

## Investigation of Some Functional and Ecological Characteristics of The Endemic Species *Nepeta Eremokosmos* Rech.F. and Its Conservation Status in Iran

Y. Asri<sup>1\*</sup>, M. Rabie<sup>2</sup>, F. Sefidkon<sup>3</sup>

1. Associate Prof., Botany Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
  2. Associate Prof., Department of Natural Resources and Environmental Engineering, University of Payame Noor, Tehran, Iran.
  3. Prof., Medicinal Plants Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
- \* Corresponding Author: asri@rifr-ac.ir

Received date: 13/01/2024

Accepted date: 25/02/2024

 [10.22034/JDMAL.2024.2020288.1451](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2024.2020288.1451)

### Extended Abstract

#### Introduction

Numerous studies on the chemical composition of *Nepeta* species essential oils in Iran show that changes in chemical composition are influenced by various factors including geographical location, weather conditions, plant growth stages, and analysis techniques. It is crucial to understand the variables that influence the effective substances of these medicinal plants. Nepetalactone is the first chemotype for the essential oils of plants in this genus. Nepetalactone can be divided into different isomers. For example, 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalactone found in *Nepeta cephalotes* Boiss., *Nepeta crassifolia* Boiss. & Buhse, *Nepeta mirzayanii* Rech.f. & Esfand. and *Nepeta racemosa* Lam.; 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -Nepetalactone in *Nepeta cataria* L., *Nepeta meyeri* Benth. and *Nepeta pogonosperma* Jamzad & Assadi; and 4 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -Nepetalactone in *Nepeta bornmuelleri* Hausskn. & Bornm., *Nepeta eremophila* Hausskn. & Bornm. and *Nepeta persica* Boiss. are highly useful as biochemical markers for *Nepeta* essential oil in chemotaxonomic studies. The 1,8-Cineole chemotype or with Linalool makes up the second category. The first chemical is the most prevalent in a number of *Nepeta* species, including *Nepeta binaloudensis* Jamzad, *Nepeta crispa* Willd., *Nepeta denudata* Benth., *Nepeta ispahamica* Boiss. and *Nepeta menthoides* Boiss. & Buhse. The essential oils of *Nepeta* species in Iran contain 33 effective substances in a significant amount. These oils are comprised of monoterpenes and hydrocarbon sesquiterpenes. To date, research on the phytochemical variety of *Nepeta* species and how ecological conditions affect their morphological characteristics and secondary metabolites has only looked at *Nepeta asterotricha* Rech.f., *Nepeta binaloudensis*, *Nepeta eremokosmos* Rech.f. and *Nepeta pogonosperma*. In these studies, it has been frequently mentioned that altitude affects the quantity and quality of beneficial substances found in the species of this genus. There has been no exploration of other factors related to the species' habitat. The purpose of this research project was to conduct a thorough investigation of the effect of environmental parameters on the essential oil composition of medicinal species *Nepeta eremokosmos*.

#### Material and Methods

In Semnan province, three different habitats for *Nepeta eremokosmos*, each with distinct environmental conditions, were selected. A systematic random method was used to establish a series of plots in each habitat. Vegetative traits, such as plant height, canopy diameter, canopy cover,



biomass, and leaf area, were meticulously measured in every plot. To prepare a herbarium sample, the flowering aerial parts of *Nepeta eremokosmos* were collected in June 2022 from three specific regions: Momenabad, Hajjaj, and Javin. Three replicates of the flowering branches of *Nepeta eremokosmos* were taken from each population. The samples were dried in both the open air and shade after being transferred to the laboratory. The Clevenger apparatus was used to extract the essential oils through hydrodistillation after grinding the dried samples. GC-FID and GC/MS were used to identify essential oil compounds. In each habitat, five soil samples were also collected, and important physicochemical parameters such as pH, EC, OM, N, P, K, lime, gypsum, and soil texture were measured. Afterwards, the data were examined by conducting one-way variance analysis and comparing mean values using SPSS software. Correlation analysis was used to determine the most significant environmental factors that influenced vegetative traits and essential oil compounds. Moreover, principal component analysis was carried out using Minitab software. The conservation status of *Nepeta eremokosmos* was determined using the IUCN method and based on the criteria of EOO and AOO using GeoCAT software, as well as data related to population size and habitat quality.

### Results and Discussion

*Nepeta eremokosmos*' vegetative traits varied significantly between the three regions in terms of plant height and leaf area, with a 0.1% difference, the canopy diameter and cover are at 1%, while the biomass is at 5%. The comparison of mean vegetative traits revealed that the highest values of height, canopy diameter, canopy cover, leaf area, and biomass, with 20.8 cm, 34.1cm, 2.3%, 4.1cm<sup>2</sup>, and 30.1g, respectively related to Momenabad habitat. The variance analysis of essential oil components in three populations of *Nepeta eremokosmos* revealed that their effective substances were significantly different at levels of 0.1, 1 and 5%. The Momenabad habitat contained 1,8-Cineole, 4a<unk>, 7a<unk>-Nepetalactone, and p-Cymene, with a respective concentration of 50.8, 7.2, and 6.5%. Hajjaj had the highest concentration of 1,8-Cineole, Myrtenal, and p-Cymene, while Javin had 20, 8.7, and 8.1%. According to the variance analysis of soil chemical parameters of *Nepeta eremokosmos*, the three habitats had a significant difference of 0.1%. By comparing the mean parameters, it was demonstrated that the soil in Momenabad habitat is more acidic and lighter. The concentrations of OM, N, SP, P, and gypsum were elevated with 0.24%, 4.4%, 65.1%, 5.4 mg/l, and 73.9%, in comparison to other habitats. Javin habitat had an EC, K, and lime level that was 1.5 ds/m higher than those in the other two habitats by 117.4 mg/l and 31.6%. Among the environmental factors, altitude, annual precipitation, annual temperature, maximum temperature of the hottest month, N, P, K, OM, gypsum, and lime showed the most significant correlations with the vegetative traits and essential oil compounds of *Nepeta eremokosmos*. The conservation status of *Nepeta eremokosmos* in Iran is Critically Endangered, based on its occupancy of 1.250km<sup>2</sup> and the extent of its occurrence in 69,862km<sup>2</sup>. Plant species' essential oils have biological effects that are influenced by their effective substances, which can be affected by both genetic pathways and environmental factors. The plant's chemical performance can be maximized by selecting the most appropriate chemotype based on specific goals and providing optimal environmental conditions. According to the research findings, *Nepeta eremokosmos* prefers steppe habitats with higher essential oil content and compounds with higher antioxidant properties. Thus, this habitat is deemed suitable for conserving and cultivating *Nepeta eremokosmos*.

**Keywords:** Gypsophyte Pune-sa; Chemical compounds; Morphological traits; Environmental factors; Semnan province





## ■ مقدمه

یکی از بزرگ‌ترین جنس‌های تیره نعنا، پونه‌سا یا نعنا (Nepeta L.) متعلق به زیرتیره Nepetoideae و قبیله Menthae است که بیش از ۳۳۰ گونه از این جنس در جهان گزارش شده است (۱۰). این جنس در ایران ۷۹ گونه دارد که ۲۲ گونه یک‌ساله و ۵۷ گونه چندساله علفی با قاعده چوبی هستند که از میان آنها ۴۱ گونه اندمیک ایران می‌باشند. برگ‌های اعضای این جنس ساده، در حاشیه صاف، دندانه‌ای یا اره‌ای هستند و گل‌ها به صورت گل‌آذین سنبله، خوشه، خوشه مرکب و یا گرز آرایش یافته‌اند (۱۵). بیشترین تنوع و غنای گونه‌ای جنس *Nepeta* در دو ناحیه یافت می‌شود: جنوب غربی آسیا، به‌ویژه ایران، و غرب هیمالیا و هندوکش (۱۶).

چندین گونه از *Nepeta* در طب سنتی به‌عنوان مدر، معرق، ضد سرفه، ضد اسپاسم، ضد آسم، تب‌بر، آرام‌بخش و ضد عفونی‌کننده استفاده می‌شود (۶). برخی از گونه‌ها، همچون *Nepeta binaloudensis* Jamzad، *Nepeta ispahanica* Boiss.، *Nepeta bracteata* Benth.، *Nepeta pogonosperma* Jamzad & Assadi و *Nepeta pungens* (Bunge) Benth. در ایران استفاده می‌شوند. تنوع، غنای گونه‌ای، تغییرپذیری و همچنین خواص شیمیایی اعضای جنس *Nepeta* منجر به تحقیقات زیادی در مورد آنها شده است. نپتالاکتون‌ها، ایریدوئیدها و گلوکوزیدها، دی‌ترین‌ها، تری‌ترین‌ها و فلاونوئیدهای آنها به‌عنوان ترکیب‌های اصلی گونه‌های *Nepeta* گزارش شده‌اند. بیشتر گونه‌های *Nepeta* سرشار از اسانس هستند و نپتالاکتون‌های ایریدوئید/ مونوترپن در گونه‌های مختلف آن گزارش شده است که دارای فعالیت‌های بیولوژیکی متنوعی، از جمله جاذب گربه، دافع حشرات، فعالیت‌های ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی هستند (۱۱، ۲۸ و ۲۹). علاوه بر این، اکثر جنس‌های Nepetoideae گیاهان معطر و بالقوه اقتصادی هستند که تمایل به تجمع اسانس‌های غنی از مونوترپنوئید دارند (۶).

