Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 17, Issue 4, 2025 p: 82-91

OPEN ACCESS

Research Paper

The Relationship Between Secondary Metabolites and Antioxidant Activity of *Echinops kotschyi* Boiss. under the Influence of Different Habitats

Elahe Shokrollahi[1], Zahra Baghaeifar[2], Hamid Darvishnia[3] and Mahtab Asgari Nematian[2]

1- Graduated M.Sc., Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran,
(Corresponding author: darvishnia_h@pnu.ac.ir)

Received: 29 April, 2025 Revised: 15 July, 2025 Accepted: 20 August, 2025

Extended Abstract

Background: Nutrition is an important factor in improving the quantity and quality of plant products, and the soil provides most of the nutrients required by plants. In addition to nutrients, other factors, such as electrical conductivity, soil acidity, and salinity, are important in soil fertility in any region. The genus *Echinops* belongs to the Asteraceae family, which usually grows in habitats with high light, some humidity, subtropical areas, and different types of soils. These plants are wild and very important in terms of their chemistry and compounds. They have economic values, medicinal uses, and applications in agricultural and medicinal industries. This research investigated the effects of some environmental factors on secondary metabolites and antioxidant activity of *Echinops kotschyi* plant extract in three natural habitats in the west of Iran.

Methods: The aerial parts of *E. kotschyi*, including inflorescence and shoot parts, as well as the soil around the roots of the plant, were randomly collected from three stations: Eslamabad-e Gharb (Kermanshah province), Manshet-Qalarang, and Kabirkouh (Ilam province). Information about the station name, geographical coordinates, altitude above sea level, and other characteristics was recorded for each station. Powder was prepared from aerial parts of plant specimens after drying in the shade at room temperature. After preparing a methanolic extract from the inflorescence and shoot parts, the Folin-Ciocalteu reagent and aluminium chloride were used to measure the total phenol and flavonoid contents of the extracts after being prepared as methanolic extracts. The antioxidant capacity was determined using the DPPH method. Soil samples were collected from the surface layer to a depth of 30 cm around the plant roots. The soil electrical conductivity, acidity, and the amount of plant nutrients were calculated using an EC meter, a pH meter, and aqua regia (mixture of HCl and HNO3), respectively. The statistical analysis was performed using the SPSS software package. A comparison of the data means was performed using Duncan's multiple range test at a probability level of 5%.

Results: The lowest and the highest soil electrical conductivity values were measured at the Kabirkouh station (3.13 dS/m) and the Manesht-Qalarang station (3.26 dS/m), respectively. Soil acidity (pH) varied between 7.28 at the Kabirkouh station and 8.81 at the Eslamabad-e Gharb station. The phosphorus content (8.55 ppm) was higher in the Kabirkouh station than in Manesht-Qalarang and Eslamabad-e Gharb stations. Kabirkouh contained more calcium and magnesium contents (1301 and 98.1, respectively), which were higher than the other two stations. The highest amount of sodium was 11.69 in the soil of Manesht-Qalarang, while the lowest amount was 7.8 at Kabirkouh. The Kabirkouh station had the highest amount of nitrogen (74 ppm), followed by the Eslamabad-e Gharb station (a value of 56) and Manesht-Qalarang (a value of 53), respectively. The highest total phenolic and flavonoid content belonged to the inflorescence part in the Kabirkouh station (1.31 ± 0.21 and 0.61 ± 0.12 mg/g DW, respectively), and the lowest content was found in the shoots of the Manesht-Qalarang station. The Manshet-Qalarang station was significantly different in the total phenolic and flavonoid extracts obtained from the shoot and inflorescence parts of the plant, and a significant difference between the habitats of Kabirkouh and Eslamabad-e Gharb stations ($P < 0.05$). The lowest amount (0.21 mg/ml) of IC_{50} (that is, the highest amount of antioxidant activity) was measured in the flowering part of the plant from the Kabirkouh habitat. A lower antioxidant activity was

Copyright ©2025. Shokrollahi et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 Unported License, which allows users to read, copy, distribute, and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

indicated by the highest IC_{50} value for the shoot part in the Manesht-Qalarang habitat, at 0.41 mg/mL.

Conclusion: Since plants are always exposed to environmental stress, they contain a variety of chemical compounds as antioxidants with different structures and functions. The results showed that the inflorescence part of the plant in the Kabirkouh station contained the highest amount of total phenol and flavonoids and the highest antioxidant activity (with a lower IC_{50} value). Kabirkouh's habitat may be more suitable for this plant due to its lower altitude, lower rainfall, and higher ambient temperature than the other two habitats. The living environment and climate of different regions have a significant impact on the content of bioactive compounds and their activity. Environmental and genetic factors affect the synthesis of secondary metabolites in plants, and it seems that genetic factors have a stronger effect than other factors. The Kabirkouh's habitat was less acidic in pH and conductivity than Manesht-Qalarang and Eslamabad-e Gharb's habitats. The Kabirkouh habitat contained more nutrients, such as calcium, phosphorus, magnesium, and nitrogen, while the Manshet-Qalarang habitat contained more sodium. There is an inverse relationship between the synthesis of secondary metabolites and the amount of antioxidant activity with acidity, electrical conductivity, and the amount of sodium, and there is a direct relationship between other nutrients. The amount of certain nutrients in the soil, such as phosphorus, calcium, nitrogen, and potassium, is a factor in the production of secondary metabolites and plant active compounds, as well as the growth and development of the plant. Moreover, soil pH or acidity is another important factor in the production of plant active compounds due to its effect on the absorption of soil nutrients.

Keywords: Antioxidant capacity, *Echinops kotschyi*, Secondary metabolites, West of Iran

How to Cite This Article: Shokrollahi, E., Baghaeifar, Z., Darvishnia, H., & Asgari Nematian, M. (2025). The Relationship Between Secondary Metabolites and Antioxidant Activity of *Echinops kotschyi* Boiss. under the Influence of Different Habitats. *J Crop Breed,* 17(4), 82-91. DOI: 10.61882/jcb.2025.1580

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

بررسی ارتباط برخی متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه شکرتیغال (*Echinops kotschyi* Boiss.) تحت تاثیر رویشگاه‌های مختلف

الهه شکرالهی[۱]، زهرا بقایی‌فر[۲]، حمید درویش‌نیا[۳] و مهتاب عسگری نعمتیان[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، (نویسنده مسوول: darvishnia_h@pnu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۹ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۹
صفحه ۸۲ تا ۹۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تغذیه گیاهان یکی از دلایل مهم و تاثیرگذار بر بهبود کمیت و کیفیت محصول آن‌ها است، و خاک تامین‌کننده بیشتر عناصر مغذی مورد نیاز گیاه است. علاوه‌بر عناصر مغذی، پارامترهای هدایت الکتریکی، اسیدیته و شوری خاک از علل مهم دخیل در حاصل‌خیزی خاک هر منطقه‌ای هستند. جنس شکرتیغال (*Echinops*) متعلق به خانواده *Asteraceae* است که معمولاً در زیستگاه‌هایی با نور زیاد، مقداری رطوبت، نواحی نیمه‌گرمسیری و انواع مختلفی از خاک‌ها رویش دارند. این گیاهان خودرو هستند، از نظر شیمیایی و ترکیبات آن بسیار اهمیت دارند و دارای ارزش‌های اقتصادی، کاربرد دارویی و کاربردهایی در صنایع کشاورزی و پزشکی هستند. در پژوهش حاضر به بررسی تاثیر برخی شرایط محیطی و ارتباط آن‌ها با میزان متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گیاه شکرتیغال در سه رویشگاه طبیعی در غرب ایران پرداخته شد.

