



**Ecomorphological and physiological diversity of *Artemisia haussknechtii* Boiss. populations in various habitats across central and western Iran**

**Milad Javanmard<sup>1</sup>, Hassanali Naghdi Badi<sup>2\*</sup> , Ali Mohammadi Torkashvand<sup>3</sup>,  
Ali Mehrafarin<sup>4</sup>, Babak Bahreininejad<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> PhD student, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: Naghdibadi@shahed.ac.ir

<sup>3</sup> Professor, Department of Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor, Medicinal Plants Research Center, Shahed University, Tehran, Iran

<sup>5</sup> Associate Professor, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

**Article type:**

Research article

**Abstract**

*Artemisia haussknechtii* Boiss, is a valuable medicinal plant native to Iran. Although it belongs to the genus *Artemisia*, there have been few studies on its populations. This study aimed to investigate the ecomorphological and physiological diversity of this species by collecting samples from 17 populations across central and western Iran, specifically in the provinces of Isfahan, Chaharmahal and Bakhtiari, Markazi, Lorestan, and Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad. Using Principal Component Analysis (PCA) of the morpho-physiological traits, we evaluated the separation between the populations. The first three axes accounted for 76.01% of the variance. Cluster analysis revealed that the populations of *A. haussknechtii* could be categorized into three main groups: 2, 7, and 8. The findings indicated a negative correlation between plant height and elevation above sea level. Additionally, leaf length and width showed negative correlations with average annual temperature and wind speed, while positively correlating with nitrogen levels and soil organic matter. Proline content was positively correlated with average annual temperature and negatively correlated with soil organic matter and nitrogen. Furthermore, the essential oil content exhibited a positive relationship with the average annual total of sunny hours but a negative relationship with soil saturation point moisture. Overall, the populations of *A. haussknechtii* demonstrated adaptability to varying environmental conditions through morpho-physiological alterations such as changes in plant height and leaf dimensions, along with variations in proline levels.

**Article history**

Received: 01-09-2024

Revised: 17-10-2024

Accepted: 21-10-2024

**Keywords**

Morphophysiological  
diversity

*Artemisia haussknechtii*

Proline

Chlorophyll

Climatic factors

Leaf characteristics

**Cite this article as:** Javanmard, M., Naghdi Badi, H., Mohammadi Torkashvand, A., Mehrafarin, A., Bahreininejad, B. (2024). Ecomorphological and physiological diversity of *Artemisia haussknechtii* Boiss. populations in various habitats across central and western Iran. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants.*, 12(3): 109-128



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch



انجمن گیاهان دارویی ایران  
تأسیس ۱۳۹۳

## اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی

شاپا چاپی: ۳۳۳۵-۲۳۲۲  
شاپا الکترونیکی: ۴۶۹۷-۲۷۸۳



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد گرگان

### تنوع اکومورفولوژیکی و فیزیولوژیکی جمعیت‌های گیاه دارویی درمنه صخره‌ای (*Artemisia haussknechtii* Boiss.) در رویشگاه‌های مختلف مرکز و غرب ایران

میلاذ جوانمرد<sup>۱</sup>، حسنعلی نقدی بادی<sup>۲\*</sup>، علی محمدی ترکاشوند<sup>۳</sup>، علی مهرآفرین<sup>۴</sup>، بابک بحرینی‌نژاد<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: Naghdibadi@shahed.ac.ir

<sup>۳</sup> استاد، گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

<sup>۴</sup> استادیار، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

<sup>۵</sup> دانشیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

#### چکیده

#### نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

درمنه صخره‌ای (زاگرسی) با نام علمی *Artemisia haussknechtii* Boiss. از گیاهان دارویی و ارزشمند بومی ایران و متعلق به جنس درمنه است که مطالعات اندکی بر روی جمعیت‌های آن انجام شده است. به همین منظور این مطالعه بر روی تنوع اکومورفولوژیکی و فیزیولوژیکی این گیاه انجام گرفت، به نحوی که ۱۷ جمعیت این گونه از مناطق مرکز و غرب کشور ایران، شامل استان‌های اصفهان، چهارمحال و بختیاری، مرکزی، لرستان و کهگیلویه و بویراحمد جمع‌آوری شد. بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات مورفوفیزیولوژیکی، جداسازی بین جمعیت‌ها صورت گرفت. ۷۶/۰۱ درصد تغییرات واریانس مربوط به سه محور اول بود. جمعیت‌های درمنه صخره‌ای بر اساس تجزیه خوشه‌ای در سه گروه اصلی ۲، ۷ و ۸ جمعیتی دسته بندی شدند. نتایج نشان داد که ارتفاع گیاه با ارتفاع از سطح دریا دارای همبستگی منفی بود. همچنین طول و عرض برگ با متوسط دمای سالیانه و سرعت باد همبستگی منفی داشتند، ولی با میزان نیتروژن و مواد آلی خاک همبستگی مثبت داشتند. پرولین با متوسط دمای سالیانه همبستگی مثبت و با مواد آلی و نیتروژن خاک همبستگی منفی داشت. میزان اسانس با متوسط مجموع سالیانه ساعات آفتابی دارای رابطه مثبت و با رطوبت نقطه اشباع خاک رابطه منفی داشت. بطور کلی جمعیت‌های درمنه صخره‌ای با تغییرات مورفوفیزیولوژیکی از قبیل تغییر در ارتفاع بوته، ابعاد برگ، پرولین و ... با شرایط محیطی مختلف سازگاری پیدا کرده بودند.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۷/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۳۰

#### واژه‌های کلیدی:

تنوع مورفوفیزیولوژیکی

درمنه صخره‌ای

پرولین

کلروفیل

عوامل آب و هوایی

خصوصیات برگ

**استاد:** جوانمرد، میلاذ؛ نقدی بادی، حسنعلی؛ ترکاشوند، علی محمدی؛ مهرآفرین، علی؛ بحرینی‌نژاد، بابک. (۱۴۰۳). تنوع

اکومورفولوژیکی و فیزیولوژیکی جمعیت‌های گیاه دارویی درمنه صخره‌ای (*Artemisia haussknechtii* Boiss.) در

رویشگاه‌های مختلف مرکز و غرب ایران. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۱۲ (۳)، ۱۰۹-۱۲۸.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسنده‌گان.



2022; Ramezani Nowrozani and Ghorbani  
(Ranjbary, 2018).

توده‌های بومی با تغییرات مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، می‌توانند خود را با شرایط محیطی مختلف تطبیق و سازگار کنند، از این رو، آن‌ها ذخایر ژنتیکی با تنوع ژنتیکی بالا و منابع بالقوه‌ای برای ژن‌های مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی به‌شمار می‌روند و جمع‌آوری ژنوتیپ‌ها و جمعیت‌های مختلف یک گونه، اندازه‌گیری صفات آن‌ها، مشخص کردن و نگهداری آن‌ها حائز اهمیت می‌باشد (Shuorvazdi et al., 2014; Javanmard and Asadi )  
(Gharneh, 2016; Zhan et al. 2022).

گیاهان با راهکارهای مختلفی با تنش‌های محیطی مقابله می‌کنند. در شرایط تنش‌های محیطی، معمولاً بیوسنتز و تجمع پرولین از مهمترین راهکارها می‌باشد. به عبارت دیگر، پرولین یک آمینواسیدی است که در گیاهان برای مقابله با تنش‌های محیطی نقش کلیدی دارد. افزایش در تجمع پرولین منجر به ایجاد مقاومت به خشکی در گیاهان می‌شود تا در شرایط محدودیت آبی، رشد ادامه پیدا کند (Bhaskara et al., 2015). در شرایط محیطی نامطلوب، گیاهان جهت سازگاری و زنده ماندن، از مکانیسم‌های مختلف حفاظتی توسعه یافته‌ای استفاده می‌کنند. سنتز و تجمع مواد آلی و املاح، معروف به محافظت‌کننده‌های سازگار اسمزی مانند پرولین و گلیسین بتائین به تنش‌های اسمزی واکنش نشان می‌دهند (Abbaspour and Ehsanpour, 2020; Wang et al., 2023).

در مطالعه‌ای، صفات کمی برگ و بذر جمعیت‌های درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) مورد بررسی قرار گرفتند و مقایسه ویژگی‌های تشریحی این جمعیت‌ها در رویشگاه‌های طبیعی، تأثیر عوامل اقلیمی را بر این خصوصیات به طور معنی‌داری نشان داد (Rabie et al., 2009). در مطالعه دیگری، ویژگی‌های

جنس درمنه (*Artemisia*) متعلق به تیره کاسنی (*Asteraceae*) می‌باشد، که این تیره، یکی از مهم‌ترین تیره‌ها در گیاهان است، درون این تیره، درمنه از قبیله Anthemidae است که این قبیله حدود ۵۰۰ گونه دارد که عمدتاً در آسیا، اروپا و شمال آمریکا گسترش یافته‌اند (Abad et al., 2012; Iranshahi et al., 2007). تاکنون ۳۵ گونه از جنس درمنه در ایران گزارش شده‌است که گونه درمنه صخره‌ای (زاگرسی) با نام علمی *Artemisia haussknechtii* Boiss. متعلق به منطقه ایرانی تورانی است، که به صورت علفی و پایا به ارتفاع ۱۰-۴۰ سانتی‌متر است که بسیار معطر و کرک‌دار می‌باشد، دارای ساقه‌های فراوان برگ‌دار منتهی به گل‌آذین خوشه‌سنبله هستند و برگ‌ها با تقسیمات شانه‌ای عمیق است. میوه این گیاه فندقه و موسم گلدهی آن اواخر تابستان تا اوایل پاییز می‌باشد. این گونه اغلب در خاک بین شکاف صخره‌ها رشد می‌کند و پراکندگی آن در مرکز و غرب ایران است (Mozaffarian, 2008; Abad et al., 2012; )  
(Mozaffarian, 2012).

برخی از گونه‌های درمنه گیاهان دارویی و معطر هستند که اسانس آن در طب سنتی، صنایع داروسازی، عطرسازی، آرایشی و بهداشتی به‌کار می‌روند (Bora and Sharma, 2011). گونه‌های این جنس از نظر اقتصادی مهم هستند که به عنوان دارو، ماده غذایی و برای جلوگیری از فرسایش خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند و گونه‌هایی که حساسیت‌زا یا سمی هستند، برای کاربرد زینتی مناسب نیستند (Tan et al., 1998). در مطالعات جدید تأثیر ترکیبات موثره درمنه در کاهش سمیت کبدی، استرس اکسیداتیو، التیام زخم حاصل از سوختگی، سرطان، مالاریا، چاقی، دیابت و سایر بیماری‌ها مشهود می‌باشد (Boudreau et al.,

چهارنقطه‌ای حبوبات (*Callosobruchus maculatus*) و سوسک برنج (*Sitophilus oryzae* L.) و سوسک آرد (*Tribolium castaneum* Hrbst.) دارد (Hashemi and Safavi, 2012).