گزارش‌های متعددی در مورد ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه‌های *Nepeta* ایران وجود دارد که نشان می‌دهند

اختلاف در مواد مؤثره به پارامترهایی، همچون موقعیت جغرافیایی، شرایط آب و هوایی، مرحله رشد گیاه و روش آنالیز بستگی دارد. گونه‌های *Nepeta* از نظر اجزای اصلی اسانس به دو گروه گونه‌های نپتالاکتون‌دار و بدون نپتالاکتون تقسیم شده‌اند (۲۵). گروه اول شامل سه دسته است: گونه‌هایی با بیشترین میزان  $\gamma\text{-aa}$ ،  $\gamma\text{a}$ ،  $\text{faa}$ -نپتالاکتون، نظیر *Nepeta cadmea*، *Nepeta binaloudensis* Jamzad، *Nepeta Boiss.*، *Nepeta cephalotes* Boiss.، *Nepeta racemosa* Lam.، *govaniana* (Benth.) Benth. و *Nepeta sulfuriflora* P.H. Davis؛ گونه‌هایی با بیشترین محتوای  $\gamma\text{-ab}$ ،  $\gamma\text{a}$ ،  $\text{faa}$ -نپتالاکتون، مانند *Nepeta nuda* و subsp. *albiflora* (Boiss.) Gams و *Nepeta rtanjensis*؛ و گونه‌هایی با بیشترین مقدار  $\gamma\text{-ab}$ ،  $\gamma\text{a}$ ،  $\text{faa}$ -نپتالاکتون، همچون *Nepeta asterotricha* Rech.f. در گروه دوم که شامل گونه‌های بدون نپتالاکتون است، ترکیب‌هایی نظیر  $\alpha\text{-1}$ -سینئول در *Nepeta sulfuriflora* و *Nepeta heliotropifolia* Lam.؛ کاریوفیلن اکسید در *Nepeta cilicica* Boiss.؛ و  $\alpha\text{-pinen}$  و بتا-کاریوفیلن در *Nepeta nuda* L. subsp. و *betonicifolia* C.A.Mey.؛ و  $\alpha\text{-pinen}$  و بتا-کاریوفیلن در *Nepeta glomerulosa* Boiss. و *Nepeta fissa* C.A.Mey. بعنوان اجزای اصلی اسانس گزارش شده‌اند.

بطور کلی، دو نوع کموتایپ اصلی برای اسانس‌های گیاهان این جنس معرفی شده است (۵): اولین کموتایپ نپتولاکتون است. ایزومرهای مختلف نپتالاکتون مانند  $\gamma\text{-aa}$ ،  $\gamma\text{a}$ ،  $\text{faa}$ -نپتالاکتون در گونه‌های *Nepeta cephalotes* Boiss. & Buhse، *Nepeta crassifolia* Boiss. & Buhse، *Nepeta mirzayanii* Rech.f. & Esfand. و *Nepeta racemosa*؛  $\gamma\text{-ab}$ ،  $\gamma\text{a}$ ،  $\text{faa}$ -نپتالاکتون در گونه‌های *Nepeta cataria* L.، *Nepeta meyeri* Benth. و *Nepeta pogonosperma*؛ و  $\gamma\text{-ab}$ ،  $\gamma\text{a}$ ،  $\text{faa}$ -نپتالاکتون در گونه‌های *Nepeta bornmuelleri* Hausskn. & Bornm.، *Nepeta persica* و *eremophila* Hausskn. & Bornm. Boiss. به‌عنوان نشانگرهای بیوشیمیایی اسانس *Nepeta* در مطالعات کموتاکسونومی بسیار مفید هستند. گروه دوم کموتایپ  $\alpha\text{-1}$ -سینئول و یا به همراه لینالول است. ترکیب اول به‌عنوان فراوان‌ترین جزء در بسیاری از گونه‌های



شکل ۱. گونه *Nepeta eremokosmos* در رویشگاه طبیعیجدول ۱. مشخصات مناطق نمونه‌برداری و کد هرباریومی *Nepeta eremokosmos*

کد هرباریومی	ارتفاع از سطح دریا (m)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	سایت نمونه‌برداری
۱۰۹۹۹۶	۱۳۳۴	۳۵° ۳۱' ۵۹"	۵۳° ۱۳' ۱۲"	سمنان، مومن‌آباد
۱۰۹۹۹۷	۱۷۱۲	۳۶° ۰۸' ۲۴"	۵۴° ۰۲' ۵۶"	دامغان، حجاج
۱۰۹۹۹۸	۱۹۶۶	۳۵° ۲۸' ۵۱"	۵۳° ۵۴' ۲۷"	لاسجرد، جویین

GateHouse مدل 4cht Aok با دقت  $0.1 \text{ cm}^2$  با نرم‌افزار WinDias 2.0 اندازه‌گیری شد.

#### جمع‌آوری گیاه و اسانس‌گیری

پیکره رویشی *Nepeta eremokosmos* در زمان گلدهی کامل از سه رویشگاه طبیعی استان سمنان در خرداد ماه ۱۴۰۱ جمع‌آوری گردید. در هر رویشگاه نمونه‌های گیاهی طوری انتخاب شدند که برآیند مناسبی از توده‌های گیاهی آن منطقه باشند. نمونه گیاهی در هرباریوم موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI) شناسایی و نگهداری می‌شوند. اندام‌های هوایی برداشت‌شده در سایه خشک شد و بعد توسط آسیاب برقی خرد شدند.  $100 \text{ g}$  از پودر گیاه خشک‌شده برای استخراج اسانس به روش تقطیر با آب به مدت ۳h توسط دستگاه تیپ کلونجر طبق فرماکوپه بریتانیا اسانس‌گیری شد. نمونه اسانس جمع‌آوری شده در ظروف شیشه‌ای تیره و دربسته در یخچال و دمای  $4^\circ \text{C}$  نگهداری شدند.

#### شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس

آنالیز GC با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی فوق‌سریع (GC-FID) مدل Thermo-UFM و داده‌پرداز با

با توجه به اینکه جمعیت‌های *Nepeta eremokosmos* بدلیل خشکسالی‌های متوالی و چرای دام بسیار تخریب شده‌اند، لذا محدوده انتشار هر یک از جمعیت‌ها در مناطق مطالعه‌شده بسیار کاهش یافته‌است. اندازه قطعه نمونه‌ها باتوجه به شیوه پراکندگی گونه *Nepeta eremokosmos* در رویشگاه و متوسط قطر تاج‌پوشش،  $16 \text{ m}^2$  در نظر گرفته شد؛ ضمن اینکه تعداد آنها بطوری انتخاب شد که نتایج مطمئنی از جنبه آماری ارائه کند (۴).

#### اندازه‌گیری صفت‌های رویشی

برخی از صفت‌های رویشی *Nepeta eremokosmos*، شامل ارتفاع گیاه، قطر و سطح تاج‌پوشش، زی‌توده و سطح برگ در پلات‌های استقرار یافته در سه رویشگاه اندازه‌گیری شد. ارتفاع گیاه و دو قطر عمود برهم تاج آنها با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شد و برای تعیین سطح تاج‌پوشش از رابطه مساحت دایره استفاده شد. اندام هوایی پایه‌های این گونه در داخل پلات‌ها قطع شد و سپس وزن آنها با استفاده از ترازوی Sartorius با دقت  $0.1 \text{ g}$  اندازه‌گیری شد. در هر قطعه (پلات) ۵ برگ از هر پایه جمع‌آوری شد و پس از مخلوط کردن، ۵ نمونه بطور تصادفی انتخاب شد. سطح برگ گیاهان با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج

استات آمونیم برحسب mg/l، درصد نیتروژن کل به روش کج‌دال و درصد ماده آلی به روش والکی-بلاک اندازه‌گیری شد (۳).

### تحلیل آماری

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفت‌های عملکردی *Nepeta eremokosmos* و ویژگی‌های بوم‌شناختی سه رویشگاه با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ صورت گرفت. مقایسه میانگین داده‌های سه رویشگاه پس از معنی‌دار بودن آنها انجام شد. برای تحلیل عاملی از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی در نرم‌افزار Minitab نسخه ۱۷ و برای تعیین ضرایب همبستگی از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد. در آنالیز داده‌ها، ترکیب‌هایی از اسانس استفاده شد که مقادیر آنها حداقل در یکی از رویشگاه‌ها بیش از ۳٪ بود.

### جایگاه حفاظتی گونه

جایگاه حفاظتی *Nepeta eremokosmos* با استفاده از روش اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت (۱۳) تعیین شد. برای این منظور، میزان حضور یا EOO و سطح تحت اشغال یا AOO این گونه با استفاده از نرم‌افزار GeoCAT و برپایهٔ مختصات جغرافیایی نقاط پراکنش آن تعیین شد. سپس با استفاده از این اطلاعات و همچنین داده‌های مربوط به اندازه جمعیت و کیفیت رویشگاه و با استناد به شیوه‌نامه IUCN، در زمینه جایگاه حفاظتی گونه *Nepeta eremokosmos* براساس شاخص‌های این اتحادیه تصمیم‌گیری شد.

### ■ نتایج

تجزیه واریانس مقادیر صفت‌های رویشی *Nepeta eremokosmos* در رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که به لحاظ ارتفاع گیاه و سطح برگ در سطح ۰/۱٪، قطر تاج‌پوشش و سطح تاج‌پوشش در سطح ۰/۱٪، و زی‌توده در سطح ۰/۵٪ تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سه رویشگاه بیشترین مقادیر ارتفاع گیاه، قطر و سطح تاج‌پوشش، سطح برگ و زی‌توده مربوط به رویشگاه مومن‌آباد بود (جدول ۳).

نرم‌افزار Chrom-card 2006 انجام شد. از هلیوم به‌عنوان گاز حامل با سرعت ۰/۵ ml/min و ستون DB-5 نیمه‌قطبی به طول ۱۰ m و قطر داخلی ۰/۱ mm که ضخامت لایه فاز ساکن در آن ۰/۴ μm بود، استفاده شد. دمای ستون در ۶۰°C برای مدت ۳ min نگهداری و بعد با سرعت ۴۰°C/min تا ۲۸۵°C افزایش یافت و به مدت ۳ min در این دما ثابت ماند. دمای محفظه تزریق و دکتور (FID) ۲۸۰°C تنظیم شد.

