Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891
Online ISSN: 2676-5039

Evaluation of Morphological Traits and Essential Oil Diversity in Different Populations of *Hymenocrater oxyodontus* Rech.f.

Mina Rabie*[1], Yoones Asri[2], Fatemeh Sefidkon[3]

1. Corresponding author; Associate Prof., Department of Natural Resources and Environmental Engineering, University of Payame Noor, Tehran, Iran. E-mail: minarabie@pnu.ac.ir
2. Associate Prof., Botany Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
3. Prof., Medicinal Plants Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2024; Vol 18, Issue 2

Article history:
Received: 13.01.2024
Revised: 24.04.2024
Accepted: 08.05.2024

Keywords:
Medicinal plant,
Lamiaceae,
chemical compounds,
environmental factors,
Semnan province.

Abstract

Background and objectives: The study of medicinal plants in pasture ecosystems, alongside their ecological requirements, forms the foundation for developing valuable natural models for research and practical applications. Ecological factors primarily influence the type and quantity of essential compounds in medicinal plants. Economic utilization of these plants is feasible only when their compound levels are optimal. Therefore, understanding the factors that enhance active substances in medicinal plants is crucial. This study investigates the correlation between climatic, topographical, and edaphic parameters on the morphological traits and essential oil compounds in Hymenocrater oxyodontus Rech.f.

Methodology: Three habitats of H. oxyodontus in Semnan province were selected, each with distinct environmental conditions. Within each habitat, 15 plots of 16 m² were established using a systematic random method. Morphological characteristics such as plant height, canopy diameter, canopy cover, biomass, and leaf area were measured. Flowering branches were collected in triplicate, and essential oils were extracted via hydrodistillation using a Clevenger apparatus. Essential oil compounds were identified by GC-FID and GC/MS. Soil samples from each habitat were analyzed for physicochemical parameters including pH, EC, OM, N, P, K, SP, lime, and texture. Variance analysis and data mean comparisons were conducted using SPSS software, with correlation analysis and PCA performed in Minitab software. The conservation status of H. oxyodontus was determined using the IUCN criteria via GeoCAT software.

Results: Variance analysis of morphological traits revealed significant differences among the three regions for leaf area (0.1% level), plant height (1% level), canopy diameter, canopy cover, and biomass (5% level). Peygambar Mountain exhibited the highest values for plant height (35.4 cm), canopy diameter (69.2 cm), canopy cover (9.4%), leaf area (2.3 cm²), and biomass (135.1 g). Analysis of essential oil components also showed significant differences among regions at various levels (0.1%, 1%, and 5%). Dominant compounds in Peygambar Mountain included Trans-Cadina-1(6),4-diene (12.1%), Spathulenol (11.2%), Caryophyllene oxide (7.1%), and Nootkatin (7.1%). In Abar Mountain, Spathulenol (10%), α-Vetivone (6.8%), Caryophyllene oxide (6.1%), and Nootkatin (5.8%) were predominant, while 1,8-Cineole (16.4%), Hexadecanoic acid (8.9%), and Spathulenol (7.3%) were main compounds in the Parvar region. Soil physicochemical parameters showed significant differences in EC, OM, P, K, SP, lime, sand, and silt at the 0.1% level, pH and N at the 1% level, and clay at the 5% level. Peygambar region had the highest values for EC (1.3 ds/m), P (16.6 mg/L), OM (2.5%), N (0.14%), and sand (72%). Parvar region exhibited higher values for K (307.6 mg/L), lime

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

(17.1%), SP (31.7%), silt (34%), and clay (12%). Significant correlations were found between altitude, annual precipitation, annual temperature, maximum temperature of the hottest month, OM, N, P, K, SP, lime, and both morphological traits and essential oil compounds. H. oxyodontus was determined to be CR (Critically Endangered) based on an AOO of 4 km² and an EOO of 15,735 km².

Conclusion: Environmental factors, particularly altitude, significantly affect the functional characteristics of H. oxyodontus. Vegetation indices were higher in the lower altitude Peygambar Mountain. For economic utilization, low-altitude areas are recommended for cultivation, whereas for therapeutic purposes, high-altitude areas like Parvar with higher concentrations of oxygenated terpenes are preferable. For commercial cultivation, mountain ecotypes' seeds are suggested.

Cite this article: Rabie, M., Y. Asri, F. Sefidkon, 2024. Evaluation of Morphological Traits and Essential Oil Diversity in Different Populations of Hymenocrater oxyodontus Rech.f. Journal of Rangeland, 18(2): 284-305.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

مـــرتـــع

ارزیابی تنوع اسانس و صفات مورفولوژیکی جمعیت‌های مختلف *Hymenocrater oxyodontus* Rech.f.

مینا ربیعی*[1]، یونس عصری[2] و فاطمه سفیدکن[3]

۱. نویسنده مسئول، دانشیار گروه منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: minarabie@pnu.ac.ir
۲. دانشیار بخش تحقیقات گیاه‌شناسی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۳. استاد بخش تحقیقات گیاهان دارویی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۳؛ جلد ۱۸، شماره ۲

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۱۰/۲۳
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۹

واژه‌های کلیدی:
گیاه دارویی،
تیره نعنا،
ترکیب‌های شیمیایی،
عوامل محیطی،
استان سمنان.

چکیده

سابقه و هدف: شناخت گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های مرتعی و تعیین نیازهای اکولوژیک آنها گام اولیه برای دستیابی به بهترین مدل‌های طبیعی برای اهداف تحقیقاتی، توسعه‌ای و کاربردی است. با توجه به اینکه نوع و میزان ترکیب‌های اسانس گیاهان دارویی تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی قرار دارد، بهره‌برداری اقتصادی از این گیاهان زمانی ممکن است که مقادیر آنها به حد مطلوب رسیده باشد. بنابراین شناخت عوامل تأثیرگذار بر مواد مؤثره گیاهان دارویی و اثربخشی بیشتر این ترکیب‌ها حائز اهمیت است. ازجمله می‌توان به تحقیقات انجام‌شده در زمینه تأثیر عوامل اکولوژیکی بر ترکیب‌های اسانس جمعیت‌های مختلف *Salvia officinalis*، *Stachys laxa*، *Thymbra capitata*، *Thymus migricus* و *Ziziphora clinopodioides* اشاره کرد. در پژوهش حاضر رابطه بین پارامترهای اقلیمی، توپوگرافی و ادافیکی موثر بر صفات مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس گونه اندمیک دارویی *Hymenocrater oxyodontus* Rech.f. بررسی شد.

مواد و روش: سه رویشگاه *H. oxyodontus* با شرایط محیطی مختلف در استان سمنان انتخاب شد و در هر یک از آنها ۱۵ پلات ۱۶ مترمربعی به روش تصادفی سیستماتیک استقرار یافت. در هر پلات صفات مورفولوژیک گونه مورد نظر شامل ارتفاع گیاه، قطر تاج‌پوشش، سطح تاج‌پوشش، زی‌توده و سطح برگ اندازه‌گیری شد. اندام‌های هوایی *H. oxyodontus* با سه تکرار در مرحله گلدهی از رویشگاه‌های طبیعی جمع‌آوری و با دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شد. ترکیب‌های اسانس با استفاده از کروماتوگراف گازی فوق سریع (GC-FID) و کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) شناسایی شد. در هر رویشگاه، پنج نمونه خاک به‌طور تصادفی از داخل پلات‌ها برداشت شد و مهمترین پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک شامل واکنش خاک، هدایت الکتریکی، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهک، رطوبت اشباع و بافت خاک اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. مهمترین عوامل محیطی اثرگذار بر صفات مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس با استفاده از روش آنالیز همبستگی در نرم‌افزار SPSS و روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) در نرم‌افزار Minitab تعیین شد. جایگاه حفاظتی *H. oxyodontus* با استفاده از روش IUCN و براساس معیارهای میزان حضور (EOO) و سطح تحت اشغال (AOO) با استفاده از نرم‌افزار GeoCAT و همچنین داده‌های مربوط به اندازه جمعیت و کیفیت رویشگاه تعیین شد.

نتایج: **نتایج:** تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک نشان داد که بین گیاهان سه منطقه ازنظر سطح برگ در سطح ۰/۱ درصد، ارتفاع گیاه در سطح ۱ درصد، و قطر تاج‌پوشش، سطح تاج‌پوشش و زی‌توده در سطح ۵

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین مقادیر ارتفاع گیاه (۳۵/۴cm)، قطر تاج‌پوشش (۶۹/۲ cm)، سطح تاج‌پوشش (٪ ۹/۴)، سطح برگ (۲/۳ cm^2) و زی‌توده (۱۳۵/۱ g) مربوط به کوه پیغمبر بود. تجزیه واریانس اجزای اسانس مشترک بین سه منطقه نیز تفاوت معنی‌داری را در سطح ۰/۱، ۱ و ۵ درصد نشان داد. در کوه پیغمبر ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دی‌ان، اسپاتولنول، کاریوفیلن اکسید و نوتکاتین به‌ترتیب با ۱۲/۱، ۱۱/۲، ۷/۱ و ۷/۱ درصد؛ در کوه ابر اسپاتولنول، آلفا- وتیون، کاریوفیلن اکسید و نوتکاتین به‌ترتیب با ۱۰، ۶/۸، ۶/۱ و ۵/۸ درصد؛ و در منطقه پرور ۸،۱-سینئول، هگزادکانوئیک اسید و اسپاتولنول به‌ترتیب با ۱۶/۴، ۸/۹ و ۷/۳ درصد به‌عنوان مواد مؤثره اصلی شناسایی شدند. تجزیه واریانس پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک اختلاف معنی‌داری را بین هدایت الکتریکی، ماده آلی، فسفر، پتاسیم، رطوبت اشباع، آهک، ماسه و سیلت در سطح ۰/۱ درصد، اسیدیته و نیتروژن در سطح ۱ درصد، و رس در سطح ۵ درصد نشان داد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد خاک کوه ابر اسیدی‌تر بود؛ ضمن اینکه مقادیر هدایت الکتریکی (۱/۳ ds/m)، فسفر (۱۶/۶ mg/L)، ماده آلی (٪ ۲/۵)، نیتروژن (٪ ۰/۱۴) و ماسه (٪ ۷۲) در کوه پیغمبر نسبت به دو منطقه دیگر بیشتر بود. همچنین، مقادیر پتاسیم (۳۰۷/۶ mg/L)، آهک (٪ ۱۷/۱)، رطوبت اشباع (٪ ۳۱/۷)، سیلت (٪ ۳۴) و رس (٪ ۱۲) در منطقه پرور بیشتر بود. ارتفاع از سطح دریا، بارندگی سالانه، دمای سالانه، حداکثر دمای گرمترین ماه، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، رطوبت اشباع و آهک بیشترین همبستگی معنی‌دار را با صفات مورفولوژیک و ترکیب‌های اسانس داشتند. با توجه به اینکه سطح تحت اشغال این گونه در جمعیت‌های مطالعه‌شده (AOO) ۴ کیلومترمربع و محدوده حضور آن در استان (EOO) ۱۵۷۳۵ کیلومترمربع است، جایگاه حفاظتی آن CR (در بحران انقراض) تعیین گردید.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، عوامل محیطی، به‌ویژه ارتفاع از سطح دریا بر خصوصیات عملکردی *H. oxyodontus* تأثیر قابل‌توجهی داشتند. در کوه پیغمبر با پایین‌ترین ارتفاع، شاخص‌های رویشی این گونه بیشتر از دو منطقه مرتفع‌تر بود. لذا به‌منظور بهره‌برداری اقتصادی از عرصه‌های طبیعی تخریب‌یافته یا اراضی کم‌بازده می‌توان کاشت این گونه را برای مناطق کم‌ارتفاع کوهستانی و استپ‌ها توصیه نمود. اما اگر هدف بهره‌برداران خواص درمانی آن باشد، با توجه به مقادیر بیشتر ترپن‌های اکسیژنه و سایر ترکیب‌های شیمیایی با خواص درمانی بالاتر در منطقه پرور به‌عنوان مرتفع‌ترین منطقه بررسی‌شده، می‌توان این گونه را در ارتفاعات کشت نمود. همچنین، برای کشت تجاری این گونه در مزارع می‌توان از بذور اکوتیپ‌های کوهستانی آن استفاده کرد.

استناد: ربیعی، م.، ی. عصری و ف. سفیدکن، ۱۴۰۳. ارزیابی تنوع اسانس و صفات مورفولوژیکی جمعیت‌های مختلف *Hymenocrater oxyodontus* Rech.f. مرتع، ۱۸(۲): ۲۸۴-۳۰۵.

DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5

© نویسندگان

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

مقدمه

مراتع یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدشونده کشور است که نقش بسیار ارزشمندی در تولید فرآورده‌های دامی، دارویی، حفاظت آب و خاک و غیره ایفا می‌کند. رشد مطلوب و باکیفیت گیاهان دارویی فقط در شرایط اکولوژیک و رویشگاهی مخصوص و مناسب امکان‌پذیر است. بنابراین، شناخت گیاهان دارویی این اکوسیستم‌ها و تعیین نیازهای اکولوژیک آنها گام اولیه برای دستیابی به بهترین مدل‌های طبیعی برای اهداف تحقیقاتی، توسعه‌ای و کاربردی خواهد بود. با توجه به اینکه میزان ترکیب‌های اسانس گیاهان دارویی تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی (متغیرهای اقلیمی، عرض جغرافیایی، توپوگرافی و ادافیکی) قرار دارد، بهره‌برداری اقتصادی از این گیاهان زمانی ممکن است که نوع و میزان ترکیب‌های شیمیایی آنها به حد مطلوب رسیده باشد. به‌طورکلی، سازگاری گیاهان دارویی با شرایط رویشگاهی مختلف در طی زمان باعث ایجاد تنوع ژنتیکی و به دنبال آن تشکیل کموتایپ‌های متفاوت می‌شود (۱۱).

جنس *Hymenocrater* Fisch. & C.A.Mey. از تیره نعنا (Lamiaceae) است که انتشار آن در جهان فقط به ناحیه ایران - تورانی محدود شده است. برطبق فلور ایرانیکا (۵۱) این جنس ۱۱ گونه دارد که از این تعداد ۹ گونه در ایران انتشار دارد. پنج گونه *H. calycinus*، *H. incanus*، *H. oxyodontus*، *H. platystegius* و *H. yazdianus* انحصاری (Endemic) ایران هستند. اعضای این جنس گیاهان علفی چندساله، بوته‌ای یا درختچه‌ای بسیار منشعب هستند. برگ‌ها در قاعده بریده یا قلبی و در حاشیه دندانه‌دار هستند. گل‌آذین گرزن با چرخه‌هایی به تعداد ۷-۲ گل است. کاسه‌گل استوانه‌ای یا قیفی، در قسمت گلو دارای کرک‌های زیاد و ریش‌مانند، است، دندانه‌های کاسه کم و بیش مساوی و غشایی، اغلب رنگی، به رنگ‌های سبز، صورتی، قرمز و یا بنفش است. جام‌گل دارای لوله‌ای بلند و دو لبه، لبه بالایی دارای دو لوب و لبه پایینی دارای سه لوب است (۳۱). براساس مطالعات مولکولی اخیر اعضای جنس *Hymenocrater* به *Nepeta* منتقل شده‌اند و نام جدید گونه مورد مطالعه به *Nepeta turanica* Jamzad & Serpoosh. (پونه‌سای تورانی) تغییر یافته است (۵۵).

گونه‌های مختلف *Hymenocrater* در طب محلی و سنتی برای درمان برخی از بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال، اندام‌های هوایی *H. longiflorus* به‌صورت خام یا پخته به‌عنوان ضد التهاب، آرام‌بخش و ضد حساسیت پوستی (برای بیماری‌های پوستی و نیش حشرات) توسط مردم در طب محلی (در کردستان) استفاده می‌شود (۵۷). این گونه دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد سرطانی است (۲ و ۴).

در زمینه شناسایی ترکیب‌های اسانس گونه‌های مختلف *Hymenocrater* مطالعاتی انجام شده است که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود. ترکیب‌های اصلی اسانس *H. incanus* در منطقه آباده فارس بتا-کاریوفیلن، ۸،۱-سینئول، آلفا-پینن و بتا-پینن (۴۲)؛ و منطقه داران اصفهان کاریوفیلن اکسید، اولئیک اسید، پالمیتیک اسید و فیتول (۲۶) گزارش شدند. در گونه *H. calycinus* از منطقه یکه‌شاخ بجنورد آلفا- پینن، سابینن و لیمونن؛ منطقه نوده بجنورد اسپاتولنول، هگزادکانوئیک اسید و آبیتاتری‌ان، و جنگل گلستان کاریوفیلن، کاریوفیلن اکسید و اسپاتولنول (۲۴)؛ و منطقه نور ۸،۱-سینئول، بتا-پینن و آلفا-پینن (۴۵) اجزای اصلی اسانس را تشکیل داده بودند. همچنین ترکیب‌های اصلی اسانس این گونه از مناطق بلده نور و اُروست ساری اسپاتولنول، هگزادکانوئیک اسید و هگزاهیدروفارنسیل استون معرفی شدند (۱۳). اجزای اصلی اسانس *H. elegans* در منطقه فیروزکوه جرماکرونD، بتا-کاریوفیلن، آلفا-هومولن و جرماکرونB (۱۶)؛ منطقه بابا امان بجنورد اسپاتولنول، کاریوفیلن اکسید و آلفا-پینن (۲۵)؛ و منطقه نور، مانویل اکسید، اسکلارئول و ۸،۱-سینئول (۴۴) گزارش شدند. در گونه *H. platystegius* از منطقه چناران خراسان آلفا-پینن، ۸،۱-سینئول و بتا-پینن (۳)؛ منطقه سبزوار اسپاتولنول، آلفاپینن و ۸،۱-سینئول (۳۸)؛ و منطقه کاشمر ۸،۱-سینئول، بتا-پینن، ترپینلن و سابینن (۲۰) ترکیب‌های اصلی اسانس را تشکیل داده بودند. اجزای اصلی اسانس *H. longiflorus* در منطقه اورامانات دلتا-کادینول، آلفا-پینن و پارا-منت-۵،۱،دی‌ان-۸-اُل (۲)؛ منطقه مریوان آلفا- پینن، بتا-کاریوفیلن، بتا-اُدسمول و آلفا-کوپائن (۵۷)؛ منطقه پاوه هدیکاریول، آلفا-کادینول و بتا- بوربونن (۵۶)؛ و منطقه اورامانات

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

بی‌سیکلوسزکوئی‌فلاندرن، بتا-المول و ۸،۱-سینئول (۳۴) گزارش شدند. در گونه *H. yazdianus* از منطقه یزد ۸،۱-سینئول، بتا-کاریوفیلن، آلفا-پینن و کاریوفیلن اکسید ترکیب‌های اصلی اسانس را تشکیل داده بودند (۳۷). اجزای اصلی اسانس *H. bituminous* در منطقه ارومیه آلفا- پینن، بتا-پینن، ترانس-فیتول و اسپاتولنول معرفی شدند (۱۵).

گیاهان دارویی که منبعی از ترکیبات فیتوشیمیایی مختلف هستند، در طول رشد و نمو خود تحت تنش‌های محیطی مختلفی قرار می‌گیرند. عوامل محدودکننده اکولوژیکی، ازجمله دما، دی‌اکسیدکربن، نور، اُزُن، رطوبت، شوری و حاصلخیزی خاک تأثیر قابل‌توجهی بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان دارویی و همچنین فرآیندهای متابولیسمی ثانویه آنها دارند. گیاهان توانایی سنتز انواع متابولیت‌های ثانویه را برای مقابله با اثرات منفی این تنش‌ها دارند (۴۹). بنابراین شناخت عوامل تأثیرگذار بر مواد مؤثره گیاهان دارویی و اثربخشی بیشتر این ترکیب‌ها حائز اهمیت بوده و بر این اساس پژوهشگران در تلاش هستند تا با ارائه روش‌های مختلف، تولید مواد مؤثره را افزایش دهند. در زمینه تأثیر عوامل محیطی بر کمیت و کیفیت اسانس گونه‌های تیره نعنا تحقیقاتی انجام شده است. به‌عنوان مثال، در بعضی از گونه‌ها، ازجمله *Stachys laxa* (۶)، *Thymus migricus* (۶۲)، *Ziziphora clinopodioides* (۷) و *Ziziphora clinopodioides* (۱۴) تأثیر ارتفاع، عوامل اقلیمی و ادافیکی بر نوع و میزان ترکیب‌های اسانس بررسی شده است. در برخی از گونه‌ها، نظیر *Salvia fruticosa* و *Salvia officinalis* (۳۲)، *Thymbra capitata* (۶۰)، *Rosmarinus officinalis* و *Thymus algeriensis* (۳۹) و *Thymus holosericeus* (۶۱) تأثیر عوامل اقلیمی بر کمیت و کیفیت اسانس مطالعه گردید. در گونه‌های *Lavandula latifolia* (۲۳)، *Nepeta binaludensis* (۲۸)، *Oliveria decumbens* (۵) و *Thymus piperella* (۱۷) اثر ارتفاع و عوامل اقلیمی، و در گونه‌های *Origanum majorana* (۴۸) و *Satureja thymbra* (۳۳) اثر ارتفاع بر مواد مؤثره بررسی شده است.

تاکنون در مورد تأثیر عوامل محیطی بر صفات مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس گونه‌های *Hymenocrater* در رویشگاه‌های مختلف پژوهشی انجام نشده است. در تحقیقی همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و شیمیایی هشت جمعیت *H. longiflorus* در استان‌های کردستان و کرمانشاه بدون ارتباط با عوامل محیطی تعیین گردید (۲۲). در پژوهشی دیگر تأثیر عوامل اقلیمی و توپوگرافی بر صفات مورفولوژیکی شش جمعیت *H. platystegius* در استان خراسان رضوی بررسی شد (۵۲).

در رابطه با شناسایی ترکیب‌های اسانس گونه *H. oxyodontus* تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است و پژوهش حاضر به‌عنوان اولین گزارش اجزای اسانس این گونه محسوب می‌شود. با توجه به تأثیر عوامل محیطی بر میزان رشد و متابولیت‌های ثانویه گونه‌های دارویی، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ارتفاع، پارامترهای اقلیمی و ادافیکی بر صفات عملکردی *H. oxyodontus*، به‌ویژه ارزش دارویی آن بود تا از میان سه منطقه با شرایط محیطی مختلف، رویشگاهی با شرایط بهینه رشد و خواص درمانی بالاتر معرفی شود.

مواد و روش‌ها

انتخاب مناطق نمونه‌برداری

ابتدا مناطق انتشار *H. oxyodontus* در استان سمنان براساس اطلاعات فلور ایران (۳۱) و مکان‌های جمع‌آوری گیاهان برای فلور استان تعیین شد. سپس به کمک بازدیدهای میدانی از بین این مناطق، سه رویشگاه با شرایط محیطی مختلف انتخاب (جدول ۱) و در هر یک از آنها نمونه‌برداری به روش تصادفی سیستماتیک انجام شد. با توجه به شیوه پراکندگی، تراکم و متوسط قطر تاج‌پوشش گونه *H. oxyodontus* در رویشگاه‌ها، از سه ترانسکت به طول ۱۰۰ متر با فاصله ۳۰ متر، و پنج پلات ۱۶ مترمربعی برای نمونه‌برداری استفاده شد. تعداد پلات‌ها به گونه‌ای انتخاب شد که نتایج مطمئنی از جنبه آماری ارائه کند (۱۲).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

جدول ۱: مشخصات مناطق نمونه‌برداری گونه *Hymenocrater oxyodontus*

سایت نمونه‌برداری	طول جغرافیایی (شرقی)	عرض جغرافیایی (شمالی)	ارتفاع از سطح دریا (متر)
بیارجمند، کوه پیغمبر	″۰۱ ′۴۵ °۵۶	″۴۱ ′۲۹ °۳۵	۱۵۸۰
بسطام، کوه ابر	″۳۷ ′۰۳ °۵۵	″۱۳ ′۴۳ °۳۶	۱۸۸۰
شهمیرزاد، پرور	″۱۳ ′۳۰ °۵۳	″۰۱ ′۵۸ °۳۵	۲۱۵۷

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک

در هر پلات صفات مورفولوژیک گونه مورد نظر شامل ارتفاع گیاه، قطر تاج‌پوشش، سطح تاج‌پوشش، زی‌توده و سطح برگ اندازه‌گیری شد. ارتفاع گیاهان و دو قطر عمود برهم تاج آنها با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شد و برای تعیین سطح تاج‌پوشش گیاهان از رابطه مساحت دایره استفاده شد. به‌منظور اندازه‌گیری زی‌توده گیاهان، بخش هوایی آنها در داخل پلات‌ها قطع شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، خشک و توزین شدند. سطح برگ گیاهان نیز با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج GateHouse مدل 4cht Aok با دقت ۰/۰۱ سانتی‌مترمربع با نرم‌افزار WinDias 2.0 اندازه‌گیری شد.

برای تهیه نمونه هرباریومی، اندام هوایی گلدار *H. oxyodontus* در خردادماه ۱۴۰۱ از سه منطقه بیارجمند (کوه پیغمبر)، بسطام (کوه ابر) و شهمیرزاد (پرور) جمع‌آوری شد. نمونه‌های هرباریومی با کدهای ۱۰۹۹۹۳، ۱۰۹۹۹۴ و ۱۰۹۹۹۵ در هرباریوم موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور (TARI) نگهداری می‌شوند.

استخراج و شناسایی اجزای اسانس

سرشاخه‌های گلدار *H. oxyodontus* با سه تکرار از هر جمعیت جمع‌آوری شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه در مجاورت هوای آزاد و در سایه خشک شده و سپس آسیاب شدند. استخراج اسانس‌ها با استفاده از دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب به مدت سه ساعت انجام شد و سپس با استفاده از سولفات‌سدیم خشک آب‌گیری شدند. آنالیز اسانس‌ها با استفاده از دستگاه‌های GC و GC/MS انجام شد. اجزای اسانس با استفاده از شاخص بازداری، مطالعه طیف‌های جرمی و مقایسه با ترکیب‌های استاندارد و مطالعات کتابخانه‌ای (۱) شناسایی شدند.