مواد و روش‌ها: بخش‌های هوایی گیاه شکرتیغال، شامل شاخساره و گل‌آذین، به‌همراه خاک اطراف ریشه گیاه از سه ایستگاه واقع در اسلام آباد (استان کرمانشاه)، و مانشت‌قلارنگ و کبیرکوه (استان ایلام) به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شدند. اطلاعات هر ایستگاه شامل نام ایستگاه، مختصات جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی)، ارتفاع از سطح دریا و سایر ویژگی‌ها ثبت گردید. بخش‌های هوایی گیاه در سایه و دمای اتاق خشک و از آن‌ها پودر تهیه گردید. پس از تهیه عصاره متانولی از شاخساره و گل‌آذین، مقادیر فنول و فلاونوئید کل به‌ترتیب با روش‌های فولین‌سیوکالتیو و روش رنگ‌سنجی آلومینیوم‌کلرید، و ظرفیت ضداکسیدانی از طریق مهار رادیکال آزاد DPPH ارزیابی شد. نمونه‌برداری خاک از لایه سطحی صفر تا عمق ۳۰ سانتی‌متری اطراف ریشه گیاهان انجام شد. میزان هدایت الکتریکی خاک با دستگاه EC متر، اسیدیته با استفاده از دستگاه pH متر، و میزان عناصر مغذی گیاه با محلول تیزاب سلطانی (مخلوط اسیدنیتریک و اسیدکلردریک) سنجیده شدند. از نرم‌افزار SPSS برای انجام آنالیزهای آماری استفاده شد. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شد.

یافته‌ها: کم‌ترین میزان هدایت الکتریکی خاک در ایستگاه کبیرکوه (۳/۱۳ دسی‌زیمنس بر متر) و بیشترین مقدار در ایستگاه مانشت‌قلارنگ (۳/۲۶ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. اسیدیته (pH) خاک بین ۷/۲۸ در ایستگاه کبیرکوه تا ۰/۸۱ در ایستگاه اسلام‌آباد غرب متغیر بود. میزان فسفر در ایستگاه کبیرکوه با مقدار ۸/۵۵ در مقیاس ppm بیشتر از دو ایستگاه مانشت‌قلارنگ و اسلام‌آباد بود. مقدار عناصر کلسیم و منیزیم با مقادیر ۱۳۰۱ و ۹۸/۱ در ایستگاه کبیرکوه بالاتر از دو ایستگاه دیگر بود. عنصر سدیم در خاک ایستگاه مانشت‌قلارنگ با مقدار ۱۱/۶۹ دارای بالاترین مقدار و ایستگاه کبیرکوه با مقدار ۷/۸ دارای کم‌ترین مقدار بودند. ایستگاه کبیرکوه دارای بالاترین مقدار عنصر نیتروژن (۷۴ ppm) بود و پس از آن، ایستگاه اسلام‌آباد با مقدار ۵۶ و مانشت‌قلارنگ با مقدار ۵۳ قرارداشتند. بیشترین محتوای فنول و فلاونوئید کل مربوط به بخش گل‌آذین در رویشگاه کبیرکوه (به‌ترتیب ۰/۲۱ ± ۱/۳۱ و ۰/۱۲ ± ۰/۶۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، و کمترین میزان مربوط به شاخساره در رویشگاه مانشت‌قلارنگ بودند. بین میانگین‌های فنول و فلاونوئید کل عصاره‌های به‌دست‌آمده از دو بخش شاخساره و گل‌آذین گیاه و نیز بین رویشگاه‌های کبیرکوه و اسلام‌آباد با رویشگاه مانشت‌قلارنگ اختلافات معنی‌داری وجود داشتند ($P < ۰/۰۵$). پایین‌ترین میزان IC_{50} (یعنی بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی) مربوط به بخش گل‌آذین گیاه از رویشگاه کبیرکوه به میزان ۰/۲۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود. بالاترین مقدار IC_{50}، که دلالت‌بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمتر دارد، به بخش شاخساره گیاه در رویشگاه مانشت‌قلارنگ به میزان ۰/۴۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تعلق داشت.

نتیجه‌گیری: از آنجا که گیاهان همیشه در معرض تنش‌های محیطی پیرامون خود قرار دارند، دارای ترکیبات شیمیایی متنوعی، به‌عنوان ضداکسیدان‌های با ساختار و عملکرد مختلف هستند. نتایج نشان دادند که بخش گل‌آذین گیاه در منطقه کبیرکوه دارای بالاترین میزان فنول و فلاونوئید کل، و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (مقدار IC_{50} پایین‌تر) بود. رویشگاه کبیرکوه به‌دلیل ارتفاع از سطح دریای پایین‌تر، میزان بارش کمتر و دمای محیطی بالاتر می‌تواند نسبت به دو رویشگاه دیگر، محیط مناسب‌تری برای این گیاه باشد. محیط زندگی و اقلیم در مناطق مختلف اثر معنی‌داری بر محتوای ترکیبات زیست‌فعال و فعالیت آن‌ها دارند. سنتز متابولیت‌های ثانویه در گیاهان متاثر از علل محیطی و ژنی است و به‌نظر می‌رسد که عوامل ژنتیکی تأثیر قوی‌تری نسبت به علل محیطی داشته باشند. رویشگاه کبیرکوه دارای مقدار pH و هدایت الکتریکی پایین‌تری نسبت به دو رویشگاه اسلام‌آباد غرب و مانشت‌قلارنگ بود. عناصر مغذی مثل کلسیم، فسفر، منیزیم و نیتروژن در رویشگاه کبیرکوه، و سدیم در رویشگاه مانشت‌قلارنگ دارای مقادیر بالاتری بودند. بین سنتز متابولیت‌های ثانویه و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی با اسیدیته، هدایت الکتریکی و میزان عنصر سدیم رابطه معکوس، و بین سایر عناصر مغذی رابطه مستقیمی وجود دارد. مقدار برخی عناصر غذایی مثل فسفر، کلسیم، نیتروژن و پتاسیم که در خاک وجود دارند در سنتز متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات موثره گیاه، و نیز رشد و نمو گیاه جزوه عوامل تعیین‌کننده هستند. در کنار این عوامل، pH یا اسیدیته خاک به‌علت اثر بر جذب عناصر غذایی خاک، یک علت مهم دیگر در ساخت ترکیبات موثره گیاه است.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، غرب ایران، شکرتیغال، متابولیت‌های ثانویه