برای تحلیل GC/MS از دستگاه کروماتوگراف گازی Agilent 7890A متصل به طیف‌سنج جرمی Agilent 5975C از نوع چهار قطبی، مجهز به ستون DB-5 نیمه‌قطبی به طول ۳۰ m و قطر داخلی ۰/۲۵ mm که ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ μm بود، استفاده شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰°C شروع شده و پس از ۳ min توقف در همان دما، به تدریج با سرعت ۳°C/min افزایش یافته تا به ۲۶۰°C رسید و در نهایت ۳ min در این دما نگهداری شد. از هلیوم به‌عنوان گاز حامل با سرعت ۳۰/۶ cm/s در طول ستون استفاده شد. دمای محفظه تزریق و ترانسفرلین به ترتیب ۲۶۰°C و ۲۸۰°C تنظیم شده بود. زمان اسکن برابر یک s، انرژی یونیزاسیون ۷۰ eV و اسکن ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۴۰ بود.

شناسایی مواد تشکیل‌دهنده اسانس با سه روش مقایسه شاخص بازداری اجزای اسانس با آنچه در منابع وجود داشت (۲)، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس با طیف جرمی موجود در کتابخانه دستگاه GC/MS و در نهایت تزریق همزمان نمونه‌های استاندارد از ترکیب‌های شناخته‌شده در اسانس‌ها انجام شد.

### اندازه‌گیری متغیرهای فیزیکوشیمیایی خاک

در هر رویشگاه، نمونه‌های خاک از عمق توسعه ریشه این گونه در حدود ۳۰ cm برداشت شد. واکنش خاک به‌وسیله pH متر الکتروود شیشه‌ای، هدایت الکتریکی با هدایت‌سنج الکتریکی برحسب ds/m، درصد اشباع با استفاده از گل اشباع، بافت خاک به روش هیدرومتری، درصد آهک به روش حجم‌سنجی با اسیدکلریدریک، گچ به روش استن برحسب meq/100g، فسفر قابل جذب به روش آلسون برحسب mg/l، پتاسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با





ادامهٔ جدول ۴. ترکیب‌های اسانس *Nepeta eremokosmos* در سه رویشگاه

ردیف	ترکیب‌های اسانس	شاخص بازداری	نوع ترکیب	مناطق		
				مومن‌آباد	حجاج	جوین
۱۷	$\alpha$ -Campholenal	۱۱۲۸	OM	۰/۶۱	۰/۸۳	۰/۴۸
۱۸	<i>trans</i> -Pinocarveol	۱۱۴۲	OM	۳/۲۳	۷/۱۴	۷/۶۰
۱۹	<i>cis</i> -Sabinol	۱۱۴۴	OM	۰/۳۲	۰/۷۹	۱/۴۷
۲۰	<i>trans</i> -Verbenol	۱۱۵۴	OM	-	۱/۳۸	۱/۸۵
۲۱	Sabina ketone	۱۱۵۸	OM	۱/۳۰	۳/۴۸	۲/۹۳
۲۲	Pinocarpone	۱۱۶۳	OM	۰/۸۵	۰/۵۸	۰/۷۷
۲۳	Umbellulone	۱۱۷۱	OM	-	۰/۵۲	-
۲۴	Terpinen-4-ol	۱۱۷۵	OM	۳/۸۴	۳/۶۰	۷/۱۹
۲۵	<i>p</i> -Cymen-8-ol	۱۲۰۳	OM	۰/۶۰	۱/۱۰	۱/۲۸
۲۶	$\alpha$ -Terpineol	۱۲۰۴	OM	۱/۳۵	۱/۱۰	۳/۹۰
۲۷	Myrtenal	۱۲۱۶	OM	۳/۳۳	۱۱/۱۴	۸/۶۶
۲۸	Verbenone	۱۲۲۳	OM	۱/۲۷	-	۱/۴۲
۲۹	Cumin aldehyde	۱۲۵۲	OM	۰/۱۵	۱/۷۰	۰/۴۸
۳۰	Carvone	۱۲۵۸	OM	۰/۶۳	۲/۹۰	۱/۱۸
۳۱	Geraniol	۱۲۸۹	OM	-	۱/۴۶	۰/۵۴
۳۲	Isobornyl acetate	۱۲۹۵	OM	-	-	۰/۵۰
۳۳	<i>p</i> -Cymen-7-ol	۱۲۹۸	OM	۰/۹۸	۵/۷۹	۴/۶۲
۳۴	Perilla alcohol	۱۳۰۳	OM	۰/۶۴	۱/۵۹	۰/۶۹
۳۵	Methyl geranate	۱۳۲۹	OM	-	۱/۲۸	۰/۵۳
۳۶	<i>p</i> -Mentha-1,4-dien-7-ol	۱۳۳۵	OM	-	۰/۸۸	-
۳۷	4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalactone	۱۳۵۸	OM	۷/۱۸	۰/۵۷	۰/۲۱
۳۸	Spathulenol	۱۵۷۱	OS	۰/۳۳	۱/۳۹	-
۳۹	Caryophyllene oxide	۱۵۷۵	OS	۰/۹۷	-	-
	کل			۹۸/۸۵	۹۹/۵۶	۹۸/۷۴
	مونوترپن‌های هیدروکربنی (/MH)			۱۵/۲۴	۲۱/۹۵	۲۳/۶۶
	مونوترپن‌های اکسیژن‌دار (/OM)			۸۲/۳۱	۷۶/۲۲	۷۵/۰۹
	سزکویی‌ترین‌های اکسیژن‌دار (/OS)			۱/۳۰	۱/۳۹	-

مواد مؤثره مشترک در سه رویشگاه حاکی از آن است که ۸،۱-سینئول و  $\gamma\alpha\alpha, \gamma\alpha, \beta\alpha\alpha$ -نپتالاکتون بیشترین مقادیر را در رویشگاه مومن‌آباد، پارا-سیمن، میرتنال، بتا-پینن، پارا-سیمن-۷-آل و سابینا کتون در رویشگاه حجاج، و ترانس-پینوکاروئول، ترپینن-۴-آل، سیس-سابینن هیدرات، آلفا-ترپینئول و گاما-ترپینن در رویشگاه جوین به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۶).

بخش عمده اجزای اسانس در هر سه منطقه به ترتیب به مونوترپن‌های اکسیژن‌دار و مونوترپن‌های هیدروکربنی مربوط بود و سزکویی‌ترین‌های اکسیژن‌دار سهم بسیار کمی در دو منطقه مومن‌آباد و حجاج داشتند (جدول ۴). تجزیه واریانس اجزای اسانس مشترک *Nepeta eremokosmos* در رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که بین میانگین این مواد مؤثره در سطح ۰/۱، ۱ و ۵٪ تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های

جدول ۵. تجزیه واریانس ترکیب‌های اسانس مشترک در سه رویشگاه

میانگین مربعات						درجه	منابع
Terpinen-4-ol	$\beta$ -Pinene	<i>trans</i> -Pinocarveol	Myrtenal	<i>p</i> -Cymene	1,8-Cineole	آزادی	تغییرات
۲۰/۲۱۰***	۴/۹۴۳*	۲۸/۷۸۷***	۸۴/۸۰۷***	۲۵/۳۸۷**	۱۴۰۹/۲۱۸***	۲	رویشگاه
۱/۰۷۷	۱/۵۹۵	۱/۵۹۹	۱/۵۷۲	۲/۳۶۵	۷/۷۲۲	۶	خطا

\*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و \*\*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱٪

ادامهٔ جدول ۵. تجزیه واریانس ترکیب‌های اسانس مشترک در سه رویشگاه

میانگین مربعات						درجه	منابع
$\gamma$ -Terpinene	$\alpha$ -Terpineol	4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalactone	<i>cis</i> -Sabinene hydrate	Sabina ketone	<i>p</i> -Cymen-7-ol	آزادی	تغییرات
۶/۰۳۸**	۱۲/۰۲۲***	۷۶/۹۵۷***	۲۴/۵۴۷***	۶/۴۰۷**	۳۱/۳۸۹***	۲	رویشگاه
۰/۴۰۴	۰/۵۶۶	۰/۱۹۴	۰/۵۵۸	۰/۵۵۳	۰/۵۰۱	۶	خطا

\*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و \*\*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱٪

جدول ۶. مقایسه میانگین ترکیب‌های اسانس مشترک در سه رویشگاه

مناطق			ترکیب‌های اسانس
جوین	حجاج	مومن‌آباد	
۱۹/۹۹ ۲/۳۷	۲۳/۷۹ ۲/۸۵	۵۰/۷۸ ۳/۰۷	1,8-Cineole
۸/۱۵ ۱/۳۹	۱۰/۹۴ ۱/۹۱	۶/۴۸ ۱/۲۳	<i>p</i> -Cymene
۸/۶۶ ۱/۳۷	۱۱/۱۴ ۱/۴۴	۳/۳۳ ۰/۸۶	Myrtenal
۷/۶۰ ۱/۴۶	۷/۱۴ ۱/۴۰	۳/۲۳ ۰/۸۳	<i>trans</i> -Pinocarveol
۶/۰۲ ۱/۲۸	۶/۵۸ ۱/۳۵	۴/۶۵ ۱/۱۵	$\beta$ -Pinene
۷/۱۹ ۱/۱۸	۳/۶۰ ۰/۹۴	۳/۸۴ ۰/۹۸	Terpinen-4-ol
۴/۶۲ ۰/۸۵	۵/۷۹ ۰/۸۲	۰/۹۸ ۰/۳۲	<i>p</i> -Cymen-7-ol
۲/۹۳ ۰/۷۵	۳/۴۸ ۰/۹۳	۱/۳۰ ۰/۴۷	Sabina ketone
۴/۹۶ ۱/۲۲	۱/۲۲ ۰/۲۹	۱/۰۲ ۰/۳۰	<i>cis</i> -Sabinene hydrate
۰/۲۱ ۰/۰۷	۰/۵۷ ۰/۱۶	۷/۱۸ ۰/۷۴	4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalactone
۳/۹۰ ۱/۲۰	۱/۱۰ ۰/۲۶	۱/۳۵ ۰/۴۱	$\alpha$ -Terpineol
۳/۲۰ ۰/۹۲	۱/۲۳ ۰/۳۱	۱/۳۸ ۰/۵۲	$\gamma$ -Terpinene