مشخصات دستگاه‌های GC و GC/MS

از کروماتوگراف گازی فوق‌سریع (GC-FID) مدل Thermo-UFM مجهز به آشکارساز FID و داده‌پرداز با نرم‌افزار Chrom-card 2006 استفاده شد. دستگاه دارای ستون DB-5 نیمه‌قطبی (به طول ۱۰ متر، قطر داخلی ۰/۱ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۴ میکرون) بود. دمای محفظه تزریق ۲۸۵ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون شامل افزایش دما از ۶۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۴۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه بود و بعد به مدت ۳ دقیقه در دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. گاز حامل استفاده شده هلیوم با سرعت جریان ۰/۵ میلی‌لیتر بر دقیقه بود.

دستگاه GC/MS شامل کروماتوگراف گازی Agilent 7890A متصل به طیف‌سنج جرمی Agilent 5975C از نوع چهار قطبی، مجهز به ستون DB-5 نیمه‌قطبی (به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون) بود. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰ تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و بعد افزایش به ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه بود و در نهایت ۳ دقیقه در این دما نگه داشته شد. دمای محفظه تزریق و ترانسفرلاین به‌ترتیب ۲۶۰ و ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده بود. گاز حامل هلیوم بوده که با سرعت ۳۰/۶ سانتی متر بر ثانیه در طول ستون حرکت می کند. زمان اسکن برابر یک ثانیه، انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و اسکن ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۴۰ بوده است.

اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک

در هر رویشگاه، پنج نمونه خاک از داخل پنج پلات و از عمق تجمع ریشه (حدود ۳۰ سانتی‌متر) برداشت شد. محل نمونه‌های خاک به‌طور تصادفی از ۱۵ پلات استقراریافته در هر رویشگاه تعیین شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه خاکشناسی، مهم‌ترین پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل واکنش خاک، هدایت الکتریکی، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهک و بافت خاک اندازه‌گیری

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

شد. واکنش خاک به‌وسیله pH متر الکترود شیشه‌ای، هدایت الکتریکی با هدایت‌سنج الکتریکی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر، درصد اشباع با استفاده از گِل اشباع بر حسب درصد، بافت خاک به روش هیدرومتری، آهک به روش حجم‌سنجی با اسیدکلریدریک بر حسب درصد، فسفر قابل جذب به روش اُلسون، پتاسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیم، نیتروژن کل به روش کجلدال و ماده آلی به روش والکی - بلاک اندازه‌گیری شد (۹).

تحلیل آماری

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver. 26 انجام شد. مهم‌ترین عوامل محیطی اثرگذار بر صفات مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس با استفاده از روش آنالیز همبستگی در نرم‌افزار SPSS و روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) در نرم‌افزار Minitab ver. 17 تعیین شد. در روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی، ترکیب‌هایی از اسانس استفاده شد که مقادیر آنها حداقل در یکی از رویشگاه‌ها بیش از ۳ درصد بود.

جایگاه حفاظتی گونه

جایگاه حفاظتی *H. oxyodontus* با استفاده از روش اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت (۳۰) تعیین شد. معیارهای اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت، از جمله میزان حضور (EOO) و سطح تحت اشغال (AOO) با استفاده از نرم‌افزار GeoCAT و براساس مختصات جغرافیایی نقاط پراکنش این گونه 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 *H. oxyodontus* براساس شاخص‌های این اتحادیه تصمیم‌گیری شد.

نتایج

تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک نشان داد که بین گیاهان سه منطقه ازنظر سطح برگ در سطح ۰/۱ درصد، ارتفاع گیاه در سطح ۱ درصد، و قطر تاج‌پوشش، سطح تاج‌پوشش و زی‌توده در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین مقادیر ارتفاع گیاه (۳۵/۴ cm)، قطر تاج‌پوشش (۶۹/۲ cm)، سطح تاج‌پوشش (٪ ۹/۴)، سطح برگ ($۲/۳cm^2$) و زی‌توده (۱۳۵/۱ g) مربوط به کوه پیغمبر بود (جدول ۳).

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی *Hymenocrater oxyodontus* در سه منطقه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع گیاه	قطر تاج‌پوشش	سطح تاج‌پوشش	سطح برگ	زی‌توده
رویشگاه	۲	**۱۳۰/۹۶۹	*۲۲۳/۷۱۷	*۱۲/۷۳۵	***۲/۵۰۵	*۴۰۵/۳۶۱
خطا	۴۲	۱۲/۹۵۵	۳۵/۱۹۲	۱/۹۶۶	۰/۰۳۷	۸۵/۸۹۹

*** معنی‌داری در سطح ۰/۱ درصد؛ ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد؛ * معنی‌داری در سطح ۵ درصد

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی *Hymenocrater oxyodontus* در سه منطقه

خصوصیات مورفولوژیکی	مناطق		
	کوه پیغمبر	کوه ابر	پرور
ارتفاع گیاه (cm)	a۳۵/۳±۴/۶	b۲۸/۴±۴/۹	b۲۵/۱±۴/۵
قطر تاج‌پوشش (cm)	a۶۹/۳±۲/۹	ab۶۳/۴±۸/۸	bc۵۵/۸±۹/۲
سطح تاج‌پوشش (%)	a۹/۱±۴/۱	ab۸/۱±۱/۲	bc۶/۱±۲/۸
سطح برگ (cm^2)	a۲/۰±۳/۳	b۱/۰±۹/۱	c۰±۱/۱
زی‌توده (g)	a۱۳۵/۷±۱/۸	ab۱۲۷/۷±۷/۴	bc۱۱۷/۱۱±۲/۹

حروف انگلیسی متفاوت در سطر، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

در سه رویشگاه بررسی‌شده در مجموع ۵۷ ترکیب در اسانس *H. oxyodontus* شناسایی شد (جدول ۴). در کوه پیغمبر ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دی‌ان، اسپاتولنول، کاریوفیلن اکسید و نوتکاتین به‌ترتیب با ۱۲/۱، ۱۱/۲، ۷/۱ و ۷/۱ درصد؛ در کوه ابر اسپاتولنول، آلفا- وتیون، کاریوفیلن اکسید و نوتکاتین به‌ترتیب با ۱۰، ۶/۸، ۶/۱ و ۵/۸ درصد؛ و در منطقه پرور ۸،۱-سینئول، هگزادکانوئیک اسید و اسپاتولنول به‌ترتیب با ۱۶/۴، ۸/۹ و ۷/۳ درصد به‌عنوان مواد مؤثره اصلی شناسایی شدند.

جدول ۴: ترکیب‌های اسانس *Hymenocrater oxyodontus* در سه منطقه

ردیف	ترکیب‌های اسانس	شاخص بازداری	نوع ترکیب	مناطق		
				کوه پیغمبر	کوه ابر	پرور
۱	α-Pinene	۹۴۰	MH	-	-	۰/۹۷
۲	β-Pinene	۹۸۱	MH	۰/۸۴	-	۰/۶۱
۳	1,8-Cineole	۱۰۳۲	OM	۰/۷۲	۳/۲۳	۱۶/۴۱
۴	γ-Terpinene	۱۰۶۵	MH	۰/۸۱	۱/۱	۴/۰۵
۵	α-Campholenal	۱۱۲۸	OM	۰/۳	-	۰/۸۵
۶	*p*-Menth-3-en-8-ol	۱۱۴۱	OM	۱/۰۲	-	۲/۳۸
۷	β-Pinene oxide	۱۱۴۴	OM	-	-	۲/۷
۸	Pinocarvone	۱۱۶۶	OM	-	-	۰/۵۹
۹	Myrtenal	۱۲۰۳	OM	-	-	۱/۳۱
۱۰	*p*-Menth-1-en-9-ol	۱۲۹۵	OM	-	۰/۶۷	۲/۳۸
۱۱	*n*-Tridecane	۱۳۰۳	AH	۰/۱۵	۱/۱۲	۴/۰۱
۱۲	*(2E)*-Undecenol	۱۳۵۹	AO	-	۱/۲۵	-
۱۳	α-Copaene	۱۳۷۴	SH	۱/۶۳	۰/۷۲	۱/۴۹
۱۴	*(E)*-Caryophyllene	۱۴۲۷	SH	۱/۱۵	-	-
۱۵	Carvone hydrate	۱۴۳۳	OM	۱/۳۲	۰/۸۸	۱/۲۲
۱۶	*trans*-Cadina-1(6),4-diene	۱۴۹۲	SH	۱۲/۰۸	۵/۱۳	۴/۸۷
۱۷	γ-Muurolene	۱۴۹۴	SH	۶/۳۴	۵/۲۸	۱/۱۵
۱۸	Bicyclogermacrene	۱۵۰۳	SH	۴/۲۵	۱	۰/۲۳
۱۹	γ-Cadinene	۱۵۱۴	SH	۰/۷۵	-	-
۲۰	7-*epi*-α-Selinene	۱۵۲۰	SH	۰/۸۵	-	-
۲۱	δ-Cadinene	۱۵۲۸	SH	-	۰/۹۲	۲/۰۴
۲۲	β-Vetivenene	۱۵۵۴	SH	۲/۷۶	۱/۷۴	۱/۲۶
۲۳	Germacrene B	۱۵۵۸	SH	۲/۷۷	۱/۲۳	-
۲۴	*n*-Tridecanol	۱۵۶۵	Fal	۱/۲۸	-	-
۲۵	Spathulenol	۱۵۷۴	OS	۱۱/۲۲	۱۰/۰۱	۷/۳۴
۲۶	Caryophyllene oxide	۱۵۷۷	OS	۷/۰۶	۶/۱۲	۱/۹۸
۲۷	1-*epi*-Cubenol	۱۶۲۴	OS	۱/۹۷	-	-
۲۸	α-Muurolol	۱۶۴۵	OS	۰/۹۱	۱/۱۴	۱/۱۷
۲۹	α-Cadinol	۱۶۵۶	OS	۰/۹۱	-	-
۳۰	7-*epi*-α-Eudesmol	۱۶۶۲	OS	۴/۳	۱/۳۲	۰/۸۶
۳۱	Intermedeol	۱۶۶۵	OS	-	۲/۲۳	۱/۸۳
۳۲	*(Z)*-α-Santalol	۱۶۶۹	OS	-	-	۱/۸۸
۳۳	Khusinol	۱۶۸۰	OS	۴/۷۵	۴/۹۳	۲/۰۳
۳۴	Eudesma-4(15),7-dien-1β-ol	۱۶۸۷	OS	-	۲/۴۹	۱/۲۴
۳۵	Germacrone	۱۶۹۴	OS	۴/۶۸	۲/۱۱	۰/۸۳

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

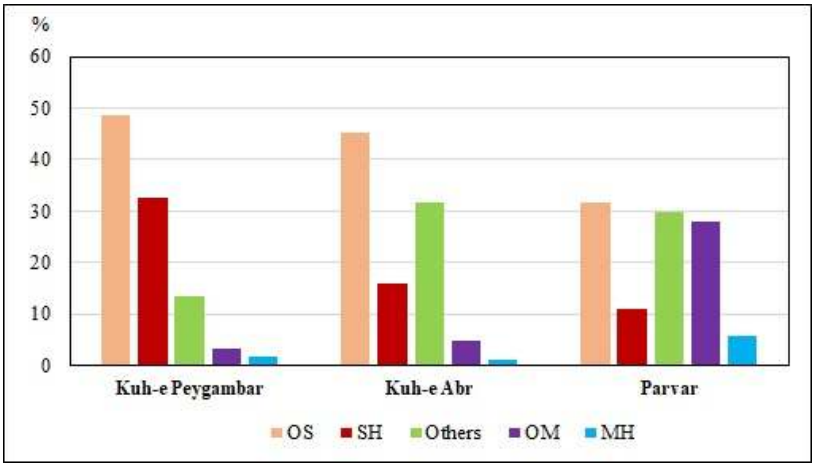
ادامه جدول ۴

ردیف	ترکیب‌های اسانس	شاخص بازداری	نوع ترکیب	مناطق		
				کوه پیغمبر	کوه ابر	پرور
۳۶	(2E,6Z)-Farnesol	۱۷۱۳	OS	-	۰/۸۱	-
۳۷	(E)-β-Santalol	۱۷۵۳	OS	۴/۹۷	۲/۷۹	۰/۵۵
۳۸	14-oxy-α-Muurolene	۱۷۶۸	OS	-	۱/۱۹	۱/۲۳
۳۹	β-Bisabolenol	۱۷۸۲	OS	-	۱/۰۴	-
۴۰	α-Vetivone	۱۸۴۴	OS	۵/۱۴	۶/۸۵	۲/۳۳
۴۱	7-Hydroxy Coumarin	۱۸۳۶	Co	۱/۰۴	۱/۸۷	۴/۹۵
۴۲	n-Nonadecane	۱۹۰۰	AH	۱/۱۷	۱/۶۸	-
۴۳	(5E,9E)-Farnesyl acetone	۱۹۱۳	OS	۲/۸۳	۲/۳۵	۱/۳۳
۴۴	Hexadecanoic acid	۱۹۶۰	Fa	۰/۲۳	۳/۸۱	۸/۹۶
۴۵	Nootkatin	۱۹۶۸	ST	۷/۱۱	۵/۸۴	۰/۶۵
۴۶	n-Eicosane	۲۰۰۰	AH	-	۲/۱۷	۱/۱۶
۴۷	Abietadiene	۲۰۷۳	DH	-	۱/۲۶	۱/۲۴
۴۸	n-Heneicosane	۲۱۰۸	AH	۰/۹۱	۳/۷۷	۳/۰۱
۴۹	Methyl octadecanoate	۲۱۲۱	Es	-	۲/۶۹	۱/۰۸
۵۰	9,12,15-Octadecatrienal	۲۱۵۲	AO	۰/۳	۴/۲۳	۴/۶۱
۵۱	n-Docosane	۲۱۹۰	AH	۰/۶۶	۱/۶۷	-
۵۲	n-Tricosane	۲۲۹۹	AH	۰/۲۹	۰/۱۵	-
	کل			۹۹/۴۷	۹۸/۷۸	۹۸/۷۸
	مونوترپن‌های هیدروکربنی (MH ٪)			۱/۶۵	۱/۱	۵/۶۳
	مونوترپن‌های اکسیژن‌دار (OM ٪)			۳/۳۶	۴/۷۸	۲۷/۸۳
	سزکویی‌ترپن‌های هیدروکربنی (SH ٪)			۳۲/۵۷	۱۶/۰۳	۱۱/۰۵
	سزکویی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار (OS ٪)			۴۸/۷۶	۴۵/۳۸	۲۴/۶
	سایر (٪)			۱۳/۱۴	۳۱/۵۲	۲۹/۶۷