گونه درمنه صخره‌ای از گیاهان دارویی مهمی است که امکان کاربرد ترکیبات موثره آن در صنایع داروسازی، آرایشی و مبارزه با آفات گیاهی وجود دارد و مقاومت نسبتاً بالایی به شرایط نامناسب محیطی دارد و به صورت طبیعی در مناطق زاگرس ایران می‌روید ولی تاکنون مطالعات کافی درخصوص جمعیت‌های این گونه درمنه صورت نگرفته است. لذا با هدف بررسی شرایط اکولوژیکی محل رویش، صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی جمعیت‌های درمنه صخره‌ای در مرکز و غرب ایران در ۵ استان کشور، این پژوهش انجام گرفته است.

#### مواد و روش‌ها

**جمع آوری مواد گیاهی و طرح آزمایشی:** جمعیت‌های مختلف درمنه صخره‌ای در مرحله گلدهی کامل جهت داشتن حداکثر میزان اسانس، در اواسط شهریورماه تا اواسط مهرماه ۱۴۰۰ در ۵ استان اصفهان، چهارمحال و بختیاری، مرکزی، لرستان و کهگیلویه و بویراحمد، از مرکز و غرب ایران با توجه به گزارشات مندرج در فلور ایران (Mozaffarian, 2008) جمع آوری شدند. نمونه‌ها توسط هرباریوم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان از لحاظ سیستماتیک تأیید گردیدند و جمعیت‌های مورد مطالعه، کدهای هرباریوم 17172-17188 (SFAHAN) به آن‌ها تعلق گرفت. در این پژوهش نمونه‌ها به صورت تصادفی و از ۱۷ جمعیت مختلف درمنه صخره‌ای از مناطق رویشگاه‌های طبیعی استان‌های مذکور جمع‌آوری گردید. از هر جمعیت سه تکرار (با فواصل ۵۰۰-

درصد آب برگ، سطح برگ، ضخامت برگ، طول و تراکم روزنه‌ها در ۵ گونه درمنه بررسی شد و مشخص شد که تراکم و اندازه روزنه‌ها، شاخص مهمی برای تفکیک گونه‌ها در ارتباط با عوامل محیطی بوده‌است (Mirhaji et al., 2001). همچنین در پژوهشی تنوع جمعیت‌های درمنه دشتی در استان قم نشان داد ارتباط معنی‌داری بین صفات مورفوفیتوشیمیایی جمعیت‌های مختلف با پارامترهای اکولوژیکی وجود داشته‌است (Yazdi Far et al., 2022).

اسانس‌ها از واکنش‌های شیمیایی که در گیاهان روی می‌دهند، بیوسنتز می‌شوند و به عنوان متابولیت‌های ثانویه شناخته می‌شوند که وظایف اکولوژیکی متعددی دارند (Pichersky et al., 2006). در مطالعاتی، بر روی میزان اسانس گونه‌های مختلف جنس درمنه، بیشترین مقدار اسانس گونه درمنه دشتی در مرحله گلدهی گزارش شد (Behdari et al., 2012). همچنین در گزارشی دیگر بر روی گونه درمنه خزری (*A. annua*) نیز، این نتایج تأیید گردید (Rana et al., 2013). ارزیابی بازده اسانس و اجزا اسانس جمعیت‌های سه گونه درمنه *A. khorassanica* نشان داد که گونه‌های مختلف درمنه ترکیبات متفاوتی در اسانس داشتند (Shahrivari et al., 2022). درمنه صخره‌ای با دارا بودن ترکیبات فیتوشیمیایی از قبیل ۱،۸-سینئول (1,8-cineole)، بورنئول (borneol) و کامفور (camphor) به عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند در صنایع غذایی، صنایع آرایشی و صنایع دارویی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Javanmard et al., 2024). همچنین اسانس موجود در درمنه صخره‌ای دارای خواص حشره‌کشی است و در دفع کردن حشرات موثر است. اسانس درمنه صخره‌ای پتانسیل کنترل آفت‌هایی مانند سوسک

مخلوط و مورد آزمایش قرار گرفت که در جدول ۳ ارائه شده است.

اندازه گیری کلروفیل **a**، **b**، کل و کاروتنوئید: برای این منظور ۰/۲ گرم از برگ گیاه درمنه صخره‌ای وزن کرده و در استون ۸۰٪ در هاون خوب سائیده گردید و سپس عصاره حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفوژ با ۶۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد و سپس محلول رویی عصاره مورد نظر برداشته و جذب آن‌ها در طول موج ۶۶۳، ۶۴۷ و ۴۷۰ نانومتر به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. غلظت کلروفیل **a**، **b**، کل و کاروتنوئید کل طبق روابط زیر به دست آمد (Lichtenthaler, 1987).

$$C_a = 12.25(A_{663}) - 2.79(A_{647}) \quad (۱)$$

$$C_b = 21.50(A_{647}) - 5.10(A_{663}) \quad (۲)$$

$$C_{a+b} = 7.15(A_{663}) + 18.71(A_{647}) \quad (۳)$$

$$\text{Carotenoid} = (1000 A_{470} - 1.82C_a - 85.02C_b) / 198 \quad (۴)$$

$C_a$  = کلروفیل **a**،  $C_b$  = کلروفیل **b**،  $C_{a+b}$  = کلروفیل کل

$A_{663}$  = جذب در طول موج ۶۶۳ نانومتر

$A_{647}$  = جذب در طول موج ۶۴۷ نانومتر

$A_{470}$  = جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر

**پروکلین:** برای اندازه‌گیری پروکلین، ابتدا مقدار ۰/۲ گرم از برگ گیاه را همراه ۱۰ میلی لیتر سولفوریک اسید ۳٪ در یک هاون چینی به مدت ۳ دقیقه سائیده شد. محلول هموژنیزه شده صاف گردید. سپس ۲ میلی لیتر از محلول صاف شده با ۲ میلی لیتر از معرف نین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسیداستیک را به عصاره در یک لوله آزمایش اضافه شد و در حمام آب گرم قرار داده شد. سپس ۴ میلی لیتر تولوئن اضافه گردید و به هم زده شد. همچنین غلظت‌های مختلف پروکلین خالص تهیه شد و نمودار جذب استاندارد پروکلین به دست آمد. سپس توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰

۱۰۰ متر از یکدیگر) و در هر تکرار، از هر ایستگاه ۱۰ بوته جهت بررسی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و میزان اسانس نمونه برداری شد. این مطالعه به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام شد (جدول ۱).

**صفات مورفوفیزیولوژیکی:** صفات مورفولوژیکی بررسی شده شامل ارتفاع گیاه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، قطر بزرگ تاج پوشش، قطر کوچک تاج پوشش، مساحت تاج پوشش، طول برگ، عرض برگ و نسبت آلومتری طول به عرض برگ بودند.

**وزن تر و خشک:** به منظور اندازه‌گیری وزن تر، نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و توزین شدند. سپس برای به دست آوردن وزن خشک اندام هوایی، نمونه‌ها در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و سپس توزین گردیدند (Tunçtürk et al., 2011).

**درصد خاکستر:** برای تعیین درصد خاکستر، مقدار دو گرم اندام هوایی خشک در داخل کوره الکتریکی در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بعد از سرد شدن، وزن آن گرفته شد و درصد خاکستر اندام هوایی گیاه محاسبه گردید (Momin and Kadam, 2011).

**بررسی شرایط اقلیمی و خاک:** خصوصیات اقلیمی رویشگاه‌های مورد مطالعه شامل متوسط دمای سالیانه، متوسط رطوبت نسبی، متوسط مجموع بارندگی سالیانه، متوسط مجموع سالیانه ساعات آفتابی، متوسط سرعت باد از نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک هواشناسی به مناطق مورد مطالعه از اطلاعات ده ساله تعیین شدند (جدول ۲). برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هر جمعیت، از هر رویشگاه نمونه خاک محل رویش گیاه که اغلب خاک موجود در بین صخره‌ها بود، برداشته شد نمونه خاک از هر سه تکرار

## تجزیه آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. تجزیه های آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS و Excel صورت گرفت. برای مقایسه صفات مورد بررسی در جمعیت‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan) در سطح احتمال یک درصد، برای دسته‌بندی جمعیت‌ها از روش تجزیه و تحلیل خوشه-ای و برای مشخص کردن صفات دارای بیشترین تنوع و واریانس در بین جمعیت‌ها از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) استفاده شده است.

نانومتر، میزان جذب قرائت گردید (Bates et al., 1973).

**استخراج اسانس:** برای تعیین میزان اسانس، اندام هوایی گیاه درمنه صخره‌ای برداشت شده در شرایط سایه خشک شد. مقدار ۵۰ گرم نمونه گیاهی خشک پودر شد و به دستگاه کلونجر همراه با ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر انتقال داده شد و به مدت ۳ ساعت اسانس-گیری انجام شد. میزان اسانس با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Baj et al., 2015).

$$(5) \text{ میزان اسانس (درصد) = } 100 \times$$

$$\left[ \frac{\text{وزن خشک ماده اولیه (گرم)}}{\text{وزن اسانس (گرم)}} \right]$$

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی جمعیت‌های جمع‌آوری شده گیاه درمنه صخره‌ای در مرکز و غرب ایران

مناطق	موقعیت مکانی	میانگین ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول جغرافیایی (E)	عرض جغرافیایی (N)	جهت شیب
A1	اصفهان-گردنه خوانسار به بوین و میاندشت	۲۸۸۳	۵۰° ۱۵' ۴۳"	۳۳° ۱۳' ۰۹"	شمالی
A2	اصفهان-داران-فریدن-کوه حسین اباد	۳۱۱۸	۵۰° ۱۷' ۵۸"	۳۳° ۱۱' ۰۹"	شرقی
A3	اصفهان-فریدونشهر	۲۶۲۲	۴۹° ۵۶' ۰۰"	۳۳° ۰۲' ۱۶"	شمالی
A4	اصفهان-سمیرم	۲۶۰۸	۵۱° ۳۴' ۲۱"	۳۱° ۲۵' ۱۹"	شرقی
A5	اصفهان-سمیرم-پادنا	۳۲۳۸	۵۱° ۳۱' ۲۰"	۳۰° ۵۲' ۳۲"	شمالی
A6	کهگیلویه و بویراحمد-سی سخت	۲۹۰۳	۵۱° ۳۰' ۴۲"	۳۰° ۵۲' ۲۴"	شمالی
A7	اصفهان-سمیرم-کوه نثار	۲۴۷۵	۵۱° ۲۱' ۴۱"	۳۱° ۴۶' ۲۰"	شمالی
A8	چهارمحال و بختیاری-لردگان-کوه ریگی	۲۲۱۸	۵۱° ۰۰' ۲۸"	۳۱° ۲۳' ۱۲"	غربی
A9	چهارمحال و بختیاری-لردگان-جای کیهان	۲۱۸۸	۵۰° ۵۸' ۴۹"	۳۱° ۲۴' ۳۸"	شمالی
A10	چهارمحال و بختیاری-لردگان-چهار تاق	۲۳۷۸	۵۰° ۳۴' ۳۹"	۳۱° ۳۰' ۰۵"	شمالی
A11	چهارمحال و بختیاری-کوه رنگ	۲۰۲۳	۵۰° ۲۲' ۲۹"	۳۲° ۰۸' ۵۶"	شمالی
A12	چهارمحال و بختیاری-بازفت	۲۴۴۲	۵۰° ۱۳' ۱۹"	۳۲° ۱۶' ۴۲"	شرقی
A13	چهارمحال و بختیاری-کوه رنگ-غار یخی	۲۶۴۶	۴۹° ۵۷' ۴۷"	۳۲° ۳۳' ۴۳"	شمالی
A14	لرستان-شول آباد	۲۸۸۲	۴۹° ۲۵' ۲۱"	۳۳° ۰۷' ۳۲"	جنوبی
A15	لرستان-الیگودرز	۲۴۴۸	۴۹° ۲۵' ۱۳"	۳۳° ۰۶' ۵۳"	شمالی
A16	لرستان-جاده الیگودرز به خمین	۲۶۶۳	۴۹° ۵۰' ۲۲"	۳۳° ۲۵' ۱۷"	شمالی
A17	مرکزی-خمین	۲۳۹۰	۴۹° ۵۷' ۳۹"	۳۳° ۲۴' ۱۳"	غربی