مقدمه

تغذیه گیاهان از علل مهم تاثیرگذار بر بهبود کمیت و کیفیت محصول آن‌ها است. در این بین، خاک تامین کننده بیشتر عناصر مغذی مورد نیاز گیاه است که بخش اعظم آن‌ها قابل اندازه‌گیری هستند. خاک هر منطقه از ترکیبات معدنی، مواد آلی، موجودات زنده موجود در خاک، آب، و هوای موجود

در خاک تشکیل شده است (Borrelli *et al*., 2020). جزء معدنی خاک از دانه‌های با قطر کمتر از دو میلی‌متر شکل گرفته است. هر چه میزان دانه‌های با قطر بیشتر از ۲ میلی‌متر بالاتر رود کیفیت خاک نامطلوب‌تر می‌شود. هدایت الکتریکی، اسیدیته و شوری خاک از پارامترهای دخیل در حاصل‌خیزی خاک هر منطقه هستند. یکی از وظایف اصلی خاک مهیانمودن محیط مناسبی برای رشد گیاهان و زیستگاهی برای ارگانیسم‌ها است (Zhao *et al*., 2023). گیاهان تیره مرکبان یا *Asteraceae*، با دارا بودن ۲۳۶۰۰ گونه متعلق به ۱۶۲۰ جنس در سراسر جهان، یکی از تیره‌های گیاهی پرگونه در بین گیاهان آوندی هستند (Petruzzello, 2018). این گروه یکی از متنوع‌ترین گروه‌های گیاهی در کشور ایران است که در بیشتر نواحی کشور پراکنش دارد. جنس شکر تیغال (*Echinops*) یک جنس متعلق به این خانواده است که در حدود ۳۵۰ گونه از آن در سراسر جهان معرفی شده‌اند که از این تعداد، ۷۲ گونه در ایران پراکنش دارند (Mozaffarian, 2005). اعضای این گروه که معمولاً در زیستگاه‌هایی با نور زیاد، مقداری رطوبت، نواحی نیمه‌گرمسیری و انواع مختلفی از خاک‌ها رویش دارند، گیاهان علفی چندساله خارداری هستند که به‌ندرت نمونه‌های یک‌ساله در آن‌ها مشاهده می‌شوند (Montazerolghaem *et al*., 2016). این گیاهان خودرو هستند و از نظر شیمیایی و ترکیبات آن بسیار اهمیت دارند و دارای ارزش‌های اقتصادی، کاربرد دارویی و کاربردهایی در صنایع کشاورزی و پزشکی هستند. گیاه شکرتیغال با نام علمی *Echinops kotschyi* که در برخی استآن‌های کشور از جمله ایلام، لرستان، کرمانشاه، همدان، سمنان، تهران و اصفهان رویش داشته است و پراکنش دارد، گیاهی پایا است که ارتفاع آن ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر می‌رسد. این گیاه واجد ساقه‌های چوبی با خارهای مشخص است که اغلب به‌صورت قائم قرار گرفته‌اند. دارای برگ‌های کشیده با لبه‌های مضرس، خاردار و بدون دمبرگ است. گل‌آذین کپه‌ای است که به صورت گل‌های لوله‌ای‌شکل و ریز با انتهای خاردار هستند. اغلب گل‌های سفیدرنگ دارند ولی در برخی مواقع نقره‌ای یا آبی‌رنگ هستند (Mozaffarian, 2005).

تا به امروز مطالعاتی بر روی برخی گونه‌های این جنس صورت گرفته‌اند که می‌توان به مطالعه برخی ویژگی‌های زیستی شکرتیغال (Nasirzadeh *et al*., 2005)، بررسی ویژگی‌های رویان‌شناختی، بررسی تکوینی دانه‌گرده و تخمک (Baghaeefar *et al*., 2017)، تاثیرات عصاره‌های مختلف *E. dichorus* بر سلول‌های توموری روده (Mokhtari *et al*., 2017)، بررسی ساختمان پلی‌ساکاریدهای غالب و خواص آنتی‌اکسیدانی *E. cephalotes* (Rezazadeh, 2019)، مطالعه مقایسه‌ای شکرتیغال آیشی و چندجنسی از لحاظ ساختمان تشریحی، مان، قوه‌نامیه، فنول، ریخت‌شناسی، متابولیت‌های ثانویه و فعالیت دگرآسیبی (Tahmasebi *et al*., 2021; 2023) و مطالعه محتوای فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی دو گونه شکرتیغال (Aydin *et al*., 2016) اشاره نمود. همچنین، مطالعاتی روی مقادیر متابولیت‌های ثانویه و نیز تاثیر شرایط محیطی بر پارامترهای مختلف گیاهان انجام شده‌اند که می‌توان به بررسی ترکیبات مختلف اسانس نعنافلفلی در شرایط محیطی مختلف (Shahi *et al*., 1999)، تاثیر ارتفاع بر اسانس گیاه آویشن (Habibi *et al*., 2006)، مطالعه اثر شرایط محل رویش بر کیفیت و کمیت اسانس کاکوتی‌کوهی (Dehghan *et al*., 2010)، بررسی تاثیر ارتفاع و مراحل مختلف فنولوژیکی بر فیتوشیمی و فعالیت ضداکسیدانی گیاه دارویی چویل (Hosseini *et al*., 2017)، و گیاه پونه آبی (Mohsenpour *et al*., 2017) اشاره نمود. علاوه‌بر آن‌ها، بررسی وضعیت عناصر مغذی در خاک گیاه دارویی مریم گل خلیجی در رویشگاه های مختلف (Raeisi Monfared *et al*., 2020)، مقایسه میزان برخی متابولیت‌های ثانویه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه چویر در مراحل مختلف نموی (Kianipour *et al*., 2023)، و مطالعه تاثیر تنش خشکی بر خصوصیات فیتوشیمیایی و بیوشیمیایی گیاه شیرتیغک وحشی (Azizyan & Abdollahi Mandoulakani, 2023) انجام شده است. هرچند تاکنون مطالعات مختلفی روی گونه‌های جنس شکرتیغال انجام شده‌اند و ترکیبات شیمیایی متنوعی از گونه‌های مختلف آن استخراج و مورد شناسایی قرار گرفته‌اند، اما مطالعات اندکی، خصوصا از جنبه بررسی شرایط رویشگاه بر متابولیت‌های ثانویه گیاه *Echinops kotchyi* وجود دارند. در این راستا، هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر برخی شرایط محیطی بر میزان متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گیاه شکرتیغال در برخی رویشگاه‌های غرب کشور است.