بخش عمده اجزای اسانس در کوه پیغمبر و کوه ابر به‌ترتیب به سزکویی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار و سزکویی‌ترپن‌های هیدروکربنی مربوط بود، در حالی که در منطقه پرور مونوترپن‌های اکسیژن‌دار و سزکویی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار ترکیب‌های اصلی را تشکیل داده‌اند (شکل ۱). سهم قابل‌توجهی از ترکیب‌های شیمیایی گونه *H. oxyodontus* در سه منطقه، به‌ویژه در کوه ابر و منطقه پرور به سایر ترکیب‌ها اختصاص دارد. به‌عنوان مثال، اسیدهای چرب (نوتکاتین) در کوه پیغمبر و کوه ابر به ترتیب ۷/۱ و ۵/۸ درصد، کومارین‌ها (۷-هیدروکسی کومارین) در منطقه پرور ۴/۹ درصد، و آلیفاتیک‌های اکسیژن‌دار (۹،۱۲،۱۵-اُکتادکاترینال) در منطقه پرور و کوه ابر به‌ترتیب ۴/۶ و ۴/۲ درصد از اجزای ترکیب‌های شیمیایی این گونه را تشکیل داده‌اند (جدول ۴).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]



شکل ۱: مقایسه گروه‌های اصلی ترکیب‌های اسانس در سه منطقه

MH= Monoterpene Hydrocarbons, OM= Oxygenated Monoterpenes,

تجزیه واریانس اجزای اسانس مشترک *H. oxyodontus* در سه منطقه نشان داد که بین میانگین این مواد مؤثره در سطح ۰/۱ و ۱ درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های مواد مؤثره مشترک در سه منطقه حاکی از آن است که ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دی‌ان، اسپاتولنول، کاریوفیلن اکسید، نوتکاتین، گاما-مورولن، ترانس-بتا-سانتالول، جرماکرون، ۷-اپی-آلفا-اودسمول و بیسیکلوجرماکرن بیشترین مقادیر را در کوه پیغمبر؛ آلفا-وتیون، خوسینول و ان-هنیکوزان در کوه ابر، و ۸،۱-سینئول، هگزادکانوئیک اسید، ۱۵،۱۲،۹-اُکتادکاترینال، ۷-هیدروکسی کومارین، و گاما-ترپینن و ان-تری‌دکان در منطقه پرور به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۶).

جدول ۵: تجزیه واریانس ترکیب‌های اسانس مشترک در سه منطقه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		Nootkatin	Caryophyllene oxide	1,8-Cineole	*trans*-Cadina-1(6),4-diene	Spathulenol
رویشگاه	۲	۵۸/۵۱۵***	۳۶/۵۴۶***	۳۵۵/۰۶۱***	۸۳/۵۵۶***	۱۹/۶۹۲**
خطا	۶	۱/۲۲۶	۱/۱۵۱	۱/۴۰۶	۲/۳۶۵	۹/۸۲۰
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		9,12,15-Octadecatrienal	Khusinol	γ-Muurolene	Hexadecanoic acid	α-Vetivone
رویشگاه	۲	۳۰/۳۶۷۴***	۱۳/۱۸۶***	۳۷/۶۱۸***	۹۶/۳۳۴***	۲۶/۰۰۴***
خطا	۶	۰/۲۰۸	۰/۷۹۶	۰/۳۶۲	۰/۳۲۹	۱/۰۷۳
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		7-*epi*-α-Eudesmol	Germacrone	*n*-Heneicosane	7-*Hydroxy* Coumarin	*(E)*-β-Santalol
رویشگاه	۲	۱۷/۴۳۰***	۱۹/۱۹۶***	۱۰/۹۶۴***	۲۱/۱۲۶***	۲۴/۴۸۹***
خطا	۶	۰/۳۸۴	۰/۲۶۲	۰/۵۲۴	۰/۷۱۱	۰/۷۳۲
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		γ-Terpinene	Bicyclogermacrene	*n*-Tridecane		
رویشگاه	۲	۱۶/۱۲۳***	۲۲/۷۳۹***	۲۰/۱۷۰***		
خطا	۶	۰/۲۲۷	۰/۳۵۱	۰/۲۷۲		

*** معنی‌داری در سطح ۰/۱ درصد؛ ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

جدول ۶: مقایسه میانگین ترکیب‌های اسانس مشترک در سه منطقه (با مقادیر بیش از ۳ درصد حداقل در یکی از رویشگاه‌ها)

ترکیب‌های اسانس	مناطق		
	کوه پیغمبر	کوه ابر	پرور
Spathulenol	۱۱/۲۲±۱/۶۲ a	۱۰/۰۱±۱/۴۳ a	۷/۳۴±۱/۱۵ b
trans-Cadina-1(6),4-diene	۱۲/۰۸±۲/۴۵ a	۵/۱۳±۰/۷۷ b	۴/۸۷±۰/۶۹ b
1,8-Cineole	۰/۷۲±۰/۱۸ c	۳/۲۳±۰/۴۱ b	۱۶/۴۱±۲ a
Caryophyllene oxide	۷/۰۶±۱/۳۴ a	۶/۱۲±۱/۱۸ a	۱/۹۸±۰/۵۱ b
α-Vetivone	۵/۱۴±۰/۹۰ a	۶/۸۵±۱/۵۰ a	۲/۳۳±۰/۳۹ b
Nootkatin	۷/۱۱±۱/۶۱ a	۵/۸۴±۰/۹۷ a	۰/۶۵±۰/۳۸ b
Hexadecanoic acid	۰/۲۳±۰/۱۵ c	۳/۸۱±۰/۶۰ b	۸/۹۶±۰/۷۸ a
γ-Muurolene	۶/۳۴±۰/۷۲ a	۵/۲۸±۰/۶۸ b	۱/۱۵±۰/۳۲ c
Khusinol	۴/۷۵±۰/۹۱ a	۴/۹۳±۱/۱۱ a	۲/۰۳±۰/۵۸ b
9,12,15-Octadecatrienal	۰/۳۰±۰/۱۴ b	۴/۵۳±۰/۵۶ a	۴/۶۱±۰/۵۴ a
(E)-β-Santalol	۴/۹۷±۱/۱۷ a	۲/۷۹±۰/۹۰ b	۰/۵۵±۰/۰۸ c
7-Hydroxy Coumarin	۱/۰۴±۰/۲۸ b	۱/۸۷±۰/۶۲ b	۴/۹۵±۱/۲۹ a
n-Heneicosane	۰/۹۱±۰/۳۷ b	۳/۷۷±۰/۹۲ a	۳/۰۱±۰/۷۷ a
Germacrone	۴/۶۸±۰/۷۶ a	۲/۱۱±۰/۴۰ b	۰/۸۳±۰/۲۲ c
7-*epi*-α-Eudesmol	۴/۳۰±۰/۹۴ a	۱/۳۲±۰/۴۸ b	۰/۸۶±۰/۲۱ b
γ-Terpinene	۰/۸۱±۰/۳۲ b	۱/۱۰±۰/۰۱ b	۴/۰۵±۰/۷۶ a
Bicyclogermacrene	۴/۲۵±۱ a	۱±۰/۲۱ b	۰/۲۳±۰/۰۹ b
n-Tridecane	۰/۱۵±۰/۰۱ c	۱/۱۲±۰/۳۳ b	۴/۰۱±۰/۸۰ a

حروف انگلیسی متفاوت در سطر، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

تجزیه واریانس پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در سه منطقه کوه پیغمبر، کوه ابر و پرور تفاوت معنی‌داری را بین هدایت الکتریکی، ماده آلی، فسفر، پتاسیم، آهک، رطوبت اشباع، ماسه و سیلت در سطح ۰/۱ درصد، اسیدیته و نیتروژن در سطح ۱ درصد، و رس در سطح ۵ درصد نشان داد (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد خاک کوه ابر اسیدی‌تر بود (جدول ۸). ضمن اینکه مقادیر هدایت الکتریکی (۱/۳ ds/m)، فسفر (۱۶/۶ mg/L)، ماده آلی (٪ ۲/۵)، نیتروژن (٪ ۰/۱۴) و ماسه (٪ ۷۲) در کوه پیغمبر نسبت به دو منطقه دیگر بیشتر بود. همچنین، مقادیر پتاسیم (۳۰۷/۶ mg/L)، آهک (٪ ۱۷/۱)، رطوبت اشباع (٪ ۳۱/۷)، سیلت (٪ ۳۴) و رس (٪ ۱۲) در منطقه پرور بیشتر از دو منطقه دیگر بود.

جدول ۷: تجزیه واریانس پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک سه منطقه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		اسیدیته	هدایت الکتریکی	ماده آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
رویشگاه	۲	۰/۱۹۵**	۱/۱۶۰***	۱/۱۶۰***	۰/۰۰۳**	۱۴۵/۲۶۷***	۱۰۴۷۶/۵۱۷***
خطا	۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۱۴۵	۲۲/۸۵۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		آهک	رطوبت اشباع	ماسه	سیلت	رس
رویشگاه	۲	۳۱۰/۶۰۰***	۲۱۵/۵۵۲***	۴۰۶/۶۷۰***	۳۲۰/۰۰۰***	۶/۶۶۷*
خطا	۱۲	۰/۶۹۰	۷/۲۷۵	۷/۵۰۰	۲/۸۳۳	۱/۸۳۳

*** معنی‌داری در سطح ۰/۱ درصد؛ ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد؛ * معنی‌داری در سطح ۵ درصد

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

جدول ۸: مقایسه میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک سه منطقه

پارامترهای فیزیکوشیمیایی	مناطق		
	کوه پیغمبر	کوه ابر	پرور
اسیدیته	۷/۵۴±۰/۰۵ b	۷/۴۰±۰/۰۳ c	۷/۷۹±۰/۰۴ a
هدایت الکتریکی (ds/m)	۱/۳۰±۰/۰۵ a	۰/۴۹±۰/۰۳ b	۰/۴۷±۰/۰۲ b
ماده آلی (٪)	۲/۵۰±۰/۰۶ a	۲/۱۷±۰/۰۵ b	۱/۵۸±۰/۰۵ c
نیتروژن (٪)	۰/۱۴±۰/۰۲ a	۰/۱۲±۰/۰۲ ab	۰/۰۹±۰/۰۱ bc
فسفر (mg/L)	۱۶/۶۰±۰/۴۵ a	۱۳±۰/۳۲ b	۶±۰/۳۵ c
پتاسیم (mg/L)	۲۱۷/۵۰±۳/۵۱ c	۲۷۶/۶۰±۴/۱۹ b	۳۰۷/۶۰±۶/۲۱ a
آهک (٪)	۲/۵۵±۰/۳۳ c	۴/۶۳±۰/۴۱ b	۱۷/۱۲±۱/۳۴ a
رطوبت اشباع (٪)	۱۸/۷۲±۲/۱۸ c	۲۶/۷۰±۲/۵۰ b	۳۱/۷۵±۳/۲۸ a
ماسه (٪)	۷۲±۳/۱۶ a	۶۲±۱/۵۸ b	۵۴±۳/۱۶ c
سیلت (٪)	۱۸±۱/۵۸ c	۲۶±۱/۸۷ b	۳۴±۱/۵۸ a
رس (٪)	۱۰±۱/۵۸ b	۱۲±۰/۷۱ a	۱۲±۰/۵۸ a

حروف انگلیسی متفاوت در سطر، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

در میان عوامل اقلیمی و توپوگرافی، ارتفاع از سطح دریا، بارندگی سالانه، حداکثر دمای گرمترین ماه و دمای سالانه، و در بین عوامل ادافیکی، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهک بیشترین همبستگی معنی‌دار را با صفات مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس *H. oxyodontus* نشان دادند. همچنین، سطح برگ و ارتفاع گیاه، ۸،۱-سینئول، نوتکاتین، هگزادکانوئیک اسید، گاما-مورولن، ترانس-بتا-سانتالول، جرماکرون و ان-تری‌دکان بیشترین همبستگی معنی‌داری با عوامل محیطی داشتند (جدول ۹). بین صفات رویشی و کاریوفیلن اکسید، نوتکاتین، گاما-مورولن، ترانس-بتا-سانتالول، جرماکرون، ۷-اپی-آلفا-اودسمول، بیسیکلوجرماکرن، ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دی‌ان و اسپاتولنول همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد. به عبارتی، با افزایش ارتفاع گیاه، قطر و سطح تاج‌پوشش، زی‌توده و سطح برگ، مقادیر این ترکیب‌های اسانس نیز افزایش یافته بود. در حالی که صفات رویشی با ۸،۱-سینئول، هگزادکانوئیک اسید، ۱۵،۱۲،۹-اُکتادکاترینال، ۷-هیدروکسی کومارین، گاما-ترپینن و ان-تری‌دکان همبستگی منفی معنی‌داری را نشان دادند.