جدول ۲: داده‌های آب و هوایی نزدیکترین ایستگاه‌های سینوپتیک جمعیت‌های مختلف درمنه صخره‌ای در رویشگاه‌های مورد مطالعه

مناطق	استان	منطقه	متوسط دمای سالیانه c°	متوسط رطوبت نسبی %	متوسط مجموع بارندگی سالیانه mm	متوسط مجموع سالیانه ساعات افتابی h	متوسط سرعت باد km/h
A1	اصفهان	خوانسار	۱۲/۳	۴۳/۴	۳۶۸/۶	۳۲۳۷/۶	۱۰/۰۸
A2	اصفهان	داران	۱۰/۹	۴۱	۳۳۲/۵	۳۲۱۲/۴	۶/۴۸
A3	اصفهان	فریدونشهر	۱۱/۴	۳۹/۷	۵۲۷/۳	۳۰۹۶/۵	۸/۲۸
A4,A5,A7	اصفهان	سمیرم	۱۲/۷	۴۵/۳	۴۲۸/۱	۳۰۷۵/۹	۸/۲۴
A6	کهگیلویه و بویراحمد	سی سخت	۱۳	۴۷/۶	۵۰۶/۶	۳۰۹۱/۷	۷/۹۲
A8,A9,A10	چهار محال و بختیاری	لردگان	۱۲/۹	۴۵/۷	۶۳۴/۳	۳۲۹۶/۴	۶/۸۷
A11,A13	چهار محال و بختیاری	کوهرنگ	۹/۱	۴۶	۱۱۶۷/۷	۲۸۷۱/۴	۶/۵۸
A12	چهار محال و بختیاری	بازفت	۱۱/۹	۴۵/۶	۱۰۹۵/۹	۳۰۲۵/۲	۸/۶۴
A14	لرستان	شول آباد	۱۲/۶	۴۶/۲	۴۱۰/۳	۳۰۸۸/۲	۱۰/۹۴
A15, A16	لرستان	الیگودرز	۱۲/۸	۴۱/۲	۳۸۷/۸	۳۱۱۲/۷	۱۲/۶
A17	مرکزی	خمین	۱۳/۶	۴۱/۸	۲۹۶/۶	۳۱۴۹/۸	۱۱/۶

جدول ۳: داده‌های مربوط به آنالیز خاک در جمعیت‌های مختلف گیاه درمنه صخره‌ای مرکز و غرب ایران

منطقه	EC (ds/m)	pH	مواد آلی (%)	کربنات کلسیم (%)	گچ (%)	نیترژن (%)	رطوبت اشباع خاک(%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	رس (%)	شن (%)	سیلت (%)	بافت خاک
A1	۰/۹۵	۷/۸	۱/۱۵	۲۶	۰/۰۱	۰/۱۲	۴۵	۲۸	۲۱۰	۲۷	۳۰	۴۳	لوم رسی
A2	۰/۹۵	۷/۸	۲/۶۵	۲/۵	۰/۰۱	۰/۲۸	۴۵	۲۰	۲۱۰	۲۷	۳۰	۴۳	لوم رسی
A3	۰/۴۵	۷/۹	۰/۹۸	۸	۰/۰۱	۰/۱۱	۵۶	۲۵	۱۹۰	۳۸	۲۱	۴۱	لوم رسی
A4	۲/۶	۷/۴	۰/۸۵	۳۹	۰/۰۵	۰/۰۷	۴۳	۳۱	۳۸۰	۲۶	۳۲	۴۲	لومی
A5	۰/۷	۷/۹	۰/۹	۱۲	۰/۰۲	۰/۰۹	۴۵	۱۳	۱۱۰	۲۵	۳۸	۳۷	لومی
A6	۰/۵۵	۷/۸	۰/۵۸	۲۱	۰/۰۱	۰/۰۶	۴۳	۱۳	۷۸	۲۵	۳۲	۴۳	لومی
A7	۰/۵	۷/۸	۱/۲۲	۱۸	۰/۰۱	۰/۱۳	۵۶	۲۴	۱۴۰	۳۸	۲۲	۴۰	لوم رسی
A8	۰/۵۵	۷/۸	۰/۳۵	۰	۰/۰۱	۰/۰۴	۴۰	۸	۵۵	۲۴	۳۱	۴۵	لومی
A9	۰/۴۵	۷/۷	۰/۷	۰	۰/۰۱	۰/۰۶	۵۹	۱۵	۲۷۰	۴۶	۲۰	۳۴	رسی
A10	۰/۹۵	۷/۸	۰/۱۵	۶۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۲۷	۳/۵	۴۵	۱۵	۳۸	۴۷	لومی
A11	۰/۴	۷/۹	۱/۱	۰	۰/۰۱	۰/۱۲	۵۶	۳۹	۱۶۰	۳۹	۲۰	۴۱	لوم رسی شنی
A12	۰/۵	۷/۹	۰/۹	۱۲	۰/۰۱	۰/۰۸	۵۵	۳۲	۱۹۰	۳۶	۲۱	۴۳	لوم رسی
A13	۰/۹	۷/۵	۰/۸۵	۳/۵	۰/۰۲	۰/۰۸	۵۳	۳۹	۲۸۰	۳۵	۲۵	۴۰	لوم رسی
A14	۰/۸	۷/۶	۰/۶۵	۱۷	۰/۰۱	۰/۰۶	۵۷	۱۵	۱۱۰	۳۸	۲۵	۳۷	لوم رسی
A15	۰/۷	۷/۸	۰/۵	۳	۰/۰۱	۰/۰۵	۴۰	۱۶	۱۲۰	۱۹	۵۵	۲۶	لوم شنی
A16	۰/۷۵	۷/۸	۰/۷۵	۷	۰/۰۲	۰/۰۸	۵۱	۱۷	۱۳۰	۳۲	۲۲	۴۶	لوم رسی
A17	۰/۶۵	۷/۷	۰/۹	۱۲	۰/۰۱	۰/۰۹	۴۳	۲۸	۱۵۰	۲۶	۳۲	۴۲	لومی

## نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در درمنه صخره‌ای، نشان داد که تمامی صفات در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را در بین جمعیت‌ها داشتند. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در جمعیت‌های درمنه صخره‌ای در جداول ۴ و ۵ نشان داده است که در بین صفات مورفولوژیکی جمعیت‌های مورد مطالعه، بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به جمعیت A9 است که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، با جمعیت A12 نداشت و کمترین ارتفاع گیاه در جمعیت A5 حاصل شد.

در بررسی قطر بزرگ تاج پوشش، بزرگترین مقدار در جمعیت A9 و کمترین در جمعیت A13 مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، با جمعیت A5 نداشت. بزرگترین مقدار قطر کوچک تاج پوشش در جمعیت A10 بود که در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری با جمعیت‌های A1 و A7 نداشت و کمترین مقدار آن در جمعیت A13 مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با جمعیت A5 نداشت. بیشترین مقادیر وزن تر و وزن خشک اندام هوایی در جمعیت A7 و کمترین مقادیر در جمعیت A4 حاصل شدند. در بررسی صفت عرض برگ بیشترین مقدار در جمعیت A2 بود که تفاوت معنی‌داری با جمعیت A12 در سطح احتمال یک درصد، مشاهده نشد و کمترین مقدار در جمعیت A17 به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با جمعیت‌های A5، A6 و A16 نداشت.

بیشترین مقدار طول برگ در جمعیت A2 بود که در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری با جمعیت‌های A1، A11 و A12 نداشت و کمترین مقدار در جمعیت A17 به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با جمعیت‌های A6، A15 و A16 مشاهده نشد.

نسبت آلومتری طول به عرض برگ دارای بیشترین مقدار در جمعیت A6 بود که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، با جمعیت‌های A9، A15 و A17 نداشت و کمترین مقدار در جمعیت A2 به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با جمعیت‌های A11 و A12 مشاهده نشد.

بیشترین مقدار مساحت تاج پوشش در جمعیت A9 حاصل شد که دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، با جمعیت‌های A1، A7 و A10 نبود و کمترین مقدار در جمعیت A13 به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با جمعیت A5 نداشت.

در بررسی صفات فیزیولوژیکی بیشترین مقدار پرولین در جمعیت A16 حاصل شد که در سطح احتمال یک درصد، دارای تفاوت معنی‌داری با جمعیت A8 نبود و کمترین مقدار در جمعیت A2 حاصل آمد که تفاوت معنی‌داری با جمعیت‌های A1 و A14 نداشت.

بیشترین مقدار کلروفیل a در جمعیت A15 به دست آمد که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، با جمعیت A17 نداشت و کمترین مقدار در جمعیت A1 به دست آمد. میزان کلروفیل b دارای بیشترین مقادیر در جمعیت‌های A9 و A16 بود که دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، با جمعیت‌های A13 و A15 نبودند، همچنین کمترین مقدار در جمعیت A3 مشاهده گردید. بیشترین مقدار کلروفیل کل در جمعیت A15 حاصل شد و کمترین مقدار در جمعیت A1 بود که دارای تفاوت معنی‌داری با جمعیت A3 نبود. کاروتنوئید دارای بیشترین مقدار در جمعیت A6 بود که تفاوت معنی‌داری با جمعیت A16 نداشت، همچنین کمترین مقدار در جمعیت A1 به دست آمد.