در میان عوامل محیطی، ارتفاع از سطح دریا، بارندگی سالانه، دمای سالانه، حداکثر دمای گرم‌ترین ماه، P، K، N، OM، گچ و آهک بیشترین همبستگی معنی‌دار را با صفت‌های مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس *Nepeta eremokosmos* داشتند. همچنین، ارتفاع گیاه، قطر تاج‌پوشش، سطح تاج‌پوشش، سطح برگ، زی‌توده، و مواد مؤثره ۸،۱-سینئول، سیس-سابینن هیدرات،  $\gamma$ - $\alpha$ ، $\gamma$ - $\alpha$ ، $\gamma$ - $\alpha$ -نپتالاکتون و گاما-ترپینن بیشترین همبستگی معنی‌دار را با عوامل محیطی نشان دادند (جدول ۹).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس پارامترهای فیزیکی-شیمیایی خاک وجود تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۱٪ بین ویژگی‌های خاک در سه رویشگاه مومن‌آباد، حجاج و جوین را نشان داد (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد خاک رویشگاه مومن‌آباد با بافت سبک‌تر و اسیدی‌تر، مقادیر بیشتری N، P، OM، SP و گچ نسبت به دیگر رویشگاه‌ها داشت (جدول ۸). هرچند مقادیر EC، K و آهک در رویشگاه جوین بیشتر از دو رویشگاه دیگر است.

جدول ۷. تجزیه واریانس متغیرهای فیزیکیوشیمیایی خاک سه رویشگاه

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
K	P	N	OM	EC	pH		
۸۶۳۸/۳۵۰***	۳۹/۱۱۷***	۲۸/۱۷۴***	۰/۰۲۱***	۰/۰۴۲***	۰/۳۴۴***	۲	رویشگاه
۹/۴۷۸	۰/۰۳۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۲	خطا

\*\*\* اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱

ادامه جدول ۷. تجزیه واریانس متغیرهای فیزیکیوشیمیایی خاک سه رویشگاه

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
رس	سیلت	ماسه	SP	گچ	آهک		
۳۲۶/۶۶۷***	۴۲۰/۰۰۰***	۱۴۴۶/۶۶۷***	۱۱۳۴/۹۵۳***	۲۷۳۷/۱۷۰***	۶۳۰/۹۳۳***	۲	رویشگاه
۲/۵۰۰	۲/۵۰۰	۱۰/۰۰۰	۱۰/۴۹۸	۱۱/۳۱۱	۵/۲۰۲	۱۲	خطا

\*\*\* اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول ۸. مقایسه میانگین متغیرهای فیزیکیوشیمیایی خاک *Nepeta eremokosmos*

مناطق			پارامترهای فیزیکیوشیمیایی					
جوین	حجاج	مومن آباد	pH	EC (ds/m)	OM (%)	N (%)	P (mg/l)	K (mg/l)
۷/۹۱ ۰/۰۳	۷/۵۵ ۰/۰۴	۷/۴۰ ۰/۰۲						
۱/۴۸ ۰/۰۴	۱/۳۰ ۰/۰۲	۱/۴۱ ۰/۰۴						
۰/۱۱ ۰/۰۳	۰/۱۷ ۰/۰۳	۰/۲۴ ۰/۰۳						
۰/۰۵ ۰/۰۱	۰/۶۰ ۰/۱۲	۴/۴۱ ۰/۰۵						
۰/۱ ۰/۰۴	۱/۲۰ ۰/۱۶	۵/۴۰ ۰/۲۵						
۱۱۷/۴۰ ۴/۲۷	۹۵/۵۰ ۲/۵۱	۳۷/۱۰ ۱/۹۸						
۳۱/۶۲ ۲/۹۳	۱۵/۸۷ ۲/۵۵	۹/۸۷ ۰/۶۹						
۳۰/۹۶ ۳/۵۴	۶۸/۴۵ ۲/۸۸	۷۳/۹۶ ۳/۶۲						
۳۵/۳۷ ۲/۵۱	۵۴/۵۵ ۳/۵۹	۶۵/۰۹ ۳/۵۰						
۵۴/۰ ۳/۱۶	۸۰/۰ ۳/۱۶۸	۸۶/۰ ۳/۱۶						
۲۶/۰ ۱/۵۸	۱۴/۰ ۱/۵۸	۸/۰ ۱/۵۸						
۲۰/۰ ۱/۵۸	۶/۰ ۱/۵۸	۶/۰ ۱/۵۸						

جدول ۹. همبستگی پیرسون بین صفت‌های رویشی و ترکیب‌های اسانس *Nepeta eremokosmos* با پارامترهای محیطی

متغیرها	ارتفاع	بارندگی سالانه	دمای سالانه	حداکثر دمای گرمترین ماه	حداقل دمای سردترین ماه	حداکثر دمای مطلق	حداقل دمای مطلق	pH
ارتفاع	**-.۰/۹۳۵	**-.۰/۸۲۴	**۰/۷۷۴	**۰/۶۹۲	**۰/۷۱۰	**۰/۶۴۲	**۰/۸۹۲	**-.۰/۹۱۷
قطر تاج پوشش	**-.۰/۸۴۲	**-.۰/۶۶۸	**-.۰/۶۱۵	**۰/۷۵۴	**۰/۷۰۱	**۰/۷۶۰	**۰/۶۸۸	**-.۰/۷۶۶
سطح تاج پوشش	**-.۰/۸۲۱	**۰/۶۲۳	**۰/۶۱۱	**۰/۷۶۰	**۰/۷۱۲	**۰/۷۶۰	**۰/۶۸۲	**-.۰/۷۲۱
سطح برگ	**-.۰/۸۲۵	**-.۰/۶۷۸	**۰/۷۰۷	**۰/۸۰۴	**۰/۸۳۹	**۰/۵۵۷	**۰/۶۶۰	**-.۰/۷۱۹
بیوماس	**-.۰/۷۴۶	**۰/۵۳۶	**۰/۶۲۴	**۰/۵۷۳	**۰/۵۶۱	**۰/۶۲۳	**۰/۷۱۸	**-.۰/۶۴۴
1,8-Cineole	**-.۰/۹۳۲	**-.۰/۷۹۰	**۰/۸۷۲	**۰/۸۲۸	**۰/۹۷۱	**۰/۵۴۷	**۰/۷۰۵	**-.۰/۷۷۸
p-Cymene	۰/۳۷۷	۰/۱۱۲	-۰/۳۹۷	-۰/۳۵۶	*-۰/۵۳۹	-۰/۳۴۳	۰/۲۱۰	۰/۱۲۸
Myrtenal	**۰/۶۸۳	**۰/۵۵۴	**-.۰/۶۹۴	**-.۰/۷۰۶	**-.۰/۸۰۷	-۰/۳۸۷	-۰/۴۳۴	۰/۴۱۰
trans-Pinocarveol	**۰/۸۰۴	**۰/۷۴۳	**-.۰/۷۲۴	**-.۰/۷۵۹	**-.۰/۸۶۷	-۰/۴۱۵	**-.۰/۶۱۶	**۰/۶۷۵

ادامه جدول ۹. همبستگی پیرسون بین صفتهای رویشی و ترکیب‌های اسانس *Nepeta eremokosmos* با پارامترهای محیطی

متغیرها	ارتفاع	بارندگی سالانه	دمای سالانه	حداکثر دمای گرمترین ماه	حداقل دمای سردترین ماه	حداکثر دمای مطلق	حداقل دمای مطلق	pH
$\beta$ -Pinene	*.۰/۵۴۷	۰/۲۴۵	-۰/۱۶۱	**-.۰/۶۴۸	-۰/۴۸۰	**-.۰/۷۴۶	-۰/۱۸۷	۰/۳۲۹
Terpinen-4-ol	**۰/۶۹۸	**۰/۷۲۳	-۰/۴۳۰	-۰/۴۸۰	-۰/۳۴۲	*.۰/۵۸۱	**-.۰/۷۳۷	**۰/۸۲۶
<i>p</i> -Cymen-7-ol	**۰/۷۵۲	*.۰/۵۳۷	**-.۰/۷۸۴	**-.۰/۷۳۱	**-.۰/۸۶۵	-۰/۳۵۰	*.۰/۵۳۷	۰/۴۹۵
Sabina ketone	*.۰/۶۰۸	*.۰/۵۲۸	*.۰/۵۵۲	**-.۰/۸۴۱	**-.۰/۷۷۹	-۰/۳۴۷	-۰/۳۳۹	۰/۴۳۰
<i>cis</i> -Sabinene hydrate	**۰/۷۶۱	**۰/۸۵۸	**-.۰/۷۰۸	*.۰/۵۳۲	*.۰/۵۷۶	-۰/۲۲۴	**-.۰/۹۱۶	**۰/۸۸۴
4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalactone	**-.۰/۹۲۳	**-.۰/۷۲۰	**۰/۸۶۹	**۰/۸۳۱	**۰/۹۵۶	*.۰/۵۷۰	**۰/۶۷۷	**-.۰/۷۴۰
$\alpha$ -Terpineol	**۰/۶۷۹	**۰/۸۳۰	*.۰/۵۷۰	-۰/۳۲۹	-۰/۴۶۸	-۰/۲۷۲	**-.۰/۷۲۴	**۰/۸۱۵
$\gamma$ -Terpinene	**۰/۶۵۳	*.۰/۶۳۷	*.۰/۵۴۱	*.۰/۵۴۶	-۰/۳۵۷	*.۰/۵۴۸	**-.۰/۶۷۲	**۰/۷۸۸