جدول ۹: همبستگی پیرسون بین صفات مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس *Hymenocrater oxyodontus* با پارامترهای محیطی

	هدایت الکتریکی	اسیدیته	حداقل دمای مطلق	حداکثر دمای مطلق	حداقل دمای سردترین ماه	حداکثر دمای گرمترین ماه	دمای سالانه	بارندگی سالانه	ارتفاع از سطح دریا
Plant hieght	**۰/۷۴۷	۰/۳۹۱-	**۰/۷۴۴	*۰/۵۱۶	۰/۴۸۵	*۰/۶۳۶	**۰/۶۷۶	**۰/۷۰۴-	**۰/۸۱۷-
Canopy diameter	*۰/۵۸۵	۰/۴۷۲-	۰/۴۸۵	*۰/۵۳۴	۰/۲۷۵	*۰/۵۶۳	۰/۴۶۱	**۰/۷۴۹-	**۰/۶۹۶-
Canopy cover	*۰/۶۰۴	۰/۴۵۲-	۰/۴۹۲	*۰/۵۲۸	۰/۲۶۰	*۰/۵۵۷	۰/۴۷۹	**۰/۷۵۰-	**۰/۶۹۸-
Leaf area	**۰/۶۸۳	**۰/۷۶۴-	۰/۴۵۳	*۰/۵۹۳	*۰/۶۳۹	**۰/۸۴۷	**۰/۶۴۴	**۰/۹۲۷-	**۰/۹۴۲-
Biomass	۰/۴۹۵	*۰/۵۳۷-	۰/۴۴۳	*۰/۵۴۶	۰/۴۷۲	*۰/۵۱۸	*۰/۶۱۹	*۰/۶۳۰-	**۰/۷۰۵-
Spathulenol	*۰/۶۱۳	**۰/۶۵۴	*۰/۶۳۴	۰/۴۳۴	*۰/۵۱۸	*۰/۵۲۹	**۰/۸۴۴	**۰/۶۷۸-	**۰/۷۱۹-
trans-Cadina-1(6),4-diene	**۰/۹۰۰	۰/۱۴۸-	*۰/۵۸۲	*۰/۵۹۰	*۰/۵۵۹	**۰/۷۴۲	*۰/۵۷۱	**۰/۷۷۷-	**۰/۸۴۷-
1,8-Cineole	*۰/۶۲۶-	**۰/۸۵۰	**۰/۷۶۵-	**۰/۶۶۹-	**۰/۶۷۳-	**۰/۶۷۵-	**۰/۷۶۲-	**۰/۸۸۴	**۰/۹۰۵
Caryophyllene oxide	*۰/۶۱۱	**۰/۸۰۹-	*۰/۶۳۴	۰/۳۵۷	*۰/۵۶۰	**۰/۷۰۸	**۰/۶۹۷	**۰/۸۴۸-	**۰/۸۲۹-
Nootkatin	*۰/۶۵۱	**۰/۷۸۲-	**۰/۷۴۶	**۰/۶۴۱	**۰/۷۴۷	**۰/۶۴۲	**۰/۶۹۷	**۰/۸۷۷-	**۰/۸۳۴-
α-Vetivone	۰/۱۶۷	**۰/۸۶۳-	*۰/۵۵۱	*۰/۵۹۲	**۰/۶۹۹	۰/۳۰۵	*۰/۵۳۶	*۰/۵۲۷-	*۰/۵۵۲-
Hexadecanoic acid	**۰/۸۱۴-	**۰/۶۷۰	**۰/۸۰۱-	**۰/۶۷۵-	**۰/۶۸۶-	**۰/۷۷۵-	**۰/۷۵۳-	**۰/۹۵۵	**۰/۹۶۹

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

ادامه جدول ۹

	ارتفاع از سطح دریا	بارندگی سالانه	دمای سالانه	حداکثر دمای گرمترین ماه	حداقل دمای سردترین ماه	حداکثر دمای مطلق	حداقل دمای مطلق	اسیدیته	هدایت الکتریکی
γ-Muurolene	**۰/۸۸۴-	**۰/۸۷۴-	**۰/۷۸۱	**۰/۶۶۶	**۰/۶۵۶	*۰/۵۹۸	**۰/۷۱۴	**۰/۸۰۸-	**۰/۶۶۴
Khusinol	**۰/۷۱۳-	**۰/۶۹۷-	۰/۴۷۳	*۰/۵۵۸	**۰/۷۴۵	**۰/۷۲۹	*۰/۶۳۱	**۰/۷۵۴-	۰/۳۹۰
9,12,15-Octadecatrienal	**۰/۸۴۳	**۰/۸۴۹	*۰/۵۷۸-	**۰/۷۳۰-	۰/۴۶۱-	*۰/۵۵۰-	**۰/۶۶۱-	۰/۱۳۹	**۰/۹۸۷-
(E)-β-Santalol	**۰/۹۳۴-	**۰/۹۱۵-	*۰/۵۷۶	**۰/۷۹۲	**۰/۶۶۳	**۰/۷۲۰	**۰/۷۵۸	*۰/۵۳۲-	**۰/۷۸۹
7-Hydroxy Coumarin	**۰/۸۶۳	**۰/۷۸۹	**۰/۸۳۹-	*۰/۶۱۵-	*۰/۵۳۵-	*۰/۶۰۹-	**۰/۷۲۰-	**۰/۷۷۵	۰/۴۵۲-
n-Heneicosane	**۰/۶۴۵	**۰/۶۴۹	*۰/۵۳۵-	**۰/۷۳۲-	۰/۱۲۵-	۰/۰۳۵-	*۰/۵۲۷-	۰/۰۷۴-	**۰/۸۳۴-
Germacrone	**۰/۹۳۸-	**۰/۹۳۸-	**۰/۶۷۵	**۰/۷۸۸	**۶۶۴	*۰/۶۰۹	**۰/۷۴۱	۰/۴۶۶-	**۰/۹۱۳
7-*epi*-α-Eudesmol	**۰/۸۳۹-	**۰/۸۳۶-	**۰/۷۷۲	**۰/۶۶۳	۰/۳۸۰	*۰/۵۵۵	**۰/۷۰۳	۰/۲۹۴-	**۰/۹۴۵
γ-Terpinene	**۰/۸۶۴	**۰/۸۸۹	*۰/۵۴۳-	**۰/۷۶۱-	**۰/۶۵۹-	*۰/۵۲۷-	**۰/۶۶۸-	**۰/۸۴۱	۰/۴۶۱-
Bicyclogermacrene	**۰/۸۶۲-	**۰/۸۸۸-	**۰/۷۲۳	**۰/۶۸۶	۰/۴۹۴	*۰/۵۵۷	**۰/۷۳۷	۰/۳۲۴-	**۰/۹۶۰

ادامه جدول ۹

	ماده آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهک	رطوبت اشباع	ماسه	سیلت	رس
Plant hieght	**۰/۷۵۴	**۰/۶۶۴	*۰/۵۱۸	**۰/۸۰۲-	**۰/۶۴۱-	**۰/۵۱۸-	**۰/۷۸۵	**۰/۸۱۳-	۰/۴۱۹-
Canopy diameter	**۰/۶۸۱	*۰/۵۴۷	**۰/۶۹۴	**۰/۶۵۳-	**۰/۶۷۶-	**۶۸۹-	**۷۲۷	**۰/۷۱۴-	*۰/۵۵۸-
Canopy cover	**۰/۶۸۱	*۰/۵۵۴	**۰/۶۹۵	**۰/۶۶۵-	**۰/۶۷۳-	**۰/۶۸۷-	**۰/۷۲۷	**۰/۷۱۴-	*۰/۵۵۵-
Leaf area	**۰/۹۴۹	**۰/۷۷۷	**۹۶۳	**۸۶۴-	**۰/۹۳۶-	**۰/۸۳۳-	**۰/۹۱۴	**۰/۹۳۲-	*۰/۵۵۳-
Biomass	**۰/۶۷۴	*۰/۶۲۱	**۰/۶۷۴	**۰/۶۷۴-	**۰/۶۴۷-	*۰/۶۲۵-	**۰/۶۹۱	**۰/۷۰۶-	۰/۴۱۱-
Spathulenol	**۰/۸۲۲	**۰/۸۲۷	**۰/۷۸۰	**۰/۷۵۰-	**۰/۷۹۴-	*۰/۵۲۷-	**۰/۷۲۷	**۰/۷۷۸-	۲۷۶-
trans-Cadina-1(6),4-diene	**۰/۷۳۸	*۰/۵۱۸	**۰/۷۳۶	**۰/۸۶۰-	*۰/۵۸۵-	**۰/۸۱۹-	**۰/۷۶۱	**۰/۷۷۹-	۰/۴۴۶-
1,8-Cineole	**۰/۹۵۸-	**۰/۷۲۱-	**۰/۹۷۲	**۰/۸۴۹	**۰/۹۹۱	**۰/۷۸۲	**۰/۸۳۹-	**۰/۸۸۸	۰/۳۶۱
Caryophyllene oxide	**۰/۹۱۱	**۰/۸۲۷	**۰/۸۹۴	**۰/۷۸۷-	**۹۰۸-	**۰/۶۷۲-	**۰/۸۶۰	**۰/۸۷۹-	۰/۵۱۰-
Nootkatin	**۰/۹۱۵	**۰/۷۳۵	**۰/۹۱۳	**۰/۸۳۱-	**۰/۹۴۱-	**۰/۷۲۱-	**۰/۸۱۷	**۰/۸۶۱-	۰/۳۶۸-
α-Vetivone	*۶۲۹	*۰/۵۵۷	**۰/۶۵۴	۰/۴۳۷-	**۰/۷۷۵-	۰/۴۳۵-	۰/۴۷۴	*۰/۵۳۰-	۰/۰۸۳-
Hexadecanoic acid	**۰/۹۸۲-	**۰/۷۵۶-	**۰/۹۸۲-	**۰/۹۵۱	**۰/۹۵۳	**۰/۸۷۰	**۰/۹۱۱-	**۰/۹۵۵	۰/۴۳۱
γ-Muurolene	**۰/۹۶۵	**۰/۸۰۶	**۰/۹۵۰	**۰/۸۴۶-	**۰/۹۷۶-	**۰/۷۳۵-	**۰/۸۵۵	**۰/۹۰۹-	۰/۳۵۱-
Khusinol	**۰/۷۵۴	*۰/۵۶۰	**۰/۸۰۲	*۰/۶۲۹-	**۰/۸۳۴-	**۰/۶۵۵-	۰/۴۸۳	۰/۴۱۹-	۰/۱۱۶-
9,12,15-Octadecatrienal	**۰/۷۵۹-	*۰/۵۹۱-	**۰/۷۴۳-	**۰/۹۱۰	۰/۵۹۹	**۰/۸۵۳	**۰/۸۳۴-	**۰/۸۳۶	*۰/۵۶۳
(E)-β-Santalol	**۰/۸۸۱	*۰/۵۸۳	**۰/۹۱۳	**۰/۸۹۳-	**۰/۸۳۶-	**۰/۹۳۳-	**۰/۸۵۳	**۰/۸۸۴-	*۰/۴۵۴-
7-Hydroxy Coumarin	**۰/۹۱۶-	**۰/۷۲۰-	**۰/۹۱۸-	**۰/۸۱۹	**۰/۹۳۴	**۰/۶۷۳	**۰/۷۶۵-	**۰/۸۲۴	۰/۲۷۰
n-Heneicosane	*۰/۵۲۸-	*۰/۵۲۷-	*۰/۵۳۵-	**۰/۶۹۳	۰/۳۱۸	*۰/۶۰۹	**۰/۶۸۵-	*۰/۶۳۶	**۰/۶۸۳
Germacrone	**۰/۹۰۰	*۰/۶۱۶	**۰/۸۹۴	**۰/۹۵۷-	**۰/۷۸۸-	**۰/۸۹۱-	**۰/۸۹۸	***۰/۹۱۲-	*۰/۵۶۰-
7-*epi*-α-Eudesmol	**۰/۸۰۸	**۰/۷۳۷	**۰/۷۷۴	**۰/۹۲۳-	**۰/۶۷۱-	**۰/۷۳۵-	**۰/۸۶۰	**۰/۸۵۸۵-	*۰/۶۰۵-
γ-Terpinene	**۰/۹۰۱-	**۰/۷۰۹-	**۰/۹۲۰-	**۰/۷۶۴	**۰/۹۳۷	**۰/۸۰۰	**۰/۸۶۰-	**۰/۸۸۲	*۴۹۴
Bicyclogermacrene	**۰/۸۳۱	**۰/۶۹۴	**۰/۸۱۲	**۰/۹۵۰-	**۰/۷۱۲-	**۰/۷۹۵-	**۰/۸۷۲	**۰/۸۷۶	*۰/۵۸۱-