مواد و روش‌ها

خاک و اقلیم مناطق مورد مطالعه

استان ایلام از نظر شرایط اقلیمی، از مناطق گرمسیری کشور به‌حساب می‌آید اما به‌دلیل وجود ارتفاعات مختلف در آن، تفاوت درجه حرارت و بارندگی در نواحی شمالی، جنوبی و غربی آن بالا است، به گونه‌ای که می‌توان سه منطقه اقلیمی گرمسیری، سردسیری و معتدل را در این استان مشاهده کرد. از لحاظ خاک‌شناسی، واجد پنج تیپ اصلی پستی و بلندی شامل تپه‌ها، کوه‌ها، تراس‌های فوقانی، فلات‌ها و دشت‌های دامنه‌ای و واریزه‌های بادبزنی‌شکل سنگ‌ریزه‌دار که از لحاظ ویژگی‌های اصلی و ساختار با هم تفاوت‌هایی دارند (Statistical Yearbook of Ilam Province, 2019). در مناطق جنگلی نوع بافت خاک معمولا از نوع لوم رسی‌شنی و در مناطق با بارندگی زیاد از نوع لوم‌شنی است. مقدار pH خاک از ۷/۴ در نواحی اقلیمی نیمه‌خشک تا ۷/۱ در نواحی نیمه‌مرطوب است. میزان هدایت الکتریکی از ۰/۳۶ دسی‌زیمنس بر متر تا ۰/۸۳ دسی‌زیمنس بر متر است. بیشترین مقدار کربن آلی ۳/۱ درصد و کمترین آن ۱/۲ درصد هستند. مقادیر پتاسیم و فسفر (بر حسب ppm) به‌ترتیب در محدوده ۴۲۰ تا ۶۳۸، و ۹/۹۳ تا ۱۰/۶۹ هستند. درصد رطوبت اشباع ۳۲/۷۳ تا۵۱/۰۹ درصد است (Menati *et al*., 2019).

استان کرمانشاه، که ۱/۵ درصد مساحت کشور را به‌خود اختصاص داده است، با پیشینه زمین‌شناسی و دارا بودن رشته کوه‌هایی، رخنمون با سازندهای کوهستانی با ویژگی‌های

طبیعی خاص و داشتن قله‌های با ارتفاع بالا با بیشینه ارتفاع ۳۳۹۰ متر، دشت‌ها، دره‌های ژرف و جلگه‌های پست با کمینه ارتفاع ۱۸۰ متر را در این استان بوجود آورده است. آب و هوای این استان متاثر از رژیم مرطوب مدیترانه‌ای است و میانگین میزان بارندگی سالانه آن بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر است. بر اساس ویژگی‌های ظاهری، خاک استان کرمانشاه به خاک‌های جوان‌واریزه‌ای، خاک‌های آبرفتی، خاک‌های قهوه‌ای و خاک‌های شور تقسیم می‌شود. در دشت‌های هموار و وسیع استان مانند اسلام‌آباد، خاک‌هایی دیده می‌شوند که کم و بیش هوموس‌اند. قسمت فوقانی آن‌ها آهک کمی دارد که آن‌ها را خاک قهوه‌ای می‌نامند (Statistical Yearbook of Kermanshah Province, 2020).

جمع‌آوری و آماده‌سازی نمونه‌های گیاهی

بخش‌های هوایی گیاه شکرتیغال *Echinops kotschyi*، شامل شاخساره و گل‌آذین، به‌همراه خاک اطراف ریشه گیاه از سه ایستگاه جمع‌آوری شدند. اطلاعات رویشگاهی در هر منطقه شامل نام ایستگاه، مختصات جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی)، ارتفاع از سطح دریا و سایر ویژگی‌ها ثبت گردید (جدول ۱).

در استان ایلام از منطقه حفاظت‌شده مانشت‌قلارنگ واقع در محدوده شهرستان ایلام و منطقه حفاظت‌شده کبیرکوه در محدوده شهرستان دره‌شهر، و در استان کرمانشاه نمونه‌ها از اسلام‌آباد غرب جمع‌آوری و مورد شناسایی و تایید قرار گرفتند. سپس، خاک و مواد اضافی جمع‌آوری شده به همراه گیاه حذف شدند. نمونه‌ها در سایه و دمای اتاق خشک و سپس در هاون دستی خرد شدند و با استفاده از آسیاب برقی پودر گردیدند. از شاخساره و گل‌آذین آن‌ها عصاره متانولی تهیه گردید.

آنالیز خصوصیات خاک

برای مطالعه خصوصیات خاک محل رویش گیاه، نمونه‌برداری خاک از لایه سطحی صفر تا عمق ۳۰ سانتی‌متری اطراف ریشه گیاهان در حین جمع‌آوری انجام گردید. اسیدیته خاک در آب با استفاده از دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی خاک با دستگاه EC متر و میزان عناصر مغذی گیاه با محلول تیزاب سلطانی (مخلوط اسیدنیتریک و اسیدکلردریک با نسبت ۱ به ۳) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر سنجیده شدند.

اندازه‌گیری میزان فنل و فلاونوئید کل، و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

مقدار فنل کل بخش شاخساره (بدون گل و گل‌آذین) و گل‌آذین گیاه شکرتیغال در سه رویشگاه مورد مطالعه با استفاده از معرف فولین–سیوکالتیو توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای این کار به ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره متانولی گیاه، ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۱ میلی‌لیتر معرف فولین–سیوکالتیو ۵۰ درصد اضافه شد و پس از ۵ دقیقه، ۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم (۷ درصد) به آن اضافه گردید. سپس، به‌مدت ۹۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد و پس از آن جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر نسبت به شاهد قرائت گردید. برای رسم منحنی کالیبراسیون، گالیک اسید به‌عنوان استاندارد به‌کار رفت و میزان آن بر حسب میلی‌گرم اسیدگالیک در گرم عصاره گزارش شد (Hayouni *et al*., 2007).

روش رنگ‌سنجی آلومینیوم‌کلرید در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر مدل Lambda 45- UV/Visible جهت سنجش میزان فلاونویید کل اسانس به‌دست‌آمده از شاخساره و گل‌آذین گیاه دارویی شکرتیغال به‌کار رفت. از کوئرستین به‌منظور رسم منحنی استاندارد استفاده گردید. برای این کار، به ۰/۵ میلی‌لیتر از هر عصاره، ۱/۵ میلی‌لیتر متانول (۸۰ درصد)، ۰/۱ میلی‌لیتر محلول کلریدآلومینیوم (۱۰ درصد متانولی)، ۰/۱ میلی‌لیتر استات‌پتاسیم (۱ مولار) و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و خوب مخلوط گردید. سپس، جذب مخلوط بعد از گذشت ۴۰ دقیقه در دمای اتاق، در طول موج ۵۱۰ نانومتر نسبت به بلانک با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. به‌منظور رسم منحنی استاندارد از کوئرستین استفاده شد (Chang *et al*., 2002).

از مهار رادیکال آزاد DPPH و تغییر در میزان جذب نوری برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه استفاده گردید. به این‌منظور، ۵۰ میکرولیتر عصاره متانولی تهیه شده از بخش‌های مد نظر گیاه شکرتیغال با ۹۵۰ میکرولیتر DPPH مخلوط شد و به‌مدت نیم‌ساعت در شرایط تاریکی قرار داده شد. میزان جذب‌نوری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. درصد مهار رادیکال DPPH با استفاده از معادله $I(\%)=(A_B-A_S)/A_B\times100$ محاسبه شد که A_B میزان جذب نمونه شاهد (حاوی همه اجزاء واکنش‌گر بدون نمونه) و A_S میزان جذب نمونه هستند.

مطالعات آماری

در پژوهش حاضر، آنالیز آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شدند.