\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و \*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

ادامه جدول ۹. همبستگی پیرسون بین صفتهای رویشی و ترکیب‌های اسانس *Nepeta eremokosmos* با پارامترهای محیطی

متغیرها	EC	OM	N	P	K	آهک	گچ	SP	ماسه	سیلت	رس
ارتفاع	-۰/۴۵۷	**۰/۷۵۴	**۰/۸۲۵	**۰/۸۵۶	**-.۰/۸۸۱	**-.۰/۹۱۳	**۰/۹۰۳	**۰/۹۱۷	**۰/۹۰۵	**-.۰/۹۳۰	**-.۰/۸۵۰
قطر تاج پوشش	-۰/۲۲۷	*.۰/۵۹۱	**۰/۸۰۴	**۰/۸۲۸	**-.۰/۸۴۵	**-.۰/۷۴۷	**۰/۷۲۷	**۰/۸۰۳	**۰/۷۰۳	**-.۰/۷۵۶	*.۰/۶۲۳
سطح تاج پوشش	-۰/۱۹۴	*.۰/۵۶۸	**۰/۸۱۵	**۰/۸۳۶	**-.۰/۸۳۹	**-.۰/۶۹۵	**۰/۶۸۸	**۰/۷۷۹	**۰/۶۶۴	**-.۰/۷۲۶	*.۰/۵۷۴
سطح برگ	-۰/۰۴۳	**۰/۷۰۵	**۰/۸۶۶	**۰/۸۶۶	**-.۰/۸۶۶	**-.۰/۶۵۲	*.۰/۶۴۱	**۰/۷۶۴	**۰/۶۴۸	**-.۰/۷۲۸	*.۰/۵۴۱
بیوماس	-۰/۲۶۰	۰/۴۲۷	**۰/۷۰۵	**۰/۷۲۵	**-.۰/۷۲۳	**-.۰/۶۴۲	**۰/۶۷۰	**۰/۷۱۱	**۰/۶۶۴	**-.۰/۷۰۷	*.۰/۵۹۷
1,8-Cineole	۰/۰۲۹	**۰/۸۳۷	**۰/۹۸۰	**۰/۹۷۶	**-.۰/۹۶۳	**-.۰/۷۵۲	**۰/۶۵۳	**۰/۷۸۰	**۰/۶۸۸	**-.۰/۷۵۸	*.۰/۵۵۸
<i>p</i> -Cymene	*.۰/۵۳۸	-۰/۳۷۶	*.۰/۵۷۸	-۰/۴۹۷	۰/۴۶۵	۰/۰۲۳	-۰/۰۰۱	-۰/۱۶۸	-۰/۰۵۵	۰/۱۷۵	-۰/۰۸۲
Myrtenal	-۰/۳۶۹	**-.۰/۵۵۰	**-.۰/۸۴۶	**-.۰/۸۱۳	**۰/۷۶۷	۰/۴۱۲	-۰/۲۶۴	-۰/۴۴۹	-۰/۳۳۲	۰/۴۶۴	۰/۱۷۳
<i>trans</i> -Pinocarveol	۰/۰۳۰	**-.۰/۶۸۳	**-.۰/۸۵۷	**۰/۸۷۱	**۰/۸۴۶	**۰/۶۴۵	**-.۰/۵۶۳	**-.۰/۶۸۵	*.۰/۵۸۴	**۰/۶۷۲	۰/۴۶۸
$\beta$ -Pinene	-۰/۱۵۲	-۰/۲۸۱	*.۰/۵۵۰	*.۰/۵۳۹	*.۰/۵۴۹	۰/۲۵۵	-۰/۲۳۵	-۰/۴۰۵	-۰/۱۹۳	۰/۲۷۵	۰/۰۹۵
Terpinen-4-ol	**۰/۷۵۱	**-.۰/۵۵۵	-۰/۴۸۳	*.۰/۵۴۱	*.۰/۶۰۴	**۰/۸۴۲	**-.۰/۸۵۲	**-.۰/۸۰۰	**-.۰/۸۲۷	**۰/۷۸۸	**۰/۸۴۷
<i>p</i> -Cymen-7-ol	-۰/۳۳۴	**-.۰/۵۹۴	**-.۰/۸۹۲	**-.۰/۸۶۳	**۰/۸۲۱	*.۰/۵۶۳	**-.۰/۵۳۵	-۰/۳۶۹	-۰/۴۳۷	۰/۴۸۴	۰/۲۸۳
Sabina ketone	۰/۲۵۲	**-.۰/۵۳۸	**-.۰/۷۴۹	**-.۰/۷۵۲	**۰/۷۱۷	*.۰/۵۵۸	**-.۰/۵۳۲	-۰/۳۲۲	-۰/۳۳۵	۰/۴۴۴	۰/۲۰۲
<i>cis</i> -Sabinene hydrate	**۰/۶۶۷	**-.۰/۶۹۲	**-.۰/۵۹۱	**-.۰/۶۴۷	**۰/۶۷۴	**۰/۸۴۷	**-.۰/۹۴۴	**-.۰/۸۶۶	**-.۰/۹۴۵	**۰/۹۱۵	**۰/۹۵۲
4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalactone	۰/۰۷۵	**۰/۸۲۶	**۰/۹۸۹	**۰/۹۷۶	**-.۰/۹۶۱	**-.۰/۷۲۸	*.۰/۶۱۴	**۰/۷۵۱	**۰/۶۵۱	**-.۰/۷۵۷	-۰/۵۱۳
$\alpha$ -Terpineol	*.۰/۵۶۹	**-.۰/۵۷۰	-۰/۴۶۸	*.۰/۵۱۹	*.۰/۵۶۹	**۰/۷۹۶	**-.۰/۸۳۲	**-.۰/۷۱۰	**-.۰/۸۱۶	**۰/۷۷۵	**۰/۸۳۹
$\gamma$ -Terpinene	**۰/۷۵۸	**-.۰/۵۹۴	-۰/۴۶۲	*.۰/۵۲۶	*.۰/۵۷۹	**۰/۸۳۵	**-.۰/۸۳۴	**-.۰/۷۹۵	**-.۰/۷۹۸	**۰/۷۶۰	**۰/۸۱۹

\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و \*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

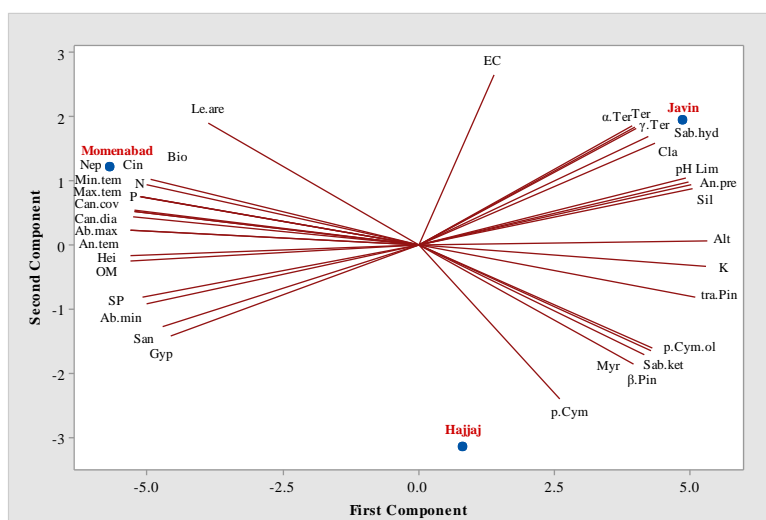
آلفا-ترپینئول و گاما-ترپینن همبستگی منفی معنی‌داری داشتند.

رسته‌بندی تجزیه مؤلفه‌های اصلی متغیرهای محیطی مؤثر بر صفتهای رویشی و ترکیب‌های اسانس گونه *Nepeta eremokosmos* حاکی از آن است که ارتفاع از سطح دریا، بارندگی سالانه، pH، EC، K، آهک، سیلت و رس بیشترین تأثیر را بر مقادیر آلفا-ترپینئول و گاما-ترپینن،

بین ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش، سطح تاج پوشش، زی‌توده و سطح برگ با ۸،۱-سینئول و ۷ $\alpha$ ،۷ $\alpha$ ،۴ $\alpha$ -نپتالاکتون همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد. در واقع، با افزایش مقادیر صفتهای رویشی، میزان این دو ترکیب نیز افزایش یافته بود. در حالی که صفتهای رویشی با میرتنال، ترانس-پینوکاروئول، بتا-پینن، ترپینن-۴-آل، پارا-سیمن-۷-آل، سابینا کتون، سیس-سابینن هیدرات،

ادفیک بر کمیت آنها بیشترین تأثیر را داشتند (شکل ۲). در برداشت‌های میدانی جمعیت‌های *Nepeta eremokosmos* تعداد پایه‌های بالغ و دانه‌رست آن به ترتیب ۲۸۱ و ۶۸ شمارش شد. چرای دام، خشکسالی، بهره‌برداری بعنوان گیاه دارویی و توسعه معادن گچ و جاده‌سازی موجب تخریب جمعیت‌های این گونه و رویشگاه‌های آن شده است. باتوجه به اینکه سطح زیر پوشش این گونه در جمعیت‌های مطالعه‌شده  $1/250 \text{ km}^2$  و محدوده حضور آن در استان  $69/862 \text{ km}^2$  است (شکل ۳)، جایگاه حفاظتی این گونه به ترتیب CR و CR و بنابراین سطح حفاظتی کلی آن نیز در ایران در بحران انقراض یا CR تعیین شد.