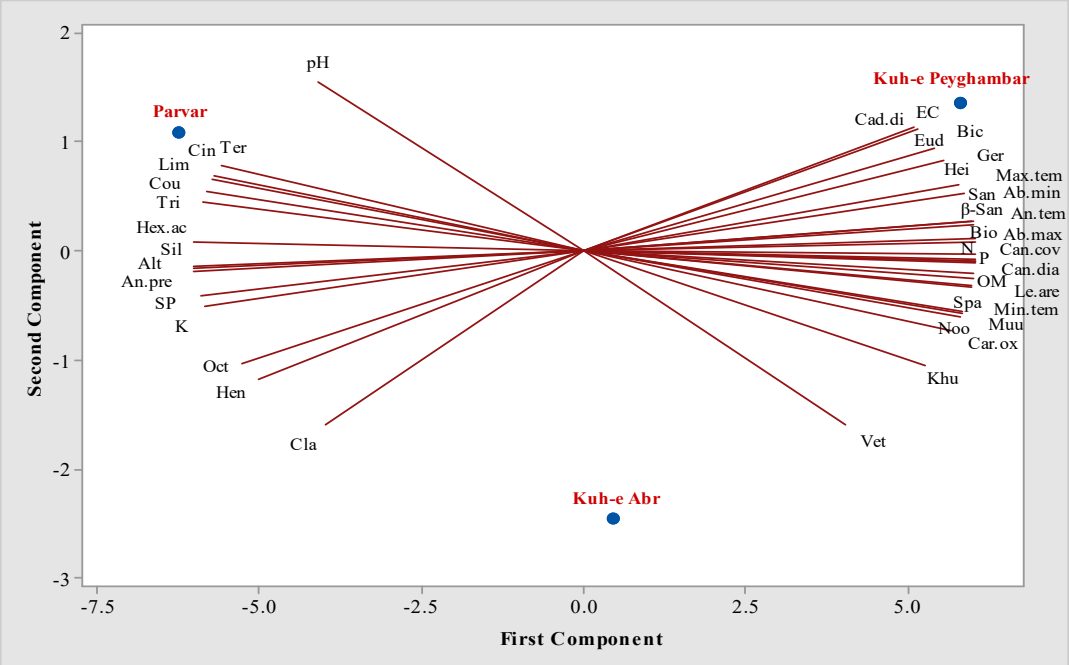
** معنی‌داری در سطح ۱ درصد؛ * معنی‌داری در سطح ۵ درصد

براساس نتایج رسته‌بندی تجزیه مؤلفه‌های اصلی، ارتفاع از سطح دریا، بارندگی سالانه، رطوبت اشباع، سیلت، پتاسیم، آهک و اسیدیته بیشترین تأثیر را بر مقادیر هگزادکانوئیک اسید، ان-تری‌دکان، ۷-هیدروکسی کومارین، ۸،۱-سینئول و گاما-ترپینن در منطقه پرور داشتند (شکل ۲). همچنین، دمای سالانه، حداکثر دمای گرمترین ماه، حداقل دمای سردترین ماه، حداکثر و حداقل دمای مطلق، هدایت الکتریکی، ماسه، نیتروژن، فسفر و ماده آلی بیشترین تأثیر را بر مقادیر اجزای اسانس ترانس-کادینا-۱(۶)، ۴-دی‌ان، ۷-اپی-آلفا-اودسمول، بیسیکلوجرماکرن، جرماکرون، ترانس-بتا-سانتالول، کاریوفیلن اکسید، اسپاتولنول، گاما-مورولن و نوتکاتین، و صفات مورفولوژیکی در کوه پیغمبر داشتند. مقادیر ۱۵،۱۲،۹-اُکتادکاترینال و ان-هنیکوزان در دو منطقه پرور و کوه ابر، و آلفا-وتیون و خوسینول در کوه ابر و کوه پیغمبر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

تقریباً مشابهند، لذا این ترکیب‌ها در نمودار PCA در بین این مناطق قرار گرفته‌اند (شکل ۲).



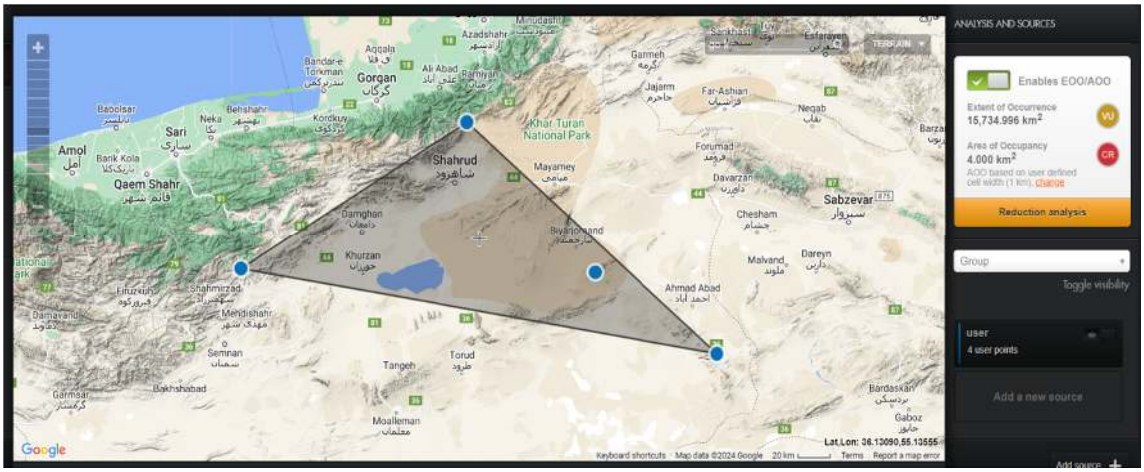
شکل ۲: نمودار رسته‌بندی متغیرهای محیطی، صفات مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس *Hymenocrater oxyodontus*

Alt= Altitude, 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, 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, Bic= Bicyclogermacrene, Cad.di= *trans*-Cadina-1(6),4-diene, Car.ox= Caryophyllene oxide, Cin= 1,8-Cineole, Cou= 7-Hydroxy Coumarin, Eud= 7-*epi*-α-Eudesmol, Ger= Germacrone, Hen= *n*-Heneicosane, Hex.ac= Hexadecanoic acid, Khu= Khusinol, Muu= γ-Muurolene, Noo= Nootkatin, Oct= 9,12,15-Octadecatrienal, Spa= Spathulenol, Ter= γ-Terpinene, Tri= *n*-Tridecane, Vet= α-Vetivone, β-San= *(E)*-β-Santalol

تعداد ۸۲ پایه بالغ از این گونه در مناطق مختلف استان شمارش گردید، اما در هیچکدام از رویشگاه‌ها زادآوری نداشت. چرای دام، خشکسالی و بهره‌برداری به‌عنوان گیاه دارویی باعث تخریب جمعیت‌های این گونه و رویشگاه‌های آن شده است. با توجه به اینکه سطح تحت اشغال این گونه در جمعیت‌های مطالعه‌شده (AOO) ۴ کیلومترمربع و محدوده حضور آن در استان (EOO) ۱۵۷۳۵ کیلومترمربع است (شکل ۳)، جایگاه حفاظتی این گونه به‌ترتیب CR و VU و بنابراین سطح حفاظتی کلی آن CR (در بحران انقراض) تعیین گردید.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]



شکل ۳: محدوده حضور و سطح تحت اشغال گونه *Hymenocrater oxyodontus* در استان سمنان

بحث و نتیجه‌گیری

محدوده ارتفاعی انتشار گونه *H. oxyodontus*، ۲۲۵۰-۱۳۰۰ متر بالاتر از سطح دریا و بیشترین پراکنش آن در دامنه ارتفاعی ۱۸۰۰-۱۵۰۰ متر است (۳۱). بنابراین، شرایط بهینه رشد این گونه دامنه‌های مناطق کوهستانی است. به همین دلیل انتظار می‌رود که مقادیر صفات مورفولوژیکی آن در کوه پیغمبر (۱۵۸۰ متر) نسبت به دو رویشگاه مرتفع‌تر، یعنی کوه ابر (۱۸۸۰ متر) و پرور (۲۱۵۷ متر) بیشتر باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که در کوه پیغمبر، ارتفاع گیاه، قطر تاج‌پوشش، سطح تاج‌پوشش، سطح برگ و زی‌توده به‌ترتیب ۳۵/۴ سانتی‌متر، ۶۹/۲ سانتی‌متر، ۹/۴ درصد، ۲/۳ سانتی‌مترمربع و ۱۳۵/۱ گرم است، در حالی که در منطقه پرور به‌عنوان مرتفع‌ترین منطقه بررسی‌شده، مقادیر این صفات به‌ترتیب ۲۵/۴ سانتی‌متر، ۵۵/۹ سانتی‌متر، ۶/۲ درصد، ۱ سانتی‌مترمربع و ۱۱۷/۲ گرم می‌باشد. بنابراین، با افزایش ارتفاع از سطح دریا، مقادیر صفات مورفولوژیکی بوته‌های *H. oxyodontus* کاهش یافته است. برطبق نتایج همبستگی نیز مشاهده شد که بین ارتفاع از سطح دریا و ارتفاع گیاه، قطر و سطح تاج‌پوشش، سطح برگ و زی‌توده همبستگی منفی معنی‌دار وجود دارد. نمودار رسته‌بندی تحلیل مؤلفه‌های اصلی نیز نقش محدودکنندگی ارتفاع از سطح دریا را بر صفات مورفولوژیکی این گونه تأیید می‌کند.

در زمینه ترکیب‌های اسانس گونه *H. oxyodontus* تا کنون مطالعه‌ای انجام نشده است، اما در سایر گونه‌های این جنس، آلفا- پینن، بتا- پینن، بتا- کاریوفیلن، کاریوفیلن اکسید، اسپاتولنول، ۸،۱-سینئول به‌عنوان اجزای اصلی اسانس اغلب آنها گزارش شده‌اند. در پژوهش حاضر نیز علاوه بر کاریوفیلن اکسید، اسپاتولنول، ۸،۱-سینئول، ترکیب‌های ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دی‌ان، هگزادکانوئیک اسید، نوتکاتین، آلفا-وتیون و گاما-مورولن نیز به‌عنوان اجزای اصلی اسانس *H. oxyodontus* معرفی شدند. مهم‌ترین ترکیب‌های اسانس جنس *Hymenocrater* را فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک و ترپنوئیدها تشکیل می‌دهند. مطالعات فارماکولوژیک نقش این ترکیب‌ها را در فعالیت‌های ضد میکروبی، ضد انگلی، آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی و ضد دیابتی گونه‌های این جنس تأیید کرده است (۴۳).