جدول ۱- مناطق جمع‌آوری گیاه *Echinops kotschyi* به‌همراه مختصات و ویژگی‌های اقلیمی

Table 1. The collection areas of *Echinops kotschyi* with coordinates and climate characteristics

نام ایستگاه Name of station	استان Province	مختصات جغرافیایی Geographical coordinates	ارتفاع از سطح دریا Above sea level	میانگین بارش سالیانه (mm) Average annual rainfall (mm)	میانگین دمای سالانه (°C) Average annual temperature (°C)
اسلام‌آباد Eslamabad-e Gharb	کرمانشاه Kermanshah	46°36′22.08″ E 34°07′33.60″ N	1391	346.5	20.9
مانشت‌قلارنگ Manshet-Qalarang	ایلام Ilam	46°23′16.78″ E 23°39′36.70″ N	1532	536.2	17.43
کبیرکوه Kabirkouh	ایلام Ilam	47°05′42.47″ E 33°16′52.84″ N	1064	399.5	21.2

نتایج و بحث

نتایج آنالیزهای خاک و برخی عناصر مغذی موجود در آن

در پژوهش حاضر، با بررسی ویژگی‌های خاک محل رویش گیاه شکرتیغال در دو رویشگاه در استان ایلام و یک رویشگاه در استان کرمانشاه نتایج زیر به‌دست آمدند (جدول ۲). میزان هدایت الکتریکی (EC) خاک در دامنه ۳/۱۳ دسی‌زیمنس بر متر مربوط به خاک ایستگاه کبیرکوه تا ۳/۲۶ دسی‌زیمنس بر متر برای خاک اطراف ریشه گیاهان جمع‌آوری شده در منطقه مانشت‌قلارنگ متفاوت بود. اسیدیته (pH) در خاک اطراف ریشه گیاه جمع‌آوری شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه بین ۷/۲۸ در ایستگاه کبیرکوه تا ۷/۸۱ برای خاک اطراف ریشه گیاه در ایستگاه اسلام‌آباد غرب متغیر بود.

برخی عناصر موجود در خاک اطراف ریشه این گیاه در سه رویشگاه مد نظر اندازه‌گیری و برحسب ppm بیان گردیدند. در ایستگاه کبیرکوه واقع در نیمه جنوبی استان ایلام، خاک از نظر عناصر آلی و مغذی مثل کلسیم، منیزیم، فسفر و نیتروژن غنی‌تر از خاک ایستگاه‌های اسلام‌آباد غرب و مانشت‌قلارنگ بود. هر چند در ایستگاه مانشت‌قلارنگ، خاک حاوی مقادیر بالاتری از عنصر سدیم بود (جدول ۲). عنصر فسفر در ایستگاه کبیرکوه با مقدار ۸/۵۵ در مقیاس ppm بیشتر از دو ایستگاه مانشت–قلارنگ و اسلام آباد بود (به‌ترتیب با ۱۰۷۸ و ۹۴۲ ppm). عناصر کلسیم و منیزیم با مقادیر ۱۳۰۱ و ۹۸/۱ در ایستگاه کبیرکوه بالاتر از دو ایستگاه اسلام‌آباد غرب (۹۴۲ و ۳۴/۵) و ایستگاه مانشت‌قلارنگ (۱۰۷۸ و ۲۴/۲) بودند. از نظر عنصر سدیم، ایستگاه مانشت‌قلارنگ با مقدار ۱۱/۶۹ دارای بالاترین مقدار در بین ایستگاه‌های مطالعاتی بود و پس از آن ایستگاه اسلام‌آباد با مقدار ۱۰/۰۹ و ایستگاه کبیرکوه با مقدار ۷/۸ کم‌ترین مقدار از این عنصر را در خاک خود دارا بودند. ایستگاه کبیرکوه دارای بالاترین مقدار عنصر نیتروژن (۷۴ ppm) بود و پس از آن، ایستگاه اسلام‌آباد با مقدار ۵۶ و مانشت‌قلارنگ با مقدار ۵۳ قرار داشتند.

مقادیر فنل و فلاونوئید کل، و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج به‌دست‌آمده از مقادیر فنول و فلاونوئید کل، و نیز میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی به‌دست‌آمده از دو بخش هوایی گیاه شکرتیغال در سه ایستگاه منتخب در جدول ۳ آورده شده‌اند. بیشترین محتوای فنل کل به‌ترتیب به بخش گل‌آذین در رویشگاه کبیرکوه و اسلام‌آباد غرب (به‌ترتیب به میزان ۰/۲۱ ± ۱/۳۱ و ۰/۱۳ ± ۱/۰۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، و کم‌ترین میزان به شاخساره گیاه دارویی شکرتیغال در رویشگاه واقع در منطقه سردسیری مانشت‌قلارنگ (با مقدار ۰/۰۷ ± ۰/۴۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) تعلق داشتند. بین میانگین‌های فنل کل عصاره‌های به‌دست‌آمده از دو بخش شاخساره و گل‌آذین گیاه و نیز بین رویشگاه‌های کبیرکوه و اسلام‌آباد با رویشگاه مانشت قلارنگ اختلافات معنی‌داری وجود داشتند ($P < ۰/۰۵$).

بیشترین محتوای فلاونوئید کل به‌ترتیب مربوط به بخش گل‌آذین در رویشگاه کبیرکوه و اسلام‌آباد غرب (به‌ترتیب به میزان ۰/۱۲ ± ۰/۶۱ و ۰/۱۰ ± ۰/۴۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، و کم‌ترین میزان با مقدار ۰/۰۹ ± ۰/۳۱ و ۰/۰۶ ± ۰/۲۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نیز مربوط به گل‌آذین و شاخساره گیاه دارویی شکرتیغال واقع در رویشگاه سردسیر مانشت‌قلارنگ در استان ایلام بودند. بین میانگین‌های فلاونوئید کل عصاره‌های به‌دست‌آمده از دو بخش شاخساره و گل‌آذین گیاه و نیز بین رویشگاه‌های کبیرکوه و اسلام‌آباد با رویشگاه مانشت‌قلارنگ اختلافات معنی‌داری وجود داشتند ($P < ۰/۰۵$).

پایین‌ترین میزان IC_{50} (یعنی بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی) مربوط به بخش گل‌آذین گیاه شکرتیغال جمع‌آوری شده از رویشگاه کبیرکوه ۰/۲۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود. بالاترین مقدار IC_{50}، که دلالت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمتر دارد، مختص به بخش شاخساره گیاه در رویشگاه مانشت‌قلارنگ و اسلام‌آباد به‌ترتیب با ۰/۴۱ و ۰/۳۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود.