سیس-سابینن هیدرات، ترپینن-۴-آل و ترانس-پینوکارونول در منطقه جوین داشت (شکل ۲). همچنین، دمای سالانه، حداکثر دمای گرمترین ماه، حداقل دمای سردترین ماه، حداکثر و حداقل دمای مطلق، P، N، OM، SP، گچ و ماسه بیشترین تأثیر را بر مقادیر ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش، سطح تاج پوشش، سطح برگ، زی توده، ۸،۱-سینئول و  $4\alpha, 7\alpha, 7\beta$ -Nepetalactone در منطقه مومن‌آباد نشان دادند. اجزای اسانس پارا-سیمن، میرتال، بتا-پینن، پارا-سیمن-۷-آل و سابینن کتون نیز در منطقه حجاج بیشترین مقادیر را داشتند. این منطقه از نظر ارتفاعی مابین دو منطقه دیگر قرار گرفته و بنظر می‌رسد مقادیر متوسط پارامترهای اقلیمی و



شکل ۲. نمودار رسته‌بندی متغیرهای محیطی، صفات‌های رویشی و ترکیب‌های اسانس *Nepeta eremokosmos*

Alt= Altitude, Slope, An.pre= Annual precipitation, An.tem= Annual temperature, Max.tem= Maximum temperature of the hottest month, Min.tem= Minimum temperature of the coldest month, Ab.max= Absolute maximum temperature, Ab.min= Absolute minimum temperature, pH= potential of Hydrogen, EC= Electrical conductivity, OM= Organic matter, N= Nitrogen, P= Phosphorus, K= Potassium, Lime= Calcium oxide, Gyp= Gypsum, SP= Saturation percentage, San= Sand, Sil= Silt, Cla= Clay, Hei= Height, Can.dia= Canopy diameter, Can.cov= Canopy cover, Le. are= Leaf area, Bio= Biomass, Cin= 1,8-Cineole, Sab.hyd= *cis*-Sabinene hydrate, Myr= Myrtenal, Nep=  $4\alpha, 7\alpha, 7\beta$ -Nepetalactone, Sab.ket= Sabina ketone, Ter= Terpinen-4-ol, tra.Pin= *trans*-Pinocarveol,  $\alpha$ .Ter=  $\alpha$ -Terpineol,  $\beta$ .Pin=  $\beta$ -Pinene,  $\gamma$ .Ter=  $\gamma$ -Terpinene, p.Cym= *p*-Cymene, p.Cym.ol= *p*-Cymen-7-ol



شکل ۳. محدوده حضور گونه *Nepeta eremokosmos*

## ■ بحث و نتیجه‌گیری

طبق فلور ایران (۱۵)، محدوده ارتفاعی گونه *Nepeta eremokosmos* در کشور ۱۱۰۰-۲۵۰۰ متر بالاتر از سطح دریا است و بیشترین پراکنش را در دامنه ارتفاعی ۱۳۰۰-۱۶۰۰ متر دارد. بنابراین، شرایط بهینه رشد این گونه دشت‌های مرتفع و دامنه‌های مناطق کوهستانی است. بر این اساس مقادیر صفت‌های رویشی آن در کم ارتفاع‌ترین رویشگاه‌های بررسی شده، یعنی مومن‌آباد با ارتفاع ۱۳۳۴ متر در مقایسه با دو رویشگاه مرتفع‌تر حجاج با ارتفاع ۱۷۱۲ متر و جویین با ارتفاع ۱۹۶۶ متر بیشتر است (جدول ۲). نتایج همبستگی صفت‌های رویشی با ارتفاع از سطح دریا نیز نشان داد که بین ارتفاع از سطح دریا و ارتفاع گیاه، قطر تاج‌پوشش، سطح تاج‌پوشش، سطح برگ و زی‌توده همبستگی منفی معنی‌دار وجود دارد (جدول ۹). نمودار PCA نیز تأثیر منفی ارتفاع از سطح دریا بر صفت‌های رویشی این گونه را تأیید کرد (شکل ۲). بنابراین، از این گونه می‌توان برای برنامه‌های توسعه‌ای در مناطق کم‌ارتفاع کوهستانی، استپ‌ها و دشت‌های مرتفع استفاده کرد.

تجزیه اسانس سرشاخه‌های گلدار *Nepeta eremokosmos* وجود ۳۹ ترکیب را نشان داد. در مطالعه قبلی این گونه از دو منطقه اروانه با ارتفاع ۱۷۰۰ متر و افتر با ارتفاع ۲۱۰۰ متر در استان سمنان، ۳۲ ترکیب شناسایی شده بود (۱۹) که ۲۶ ترکیب آنها با پژوهش حاضر مشترک هستند. چهار ترکیب اصلی مشترک در مطالعه حاضر به ترتیب ۸،۱-سینئول، میرتنال، ترانس-پینوکاروئول و بتا-پینین، و در مطالعه قبلی بتا-پینین، ۸،۱-سینئول، ترانس-پینوکاروئول و میرتنال است. در سایر گونه‌های نزدیک این جنس نیز ترکیب‌های اصلی تقریباً مشابه بودند. در گونه *Nepeta denudata* Benth. از منطقه ساوه اجزای اصلی اسانس را ۸،۱-سینئول، میرتنول، بتا-پینین و ترانس-پینوکاروئول، و در گونه *Nepeta cephalotes* از منطقه جاجرود  $\gamma$ -ایلیپین، بتا-پینین و ۸،۱-سینئول تشکیل داده بود (۲۳). اجزای اصلی گونه *Nepeta cephalotes* جمع‌آوری شده از شمال غرب تهران،  $\gamma$ -ایلیپین، بتا-پینین و ۸،۱-سینئول تشکیل داده بود (۲۳). اجزای اصلی گونه *Nepeta gloeocephala* Rech.f. جمع‌آوری شده از منطقه کرکس

اصفهان ۸،۱-سینئول، بتا-پینین، سابینین و آلفا-پینین به‌عنوان مواد مؤثره اصلی اسانس گزارش شدند (۲۴). همچنین، اجزای اصلی اسانس *Nepeta cephalotes* از منطقه دماوند  $\gamma$ -ایلیپین، بتا-پینین، سابینین و ۸،۱-سینئول، و *Nepeta gloeocephala* از قمصر کاشان ۸،۱-سینئول، بتا-پینین، آلفا-پینین و سابینین معرفی شد (۲۲). مقایسه ترکیب‌های اصلی اسانس این گونه‌ها در مناطق مختلف حاکی از آن است که مواد مؤثره اصلی آنها تقریباً مشابهند، اما مقدار آنها اختلاف دارند؛ که ناشی از تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی است. اگرچه گونه‌های ذکر شده در پژوهش‌های مختلف از دشت‌های مرتفع و دامنه‌های مناطق کوهستانی با ارتفاع حدود ۱۵۰۰ متر تا ۱۷۰۰ متر جمع‌آوری شده بودند، اما به دلیل اختلاف شرایط اقلیمی از نظر کیفیت و به‌ویژه کمیت اجزای اسانس تفاوت‌هایی را نشان دادند.

ارتفاع یکی از عوامل مهم تغییر شرایط بوم‌سازگان است؛ بطوری که با افزایش یا کاهش آن برخی از عوامل محیطی، از جمله دما، رطوبت نسبی، سرعت باد، آب قابل دسترس و شدت تابش تغییر می‌کند. به همین دلیل تغییراتی در رشد و ترکیب اسانس *Nepeta eremokosmos* در ارتفاع‌های مختلف مشاهده شد. در میان مواد مؤثره، سیس-سابینین هیدرات، گاما-ترپینین، ترانس-پینوکاروئول، ترپینین-۴-آل، آلفا-ترپینئول، پارا-سیمین-۷-آل، سابینا کتون، میرتنال، بتا-پینین و پارا-سیمین با ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت معنی‌داری داشتند (جدول ۹). لذا این ترکیب‌ها در مناطق مرتفع‌تر افزایش یافته‌اند (جدول ۴). در مقابل، ۸،۱-سینئول و  $\gamma$ -ایلیپین-نپتالاکتون که با ارتفاع همبستگی منفی معنی‌دار داشتند، در ارتفاعات کاهش یافته‌اند. نمودار PCA نیز تأثیرپذیری این ترکیب‌ها را با ارتفاع از سطح دریا تأیید کرد (شکل ۲). چنین روابط همبستگی بین ارتفاع و اجزای اسانس سایر گونه‌های *Nepeta* نیز گزارش شده است. در پژوهشی مشابه در مورد گونه *Nepeta pogonosperma* از سه ارتفاع مختلف در منطقه الموت قزوین مشخص شد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، صفت‌های مورفولوژیکی و مواد مؤثره اصلی  $\gamma$ -ایلیپین، بتا-پینین و ۸،۱-سینئول و پارا-سیمین کاهش یافته و در مقابل، ۸،۱-سینئول و سابینین افزایش یافته‌اند (۱۸).