بررسی تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر مقادیر اجزای اسانس گونه *H. oxyodontus* نشان داد که از میان این ترکیب‌ها، ۸،۱-سینئول، هگزادکانوئیک اسید، ۷-هیدروکسی کومارین، ۱۵،۱۲،۹-اُکتادکاترینال، گاما-ترپینن، ان-تری‌دکان و ان-هنیکوزان با ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت معنی‌داری دارند. این ترکیب‌ها در منطقه پرور بیشترین مقادیر اجزای اسانس را به خود اختصاص دادند. در مقابل، ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دی‌ان، اسپاتولنول، کاریوفیلن اکسید، نوتکاتین، آلفا- وتیون، گاما-مورولن، خوسینول، ترانس-بتا-سانتالول، جرماکرون، ۷-اپی-آلفا-اودسمول و بیسیکلوجرماکرن با ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی معنی‌داری داشتند. این ترکیب‌ها در کوه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

پیغمبر بیشترین مقادیر اجزای اسانس را تشکیل داده‌اند. به‌طورکلی با افزایش ارتفاع از سطح دریا، عوامل محیطی ازجمله شدت تابش نور، اشعه فرابنفش، شدت وزش باد و میزان بارندگی افزایش یافته، اما عوامل دیگری همچون دما و رطوبت هوا کاهش می‌یابند. گیاهان دائماً با این عوامل محیطی خارجی به‌سرعت درحال تغییر و بالقوه آسیب‌رسان تعامل دارند و استراتژی‌های دفاعی پیچیده‌ای را به‌عنوان ابزاری برای غلبه بر شرایط تنش، نظیر سنتز تقریباً نامحدود انواع زیادی از متابولیت‌های شیمیایی ایجاد کرده‌اند (۲۹). توانایی سنتز انواع متابولیت‌های ثانویه به گروه‌های گیاهی خاصی محدود می‌شود (۴۷). بر این اساس با افزایش ارتفاع منطقه *H. oxyodontus* علاوه بر افزایش نسبی مونوترپن‌ها و کاهش نسبی سزکویی‌ترپن‌ها، مقادیر ترکیب‌های شیمیایی همچون هگزادکانوئیک اسید، ۷-هیدروکسی کومارین و ۱۵،۱۲،۹-اُکتادکاترینال افزایش یافته است. در مجموع، ترپن‌های اکسیژن‌دار تقریباً تغییری پیدا نکرده است، اما ترپن‌های هیدروکربنی کاهش زیادی داشته است. یافته‌های به‌دست آمده از سایر گونه‌ها نشانگر همبستگی مثبت ارتفاع از سطح دریا با ترپن‌های اکسیژنه و همبستگی منفی با ترپن‌های هیدروکربنی است (۵۸ و ۵۹) که با نتایج این تحقیق تا حدودی همسو هستند. بسیاری از اسانس‌ها دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند و با توجه به قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتر ترپن‌های اکسیژنه (۸)، اسانس گونه *H. oxyodontus* با توجه به مقادیر تقریباً مشابه این ترکیب‌ها در سه منطقه بررسی‌شده از کیفیت یکسانی برخوردار است. اما به‌دلیل اینکه اسانس این گونه در مناطق مرتفع‌تر دارای سایر ترکیب‌های شیمیایی با خواص درمانی بالاتر است، بنابراین اسانس منطقه پرور نسبت به دو منطقه کم‌ارتفاع‌تر از کیفیت بالاتری برخوردار است. در منطقه پرور، میزان هگزادکانوئیک اسید حدود ۹ درصد اسانس این گونه را تشکیل می‌دهد. این ترکیب در گونه *H. calycinus* واقع در منطقه بلده نور نیز با افزایش ارتفاع از سطح دریا افزایش قابل‌توجهی داشت. به‌طوری که در ارتفاع ۱۱۰۰ متر، ۲۵/۳ درصد و در ارتفاع ۱۹۵۰، ۴۲/۵ درصد ترکیب‌های اسانس این گونه را تشکیل داده بود (۱۳). این ماده در طب سنتی هند در درمان رماتیسم (۱۰) استفاده می‌شود و دارای فعالیت‌های ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضد آترواسکلروز (۱۹)، ضد آندروژن (۳۵)، و ضد سرطان (۵۳) است. همچنین ۷-هیدروکسی کومارین نیز دارای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی (۱۸ و ۴۰) و ضد سرطانی (۳۶) و ۱۵،۱۲،۹-اُکتادکاترینال (۵۰) نیز دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی است.

با توجه به اینکه رویشگاه اصلی *H. oxyodontus* دامنه‌های مناطق کوهستانی است، بنابراین بین پارامترهای دمایی (دمای سالانه، میانگین حداکثر دمای گرمترین ماه، میانگین حداقل دمای سردترین ماه، و حداکثر و حداقل دمای مطلق) با صفات مورفولوژیک همبستگی مثبت معنی‌دار و با بارندگی سالانه همبستگی منفی معنی‌دار وجود دارد. همچنین ترکیب‌های ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دی‌ان، اسپاتولنول، کاریوفیلن اکسید، نوتکاتین، گاما-مورولن، ترانس-بتا-سانتالول، خوسینول، جرماکرون، ۷-اپی-آلفا-اودسمول و بیسیکلوجرماکرن نیز همبستگی مثبت معنی‌داری با پارامترهای اقلیمی یادشده دارند. در نمودار PCA نیز موقعیت مکانی این ترکیب‌ها در نزدیکی کوه پیغمبر قرار دارد. اما سایر ترکیب‌ها شامل ۸،۱-سینئول، هگزادکانوئیک اسید، ۷-هیدروکسی کومارین، ۱۵،۱۲،۹-اُکتادکاترینال، گاما-ترپینن، ان-تری‌دکان و ان-هنیکوزان با پارامترهای دمایی همبستگی منفی معنی‌دار و با بارندگی سالانه همبستگی مثبت معنی‌داری داشتند. به همین دلیل در نمودار PCA موقعیت مکانی این ترکیب‌ها در نزدیکی منطقه پرور قرار دارد.

بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک، شامل ماده آلی، نیتروژن، فسفر، ماسه و هدایت الکتریکی با ارتفاع گیاه، قطر و سطح تاج‌پوشش، سطح برگ و زی‌توده *H. oxyodontus* همبستگی مثبت معنی‌دار و با پتاسیم، آهک، رطوبت اشباع، سیلت و رس همبستگی منفی معنی‌داری مشاهده شد. از این رو در نمودار PCA موقعیت مکانی هدایت الکتریکی، ماده آلی، نیتروژن، فسفر و ماسه در نزدیکی کوه پیغمبر و پتاسیم، آهک، رطوبت اشباع، سیلت و رس در اطراف منطقه پرور قرار دارد. همچنین بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک شامل پتاسیم، آهک، رطوبت اشباع و سیلت با مواد مؤثره ۸،۱-سینئول، هگزادکانوئیک اسید، ۷-هیدروکسی کومارین، ۱۵،۱۲،۹-اُکتادکاترینال، گاما-ترپینن، ان-تری‌دکان و ان-هنیکوزان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. به‌علاوه ماده آلی، نیتروژن، فسفر، ماسه و هدایت الکتریکی نیز با مواد مؤثره ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دی‌ان، اسپاتولنول، کاریوفیلن اکسید، نوتکاتین، گاما-مورولن، ترانس-بتا-سانتالول، خوسینول، جرماکرون، ۷-اپی-آلفا-اودسمول و بیسیکلوجرماکرن همبستگی مثبت معنی‌داری را نشان دادند.

در پژوهشی مشابه تأثیر پارامترهای اقلیمی، توپوگرافی و ادافیکی بر صفات مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس ۱۳ جمعیت *Achillea eriophora* در استان کرمان بررسی شد (۲۱). نتایج نشان داد که این خصوصیات و ترکیب‌ها به‌طور متفاوتی تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی قرار می‌گیرند. در این مطالعه همسو با پژوهش حاضر، اجزای اصلی ترکیب‌های اسانس به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر بارندگی، دما، اسیدیته، ماده آلی، آهک، فسفر، پتاسیم، رس، سیلت و ماسه قرار داشتند، اما بر خلاف پژوهش حاضر، این ترکیب‌ها با ارتفاع از سطح دریا تغییر معنی‌داری نداشتند. به عبارت دیگر، در این گونه به‌رغم دامنه ارتفاعی زیاد جمعیت‌های بررسی‌شده (۲۷۰۰-۱۷۰۰ متر)، همبستگی معنی‌داری بین ارتفاع از سطح دریا و اجزای اصلی ترکیب‌های اسانس مشاهده نشد. در بررسی تأثیر ارتفاع و عوامل ادافیکی بر ترکیب‌های شیمیایی *Hymenocrater elegans* از سه ارتفاع مختلف منطقه بلده نور همبستگی متفاوتی بین این خصوصیات مشاهده شد (۴۱). در میان ترکیب‌های مشترک با پژوهش حاضر، ۸،۱-سینئول با ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی معنی‌داری را نشان داد که مغایر با نتایج پژوهش حاضر است، اما در هر دو مطالعه این ترکیب با ماده آلی همبستگی منفی معنی‌داری داشت.

برخی از پژوهشگران در بررسی تأثیر عوامل تنش‌زای محیطی، ازجمله دما و خشکی روی ترکیب‌های اسانس گونه‌های *Salvia* دریافتند که این عوامل باعث افزایش مقادیر آلفا و بتا-توجن، کامفور و کاریوفیلن شده است، اما مقادیر ۸،۱-سینئول برحسب نوع گونه افزایش و یا کاهش داشته است (۳۲). این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر تاحدودی همسو است. بنابراین عکس‌العمل گیاه برای افزایش یا کاهش ترکیب‌های اسانس در مقابل عوامل محیطی متفاوت است و بیوسنتز و میزان هر ترکیب تابع مجموعه‌ای از عوامل مختلف قرار دارد. به‌طور کلی، مشخص شد که تنوع در ترکیب اسانس عمدتاً تحت تأثیر تنوع ژنتیکی فردی و شرایط محیطی، همچون عوامل اقلیمی، عرض جغرافیایی، ارتفاع، خاک، تنش و غیره قرار دارد. برخی از پژوهشگران علاوه بر موارد یادشده، تنوع بین بخش‌های مختلف گیاه و مراحل مختلف رشد آنها را نیز به‌عنوان عوامل موثر در ترکیب اسانس گیاهان معرفی کرده‌اند (۴۶). این عوامل، به‌ویژه ساختار ژنتیکی، بر مسیرهای بیوسنتزی گیاه تأثیر می‌گذارند و در نتیجه بر سهم نسبی اجزای اصلی تأثیر می‌گذارند (۲۷ و ۵۴).

به‌طور کلی، یافته‌ها نشان داد که افزایش ارتفاع از سطح دریا تغییراتی را در خصوصیات عملکردی (مورفولوژی و فیتوشیمی) گیاه *Hymenocrater oxyodontus* ایجاد کرده است. به‌طوری که با افزایش ارتفاع، مقادیر صفات مورفولوژیکی این گونه کاهش یافته است. لذا به‌منظور بهره‌برداری اقتصادی از گونه *H. oxyodontus* جهت برنامه‌های توسعه‌ای در عرصه‌های طبیعی تخریب‌یافته یا اراضی کم‌بازده می‌توان این گونه را برای مناطق کم‌ارتفاع کوهستانی و استپ‌ها توصیه نمود. با وجود تشابه نسبی مواد مؤثره اصلی در اسانس این گونه، اما درصد اجزای اسانس در سه منطقه بررسی‌شده متفاوت بود. در بین پارامترهای محیطی، ارتفاع از سطح دریا، بارندگی سالانه و دمای سالانه، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهک مهمترین عوامل مؤثر بر درصد ترپن‌های اکسیژنه و سایر ترکیب‌های شیمیایی با خواص درمانی بالاتر این گونه بودند که گویای اهمیت رویشگاه‌های مرتفع به لحاظ محتوای اسانس و مواد مؤثره با خواص آنتی‌اکسیدانی بالاتر برای این گیاه است. این نتایج می‌تواند برای استحصال اسانس *H. oxyodontus* از رویشگاه‌های طبیعی، یا برای کشت تجاری این گیاه با هدف استخراج ترکیب‌های ثانویه موجود در اسانس آن حائز اهمیت باشند.

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) در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌کنند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

References

1. Adams, R.P., 2007. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. 4th ed. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, 804 p.
2. Ahmadi, F., S. Sadeghi, M. Modarresi, R. Abiri & A. Mikaeli, 2010. Chemical composition, in vitro anti-microbial, antifungal and antioxidant activities of the essential oil and methanolic extract of *Hymenocrater longiflorus* Benth. of Iran. Food and Chemical Toxicology, 48(5): 1137-1144.
3. Akramian, M., S. Nejad Ebrahimi, & M.R. Joharchi, 2008. Essential oil composition of *Hymenocrater platystegius* Rech.f. from Iran. Journal of Essential Oil Research, 11(2): 199-202.
4. Al-Anee, R.S., G.M. Sulaiman, K.W. Al-Sammarrae, G. Napolitano, R. Bagnati, L. Lania, A. Passoni & B. Majello, 2015. Chemical characterization, antioxidant and cytotoxic activities of the methanolic extract of *Hymenocrater longiflorus* grown in Iraq. Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences, 70(9-10): 227-235.
5. Ale Omrani Nejad, S.M.H., H. Naghdi Badi, A. Mehrafarin, V. Abdossi & F. Khalighi-Sigaroodi, 2019. The impact of macro environmental factors on essential oils of *Oliveria decumbens* Vent. from different regions of Iran. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products, 14(2), e59456.
6. Alipour, N., K. Mahdavi, J. Mahmoudi & H. Ghelichnia, 2015. Investigation into the effect of environmental conditions on the quality and quantity of essential oil of S*tachys laxa*. Journal of Plant Research, 28(3): 561-572. (In Persian)
7. Amiri, F., A. Gholipouri, M. Kheirkhah & M.H. Mirjalili, 2019. Study on ethnobotany and the effect of ecological factor on the yield of essential oil of *Ziziphora clinopodioides* Lam. (case study: Yazd province). Journal of Medicinal Plants and By-products, 8(2): 189-199.
8. Amorati, R., M.C. Foti & L. Valgimigli, 2013. Antioxidant activity of essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(46): 10835-10847.
9. Anonymous, 2009. Guidelines for Laboratory Analysis of Soil and Water Samples, no. 467. Vice Presidency for Planning and Supervision Publications, Tehran, 255 p. (In Persian)
10. Aparna, V., K.V. Dileep, P.K. Mandal, P. Karthe, C. Sadasivan & M. Haridas, 2012. Anti-inflammatory property of n-hexadecanoic acid: structural evidence and kinetic assessment. Chemical Biology & Drug Design, 80(3): 434-439.
11. Armand, N. & E. Jahantab, 2019. Comparing the essential oil composition of *Smyrnium cordifolium* Boiss. in different natural habitats of Boyer Ahmad County. Journal of Rangeland, 13(1): 39-51. (In Persian)
12. Arzani, H. & M. Abedi, 2015. Rangeland assessment: Vegetation measurement, vol. 2. University of Tehran Press, Tehran, 306 p. (In Persian)
13. Asri, Y., F. Sadeh-Hoseinabad Ghaini, A. Vaziri & M. Akbarzadeh, 2017. Essential oil composition from *Hymenocrater calycinus* (Boiss.) Benth. in Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 20(3): 712-719.
14. Asri, Y., M. Firozi Ardestani, M. Rabie & G. Bakhshi Khaniki, 2016. The effect of environmental factors on growth characteristics, seed germination and essential oils of *Ziziphora clinopodioides* Lam. Iranian Journal of Plant Biology, 8(29): 91-106. (In Persian)
15. Bahadori, S., M.B. Bahadori, G. Zengin, F. Maggi, L. Dinparast & A. Aktumsek, 2017. Chemical composition profile of the essential oil from *Hymenocrater bituminous* and its health functionality. International Journal of Food Properties, 20(1): 972-980.
16. Barazandeh, M.M., 2006. Volatile constituents of the essential oil of *Hymenocrater elegans* Bunge. Journal of Essential Oil Research, 18(3): 284-285.
17. Boira, H. & A. Blanquer, 1998. Environmental factors affecting chemical variability of essential oils in *Thymus piperella* L. Biochemical Systematics and Ecology, 26(8): 811-822.
18. Cai, Y., W. Sun, X.X. Zhang, Y.D. Lin, H. Chen & H. Li, 2018. Osthole prevents acetaminophen-induced liver injury in mice. Acta Pharmacologica Sinica, 39(1): 74-84.
19. Cho, K.H., J.H. Hong & K.T. Lee, 2010. Monoacylglycerol (MAG)-oleic acid has stronger antioxidant, anti-atherosclerotic, and protein glycation inhibitory activities than MAG-palmitic acid. Journal of Medicinal Food, 13(1): 99-107.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