میزان اسانس دارای بیشترین مقدار در جمعیت A10 بود، اما در سطح احتمال یک درصد، تفاوت



معنی داری با جمعیت A7 نداشت، همچنین کمترین مقدار اسانس در جمعیت A3 حاصل شد که تفاوت معنی داری با جمعیت های A5 و A14 مشاهده نشد. بیشترین مقدار خاکستر در جمعیت A10 حاصل شد، اما دارای تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد، با جمعیت A5 نبود و کمترین مقدار در جمعیت A11 به دست آمد که تفاوت معنی داری با جمعیت A12 نداشت.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی در جمعیت های مختلف گیاه درمنه صخره ای

جمعیت	ارتفاع cm	قطر بزرگ تاج پوشش cm	قطر کوچک تاج پوشش cm	وزن تر اندام هوایی gT	وزن خشک اندام هوایی gT	عرض برگ mm	طول برگ mm	طول به عرض برگ
A1	۳۱/۱۳ <sup>ef</sup> ± ۲/۲۰	۳۳/۲۰ <sup>b</sup> ± ۱/۸۳	۲۱/۸۳ <sup>ab</sup> ± ۱/۱۴	۸۳/۲۷ <sup>b</sup> ± ۴/۱۶	۶۹/۲۸ <sup>b</sup> ± ۲/۹۰	۹/۱۶ <sup>bc</sup> ± ۰/۳۶	۱۰/۳۹ <sup>abc</sup> ± ۰/۴۴	۱/۱۳ <sup>f</sup> ± ۰/۰۲
A2	۲۴/۱۳ <sup>gh</sup> ± ۱/۲۳	۲۶/۱۷ <sup>cdef</sup> ± ۱/۲۹	۱۵/۹۷ <sup>fg</sup> ± ۰/۷۶	۴۰/۸۲ <sup>g</sup> ± ۳/۰۳	۳۱/۹۱ <sup>g</sup> ± ۰/۹۷	۱۰/۲۴ <sup>a</sup> ± ۰/۳۵	۱۱/۰۹ <sup>a</sup> ± ۰/۴۵	۱/۰۸ <sup>e</sup> ± ۰/۰۱
A3	۲۲/۲۰ <sup>hi</sup> ± ۱/۳۷	۲۴/۳۳ <sup>ef</sup> ± ۱/۳۸	۱۴/۵۰ <sup>gh</sup> ± ۰/۶۶	۳۷/۱۷ <sup>g</sup> ± ۱/۶۰	۲۸/۰۶ <sup>h</sup> ± ۱/۶۹	۸/۴۵ <sup>cd</sup> ± ۰/۵۳	۱۰/۰۷ <sup>bc</sup> ± ۰/۵۱	۱/۱۹ <sup>de</sup> ± ۰/۰۲
A4	۳۵/۳۳ <sup>cd</sup> ± ۲/۵۱	۲۳/۹۷ <sup>f</sup> ± ۱/۴۸	۱۹/۳۳ <sup>cd</sup> ± ۱/۱۲	۱۲/۶۸ <sup>j</sup> ± ۰/۷۵	۸/۴۰ <sup>i</sup> ± ۰/۳۲	۷/۷۴ <sup>d</sup> ± ۰/۴۷	۹/۴۶ <sup>cd</sup> ± ۰/۷۱	۱/۲۲ <sup>d</sup> ± ۰/۰۲
A5	۱۲/۸۰ <sup>j</sup> ± ۰/۹۲	۱۸/۳۳ <sup>h</sup> ± ۱/۲۵	۱۳/۶۷ <sup>hi</sup> ± ۰/۸۵	۵۳/۵۷ <sup>e</sup> ± ۱/۹۷	۴۰/۳۸ <sup>e</sup> ± ۱/۴۸	۸/۳۶ <sup>cd</sup> ± ۰/۵۳	۹/۸۱ <sup>bc</sup> ± ۰/۵۲	۱/۱۷ <sup>e</sup> ± ۰/۰۲
A6	۲۰/۳۷ <sup>i</sup> ± ۱/۵۰	۲۱/۶۷ <sup>g</sup> ± ۱/۰۸	۱۶/۸۳ <sup>ef</sup> ± ۰/۸۳	۲۴/۱۶ <sup>i</sup> ± ۱/۸۹	۱۸/۳۴ <sup>j</sup> ± ۱/۰۵	۵/۳۸ <sup>f</sup> ± ۰/۲۱	۷/۱۵ <sup>f</sup> ± ۰/۳۳	۱/۳۳ <sup>a</sup> ± ۰/۰۳
A7	۴۰/۲۳ <sup>b</sup> ± ۲/۲۷	۳۲/۲۷ <sup>b</sup> ± ۱/۴۰	۲۱/۹۷ <sup>ab</sup> ± ۱/۱۰	۹۵/۱۴ <sup>a</sup> ± ۶/۳۸	۸۰/۱۰ <sup>a</sup> ± ۴/۰۵	۸/۵۰ <sup>cd</sup> ± ۰/۵۷	۱۰/۰۷ <sup>bc</sup> ± ۰/۶۰	۱/۱۸ <sup>de</sup> ± ۰/۰۲
A8	۴۱/۰۷ <sup>b</sup> ± ۱/۹۹	۲۷/۲۳ <sup>cd</sup> ± ۱/۱۱	۱۸/۲۷ <sup>de</sup> ± ۰/۸۱	۶۲/۴۳ <sup>cd</sup> ± ۳/۷۲	۴۹/۴۶ <sup>c</sup> ± ۲/۴۸	۶/۵۳ <sup>e</sup> ± ۰/۴۸	۸/۳۲ <sup>e</sup> ± ۰/۵۰	۱/۲۸ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۳
A9	۴۶/۹۰ <sup>a</sup> ± ۲/۷۱	۳۶/۲۳ <sup>a</sup> ± ۱/۵۰	۱۹/۰۳ <sup>d</sup> ± ۰/۸۰	۴۶/۵۷ <sup>f</sup> ± ۲/۳۲	۳۵/۹۷ <sup>f</sup> ± ۲/۳۱	۶/۳۵ <sup>e</sup> ± ۰/۳۰	۸/۲۸ <sup>e</sup> ± ۰/۳۵	۱/۳۰ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۲
A10	۳۴/۵۷ <sup>de</sup> ± ۲/۴۷	۳۱/۵۷ <sup>b</sup> ± ۱/۶۴	۲۳/۲۰ <sup>a</sup> ± ۱/۰۵	۳۱/۵۰ <sup>h</sup> ± ۲/۲۵	۲۳/۵۳ <sup>i</sup> ± ۰/۸۰	۶/۴۷ <sup>e</sup> ± ۰/۳۸	۸/۲۵ <sup>e</sup> ± ۰/۴۲	۱/۲۸ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۳
A11	۳۸/۴۰ <sup>bc</sup> ± ۲/۱۹	۲۸/۶۷ <sup>c</sup> ± ۱/۷۸	۱۹/۱۳ <sup>cd</sup> ± ۰/۷۵	۳۸/۳۰ <sup>g</sup> ± ۲/۰۹	۲۹/۳۰ <sup>gh</sup> ± ۱/۱۸	۹/۳۹ <sup>b</sup> ± ۰/۵۵	۱۰/۴۸ <sup>ab</sup> ± ۰/۵۷	۱/۱۱ <sup>fg</sup> ± ۰/۰۲
A12	۴۵/۱۰ <sup>a</sup> ± ۲/۵۹	۴۵/۵۰ <sup>ef</sup> ± ۱/۲۲	۱۷/۰۳ <sup>ef</sup> ± ۱/۱۴	۵۲/۶۲ <sup>e</sup> ± ۳/۰۹	۴۱/۸۵ <sup>e</sup> ± ۲/۳۷	۹/۷۳ <sup>ab</sup> ± ۰/۶۴	۱۰/۶۷ <sup>ab</sup> ± ۰/۶۲	۱/۱۰ <sup>fg</sup> ± ۰/۰۲
A13	۴۵/۲۳ <sup>gh</sup> ± ۱/۵۹	۱۶/۵۰ <sup>h</sup> ± ۰/۸۹	۱۲/۶۷ <sup>i</sup> ± ۰/۵۱	۱۹/۵۴ <sup>i</sup> ± ۱/۳۲	۱۳/۵۷ <sup>k</sup> ± ۰/۴۹	۸/۳۰ <sup>cd</sup> ± ۰/۴۷	۹/۷۹ <sup>bc</sup> ± ۰/۵۳	۱/۱۸ <sup>e</sup> ± ۰/۰۱
A14	۳۱/۹۰ <sup>def</sup> ± ۱/۸۷	۲۶/۸۳ <sup>cde</sup> ± ۱/۳۱	۲۰/۸۰ <sup>bc</sup> ± ۰/۸۲	۴۷/۰۶ <sup>f</sup> ± ۲/۲۸	۳۵/۹۹ <sup>f</sup> ± ۲/۱۶	۶/۹۴ <sup>e</sup> ± ۰/۸۹	۸/۷۲ <sup>de</sup> ± ۰/۸۰	۱/۲۶ <sup>c</sup> ± ۰/۰۵
A15	۳۲/۳۸ <sup>def</sup> ± ۲/۳	۲۸/۵۰ <sup>c</sup> ± ۱/۲۰	۲۱/۱۷ <sup>b</sup> ± ۱/۱۰	۳۱/۷۸ <sup>h</sup> ± ۱/۸۰	۲۱/۲۸ <sup>ij</sup> ± ۰/۷۲	۵/۴۵ <sup>f</sup> ± ۰/۲۰	۷/۱۲ <sup>f</sup> ± ۰/۳۲	۱/۳۰ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۳
A16	۳۰/۲۷ <sup>f</sup> ± ۲/۰۱	۲۷/۶۷ <sup>cd</sup> ± ۱/۲۹	۱۹/۵۰ <sup>cd</sup> ± ۰/۹۶	۶۳/۷۲ <sup>c</sup> ± ۳/۳۶	۴۸/۸۲ <sup>c</sup> ± ۲/۵۱	۵/۵۰ <sup>f</sup> ± ۰/۳۱	۷/۰۹ <sup>f</sup> ± ۰/۵۱	۱/۲۹ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۲
A17	۲۶/۶۳ <sup>g</sup> ± ۱/۵۰	۲۵/۵۰ <sup>def</sup> ± ۱/۲۲	۱۹/۳۳ <sup>cd</sup> ± ۱/۰۱	۵۷/۵۰ <sup>de</sup> ± ۳/۹۲	۴۵/۱۸ <sup>d</sup> ± ۲/۰۷	۴/۸۹ <sup>f</sup> ± ۰/۳۲	۶/۴۵ <sup>f</sup> ± ۰/۴۵	۱/۳۲ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۲

بر اساس آزمون دانکن در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند (P ≤ ۰/۰۱).