سطح برگ و زی توده همبستگی مثبت معنی دار و با بارندگی سالانه همبستگی منفی معنی دار وجود دارد. به بیان دیگر در منطقه مومن آباد بعنوان کم ارتفاع ترین رویشگاه مطالعه شده، مقدار این متغیرهای اقلیمی به ترتیب ۱۷/۲، ۲۲/۹، ۱۱/۷، ۴۲/۴ و ۱۴°C و بارندگی ۱۴۴/۷mm و در منطقه جوین بعنوان مرتفع ترین رویشگاه مطالعه شده به ترتیب ۱۳، ۱۹/۱، ۷، ۳۸/۶ و ۱۷/۸°C و بارندگی ۱۹۸/۹mm است. برخلاف صفت های رویشی، مواد مؤثره سیس-سایین هیدرات، گاما-ترپینن، ترانس-پینوکارونول، پارا-سیمن-۷-آل، سایینا کتون و میرتال با پارامترهای دمایی همبستگی منفی معنی دار و با بارندگی سالانه همبستگی مثبت معنی داری را نشان دادند. عکس العمل مواد مؤثره ترپینن-۴-آل، آلفا-ترپیننول، بتا-پینن و پارا-سیمن نیز نسبت به پارامترهای اقلیمی مشابه ترکیب های اسانس گروه قبلی است با این تفاوت که در بیشتر موارد همبستگی معنی داری مشاهده نشد. برخلاف مواد مؤثره یاد شده، ۸،۱ سینئول و  $\gamma\alpha, \gamma\alpha, \beta$ -نپتالاکتون با پارامترهای دمایی همبستگی مثبت معنی دار و با بارندگی سالانه همبستگی منفی معنی داری داشتند. این مواد مؤثره در منطقه مومن آباد و جوین به ترتیب بیشتری و کمترین میزان را داشتند. در نمودار PCA این ترکیب ها در نزدیکی مومن آباد قرار گرفته اند. ظاهراً شرایط اقلیمی گرم تر در این منطقه در مقایسه با دو منطقه دیگر، شرایط بهینه ای را برای بیوسنتز آنها فراهم کرده است. به عبارت دیگر برای بیوسنتز این مواد مؤثره در گیاه *Nepeta eremokosmos* تنش گرمایی لازم است. همسو با این نتایج، همبستگی مثبت معنی داری بین ۸،۱-سینئول با دما و همبستگی منفی با بارندگی در گونه *Nepeta nuda* از صربستان مشاهده شد (۱).

در میان متغیرهای فیزیوشیمیایی خاک، OM، P، N، SP، گچ و ماسه با ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش، سطح تاج پوشش، سطح برگ و زی توده *Nepeta eremokosmos* همبستگی مثبت معنی دار و با pH، K، آهک، سیلت و رس همبستگی منفی معنی داری داشتند. بر این اساس، بیشترین مقادیر OM، P، N، SP، گچ و ماسه در خاک منطقه مومن آباد و بیشترین مقادیر pH، K، آهک، سیلت و رس در خاک منطقه جوین مشاهده شد. نمودار PCA نیز موقعیت

برطبق نتایج بدست آمده از اسانس گونه *Nepeta binaloudensis* در منطقه بینالود، سایینن، پارا-سیمن، ترپینن-۴-آل و آلفا-ترپیننول با ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت و  $\gamma\alpha, \gamma\alpha, \beta$ -نپتالاکتون همبستگی منفی داشت. اما برخلاف پژوهش حاضر، ۸،۱-سینئول با ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت نشان داد (۹). این نتایج تا حدود زیادی همسو با یافته های بدست آمده از پژوهش حاضر است. در پژوهش مشابه دیگری که در هشت رویشگاه *Nepeta asterotricha* با دامنه ارتفاعی ۲۴۰۰m تا ۲۷۹۰m در استان یزد انجام شده بود، به رغم اینکه ارتفاع و تاج پوشش این گیاه در مناطق مرتفع تر بیشتر شده بود، اما مواد مؤثره اصلی، از جمله ۸،۱-سینئول،  $\gamma\alpha, \gamma\alpha, \beta$ -نپتالاکتون، ترپینن-۴-آل و گاما-ترپینن روند افزایشی یا کاهشی مشخصی نداشتند (۸ و ۱۴). در بررسی مواد مؤثره اصلی گونه *Nepeta heliotropifolia* از دو رویشگاه خرقان ساوه با افزایش ارتفاع، ۸،۱-سینئول و بتا-پینن کاهش یافته بود، ضمن اینکه مونوترپن ها کاهش ولی ترکیب های اکسیژن دار افزایش یافته بود (۲۷). این یافته ها در مورد تأثیر ارتفاع بر مقدار دو ماده مؤثره مذکور همسو با نتایج پژوهش حاضر است، اما در مورد اثر ارتفاع بر مقادیر مونوترپن ها و ترکیب های اکسیژن دار کاملاً متفاوت است. در پژوهش های قبلی این محققان روی گونه *Nepeta heliotropifolia* از دو رویشگاه الموت قزوین و سفیدخانی اراک با ارتفاع های مختلف، عکس نتایج بالا برای ۸،۱-سینئول و بتا-پینن بدست آمده بود (۳۰). برخلاف نتایج یاد شده، همبستگی معنی داری بین ارتفاع از سطح دریا و مواد مؤثره اصلی گونه *Thymus carmanicus* Jalas، از جمله کاراواکرول، تیمول، گاما-ترپینن، پارا-سیمن، آلفا-پینن و میرسن در ۹ جمعیت از سه منطقه استان کرمان با دامنه ارتفاعی ۲۰۰۰-۳۵۰۰m مشاهده نشد (۷).

با توجه به اینکه رویشگاه اصلی *Nepeta eremokosmos* مناطق استپی است، بنابراین بین متغیرهای اقلیمی بررسی شده دمای سالانه، میانگین بیشینه دمای گرمترین ماه، میانگین کمینه دمای سردترین ماه، بیشینه و کمینه دمای مطلق با ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش، سطح تاج پوشش،

پارا-سیمن و گاما-ترپینن تحت تأثیر اختلاف جغرافیایی، عوامل محیطی، شامل اقلیم و پارامترهای فیزیکیوشیمیایی خاک و تنوع ژنتیکی قرار دارند (۱۷). این محققین مشاهده کردند که با افزایش مقدار پارا-سیمن و گاما-ترپینن در جمعیت‌ها، نسبت تیمول و کارواکرول کاهش یافته است. در واقع، دو ماده مؤثره اخیر فنل‌های مونوترپنی ایزومر هستند که از طریق پارا-سیمن و گاما-ترپینن بیوسنتز می‌شوند (۲۰). بنابراین، افزایش و یا کاهش مقادیر مواد مؤثره در جمعیت‌های یک گونه در مناطق مختلف می‌تواند ناشی از تأثیر عوامل محیطی بر مسیر بیوسنتزی آنها باشد.

از آنجایی که تأثیرهای بیولوژیک اسانس گونه‌های گیاهی تحت تأثیر ترکیب‌های تشکیل‌دهنده آنها قرار دارد و از طرف دیگر این ترکیب‌ها علاوه بر مسیرهای ژنتیکی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند، بنابراین باید با توجه به هدف مورد نظر بهترین کموتایپ را انتخاب کرد و شرایط محیطی مناسب را برای گیاه فراهم کرد تا به عملکرد شیمیایی مورد نظر دست یافت. براساس نتایج پژوهش حاضر، با وجود تشابه نسبی ترکیب‌های اصلی در اسانس این گونه، اما درصد اجزاء اصلی در سه منطقه بررسی شده متفاوت بود. در بین پارامترهای محیطی، ارتفاع، بارندگی و دمای سالانه، حداکثر دمای گرمترین ماه، P, K, OM, گچ و آهک مهمترین عوامل مؤثر بر صفت‌های رویشی و درصد مواد مؤثره این گونه بودند که می‌تواند گویای اهمیت رویشگاه‌های استپی، به‌ویژه منطقه مومن‌آباد به لحاظ محتوای اسانس و ترکیب‌هایی با خواص آنتی‌اکسیدانی بیشتری برای این گیاه باشد. لذا این رویشگاه می‌تواند بعنوان منطقه‌ای مستعد برای حفاظت و اهلی‌سازی *Nepeta eremokosmos* یا برای کشت تجاری آن در سایر مناطق مشابه با هدف استخراج ترکیب‌های ثانویه موجود در اسانس آن در نظر گرفته شود.

#### ■ سپاسگزاری

نگارندگان از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) بابت حمایت مالی این پژوهش و از مساعدت مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (RIFR) برای اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌کنند.

مکانی این پارامترها را در نزدیکی مناطق مومن‌آباد و جوین تأیید کرد. همچنین، بین متغیرهای فیزیکیوشیمیایی خاک شامل SP, OM, P, N, گچ و ماسه با مواد مؤثره ۸,۱-سینئول و  $\gamma\alpha, \gamma\alpha, \beta\alpha$ -نپتالاکتون همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد. ضمن اینکه EC, pH, K, آهک، سیلت و رس با سیس-سابینن هیدرات، گاما-ترپینن، ترانس-پینوکارونول، ترپینن-۴-آل و آلفا-ترپینئول همبستگی مثبت معنی‌داری داشتند. در پژوهش قبلی در مورد گونه *Nepeta eremokosmos* (۱۹)، به‌رغم اختلاف ارتفاع و شرایط اقلیمی دو رویشگاه آن در استان سمنان، اما تفاوت محسوسی بین پارامترهای خاک و مواد مؤثره اسانس آنها وجود نداشت. مقایسه نمونه‌های خاک این دو منطقه با سه منطقه پژوهش حاضر حکایت از اختلاف قابل توجه بین پارامترهای خاک، از جمله EC, K, P, N, آهک و بافت دارد. با توجه به گچ‌دوست بودن این گونه اما در پژوهش قبلی مقدار گچ خاک تعیین نشده بود، در حالی که براساس یافته‌های پژوهش حاضر، مقدار گچ رویشگاه‌های این گونه ۳۱-۷۴٪ است که نقش مهمی در رشد و ترکیب‌های اسانس آن دارد.