20. Emrani, S, R. Zhiani & S. Dolatabadi, 2015. Identification of Chemical Compositions and Protective Effects of Essential Oil of Arvaneh (*Hymenocrater* platystegius) on Oxidative Stress Induced by H2O2 in PC12 Cells. The Neuroscience Journal of Shafaye Khatam, 3(3): 27-36.
21. Etehadpour, M. & I. Tavassolian, 2019. Ecological factors regulate essential oil yield, percent and compositions of endemic yarrow (*Achillea eriophora* DC.) in Southeast Iran. International Journal of Horticultural Science and Technology, 6(2): 201-215.
22. Fattahpour, B., M. Fattahi & A. Hassani, 2024. Essential oil composition, morphological characterization, phenolic content and antioxidant activity of Iranian populations of *Hymenocrater longiflorus* Benth. (Lamiaceae). Scientific Reports, 14, 7239.
23. Fernández-Sestelo, M. & J.M. Carrillo, 2022. Environmental effects on yield and composition of essential oil in wild populations of spike lavender (*Lavandula latifolia* Medik.). Agriculture, 10(12), 626.
24. Firouznia, A., A. Rustaiyan, M. Nadimi, S. Masoudi & M. Bigdeli, 2005. Composition of the essential oil of *Hymenocrater calycinus* (Boiss.) Benth. from Iran. Journal of Essential Oil Research, 17(5): 527-529.
25. Firouznia, A., A. Rustaiyan, S. Masoudi, M. Rahimizade, M. Bigdeli & M. Tabatabaei-Anaraki, 2009. Volatile constituents of *Salvia limbata, Stachys turcomanica, Scutellaria litwinowii* and *Hymenocrater elegans* four Lamiaceae herbs from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 12(4): 482-489.
26. Ghavam, M., G. Bacchetta, I. Castangia & M. Letizia Manca, 2022. Evaluation of the composition and antimicrobial activities of essential oils from four species of Lamiaceae Martinov native to Iran. Scientific Reports, 12, 17044.
27. Gupta, A.K., R. Mishra, A.K. Singh, A. Srivastava & R.K. Lal, 2017. Genetic variability and correlations of essential oil yield with agro-economic traits in *Mentha* species and identification of promising cultivars. Industrial Crops & Products, 95: 726-732.
28. Hashemi Moghaddam, H., A.A. Jafari, F. Sefidkon & S. Kalate Jari, 2023. Influence of climatic factors on essential oil content and composition of 20 populations of *Nepeta binaludensis* Jamzad from Iran. Applied Biological Chemistry, 66(2): 1-10.
29. Holopainen, J.K. & J. Gershenzon, 2010. Multiple stress factors and the emission of plant VOCs. Trends in Plant Science, 15(3): 176-184.
30. IUCN, 2022. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15. Prepared by the Standards and Petitions Committee, 116 p.
31. Jamzad, Z., 2012. *Hymenocrater* L. In: Assadi, M., Maassoumi, A.A. and Mozaffarian, M. (eds.), Flora of Iran, no. 76: Lamiaceae, pp. 609-626. Research Institute of Forests and Rangelands Press: Tehran. (In Persian)
32. Karalija, E., S. Dahija, P. Tarkowski & S. Ćavar Zeljković, 2022. Influence of climate-related environmental stresses on economically important essential oils of Mediterranean *Salvia* sp. Frontiers in Plant Science, 13: 864807.
33. Khalil, N., L. El-Jalel, M. Yousif & M. Gonaid, 2020. Altitude impact on the chemical profile and biological activities of *Satureja thymbra* L. essential oil. BMC Complementary Medicine and Therapies, 20, 186.
34. Khorshidi, J., A. Shayganfar & F. Babakhani, 2022, Evaluation of essential oil content and components in different organs of *Hymenocrater longiflorus* Benth. growing in natural habitat of Kurdistan province. Journal of Plant Process and Function, 11(48): 165-176.
35. Komansilan, A., A.L. Abadi, B. Yanuwiadi & D.A. Kaligis, 2012. Isolation and identification of biolarvicide from soursop (*Annona muricata* Linn) seeds to mosquito (*Aedes aegypti*) larvae. *International Journal* of *Engineering* & Technology, 12(3): 28-32.
36. Koriem, K.M.M., M.E. Aminuddin, A.S. Kader & N.R. Sheikh, 2013. Antihyperglycemic, antihyperlipidemic and antiapoptotic activities of micromelumminutum seeds in diabetic rats. *Journal* of *Molecular* and *Genetic Medicine*, S1: 004: 1-8.
37. Masoudi, S., A. Rustaiyan, R. Mohebat & M.H. Mosslemin, 2012. Composition of the essential oils and antibacterial activities of *Hymenocrater yazdianus*, *Stachys obtusicrena* and *Nepeta*

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

asterotricha three Labiatae herbs growing wild in Iran. Natural Product Communications, 7(1): 117-120.

38. Masoudi, S., L. Azad, B. Arabshahi, M. Yari, M. Jamzad, H. Akhlaghi, A.R. Motevalizadeh & A. Rustaiyan, 2009. Volatile constituents of *Micromeria persica* Boiss., *Hymenocrater platystegius* Rech.f. and *Scutellaria pinnatifida* A. Hamilt. subsp. *pinnatifida*, three Labiatae herbs growing wild in Iran. Journal of Essential Oil Research, 21(6): 515-518.
39. Mehalaine, S. & H. Chenchouni, 2019. Effect of climatic factors on essential oil accumulation in two Lamiaceae species from Algerian semiarid lands. In: Chenchouni, H., Errami, E., Rocha, F., Sabato, L. (eds.), Exploring the Nexus of Geoecology, Geography, Geoarcheology and Geotourism: Advances and Applications for Sustainable Development in Environmental Sciences and Agroforestry Research, pp. 57-60. Springer International Publishing.
40. Minhas, R., S. Sandhu, Y. Bansal & G. Bansal, 2017. Benzoxazole-coumarin derivatives: potential candidates for development of safer anti-inflammatory drugs. Der Chemica Sinica, 8(1): 146-157.
41. Mirmohammadi Shaktaee, S.F., M. Mahdavi & M.H. Joori, 2021. The impact of the environmental factors on chemical composition of *Hymenocrater elegans* Bunge. (Case study: Baladeh, Noor, Mazandaran province, Iran). Journal of Rangeland, 15(2): 332-343. (In Persian)
42. Mirza, M., L. Ahmadi, & M. Tayebi, 2001. Volatile constituents of *Hymenocrater incanus* Bunge, an Iranian endemic species. Flavour and Fragrance Journal, 16(4): 239-240.
43. Morteza-Semnani, K., H. Ahadi & Z. Hashemi, 2016. The genus *Hymenocrater*: a comprehensive review. Pharmaceutical Biology, 54(12): 3156-3163.
44. Morteza-Semnani, K., M. Saeedi & M. Akbarzadeh, 2010. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Hymenocrater elegans* Bunge. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 13(2): 260-266.
45. Morteza-Semnani, K., M. Saeedi & M. Akbarzadeh, 2012. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Hymenocrater calycinus* (Boiss.) Benth. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 15(5): 708-714.
46. Movahhed Haghighi, T., M.J. Saharkhiz, A.R. Khosravi, F. Raouf Farda & M. Moein, 2017. Essential oil content and composition of *Vitex pseudo-negundo* in Iran varies with ecotype and plant organ. Industrial Crops & Products, 109: 53-59.
47. Ncube, B., J.F. Finnie & J. Van Staden, 2012. Quality from the field: The impact of environmental factors as quality determinants in medicinal plants. South African Journal of Botany, 82: 11-20.
48. Öner, E.K. & M. Yeşil, 2023. Effects of altitudes on secondary metabolite contents of *Origanum majorana* L. Scientific Reports, 13, 10765.
49. Pant, P., S. Pandey & S. Dall'Acqua, 2021. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review. Chemistry & Biodiversity, 18, e2100345.
50. Pasdaran, A., A. Pasdaran & N. Mamedov, 2017. Antibacterial and antioxidant activities of the volatile composition of the flower and fruit of *Solanum sisymbriifolium* (Litchi Tomato). Pharmaceutical Sciences, 23: 66-71.
51. Rechinger, K.H., 1982. *Hymenocrater* Fisch. & C.A.Mey. In: Rechinger, K.H. (ed.), Flora Iranica, no. 150: Labiatae, pp. 239-250. Graz: Akademische Druck-u. Verlagsanstalt.
52. Sabet Teimouri, M., A. Kocheki & M. Nasueu Mahallati, 2016. Studding Arvane-Bezghi (*Hymenocrater platystegius* Rech.f.) different ecotypes at natural habitat in Khorasan Razavi province: Principal Component Analysis. Journal of Agroecology, 27(1): 17-32. (In Persian)
53. Sabithira, G. & R. Udayakumar, 2017. GC-MS analysis of methanolic extracts of leaf and stem of *Marsilea minuta* (Linn.). Journal of Complementary and Alternative Medical Research, 3(1): 1-13.
54. Segarra-Moragues, J.G., Y. Carrión Marco, M.C. Castellanos, M.J. Molina & P. García-Fayos, 2016. Ecological and historical determinants of population genetic structure and diversity in the Mediterranean shrub *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 180(1): 50-63.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]

55. Serpooshan, F., Z. Jamzad, T. Nejadsattari & I. Mehregan, 2018. Molecular phylogenetics of *Hymenocrater* and allies (Lamiaceae): New insights from nrITS, plastid trnL intron and trnL-F intergenic spacer DNA sequences. Nordic Journal of Botany, 36(1-2): njb-01600.
56. Shahriari, S., M. Khanahmadi & R. Tahvilian, 2013. The study of essential oil of *Hymenocrater longiflorus* Benth. growing in Paveh. Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences, 2(2): 111-115.
57. Taherpour, A., H. Maroofi, M. Changizi, R. Vafaei Shoushtari, K. Larijani & A. Kazempour, 2011. Chemical compositions of the essential oil and calculation the biophysicochemical coefficients of the components of *Hymenocrater longiflorus* Benth. of Iran. Natural Science, 3(2): 104-108.
58. Talebi, S.M., 2023. Changes in plant secondary metabolite profiles in response to environmental stresses. In: Ghorbanpour, M. & Adnan Shahid, M. (eds.), Plant Stress Mitigators, pp. 325-339. Elsevier, Amsterdam.
59. Tavakoli, M., S. Soltani, M. Tarkesh Esfahani & R. Karamian, 2022. Study on some environmental factors effects on *Salvia multicaulis* Vahl. essential oil composition in Hamadan province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 38(4): 545-563. (In Persian)
60. Tommasi, L., C. Negro, A. Cerfeda, E. Nutricati, V. Zuccarello, L. De Bellis & A. Miceli, 2007. Influence of environmental factors on essential oil variability in *Thymbra capitata* (L.) Cav. growing wild in southern Puglia (Italy). Journal of Essential Oil Research, 19(6): 572-580.
61. Tsiftsoglou, O.S., R. Stagiopoulou, N. Krigas & D. Lazari, 2023. Exploring the ecological preferences and essential oil variability in wild-growing populations of the endangered local Greek endemic *Thymus holosericeus* (Lamiaceae). *Plants*, 12(2): 348.
62. Yavari, A., V. Nazeri, F. Sefidkon & M.E. Hassani, 2010. Influence of some environmental factors on the essential oil variability of *Thymus migricus*. Natural Product Communications, 5(6): 943-948.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.7.5]