جدول ۵: مقایسه میانگین صفات مورفوفیزیولوژیکی و میزان اسانس در جمعیت های مختلف گیاه درمنه صخره ای

جمعیت	مساحت تاج پوشش cm <sup>2</sup>	پرولین mg/g FW	کلروفیل a mg/g FW	کلروفیل b mg/g FW	کلروفیل کل mg/g FW	کاروتنوئید mg/g FW	میزان اسانس %	خاکستر %
A1	۵۹۵/۵۳ <sup>a</sup> ± ۶۴/۷۳	۰/۵۱ <sup>i</sup> ± ۰/۰۲	۰/۵۷ <sup>h</sup> ± ۰/۰۴	۰/۳۲ <sup>g</sup> ± ۰/۰۲	۰/۸۹ <sup>j</sup> ± ۰/۰۶	۰/۱۰ <sup>k</sup> ± ۰/۰۱	۰/۷۰ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۳	۹/۶۹ <sup>gh</sup> ± ۰/۴۹
A2	۳۴۸/۸۹ <sup>efg</sup> ± ۳۲/۲۷	۰/۵۰ <sup>i</sup> ± ۰/۰۲	۰/۹۱ <sup>ef</sup> ± ۰/۰۳	۰/۴۲ <sup>e</sup> ± ۰/۰۳	۱/۳۳ <sup>f</sup> ± ۰/۰۶	۰/۲۴ <sup>def</sup> ± ۰/۰۱	۰/۶۳ <sup>d</sup> ± ۰/۰۴	۱۰/۷۶ <sup>cde</sup> ± ۰/۴۵
A3	۲۹۶/۴۹ <sup>fg</sup> ± ۳۱/۲۲	۰/۷۸ <sup>efg</sup> ± ۰/۰۴	۰/۷۱ <sup>g</sup> ± ۰/۰۳	۰/۲۴ <sup>h</sup> ± ۰/۰۱	۰/۹۵ <sup>ij</sup> ± ۰/۰۴	۰/۲۶ <sup>cde</sup> ± ۰/۰۱	۰/۲۱ <sup>h</sup> ± ۰/۰۱	۹/۸۸ <sup>efg</sup> ± ۰/۲۸
A4	۳۶۸/۸۳ <sup>def</sup> ± ۴۴/۶۵	۰/۸۶ <sup>bcd</sup> ± ۰/۰۳	۰/۹۲ <sup>ef</sup> ± ۰/۰۶	۰/۴۱ <sup>ef</sup> ± ۰/۰۲	۱/۳۲ <sup>f</sup> ± ۰/۰۹	۰/۲۸ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۲	۰/۳۴ <sup>g</sup> ± ۰/۰۲	۱۰/۵۴ <sup>cdefg</sup> ± ۰/۵۲
A5	۲۰۱/۵۴ <sup>h</sup> ± ۲۵/۹۲	۰/۷۶ <sup>fgh</sup> ± ۰/۰۴	۱/۰۴ <sup>b</sup> ± ۰/۰۵	۰/۳۲ <sup>g</sup> ± ۰/۰۲	۱/۳۵ <sup>ef</sup> ± ۰/۰۷	۰/۲۷ <sup>c</sup> ± ۰/۰۲	۰/۲۴ <sup>h</sup> ± ۰/۰۲	۱۱/۷۹ <sup>ab</sup> ± ۰/۵۷
A6	۲۹۱/۳۲ <sup>g</sup> ± ۲۷/۴۳	۰/۸۹ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۳	۰/۹۸ <sup>bcd</sup> ± ۰/۰۵	۰/۴۴ <sup>de</sup> ± ۰/۰۳	۱/۴۲ <sup>def</sup> ± ۰/۰۸	۰/۳۱ <sup>a</sup> ± ۰/۰۲	۰/۳۸ <sup>fg</sup> ± ۰/۰۳	۱۰/۸۷ <sup>cd</sup> ± ۰/۵۱
A7	۵۷۸/۰۲ <sup>a</sup> ± ۵۲/۱۰	۰/۶۲ <sup>jk</sup> ± ۰/۰۲	۰/۷۵ <sup>g</sup> ± ۰/۰۴	۰/۳۷ <sup>f</sup> ± ۰/۰۱	۱/۱۲ <sup>gh</sup> ± ۰/۰۴	۰/۱۵ <sup>j</sup> ± ۰/۰۱	۰/۷۲ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۴	۱۱/۱۶ <sup>bc</sup> ± ۰/۵۲
A8	۴۰۶/۷۶ <sup>cde</sup> ± ۳۳/۹۳	۰/۹۲ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۹	۰/۹۳ <sup>def</sup> ± ۰/۰۲	۰/۵۰ <sup>b</sup> ± ۰/۰۳	۱/۴۳ <sup>cdef</sup> ± ۰/۰۵	۰/۲۲ <sup>fgh</sup> ± ۰/۰۱	۰/۶۵ <sup>d</sup> ± ۰/۰۲	۹/۷۴ <sup>fgh</sup> ± ۰/۲۱
A9	۶۰۰/۱۳ <sup>a</sup> ± ۴۹/۷۰	۰/۷۲ <sup>gh</sup> ± ۰/۰۳	۰/۸۹ <sup>f</sup> ± ۰/۰۵	۰/۵۷ <sup>a</sup> ± ۰/۰۳	۱/۴۶ <sup>bcd</sup> ± ۰/۰۸	۰/۱۹ <sup>i</sup> ± ۰/۰۱	۰/۳۶ <sup>g</sup> ± ۰/۰۱	۱۱/۲۹ <sup>bc</sup> ± ۰/۳۹
A10	۵۸۹/۵۴ <sup>a</sup> ± ۵۶/۳۷	۰/۷۶ <sup>fgh</sup> ± ۰/۰۴	۰/۷۲ <sup>g</sup> ± ۰/۰۴	۰/۳۰ <sup>g</sup> ± ۰/۰۱	۱/۰۲ <sup>hi</sup> ± ۰/۰۵	۰/۲۰ <sup>hi</sup> ± ۰/۰۱	۰/۷۵ <sup>a</sup> ± ۰/۰۳	۱۲/۴۳ <sup>a</sup> ± ۰/۴۸
A11	۴۴۹/۲۴ <sup>bc</sup> ± ۴۷/۶۵	۰/۶۱ <sup>jk</sup> ± ۰/۰۳	۰/۸۹ <sup>f</sup> ± ۰/۰۵	۰/۳۳ <sup>g</sup> ± ۰/۰۲	۱/۲۱ <sup>gh</sup> ± ۰/۰۷	۰/۲۳ <sup>efg</sup> ± ۰/۰۱	۰/۴۱ <sup>f</sup> ± ۰/۰۳	۸/۶۵ <sup>i</sup> ± ۰/۳۵

۸/۹۸ <sup>hi</sup> ± ۰/۴۹	۰/۵۱ <sup>e</sup> ± ۰/۰۱	۰/۲۴ <sup>def</sup> ± ۰/۰۲	۱/۵۴ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۶	۰/۵۱ <sup>b</sup> ± ۰/۰۳	۱/۰۳ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۳	۰/۶۹ <sup>hi</sup> ± ۰/۰۴	۳۳۹/۱۸ <sup>efg</sup> ± ۳۵/۸۹	A12
۱۱/۰۵ <sup>bcd</sup> ± ۰/۵۰	۰/۳۶ <sup>g</sup> ± ۰/۰۲	۰/۲۰ <sup>hi</sup> ± ۰/۰۱	۱/۴۹ <sup>bcd</sup> ± ۰/۰۶	۰/۵۳ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۱	۰/۹۵ <sup>cdef</sup> ± ۰/۰۴	۰/۶۵ <sup>ij</sup> ± ۰/۰۴	۱۶۷/۱۹ <sup>h</sup> ± ۱۵/۶۱	A13
۱۱/۴۰ <sup>bc</sup> ± ۰/۵۶	۰/۲۴ <sup>h</sup> ± ۰/۰۱	۰/۲۱ <sup>ghi</sup> ± ۰/۰۱	۱/۲۰ <sup>gh</sup> ± ۰/۰۳	۰/۴۶ <sup>cd</sup> ± ۰/۰۱	۰/۷۴ <sup>g</sup> ± ۰/۰۱	۰/۵۶ <sup>kl</sup> ± ۰/۰۲	۴۴۵/۸۳ <sup>bc</sup> ± ۳۸/۶۶	A14
۱۱/۲۸ <sup>bc</sup> ± ۰/۴۴	۰/۶۶ <sup>cd</sup> ± ۰/۰۵	۰/۲۷ <sup>c</sup> ± ۰/۰۱	۱/۶۷ <sup>a</sup> ± ۰/۰۸	۰/۵۵ <sup>a</sup> ± ۰/۰۲	۱/۱۱ <sup>a</sup> ± ۰/۰۵	۰/۸۱ <sup>def</sup> ± ۰/۰۴	۴۸۴/۷۸ <sup>b</sup> ± ۴۴/۵۴	A15
۱۰/۱۶ <sup>defg</sup> ± ۰/۴۰	۰/۶۲ <sup>d</sup> ± ۰/۰۳	۰/۳۰ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۲	۱/۵۶ <sup>b</sup> ± ۰/۰۶	۰/۵۷ <sup>a</sup> ± ۰/۰۳	۱/۰۰ <sup>bcd</sup> ± ۰/۰۳	۰/۹۶ <sup>a</sup> ± ۰/۰۵	۴۳۷/۱۸ <sup>bcd</sup> ± ۳۸/۸۶	A16
۱۰/۶۱ <sup>cdef</sup> ± ۰/۸۲	۰/۴۸ <sup>e</sup> ± ۰/۰۲	۰/۲۶ <sup>cd</sup> ± ۰/۰۲	۱/۵۵ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۹	۰/۴۹ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۳	۱/۰۵ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۶	۰/۸۴ <sup>cde</sup> ± ۰/۰۴	۳۹۵/۱۰ <sup>cde</sup> ± ۳۹/۰۳	A17

بر اساس آزمون دانکن در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند (P ≤ ۰/۰۱).

پوشش، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی و مساحت تاج پوشش همبستگی منفی نشان داد. میزان اسانس و ارتفاع گیاه با قطر کوچک، قطر بزرگ و مساحت تاج پوشش دارای همبستگی مثبت هستند. قطر بزرگ تاج پوشش با قطر کوچک و مساحت تاج پوشش همبستگی مثبت نشان داد، در حالی که با وزن تر و خشک اندام هوایی همبستگی معکوس داشت. وزن تر اندام هوایی با وزن خشک دارای همبستگی مثبت است. همچنین عرض و طول برگ همبستگی مثبت با یکدیگر داشتند و با نسبت طول به عرض برگ همبستگی منفی نشان دادند.