جدول ۲– مقادیر به دست آمده هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک (pH) و عناصر مغذی موجود در خاک رویشگاه‌های مورد مطالعه
Table 2. The values obtained for electrical conductivity, acidity (pH), and nutrients in the soil of the studied habitats

کبیرکوه Kabirkouh	مانشت–قلارنگ Manshet-Qalarang	اسلام آباد غرب Eslamabad-e Gharb	نام ایستگاه Locality name پارامتر Parameter
7.28	7.63	7.81	اسیدیته خاک (pH) Soil acidity (pH)
3.13	3.26	3.19	EC خاک (دسی‌زیمنس بر متر) Soil EC (dS/m)
8.55	5.36	4.32	فسفر (P) Phosphorus
1301	1078	942	کلسیم (Ca) Calcium
98.1	24.2	34.5	منیزیم (Mg) Magnesium
7.8	11.69	10.09	سدیم (Na) Sodium
74	53	56	نیتروژن (N) Nitrogen

جدول ۳- مقادیر فنل کل (میلی‌گرم اسید گالیک بر وزن خشک)، فلاونوئید کل (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (بر طبق IC_{50}) به دست آمده از شاخساره و گل‌آذین گیاه *Echinops kotschyi*

Table 3. The amounts of total phenol (mg of gallic acid per dry weight), total flavonoid (mg of quercetin per gram of dry weight), and antioxidant capacity (according to the IC_{50}) obtained from shoots and inflorescences of *Echinops kotschyi*.

نام ایستگاه Name of station	ایستگاه اسلام آباد غرب Eslamabad-e Gharb station	ایستگاه مانشت-قلارنگ Manshet-Qalarang station	ایستگاه کبیرکوه Kabirkouh station
فنول کل شاخساره Total phenol of the shoot	0.59 ± 0.09	0.47 ± 0.07	0.61 ± 011
فنول کل گل‌آذین Total phenol of the inflorescence	1.07 ± 0.13	0.65 ± 0.12	1.31 ± 0.21
فلاونوئید کل شاخساره Total flavonoid of the shoot	0.31 ± 0.07	0.29 ± 0.06	0.39 ± 0.08
فلاونوئید کل گل‌آذین Total flavonoid of the inflorescence	0.47 ± 0.10	0.31 ± 0.09	0.61 ± 0.12
میزان IC_{50} شاخساره The amount of IC_{50} of the shoot	0.38	0.41	0.33
میزان IC_{50} گل‌آذین The amount of IC_{50} of the inflorescence	0.27	0.34	0.21

در پژوهش حاضر به تأثیر برخی پارامترهای محیطی بر میزان تولید متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه شکرتیغال در سه ایستگاه در غرب ایران پرداخته شد. از آنجا که گیاهان همیشه در معرض تنش‌های محیطی و شرایط اکسیداتیو محیط پیرامون خود قراردارند، بنا بر این دارای ترکیبات شیمیایی متنوعی، به‌عنوان ضداکسیدآن‌های با ساختار و عملکرد مختلف هستند (Zarinkamar & Tajik, 2017). لازمه استفاده صحیح از گیاهان با خواص دارویی، تعیین مقدار و شناسایی انواع مختلف ترکیبات شیمیایی موجود در بخش‌های مختلف آن‌ها، و نیز اطلاع از کیفیت خاک محل رویش آن‌ها است.

در این مطالعه، بالاترین مقدار فنل و فلاونوئید کل از گل‌آذین شکرتیغال، *E. kotschyi*، در منطقه کبیرکوه به‌دست‌آمد (به‌ترتیب ۰/۲۱ ± ۱/۳۱ و ۰/۱۲ ± ۰/۶۱). در مطالعه طهماسبی و همکاران، مقادیر فلاونوئید کل عصاره متانولی بخش شاخساره شکرتیغال آیشی و چندجنسی به‌ترتیب ۵/۲۵ و ۵/۷۳ میلی‌گرم بر گرم از ماده خشک بودند (Tahmasebi *et al*., 2023). در مطالعه آیدین و همکاران (Aydin *et al*., 2016)، محتوای فلاونوئید کل شاخساره دو گونه شکرتیغال *E. tournefortii* و *E. ritro* ۰/۳۲ تا ۰/۹۳ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک به‌دست آمد. در مطالعات گذشته، با اندازه‌گیری مقدار فلاونوئید گونه *E. persicus* (شکرتیغال فارسی) مشخص گردید که عصاره متانولی به‌دست‌آمده از این گیاه حاوی ۱/۶۳ میلی‌گرم بر گرم از فلاونوئید بود (Nasseri *et al*., 2020) که بیشتر از نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش و نیز مطالعه Aydin و همکاران، و بسیار پایین‌تر از نتایج به‌دست‌آمده از شکرتیغال چندجنسی و آیشی بود (Tahmasebi *et al*., 2023). در مطالعه حاضر، عصاره به‌دست‌آمده از گل‌آذین هر سه ایستگاه مطالعاتی، نسبت به بخش شاخساره، دارای میزان فنل و فلاونوئید کل بالاتر و اختلاف معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$).

مقادیر فنل و فلاونوئید کل گل‌آذین گیاه شکرتیغال در رویشگاه کبیرکوه که در منطقه گرمسیرتر با ارتفاع پایین‌تر از سطح دریا (۱۰۶۴ متر) نسبت به دو رویشگاه دیگر، با ارتفاع بالاتر از سطح دریا و آب و هوای سردتر، بیشتر بودند. محیط زندگی و اقلیم در مناطق مختلف دارای اثر معنی‌داری بر محتوای ترکیبات زیست‌فعال و فعالیت آن‌ها هستند. سنتز متابولیت‌های ثانویه در گیاهان متاثر از علل محیطی و ژنی است و به‌نظر می‌رسد که عوامل ژنتیکی تأثیر قوی‌تری نسبت به علل محیطی داشته باشند (Toncer & Diraz, 2010).

در این پژوهش، برای ارزیابی خاصیت ضد اکسیدانی از روش DPPH و بر مبنای IC_{50} صورت گرفت. نتایج به‌دست‌آمده نشان دادند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گل‌آذین گیاه شکرتیغال در منطقه کبیرکوه نسبت به منطقه مانشت‌قلارنگ و اسلام‌آباد بالاترین مقدار را داشت. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر در گل‌آذین گیاه شکرتیغال در رویشگاه کبیرکوه با مقادیر بالاتر فنل و فلاونوئید کل همین بخش از گیاه در ارتباط است. بنا بر این، همبستگی بین مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و مقادیر فنل و فلاونوئید کل گل‌آذین گیاه مورد مطالعه مشاهده شد. افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش میزان فنل و فلاونوئید کل در رویشگاه کبیرکوه به‌دلیل بارش سالیانه کمتر و ارتفاع پایین‌تر از سطح دریا، بالطبع گیاه در معرض دماهای بالاتر و شدت نور بیشتر خورشید در طبیعت است و می‌توان اذعان داشت که در این گیاه تجمع متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (خصوصاً ترکیبات فنولیکی) در این رویشگاه احتمالا به این خاطر است که گیاه خود را از تشعشع شدید خورشید و یا گیاه‌خواران محافظت کند. گیاهان در برابر تنش‌های محیطی به طرق مختلفی واکنش نشان می‌دهند که این اختلاف می‌تواند به‌علت تفاوت در ژنتیک آن‌ها باشد (Toncer & Diraz, 2010). علل محیطی، در کنار تفاوت‌های ژنتیکی، نیز دارای نقش مهمی در تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند. کمبود مواد مغذی، گیاهخواری، اشعه ماورای بنفش خورشید، دمای محیط، حمله پاتوژن‌ها، ارتفاع از سطح دریا و آسیب‌های فیزیکی از جمله علل محیطی تاثیرگذار بر تولید ترکیبات مختلف در گیاهان هستند. اکثر گیاهان با قرار گرفتن در برابر عوامل محیطی تنش‌زای ذکرشده، سنتز ترکیبات فنلی را در خود بالا می‌برند و از آنجایی‌که ترکیبات فنلی یکی از

انواع آنتی‌اکسیدآن‌های مهم طبیعی به‌شمار می‌روند، برای جامعه انسانی دارای اهمیت هستند (Oreizi *et al*., 2014).

