, S. A., Saeed, N. M., El-Naga, R. N., Ayoub, I. M., & Azab, S. S. (2020). Hepatoprotective effect of cranberry nutraceutical extract in non-alcoholic fatty liver model in rats: Impact on insulin resistance and Nrf-2 expression. *Frontiers in pharmacology*, *11*, 218. DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00218

11. Farrokhi, E., Samadi, A., & Rahimi, A. (2021). Investigation of antioxidant activity, total phenol and flavonoid content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) in different media under hydroponic condition. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, *8*(4), 19-33. [In Persian]

12. Feduraev, P., Chupakhina, G., Maslennikov, P., Tacenko, N., & Skrypnik, L. (2019). Variation in phenolic compounds content and antioxidant activity of different plant organs from *Rumex crispus* L. and *Rumex obtusifolius* L. at different growth stages. *Antioxidants*, *8*(7), 237. DOI: https://doi.org/10.3390/antiox8070237

13. Ghanbari, M., Souri, M. K., Omidbaigi, R., & Mirzaei, H. H. (2014). Evaluation of some ecological factors, morphological traits and essential oil productivity of *Achillea millefolium* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *30*(5), 692-701. DOI: https://doi.org/10.22092/ijmapr.2014.10707 [In Persian]

14. Ghasemi, G., Fattahi, M., & Alirezalou, A. (2018). The study of phytochemical properties and antioxidant activity of different genotypes *Rheum ribes* L. collected from different regions of Iran. *Journal of Food Research*, *28*(4), 73-88. [In Persian]

15. Jain, C., Khatana, S., & Vijayvergia, R. (2019). Bioactivity of secondary metabolites of various plants: a review. *Int. J. Pharm. Sci. Res*, *10*(2), 494-504. DOI: https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10(2).494-04

16. Kaghazloo, Z., Hemati, K., & Khorasaninejad, S. (2017). The effect of height on some secondary metabolites of different organs of Sambucus (*Sambucus ebulus* L.) in three cities of Golestan province. *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research*, *12*(47), 31-43. [In Persian]

17. Kainama, H., Fatmawati, S., Santoso, M., Papilaya, P. M., & Ersam, T. (2020). The relationship of free radical scavenging and total phenolic and flavonoid contents of *Garcinia lasoar* PAM. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, *53*, 1151-1157. DOI: https://doi.org/10.1007/s11094-020-02139-5

18. Kalantari, H., Foruozandeh, H., Khodayar, M. J., Siahpoosh, A., Saki, N., & Kheradmand, P. (2018). Antioxidant and hepatoprotective effects of *Capparis spinosa* L. fractions and Quercetin on tert-butyl hydroperoxide-induced acute liver damage in mice. *Journal of traditional and complementary medicine*, *8*(1), 120-127. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.04.010

19. Karami, Z., Emam-Djomeh, Z., Mirzaee, H. A., Khomeiri, M., Mahoonak, A. S., & Aydani, E. (2015). Optimization of microwave assisted extraction (MAE) and soxhlet extraction of phenolic compound from licorice root. *Journal of food science and technology*, *52*(6), 3242-3253. DOI: https://doi.org/10.1007/s13197-014-1384-9

20. Kdimy, A., El Yadini, M., Guaadaoui, A., Bourais, I., El Hajjaji, S., & Le, H. V. (2022). Phytochemistry, biological activities, therapeutic potential, and socio-economic value of the Caper Bush (*Capparis Spinosa* L.). *Chemistry & Biodiversity*, *19*(10), e202200300. DOI: https://doi.org/10.1002/cbdv.202200300

21. Kisiriko, M., Anastasiadi, M., Terry, L. A., Yasri, A., Beale, M. H., & Ward, J. L. (2021). Phenolics from medicinal and aromatic plants: Characterisation and potential as biostimulants and bioprotectants. *Molecules*, *26*(21), 6343. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules26216343

22. Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., & Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical science (London, England: 1979)*, *84*(4), 407-412. DOI: 10.1042/cs0840407

23. Mohebali, N., Shahzadeh Fazeli, S. A., Ghafoori, H., Farahmand, Z., MohammadKhani, E., Vakhshiteh, F., Ghamarian, A., Farhangniya, M., & Sanati, M. H. (2018). Effect of flavonoids rich extract of *Capparis spinosa* on inflammatory involved genes in amyloid-beta peptide injected rat model of Alzheimer's disease. *Nutritional neuroscience*, *21*(2), 143-150. DOI: https://doi.org/10.1080/1028415X.2016.1238026

24. Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(7), 3380. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms22073380

25. Nakajima, J. I., Tanaka, I., Seo, S., Yamazaki, M., & Saito, K. (2004). LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, *2004*(5), 241-247. DOI: https://doi.org/10.1155/S1110724304404045

26. Oloumi, H., Shakeri, S., & Behzadi, M. (2016). Antioxidant activities, polyphenolic composition and their correlation analysis on *Hibiscus sabdarifa* L.(sabdariffa) calices. *Journal of Medicinal Herbs*, *7*(2), 89-96. [In Persian]

27. Pegiou, S., Raptis, P., Zafeiriou, I., Polidoros, A. N., & Mylona, P. V. (2023). Genetic diversity and structure of *Capparis spinosa* L. natural populations using morphological and molecular markers. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, *34*, 100487. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2023.100487

28. Proestos, C., Boziaris, I. S., Nychas, G. J., & Komaitis, M. (2006). Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Food chemistry*, *95*(4), 664-671. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.049

29. Rajhi, I., Hernandez-Ramos, F., Abderrabba, M., Ben Dhia, M. T., Ayadi, S., & Labidi, J. (2021). Antioxidant, antifungal and phytochemical investigations of *Capparis spinosa* L. *Agriculture*, *11*(10), 1025. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture11101025

30. Saboora, A., Dadmehr, K. H., & Ranjbar, M. (2013). Total phenolic and flavonoid contents and investigation on antioxidant properties of stem and leaf extracts in six Iranian species of wild *Dianthus* L. *Iranian journal of medicinal and aromatic plants*, *29*(2), 281-294. DOI: https://doi.org/10.22092/ijmapr.2013.2856 [In Persian]

31. Sepehrifar, R., & Hasanloo, T. (2010). Polyphenolics, flavonoids and anthocyanins content and antioxidant activity of Qare-Qat (*Vaccinium arctostaphylos* L.) from different areas of Iran. *Journal of Medicinal Plants*, *9*(33), 66-74. [In Persian]

32. Shamsiev, A., Park, J., Olawuyi, I. F., Odey, G., & Lee, W. (2021). Optimization of ultrasonic-assisted extraction of polyphenols and antioxidants from cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Korean Journal of Food Preservation*, *28*(4), 510-521. DOI: https://doi.org/10.11002/kjfp.2021.28.4.510

33. Sohrabi Muri, V., Azadfar, D., Hemmati, K., & Saeedi, Z. (2022). Study of essential oil, phenol and flavonoid compounds of *Myrtus communis* L. in three forest habitats of Zagros. *Journal of Plant Process and Function*, *11*(50), 327-340. [In Persian]

34. Takshak, S., & Agrawal, S. B. (2017). Exogenous application of IAA alleviates effects of supplemental ultraviolet-B radiation in the medicinal plant *Withania somnifera* Dunal. *Plant Biology*, *19*(6), 904-916. DOI: https://doi.org/10.1111/plb.12601

35. Vanhaelewyn, L., Van Der Straeten, D., De Coninck, B., & Vandenbussche, F. (2020). Ultraviolet radiation from a plant perspective: The plant-microorganism context. *Frontiers in plant science*, *11*, 1984. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2020.597642