همبستگی بین صفات مورفوفیزیولوژیکی و میزان اسانس که در جدول ۶ نشان می‌دهد که میزان پرولین با کلروفیل a، کاروتنوئید و نسبت طول به عرض برگ همبستگی مثبت دارد، در صورتی که با طول و عرض برگ دارای همبستگی منفی است. همچنین کلروفیل a با کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید دارای همبستگی مثبت است. کلروفیل b با کلروفیل کل همبستگی مثبت نشان داد، در حالی که با طول برگ همبستگی منفی دارد. کلروفیل کل با کاروتنوئید دارای همبستگی مثبت است ولی با طول برگ همبستگی منفی دارد. کاروتنوئید با قطر بزرگ تاج

جدول ۶: همبستگی بین صفات مورفوفیزیولوژیکی و میزان اسانس جمعیت‌های مختلف گیاه درمنه صخره‌ای

صفات	پرولین	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	اسانس	خاکستر	ارتفاع گیاه	قطر ۱	قطر ۲	وزن تر	وزن خشک	عرض برگ	طول برگ	نسبت برگ	مساحت تاج
پرولین	۱/۰۰	۰/۵۱*	۰/۳۰	۰/۴۷	۰/۶۸**	-۰/۰۴	۰/۰۴	-۰/۰۶	-۰/۲۱	-۰/۰۵	-۰/۲۲	-۰/۲۵	-۰/۷۲**	-۰/۷۱**	۰/۶۹**	-۰/۱۹
کلروفیل a		۱/۰۰	۰/۶۲**	۰/۹۳**	۰/۷۱**	-۰/۱۲	-۰/۰۳	-۰/۱۳	-۰/۴۷	-۰/۳۷	-۰/۳۲	-۰/۳۶	-۰/۳۵	-۰/۴۱	۰/۲۵	-۰/۴۸
کلروفیل b			۱/۰۰	۰/۸۶**	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۳۳	-۰/۰۱	-۰/۰۰۱	-۰/۰۷	-۰/۰۹	-۰/۴۷	-۰/۵۰°	۰/۴۲	-۰/۰۱
کلروفیل کل				۱/۰۰	۰/۵۷*	-۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۷	-۰/۳۱	-۰/۲۴	-۰/۲۴	-۰/۲۷	-۰/۴۴	-۰/۵۰°	۰/۳۶	-۰/۳۲
کاروتنوئید					۱/۰۰	-۰/۳۶	-۰/۰۱	-۰/۳۸	-۰/۵۴°	-۰/۳۷	-۰/۵۴°	-۰/۵۷°	-۰/۴۰	-۰/۴۳	۰/۳۴	-۰/۵۶°
میزان اسانس						۱/۰۰	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۵۳°	۰/۶۱**	۰/۴۶	۰/۴۶	-۰/۰۶	-۰/۱۰	-۰/۰۱	۰/۵۹°
خاکستر							۱/۰۰	-۰/۳۰	-۰/۰۲	۰/۱۳	-۰/۱۸	-۰/۱۹	-۰/۳۹	-۰/۳۴	۰/۴۶	۰/۰۸
ارتفاع گیاه								۱/۰۰	۰/۶۸**	۰/۵۵°	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۶۵**
قطر ۱									۱/۰۰	۰/۷۹**	۰/۴۸°	۰/۴۸°	-۰/۰۹	-۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۹۷**
قطر ۲										۱/۰۰	۰/۳۶	۰/۳۶	-۰/۳۱	-۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۹۰**
وزن تر											۱/۰۰	۱/۰۰**	۰/۱۳	۰/۱۱	-۰/۱۶	۰/۴۶
وزن خشک													۱/۰۰	۰/۱۶	-۰/۱۸	۰/۴۷
عرض برگ														۱/۰۰	-۰/۹۸**	-۰/۱۷
طول برگ															-۰/۹۵**	-۰/۱۵
نسبت برگ															۱/۰۰	۰/۲۰
مساحت تاج																۱/۰۰

قطر ۱: قطر بزرگ تاج پوشش، قطر ۲: قطر کوچک تاج پوشش، وزن تر و خشک متعلق به اندام هوایی است. نسبت برگ: نسبت طول به عرض برگ، مساحت تاج: مساحت تاج پوشش  
 \*\*\* و \* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد

دارای رابطه مثبت با میزان پرولین داشت و ارتفاع گیاه با ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی نشان داد. همچنین میزان اسانس با متوسط مجموع سالیانه ساعات آفتابی همبستگی مثبت داشت. از طرفی قطر بزرگ تاج پوشش و اسانس با متوسط مجموع سالیانه ساعات آفتابی دارای همبستگی مثبت است. طول و عرض برگ همبستگی منفی با متوسط دمای سالیانه متوسط سرعت باد را نشان می‌دهند، درحالی که نسبت طول به عرض برگ دارای همبستگی مثبت با متوسط دمای سالیانه می باشد. مساحت تاج دارای ارتباط مثبت با متوسط مجموع سالیانه ساعات آفتابی است (جدول ۸).

جدول ۷ نشان داد که میزان پرولین با مواد آلی و میزان نیتروژن خاک همبستگی منفی دارد. میزان اسانس با رطوبت نقطه اشباع همبستگی منفی داشت. درصد خاکستر با پتاسیم قابل جذب گیاه در خاک همبستگی منفی نشان داد. طول و عرض برگ همبستگی مثبت با نیتروژن کل و مواد آلی خاک داشت، همچنین عرض برگ همبستگی مثبت با پتاسیم قابل جذب گیاه در خاک دارا بود. نسبت طول به عرض برگ همبستگی منفی با مواد آلی، نیتروژن کل و پتاسیم قابل جذب گیاه در خاک نشان داد. ارتباط بین صفات مورفوفیزیولوژیکی و میزان اسانس با متغیرهای آب و هوایی نیز بررسی شدند که بر اساس نتایج به دست آمده، متوسط دمای سالیانه

جدول ۷: ارتباط صفات مورفوفیزیولوژیکی و میزان اسانس با آنالیز خاک مناطق مورد مطالعه

نام صفات	EC	pH	مواد آلی	کربنات کلسیم	گچ	نیتروژن	رطوبت اشباع	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	رس	شن	سیلت
پرولین	۰/۱۰	-۰/۰۳	-۰/۰۵۹*	۰/۰۴	۰/۳۰	-۰/۰۵۸*	-۰/۳۴	-۰/۳۵	-۰/۲۱	-۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۱۱
کلروفیل a	-۰/۰۴	-۰/۰۱	-۰/۰۸	-۰/۴۲	۰/۱۷	-۰/۱۲	-۰/۰۹	۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۱۹	۰/۳۴	-۰/۳۰
کلروفیل b	-۰/۰۶	-۰/۳۴	-۰/۱۸	-۰/۴۳	۰/۰۲	-۰/۲۴	۰/۱۵	-۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۵	-۰/۲۹
کلروفیل کل	-۰/۰۶	-۰/۱۶	-۰/۱۳	-۰/۴۷	۰/۱۲	-۰/۱۹	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۰۳	-۰/۰۷	۰/۲۴	-۰/۳۳
کاروتنوئید	۰/۱۳	۰/۰۲	-۰/۱۲	-۰/۱۳	۰/۳۱	-۰/۱۲	-۰/۱۵	-۰/۱۴	-۰/۱۱	-۰/۲۴	۰/۲۲	-۰/۰۱
میزان اسانس	-۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۲۳	-۰/۲۸	۰/۱۱	-۰/۴۸*	-۰/۲۴	-۰/۳۲	-۰/۴۵	۰/۲۸	۰/۲۴
خاکستر	۰/۱۵	-۰/۲۹	-۰/۲۱	۰/۴۱	۰/۰۶	-۰/۲۲	-۰/۳۹	-۰/۵۹*	-۰/۱۹	-۰/۳۴	۰/۴۷	-۰/۲۹
ارتفاع گیاه	-۰/۰۴	-۰/۰۵	-۰/۲۱	-۰/۰۱	-۰/۰۹	-۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۳۴	-۰/۳۰	-۰/۰۲
قطر بزرگ تاج پوشش	-۰/۱۶	۰/۱۹	-۰/۰۴	۰/۱۴	-۰/۳۴	-۰/۰۲	۰/۰۲	-۰/۲۵	-۰/۰۹	۰/۱۶	-۰/۱۱	-۰/۰۷
قطر کوچک تاج پوشش	۰/۱۱	-۰/۰۲	-۰/۲۸	۰/۴۸	-۰/۱۳	-۰/۲۶	-۰/۲۸	-۰/۲۷	-۰/۲۵	-۰/۲۱	۰/۲۰	-۰/۰۱
وزن تر اندام هوایی	-۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۱۵	-۰/۱۴	-۰/۴۱	۰/۱۹	۰/۲۲	-۰/۰۸	-۰/۲۹	۰/۱۹	-۰/۲۵	۰/۱۴
وزن خشک اندام هوایی	-۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۱۷	-۰/۱۲	-۰/۴۰	۰/۲۱	۰/۲۲	-۰/۰۵	-۰/۲۷	۰/۲۰	-۰/۲۸	۰/۱۶
عرض برگ	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۶۶**	-۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۶۴**	۰/۳۵	۰/۵۱°	۰/۳۷	۰/۳۱	-۰/۳۸	۰/۱۷
طول برگ	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۶۰*	-۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۵۹*	۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۳۹	۰/۳۵	-۰/۴۰	۰/۱۵
نسبت طول به عرض برگ	-۰/۰۳	-۰/۲۵	-۰/۶۸**	۰/۱۳	-۰/۰۱	۰/۶۷**	-۰/۳۱	-۰/۵۶*	-۰/۳۳	-۰/۲۵	۰/۳۴	-۰/۱۹
مساحت تاج پوشش	-۰/۰۷	۰/۱۰	-۰/۱۵	۰/۳۰	-۰/۲۸	-۰/۱۳	-۰/۰۹	-۰/۲۷	-۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۰۶

\*\* و \* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد

جدول ۸: ارتباط صفات مورفوفیزیولوژیکی و میزان اسانس با عوامل آب و هوایی مناطق مورد مطالعه

نام صفات	ارتفاع از سطح دریا m	متوسط دمای سالیانه c°	متوسط رطوبت نسبی %	متوسط مجموع بارندگی سالیانه mm	متوسط ساعات افتابی سالیانه h	متوسط سرعت باد km/h
پرویلین	-۰/۲۳	۰/۴۹*	-۰/۰۷	-۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۶
کلروفیل a	-۰/۰۶	۰/۰۷	-۰/۰۴	۰/۱۱	-۰/۲۷	۰/۲۰
کلروفیل b	-۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۳۳
کلروفیل کل	-۰/۱۴	۰/۱۲	-۰/۰۱	۰/۱۱	-۰/۱۶	۰/۲۸
کاروتنوئید	۰/۱۳	۰/۱۳	-۰/۱۷	-۰/۱۰	-۰/۲۳	۰/۲۱
میزان اسانس	-۰/۲۲	۰/۲۱	-۰/۱۷	-۰/۱۷	۰/۵۱*	۰/۱۲
خاکستر	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۱۲	-۰/۴۲	۰/۳۲	۰/۰۲
ارتفاع گیاه	-۰/۷۶**	۰/۰۸	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۲۰	-۰/۱۱
قطر تاج پوشش بزرگ	-۰/۴۶	۰/۳۱	-۰/۰۹	-۰/۲۲	۰/۵۸*	۰/۰۹
قطر تاج پوشش کوچک	-۰/۳۷	۰/۴۷	۰/۰۴	-۰/۳۳	۰/۴۲	۰/۳۷
وزن تر اندام	-۰/۰۰۴	۰/۳۰	-۰/۱۳	-۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۲۶
وزن خشک اندام	-۰/۰۰۵	۰/۲۹	-۰/۱۱	-۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۲۲
عرض برگ	۰/۲۲	-۰/۶۴**	۰/۰۲	۰/۳۸	-۰/۳۱	-۰/۵۰*
طول برگ	۰/۲۱	-۰/۶۲**	۰/۰۷	۰/۳۷	-۰/۲۹	-۰/۵۴*
نسبت طول به عرض	-۰/۲۳	۰/۶۵**	۰/۰۵	-۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۴۰
مساحت تاج پوشش	-۰/۴۴	۰/۳۷	-۰/۰۱	-۰/۲۵	۰/۵۴*	۰/۱۷

\*\* و \* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد

به محور سوم بود که با کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل همبستگی مثبت داشت. مهمترین صفات برای جداسازی جمعیت‌های درمنه صخره‌ای از یکدیگر که بیشترین واریانس را نشان دادند، در محور اول مربوط به صفات مساحت تاج پوشش، ارتفاع گیاه، قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش در محور دوم طول برگ، عرض برگ و نسبت طول به عرض برگ بودند (جدول ۹).