در رویشگاه اسلام‌آباد واقع در استان کرمانشاه، مقدار اسیدیته (pH) و در رویشگاه مانشت‌قلارنگ میزان هدایت الکتریکی (EC) خاک محل رویش گیاه مورد مطالعه بیشتر از سایر مناطق بودند (جدول ۲). علاوه‌بر این، خاک جمع‌آوری‌شده از اطراف ریشه گیاه شکرتیغال واقع در رویشگاه کبیرکوه در استان ایلام واجد مقادیر بالاتری از عنصرهای موجود مثل منیزیم، ازت، فسفر و کلسیم، نسبت به رویشگاه‌های اسلام‌آباد در استان کرمانشاه و مانشت‌قلارنگ در استان ایلام بود (جدول ۲). اما میزان عنصر سدیم در خاک اطراف ریشه گیاه شکرتیغال جمع‌آوری شده از رویشگاه مانشت‌قلارنگ بالاتر از دو رویشگاه دیگر در این مطالعه بود. در مطالعاتی که قبلا بر روی بررسی اثرات برخی علل محیطی روی نوع و میزان ترکیبات اسانس گونه‌های مختلف صورت گرفتهند، مشخص گردید که در گیاه پونه آبی (*Mentha aquatica*) در رویشگاه‌هایی از استان مازندران، بارش‌های بیشتر در مناطق غربی استان مازندران، کاهش هدایت الکتریکی و میزان اسیدیته (pH) خاک، و بالا رفتن مقدار فسفر، نیتروژن و دیگر عناصر مغذی و آلی خاک باعث سنتز مقادیر بیشتری از اسانس، و بالطبع تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه در این مناطق نسبت به مناطق شرق استان شد. مناطق شرق استان مازندران دارای میزان بالاتری از هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک بودند (Mohsenpour *et al*., 2017). هر چند در این مطالعه میزان بارش در منطقه کبیرکوه پایین‌تر است اما به‌دلیل ارتفاع متفاوت از سطح دریا، گیاه میزان نور بیشتری را دریافت کرده است. در مطالعه بررسی تاثیر بعضی علل محیطی بر ترکیبات اسانس گیاه مریم نخودی طناز (*Teucrium chamaedrys*)، مشخص گردید که رابطه معکوسی بین درصد اسانس و مقدار اسیدیته (pH) خاک وجود داشت اما مقدار نیتروژن موجود در خاک با مقدار تولید اسانس دارای رابطه مستقیمی بود (Solaymani, 2009) که با پژوهش حاضر همخوانی دارد. مقدار برخی عناصر غذایی مثل فسفر، کلسیم، نیتروژن و پتاسیم که در خاک وجود دارند در سنتز متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات موثره گیاه، و نیز رشد و نمو گیاه جزوه عوامل تعیین کننده هستند. در کنار این عوامل، pH یا اسیدیته خاک به علت اثر بر جذب عناصر غذایی خاک، یک علت مهم دیگر در ساخت ترکیبات موثره گیاه است (Figueiredo *et al*., 2008).

بالاتر بودن هدایت الکتریک خاک (EC) رشد گیاه را محدودتر می‌کند (Mohsenpour *et al*., 2017). نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر نشان‌دهنده پایین‌تر بودن هدایت الکتریکی خاک رویشگاه کبیرکوه نسبت به دو رویشگاه اسلام‌آباد و مانشت‌قلارنگ هستند. همچنین مقدار عناصر مغذی خاک مانشت‌قلارنک پایین‌تر از مقادیر این عناصر در خاک رویشگاه‌های کبیرکوه و اسلام‌آباد است. نتایج این پژوهش با مطالعه میرآزادی و همکاران که اثر شرایط محیطی را بر میزان بازده اسانس درختچه‌های مورد (*Myrtus communis*) واقع در استان لرستان بررسی کردند همسو هستند (Mirazadi *et al*., 2012).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بخش‌های مختلف گیاه شکرتیغال دارای مقادیری از متابولیت‌های ثانویه هستند، اما در بین بخش‌های مختلف این گیاه، عصاره به‌دست‌آمده از گل‌آذین گیاه در مقایسه با شاخساره آن دارای مقادیر بالاتر فنل و فلاونوئید کل، و فعالیت ضداکسیدانی است. علل محیطی می‌توانند تاثیر به‌سزایی در سنتز متابولیت‌های ثانویه و کیفیت این ترکیبات در این گیاه داشته باشند. گیاهان رشدیافته در رویشگاه کبیرکوه به‌علت قرار گرفتن در شرایط اقلیمی و خاکی مناسب‌تر، و نیز خاک با غنای بیشتر از مواد مغذی و عناصر آلی، دارای مقدار اسانس بیشتر و بالطبع مقادیر بالاتر متابولیت‌های ثانویه هستند. همچنین، نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان می‌دهند که علل محیطی همچون اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک محل رویش گیاه، و مقدار و نوع عنصرهای آلی خاک بر روی مقادیر کمی و کیفی متابولیت‌های ثانویه آن‌ها ، و بالطبع فعالیت آنتی‌اکسیدانی این گیاه اثرگذار هستند.

References

Aydın, Ç., Özcan, G., Turan, M., & Mammadov, R. (2016). Phenolic contents and antioxidant properties of *Echinops ritro* L. and *E. tournefortii* Jaup. Et. spach extract. *International Journal of Secondary Metabolite*, *3*, 74-81. https://doi.org/10.21448/http-ijate-net-index-php-ijsm.243309.

Azizyan, R., & Abdollahi Mandoulakani, B. (2023). The Effect of drought stress on some morphological, phytochemical, and biochemical characteristics of the medicinal plant Field Sowthistle (*Sonchus arvensis* L.). *Journal of Crop Breeding*, *15*(47), 41-55. https://doi.org/10.61186/jcb.15.47.41. [In Persian]

Baghaeefar, Z., & Chehregani Rad, A. (2017). Microsporogenesis and megasporogenesis in *Echinops ilicifolius* L. *Cellular and Molecular Research (Iranian Journal of Biology)*, *29*(4), 349-358. https://cell.ijbio.ir/article_919_e6ed38867489170ac5b3765175a37096.pdf. [In Persian]

Borrelli, P., Robinson, D. A., Panagos, P., Lugato, E., Yang, J. E., Alewell, C., Wuepper, D., Montanarella, L., & Ballabio, C. (2020). Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). *Borrelli, P., Robinson, D. A., Panagos, P., Lugato, E., Yang, J. E., Alewell, C., ... & Ballabio, C. (2020). Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). Proceedings of the National Academy of Sciences,* 117(36), 21994-22001, 117(36), 21994-22001. https://doi.org/10.1073/pnas.2001403117.