در بررسی تأثیر ارتفاع و پارامترهای فیزیکیوشیمیایی خاک بر ترکیب‌های اسانس جمعیت‌های *Thymus fallax* Fisch. & C.A.Mey. در چهار منطقه استان لرستان با دامنه ارتفاعی ۱۸۰۰-۲۵۰۰ m مشاهده شد که بین مواد مؤثره اصلی، از جمله پارا-سیمن و گاما-ترپینن با ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت وجود دارد (۲۱). این نتایج همسو با یافته‌های پژوهش حاضر است، اما همبستگی بین پارامترهای فیزیکیوشیمیایی خاک رویشگاه‌های آن شباهت‌ها و تفاوت‌هایی را با گونه *Nepeta eremokosmos* داشت. برخلاف نتایج یادشده، در بررسی جمعیت‌های *Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak. پنج منطقه استان آذربایجان شرقی با دامنه ارتفاعی ۱۶۰۰-۲۸۰۰ m بین مواد مؤثره اصلی، از جمله کارواکرول، تیمول، پارا-سیمن، آلفا-ترپینئول و گاما-ترپینن با ارتفاع از سطح دریا و پارامترهای فیزیکیوشیمیایی خاک همبستگی معنی‌داری وجود نداشت (۱۲). اما در بررسی صفت‌های رویشی و ترکیب‌های اسانس ۳۰ جمعیت *Thymbra spicata* L. در جنوب شرقی ترکیه مشاهده شد که این صفت‌های و مواد مؤثره اصلی، از جمله کارواکرول، تیمول،



## ■ References

1. Acimovic, M., Loncar, B., Pezo, M., Stankovic Jeremic, J., Cvetkovic, M., Rat, M. & Pezo, L. (2022). Volatile compounds of *Nepeta nuda* L. from Rtanj Mountain (Serbia). *Horticulturae*, 8(2), 85. DOI: 10.3390/horticulturae8020085
2. Adams, R. P. (2007). *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry*. 4th ed. Carol Stream, Illinois: Allured Publishing Corporation.
3. Anonymous, 2009. *Guidelines for laboratory analysis of soil and water samples*, no. 467. Tehran: Vice Presidency for Planning and Supervision Publications. [In Persian]
4. Arzani, H. & Abedi, M. (2015). *Rangeland assessment (vegetation measurement)*. Tehran: University of Tehran Press. [In Persian]
5. Asgarpanah, J., Sarabian, S. & Ziarati, P. (2014). Essential oil of *Nepeta* genus (Lamiaceae) from Iran: a review. *Journal of Essential Oil Research*, 26(1), 1-12. DOI: 10.1080/10412905.2013.851040
6. Formisano, C., Rigano, D. & Senatore, F. (2011). Chemical constituents and biological activities of *Nepeta* species. *Chemistry & Biodiversity*, 8(10), 1783-1818. DOI: 10.1002/cbdv. 201000191
7. Ghasemi Pirbalouti, A., Barani, M., Hamed, B., Ataei Kachouei, M. & Karimi, A. (2013). Environment effect on diversity in quality and quantity of essential oil of different wild populations of Kerman thyme. *GENETIKA*, 45(2), 441-450. DOI: 10.2298/GENSR1302441P
8. Goldansaz, S.M., Jafarian Jeloudar, Z., Safaeian, R. & Sonboli, A. (2019). Investigation of some ecological and functional characteristics of *Nepeta asterotricha* in different habitats in Yazd province. *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 7(14), 137-150. [In Persian]
9. Hashemi Moghaddam, H., Jafari, A. A., Sefidkon, F. & Kalate Jari, S. (2023). Influence of climatic factors on essential oil content and composition of 20 populations of *Nepeta binaloudensis* Jamzad from Iran. *Applied Biological Chemistry*, 66(2), 1-10. DOI: 10.1186/s13765-022-00750-6
10. Hassler, M. (1994-2024). *World plants: synonymic checklist and distribution of the world flora*. Version 19.1; last update March 1st, 2024. Retrieved March 8, 2024, from <https://www.worldplants.de/>
11. Hussain, H., Al-Harrasi, A. & Green, I. R. (2016). Pune-sa (*Nepeta*) oils. In: Preedy, V. R. (ed.), *Essential oils in food preservation, flavor and safety*, pp. 875-895. Amsterdam: Elsevier.
12. Imani Dizajeyekan, Y., Razban Haghghi, A. & Ebrahimi Gajoti, T. (2016). Regional altitude and soil physicochemical factors influence the essential oil of *Thymus pubescens* (Lamiales: Lamiaceae). *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 10(29), 45-51.
13. IUCN (2022). *Guidelines for using the IUCN red list categories and criteria*. Version 15. Prepared by the Standards and Petitions Committee, 116 p.
14. Jafarian, Z., Goldansaz, M., Safaeian, R., Sonboli, A. & Kargar, M. (2020). The effect of environmental factors on the amount of essential oil of *Nepeta asterotricha* Rech.f. using RDA technique. *Desert Management*, 7(14), 167-180. DOI: 10.22034/JDMAL.2020.38666 [In Persian]
15. Jamzad, Z. (2012). *Nepeta* L. In: Assadi, M., Maassoumi, A.A. & Mozaffarian, M. (eds.), *Flora of Iran, no. 76: Lamiaceae*, pp. 454-609. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands Press. [In Persian]
16. Jamzad, Z., Grayer, R. J., Kite, G. C., Simmonds, M. S. J., Ingrouille, M. & Jalili, A. (2003). Leaf surface flavonoids in Iranian species of *Nepeta* (Lamiaceae) and some related genera. *Biochemical Systematics and Ecology*, 31(6), 587-600. DOI: 10.1016/S0305-1978(02)00221-1

17. Kizil, S., Toncer, O., Diraz, E. & Karaman, S. (2015). Variation of agronomical characteristics and essential oil components of Zahter (*Thymbra spicata* L. var. *spicata*) populations in semi-arid climatic conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 20(2), 242-251. DOI: 10.17557/tjfc.46517
18. Layeghhaghighi, M., Hassanpour Asil, M., Abbaszadeh, B., Sefidkon, F. & Matinizadeh, M. (2017). Investigation of altitude on morphological traits and essential oil composition of *Nepeta pogonosperma* Jamzad and Assadi from Alamut region. *Journal of Medicinal Plants and By-products* (6)1, 35-40. DOI: 10.22092/JMPB.2017.113148
19. Malakikia, Z., Hakimi, L. & Bahadori, F. (2020). The qualitative and quantitative analysis of *Nepeta eremokosmos* Rech.f. in its natural habits (Semnan province) during the phenological stages. *Journal of Medicinal Plants*, 19(75), 213-222. DOI: 10.29252/jmp.19.75.213 [In Persian]
20. Milos, M., Radonic, A., Bezic, N. & Dunkic, V. (2001). Localities and seasonal variations in the chemical composition of essential oils of *Satureja montana* L. and *S. cuneifolia* Ten. *Flavour and Fragrance Journal*, 16(3), 157-160. DOI: 10.1002/ffj.965
21. Mohammadian, A., Karamian, R., Mirza, M. & Sepahvand, A. (2014). Effects of altitude and soil characteristics on essential of *Thymus fallax* Fisch.et C.A. Mey. in different habitats of Lorestan province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(4), 519-528. DOI: 10.22092/ijmapr.2014.9832 [In Persian]
22. Najafpour Navaei, M. & Mirza, M. (2017). The investigation of essential oil composition in *Nepeta cephalotes* Boiss. and *Nepeta gloeocephala* Rech.f. in dry and wet conditions. *Ecophytochemical Journal of Medicinal Plants*, 5(3), 39-47. [In Persian]
23. Rustaiyan, A., Komeilizadeh, H., Monfared, A., Nadji, K., Masoudi, S. & Yari, M. (2000). Volatile constituents of *Nepeta denudata* Benth. and *N. cephalotes* Boiss. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 12(4), 462-466. DOI: 10.1080/10412905.2000.9699565
24. Safaei-Ghomi, J., Bamoniri, A., Haghani, M. & Batooli, H. (2006). Essential oil composition of *Nepeta gloeocephala* Rech.f. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 18(6), 635-637. DOI: 10.1080/10412905.2006.9699189
25. Sajjadi, S. E. (2005). Analysis of the essential oil of *Nepeta sintenisii* Bornm. from Iran. *DARU*, 13(2), 61-64.
26. Sefidkon, F. & Jamzad, Z. (2007). Essential oil composition of four Iranian *Nepeta* species (*N. cephalotes*, *N. bornmuelleri*, *N. mirzayanii* and *N. bracteata*). *Journal of Essential Oil Research*, 19(3), 262-265. DOI: 10.1080/10412905.2007.9699274
27. Talebi, S. M., Ghorbani Nohooji, M., Yarmohammadi, M., Khani, M. & Matsyura, A. (2019). Effect of altitude on essential oil composition and on glandular trichome density in three *Nepeta* species (*N. sessilifolia*, *N. heliotropifolia* and *N. fissa*). *Mediterranean Botany*, 40(1), 81-93. DOI: 10.5209/MBOT.59730
28. Tucker, A. O. & Tucker, S. S. (1988). Catnip and the catnip response. *Economic Botany*, 42(2), 214-231. DOI: 10.1007/BF02858923
29. Wagner, H. & Wolf, P. (1977). *New natural products and plant drugs with pharmacological, biological and therapeutical activity*. New York: Springer Verlag.
30. Yarmohammadi, M., Talebi, S. M. & Ghorbani Nohooji, M. (2017). Intraspecific variations in essential oil and glandular trichomes in *Nepeta heliotropifolia*. *BIODIVERSITAS*, 18(3), 964-970. DOI: 10.13057/biodiv/d180314