نتایج نشان دادند که ۷۶/۰۱ درصد تغییرات واریانس مربوط به سه محور اول بود، که ۳۶/۳ مربوط به محور اول شد که با مساحت تاج پوشش، قطر بزرگ تاج پوشش، ارتفاع گیاه، قطر کوچک تاج پوشش و میزان اسانس همبستگی مثبت و با کاروتنوئید همبستگی منفی داشت، ۲۷/۶ درصد مربوط به محور دوم که با نسبت طول به عرض برگ، پرویلین و خاکستر همبستگی مثبت و با طول و عرض برگ همبستگی منفی داشت و ۱۲/۱۲ درصد تغییرات واریانس مربوط

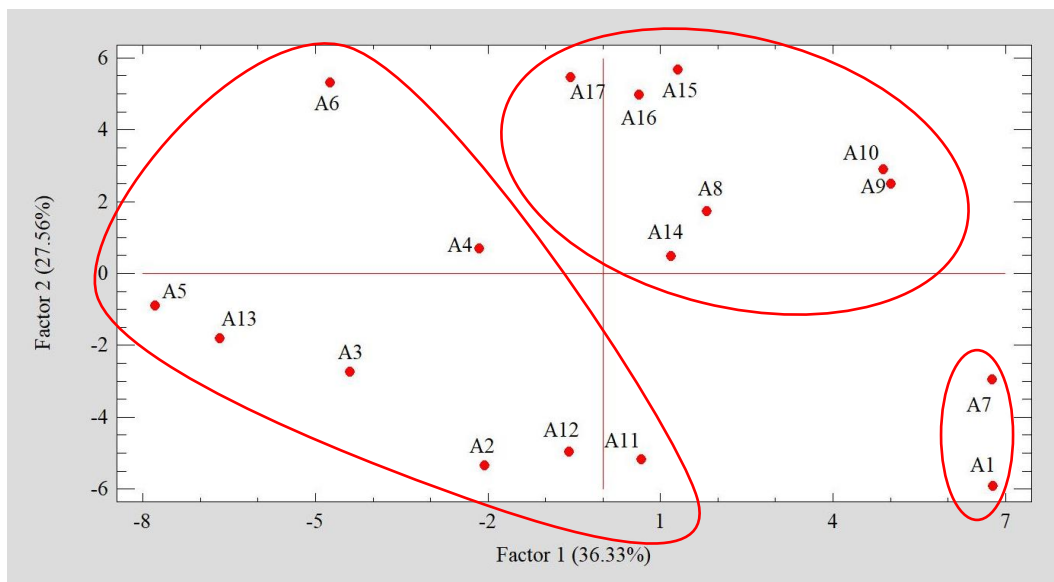
جدول ۹: بارهای عاملی صفات در تجزیه به مولفه‌های اصلی خصوصیات جمعیت‌های درمنه صخره‌ای

نام صفت	۱	۲	۳	۴
پرویلین	-۰/۱۷۶	۰/۶۴۸	۰/۴۶۰	-۰/۰۶۲
کلروفیل a	-۰/۳۴۵	۰/۱۷۶	۰/۸۴۴	-۰/۱۳۶
کلروفیل b	۰/۱۹۲	۰/۱۹۶	۰/۸۳۹	-۰/۰۱۷
کلروفیل کل	-۰/۱۳۶	۰/۲۰۴	۰/۹۳۲	-۰/۰۹۶
کاروتنوئید	-۰/۵۰۴	۰/۳۵۸	۰/۴۷۸	-۰/۳۵۹

میزان اسانس	۰/۵۵۲	۰/۰۴۴	۰/۰۷۰	۰/۴۶۱
خاکستر	-۰/۰۴۳	۰/۶۰۰	-۰/۳۰۴	-۰/۱۴۵
ارتفاع گیاه	۰/۸۵۰	-۰/۲۴۲	۰/۲۹۵	۰/۰۰۴
قطر بزرگ تاج پوشش	۰/۸۹۶	۰/۰۶۰	-۰/۱۸۶	۰/۲۴۳
قطر کوچک تاج پوشش	۰/۸۳۴	۰/۳۰۱	-۰/۱۷۸	۰/۱۹۰
وزن تر اندام هوایی	۰/۲۴۴	-۰/۱۰۹	-۰/۱۰۲	۰/۹۴۴
وزن خشک اندام هوایی	۰/۲۵۵	-۰/۱۳۴	-۰/۱۲۷	۰/۹۳۶
عرض برگ	-۰/۱۱۹	-۰/۹۳۲	-۰/۲۹۸	۰/۰۳۰
طول برگ	-۰/۱۰۳	-۰/۹۰۶	-۰/۳۶۱	-۰/۰۰۴
نسبت طول به عرض برگ	۰/۱۵۶	۰/۹۳۴	۰/۲۰۹	-۰/۰۹۳
مساحت تاج پوشش	۰/۹۱۵	۰/۱۵۶	-۰/۲۲۸	۰/۲۴۲
درصد واریانس	۳۶/۳۲۹	۲۷/۵۶۰	۱۲/۱۲۳	۷/۹۴۳
درصد تجمعی	۳۶/۳۲۹	۶۳/۸۸۹	۷۶/۰۱۲	۸۳/۹۵۵

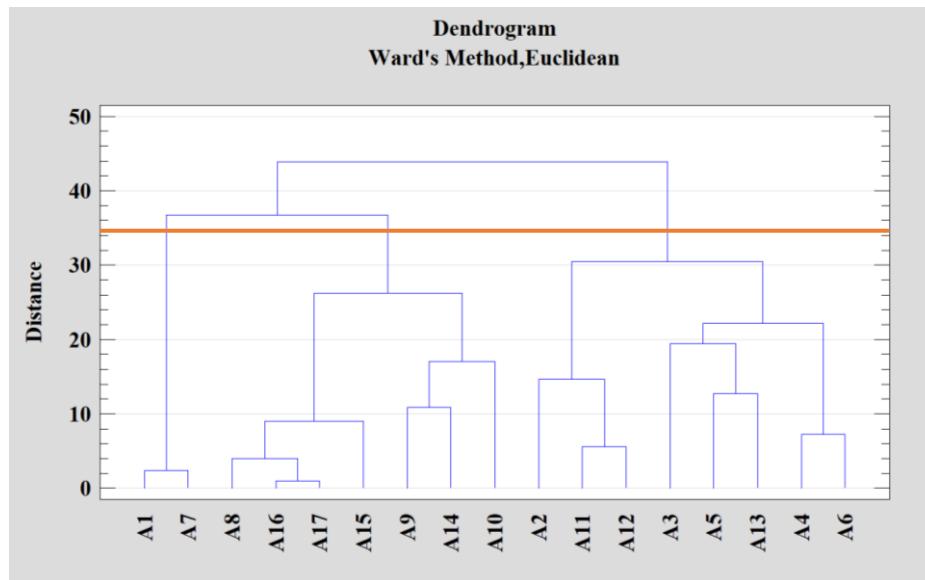
اصلی قرار می‌گیرد (شکل ۱) که گروه اول شامل جمعیت‌های A17، A16، A15، A14، A10، A9، A8، A5، A4، A3، A2، A13 و A12 و در گروه سوم جمعیت‌های A6، A11 و A12 و در گروه سوم جمعیت‌های A1 و A7 استقرار یافتند.

نتایج به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی که زیر مجموعه تحلیل عاملی می‌باشد، برای صفات مورفوفیزیولوژیکی انجام گرفت. براین اساس، صفات مورفوفیزیولوژیکی و درصد اسانس مشخص کرد که ۱۷ جمعیت از درمنه صخره‌ای بر اساس در ۳ گروه



شکل ۱. آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) براساس صفات مورفوفیزیولوژیکی

آنالیز خوشه‌ای به روش Ward برای صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های مورد مطالعه بررسی شد، خط برش در فاصله ۳۵ نیز ما شاهد سه گروه اصلی بودیم، که با آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی مطابقت داشت (شکل ۲).



شکل ۲: دندروگرام خوشه به روش Ward Linkage براساس صفات مورفوفیزیولوژیکی

## بحث

نتایج ما در جدول ۸ نشان داد که طول و عرض برگ جمعیت‌های درمنه صخره‌ای با عوامل محیطی متوسط دمای سالیانه و متوسط سرعت باد همبستگی منفی داشت در حالی که نسبت طول به عرض برگ با دما همبستگی مثبت داشت که بدین معنی است که یکی از راهکارهای درمنه صخره‌ای برای سازگاری با دمای بالا و باد شدید کاهش اندازه برگ‌هاست در عین حال که برگ‌ها شکل کشیده‌تری پیدا کردند که احتمالاً سطح تبخیر و تعرق از سطح برگ کاهش یابند. متغیرترین پارامتر مورفولوژیکی درون گونه‌ای درمنه، مورفولوژی برگ‌ها گزارش شده است (Konowalik and Kreitschitz, 2012). اندازه‌گیری عرض و طول برگ و نسبت طول به عرض برگ نشانه‌هایی از ثبات شکل برگ در یک گونه گیاهی است (Ramkhelawan and Brathwaite, 1990). در مناطق با شدت نور بالا یا محیط‌های گرم برگ‌های کوچکتر غالب بودند (Leigh et al., 2017). نسبت طول به عرض برگ در برگ‌های جوانتر بیشتر بود، به عبارتی برگ‌های جوان تمایل به کشیده‌تر شدن داشتند (Tian et al., 2017). در بررسی تنوع جمعیتی گونه

مطالعات نشان داده تفاوت در پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی جمعیت‌های گیاه، با موقعیت‌های جغرافیایی جمعیت‌های آن گونه مرتبط است (Nicotra et al., 2011; Maya-García et al., 2020). صفات مورفولوژیکی هر گونه گیاهی بازتاب ویژگی‌های محیطی شرایط رویشگاهی و ژنتیکی است (Rabie et al., 2009). گیاهان بسیار قابل تغییر هستند و حتی افراد درون یک گونه می‌توانند تنوع مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تشریحی مرتبط با شرایط محیطی را نشان دهند (Valladares et al., 2007). تنوع مورفولوژیکی در جنس درمنه شناخته شده است و در سطوح مختلف رخ می‌دهد (Konowalik and Kreitschitz, 2012). در این مطالعه، با افزایش ارتفاع از سطح دریا، ارتفاع گیاه کاهش یافت (جدول ۸) که با نتایج Mao و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشت. این پژوهشگران گزارش کردند که ارتفاع گیاه در گونه‌های مختلف مورد بررسی در فلات تبت با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش یافتند.