Chang, C., Yang, M., Wen, H., & Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10, 178-182.

Dehghan, Z., Sefidkon, F., Bakhshi Khaniki, Gh., & Kalvandi, R. (2010). The effects of ecological factors on essential oil yield and composition of *Ziziphora clinopodioides* lam.Subsp.rigida(Boiss) Rech.f. (2014). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *27*(1), 61-71. https://doi.org/2717. [In Persian]

Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Scheffer, J. J. C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, *23*, 213-226.

Habibi, H., Mazheri, D., Hosseini, N., Chaivhi, R. M., Tbatabi, M. F., & Bigdeli, M. (2006). Effect of altitude on essential oil and components in wild thyme (*Thymus kotschyanus* Boiss.) Taleghan region, Iran. *Pajouhesh & Sazandegi*, *73*, 2-10. [In Persian]

Hayouni, E. A., Abedrabba, M., Bouix, M., & Hamdi, M. (2007). The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chemistry*, 105(3), 1126-1134.

Hosseini, B., Nikkhah Amirabad, H., Fattah, M., & Yort, G. (2017). Effect of altitude and different phonological stages on essential composition and antioxidant activity of *Ferula angulata* (Schlecht.) Boiss. from Dena altitudes. *Eco-Phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 5, 16-29. [In Persian]

Iran's Statistics Center. (2019). *Statistical Yearbook of Ilam Province*. Iran's Statistics Center, Tehran. [In Persian]

Iran's Statistics Center. (2020). *Statistical Yearbook of Kermanshah Province*. Iran's Statistics Center, Tehran. [In Persian]

Kianipour, A., Baghaeifar, Z., Darvishnia, H., & Saeidian, S. (2023). A comparative study of total phenolic, total flavonoid contents and antioxidant capacity of aerial parts extracts of *Ferulago angulata* in different developmental stages. *Journal of Crop Breeding*, 15(47), 165-173. https://doi.org/10.61186/jcb.15.47.165. [In Persian]

Menati, T., Bazgir, M., Rostaminya, M., & Mahdavi, A. (2019). Chemical and physical characteristics of oak forest soils in different climates in Ilam Province. *Iranian Journal of Forest*, 10(4), 449-460. [In Persian]

Mirazadi, Z., Pilehvar, B., Meshkatalsadat, M. H., Karamian, R., Alirezaei, M., & Khonsari, A. (2012). The effect of main ecological factors on essence yield percent of *Myrtus communis* in different forest sites of Lorestan province. *Yafteh*, *14*, 103-111. [In Persian]

Mokhtari, B., Kolahi, M., & Mirzaei, N. (2017). A comparison study of extraction methods and mass spectrum for compounds in *Echinops dichorus* and comparison of effects of extracts on colon cancer cells CaCo2 [Research]. *Journal of Medicinal Plants, 16(62),* 145-157. http://jmp.ir/article-1-1422-en.html. [In Persian]

Mohsenpour, M., Vafadar, M., Vatankhah, E., & Meighani, H. (2017). The impact of the environmental factors on yield and chemical compositions of essential oil of water mint, *Mentha aquatica* L. from different habitats of Mazandaran province. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *30*(2), 440-451. [In Persian]

Montazerolghaem, S., Rahiminejad, M., Mozaffarian, V., & Susanna, A. (2016). Taxonomic notes on the genus *Echinops* (Compositae, Cardueae–Echinopsinae) in Iran. *Phytotaxa*, *263*, 81. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.263.2.1.

Mozaffarian, V. (2005). A taxonomic survey of *Echinops* L. tribe Echinopeae (Asteraceae) in Iran: 14 new species and diagnostic keys. *The Iranian Journal of Botany*, *11*(2), 197-239. [In Persian]

Nasirzadeh, A., Javid-Tash, I., & Riasat, M. (2005). Identification of Echinops species and study on some biological characteristics of *Larinus vulpes* Oliv. as Manna producer in Fars Province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *21*(3), 335-346. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2005.115090. [In Persian]

Nasseri, M. A., Keshtkar, H., Kazemnejadi, M., & Allahresani, A. (2020). Phytochemical properties and antioxidant activity of *Echinops persicus* plant extract: green synthesis of carbon quantum dots from the plant extract. *SN Applied Sciences*, *2*(4), 670. https://doi.org/10.1007/s42452-020-2466-0.

Oreizi, E., Rahiminejad, M. R., & Asghari, G. (2014). Influence of environment on glandular trichomes and composition of essential oil of Perovskia abrotanoides Karel. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, *9*(4), e16432. https://doi.org/10.17795/jjnpp-16432.

Petruzzello, M. (2018, August 20). List of plants in the family Asteraceae. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/topic/list-of-plants-in-the-family-Asteraceae-2040400.

Raeisi Monfared, A., & Yavari, A. (2020). Study on nutrient elements in soil and plant of some *Salvia santolinifolia* natural habitats [Research]. *Plant Process and Function*, *9*(39), 215-229. [In Persian]

Rezazadeh, S. (2019). *Structural elucidation and antioxidant activity of a main polysaccharide from Echinops cephalotes DC root*. *M.S.c Thesis*, Shahrood University if Technology, Semnan, Iran. [In Persian]

Shahi, A. K., Chandra, S., Dutt, P., Kaul, B. L., Tava, A., & Avato, P. (1999). Essential oil composition of *Mentha piperata* L. from different environments of north India. *Flavour and Fragrance Journal*, 14, 5-8.

Solaymani, M. (2009). *Effect of some environmental factors on composition essential oil Teucrium chamaedrys L. M.S.c thesis,* University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran. [In Persian]

Tahmasebi, G., Hashemloian, B. D., Azimi, A. A., Yosefirad, M., & Jalilian, N. (2021). Comparison of manna, phenol, seed germination, morphology and anatomy of *Echinops polygamous* and *E. tenuisecta*. *Applied Biology*, *43*(11), 21-40. http://sanad.iau.ir/fa/Article/861549. [In Persian]

Tahmasebi, G., Ataei Azimi, A., Delnavaz Hashemloian, B., Yosfirad, M., & Jalilian, N. (2023). Evaluation of secondary metabolites in *Echinops polygamous* and *E. tenuisecta* and their allelopathic activity. *Advanced Research in Medicinal Plants*, *2*(1), 17-25. https://doi.org/10.30479/armp.2023.18215.1008. [In Persian]

Toncer, O., & Diraz, E. (2010). An annual variation in essential oil composition of *Origanum syriacum* from Southeast Anatolia of Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, *4*, 1059-1064.

Zarinkamar, F., & Tajik, S. (2017). Evaluation of antioxidant activity and phenolic content from saffron organs (*Crocus sativus* L.). *Modares Journal of Biotechnology*, *8*(2), 160-170. http://biot.modares.ac.ir/article-22-119-en.html. [In Persian]

Zhao, Z., Liu, C., Yan, M., & Pan, G. (2023). Understanding and enhancing soil conservation of water and life. *Soil Science and Environment*, *2*(1). https://doi.org/10.48130/SSE-2023-0009.