عوامل محیطی مختلفی مانند نور، دما، آب، خاک، و شوری بستگی دارد (Yang et al., 2018). در شرایط تنش خشکی، شوری و کمبود عناصر غذایی نظیر فسفر، نیتروژن و پتاسیم میزان پرولین افزایش می‌یابد. در زمان تنش، پروتئین‌ها در گیاه تجزیه شده و نیتروژن حاصل از آن برای ساختن پرولین استفاده می‌شود در نتیجه میزان پرولین تحت این شرایط افزایش می‌یابد (Göring and Thien, 1979). در خاک‌هایی که نیتروژن کمتری دارند گیاهان راه‌های جایگزینی برای تامین نیتروژن نیاز دارند. یکی از راهکارهای گیاهان برای تامین نیتروژن، تولید پرولین است (Tarighaleslami et al., 2012). پرولین به عنوان یک اسمولیت و یک مولکول سیگنال‌دهنده عمل می‌کند. پرولین ساختار غشاها را حفظ و از نشت الکترولیت جلوگیری می‌کند، سطح گونه‌های فعال اکسیژن را کاهش می‌دهد و به گیاهان کمک می‌کند تا فشار اسمزی را تنظیم کنند. پرولین سبب افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی می‌شود (Hayat et al., 2012; Spormann et al., 2023). در جدول ۷ رابطه معکوس بین میزان پرولین با نیتروژن و مواد آلی خاک در درمنه صخره‌ای مشاهده شد که با تحقیقات ذکر شده مطابقت دارد. همچنین میزان پرولین با طول و عرض برگ همبستگی منفی داشت (جدول ۶) که بیانگر تأثیر تنش دمایی بر روی ابعاد برگ است که قبلاً در مورد آن بحث شد.

همچنین نتایج حاصل از این مطالعه، بین میزان پرولین با کلروفیل a و کاروتنوئید، همبستگی مثبتی را نشان داد (جدول ۶). تولید پرولین در گیاهان از دو مسیر گلوتامیک اسید (Glutamic acid) و اورنیتین (Ornithine) صورت می‌گیرد. در مسیر گلوتامیک دو آنزیم  $\Delta 1$ -pyrroline-5- carboxylate-synthetase و  $\Delta 1$ -pyrroline-5- carboxylate-reductase فعال هستند. فعالیت این دو آنزیم P5C5 وابسته به نور

درمنه دشتی بر اساس صفات کمی برگ و بذر نیز مشخص شد که در مناطقی با تابستان‌های گرم و خشک طولانی، برگ‌های بزرگ‌تر و نازک‌تر در طی فصل گرم و دمای بالا توسط برگ‌های با ابعاد کوچک‌تر و گزرومورف جایگزین شدند (Rabie et al., 2009). برگ‌های کوچک‌تر دمای پایین‌تری نسبت به برگ‌های بزرگ در زیستگاه‌های آفتابی دارند و در نتیجه از جذب گرمای بیشتر جلوگیری می‌کنند (Cramer et al., 2009). همچنین، نتایج ما نشان دادند که با افزایش سرعت باد، ابعاد برگ در جمعیت‌های درمنه صخره‌ای کاهش یافتند. افزایش سرعت باد منجر به افزایش تعرق و سرعت در تبادل گازی می‌شود که ممکن است با کاهش همزمان در اندازه برگ همراه باشد (Ben Schymanski and Or, 2016; Neriah et al., 2014).

در جدول ۷ مشاهده می‌شود که رابطه مثبت بین طول و عرض برگ با نیتروژن و مواد آلی خاک وجود دارد. Zhang و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که افزایش نیتروژن در خاک منجر به زیاد شدن رشد گیاهان، گسترش سطح برگ و بالا رفتن تعداد برگ‌ها می‌شود. نیتروژن نقش مهمی در رشد گیاه دارد زیرا جزء مهم اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک در بسیاری از سلول‌های گیاهی است، همچنین از عناصر مهم در ساختار کلروفیل است که گیاه را قادر می‌سازد تا انرژی نور خورشید را با فتوسنتز جذب کند و سبب رشد اندام رویشی، ابعاد برگ، بهبود عملکرد رویشی و زایشی می‌شود (Rathke et al., 2006; Leghari et al., 2016). در پژوهشی نیز بیان شده که گسترش سطح برگ بر اثر افزایش مواد آلی خاک رخ داده است (Khanom et al., 2008).

عوامل مختلف ژنتیکی، رشدی، مورفوژنتیک و محیطی می‌توانند بر بیوسنتز و تجمع متابولیت‌های ثانویه تأثیر بگذارند. تجمع مواد ثانویه به شدت به

خاک می تواند در خود نگهداری کند، در خاک‌هایی که درصد اشباع پایینی دارند در حقیقت خاک خشک است و گیاه دچار تنش خشکی شده است (Rawal et al., 2009; Aali et al., 2019). همچنین در مطالعه حاضر نیز میزان اسانس تحت تنش خشکی افزایش یافته است. اسانس‌ها دارای ظرفیت گرمایی ویژه بالایی هستند و به گیاهان در شرایط تنش خشکی و دمایی کمک می‌کنند (Fasina and Colley, 2008).

میزان اسانس بین ۰/۲۱ تا ۰/۷۵ درصد متغیر بود که بیشترین میزان آن متعلق به جمعیت A10 و کمترین آن جمعیت A3 بود (جدول ۵). Shahrivari و همکاران (۲۰۲۲) میزان اسانس درمنه صخره‌ای را ۰/۰۲ میلی لیتر در ۵۰ گرم نمونه خشک گزارش کردند. در مطالعات دیگر میزان اسانس ۰/۹ درصد (Hashemi and Safavi, 2013) و ۲/۴۱ درصد (Sereshti and Samadi, 2007) گزارش شد.

آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) و دندروگرام خوشه به روش Ward Linkage انجام شد و نتایج این دو آنالیز با یکدیگر منطبق بود به طوری که سه گروه جمعیتی از یکدیگر تفکیک شدند. در گروه اول ۷ جمعیت، گروه دوم ۸ جمعیت و در گروه سوم دو جمعیت قرار گرفتند که نحوه تقسیم‌بندی در نتایج مقاله پیش‌تر گفته شده است (شکل ۱ و ۲). صفاتی مانند ارتفاع گیاه، قطر بزرگ، کوچک و مساحت تاج پوشش، عرض برگ، طول برگ و نسبت طول به عرض برگ مهمترین فاکتورهای مؤثر برای جداسازی جمعیت‌های درمنه صخره‌ای از یکدیگر بودند (جدول ۹). Yazdi Far و همکاران (۲۰۲۲) تنوع اکومورفولوژیکی و فیتوشیمیایی جمعیت‌های مختلف درمنه دشتی را در استان قم مورد بررسی قرار دادند و صفات وزن خشک اندام هوایی، میزان فنول، فلاونوئید، کلروفیل، طول برگ و عرض برگ را

است و تجمع پرولین وابسته به نور نشان دهنده رابطه قوی بین فتوسنتز و متابولیسم پرولین است (Spormann et al., 2023). از طرفی، رنگدانه موثر در فتوسنتز کلروفیل است که تحت تنش تغییر پیدا می‌کند (Zarco-Tejada et al., 2000). این تحقیقات در واقع، نتایج ما را توجیه می‌کنند. علاوه بر این، کاروتنوئیدها در تنش‌های ناشی از نور زیاد به عنوان رنگدانه‌های جذب کننده نور عمل می‌کنند و انرژی اضافی را به صورت گرما از بین می‌برند و از تحریک بیش از حد فتوسیستم دو در غشای تیلاکوئید با مهار برانگیختگی کلروفیل و اکسیژن منفرد جلوگیری می‌کند (Sachdev et al., 2021). در تحقیق حاضر، همبستگی مثبتی بین پرولین و انواع کاروتنوئیدها مشاهده شد، همچنین بین این ترکیب‌ها و توانایی محافظتی این‌ها با رادیکال‌های آزاد همبستگی مثبت وجود داشت (Luo et al., 2020) که با نتایج ما همخوانی دارد.

شرایط کمی و کیفی اسانس به شرایط محیطی بستگی دارد و اسانس کمک می‌کند تا گیاه شرایط تنش محیطی مانند خشکی، تشعشع شدید، دمای بالا و فلزات سنگین را تحمل کند. ترکیب اسانسی که در گیاه سازگاری بالاتری با محیط را ایجاد می‌کند به بقای جمعیت کمک می‌کند (Stevović et al., 2011). در جدول ۷ و ۸ میزان اسانس با درصد اشباع خاک و متوسط مجموع سالیانه ساعات افتابی همبستگی داشت به طوری که با افزایش ساعات آفتابی و کاهش درصد اشباع خاک میزان اسانس زیاد شد. Agrawal و Jaiswal (۲۰۱۸) بیان کردند که در شرایط نوری به ویژه امواج فرابنفش اکثر گیاهان محتوای ترکیبات ثانویه همانند اسانس خود را افزایش می‌دهند. در مطالعه‌ای، میزان اسانس تحت تأثیر نور در علف لیمو بالا رفت (Prins et al., 2013). ظرفیت اشباع خاک به نوعی بیانگر بافت خاک و مقدار رطوبتی است که



به‌عنوان مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار در جدا کردن جمعیت‌های درمنه دشتی از یکدیگر گزارش کردند. در پژوهش دیگری ۳۴ جمعیت درمنه دشتی در ایران بررسی شد و از بین صفات مختلف برگ، صفات وزن خشک، وزن تر، مساحت و رطوبت برگ بیشترین اثربخشی را از شرایط رویشگاه داشتند ( Rabie et al., 2009).

### نتیجه‌گیری نهایی

بطور کلی نتایج نشان داد که صفات مختلف مورفوفیزیولوژیکی و درصد اسانس جمعیت‌های درمنه صخره‌ای در مناطق مرکز و غرب ایران تحت تأثیر عوامل محیطی مانند متوسط دمای سالیانه، متوسط مجموع ساعات آفتابی، سرعت باد و خصوصیات خاک فرار داشتند و از تنوع نسبتاً بالایی

برخوردار بودند. همچنین میزان اسانس در درمنه صخره‌ای تحت تأثیر شرایط متوسط مجموع ساعات آفتابی بالا و درصد اشباع خاک پایین افزایش یافت. کمبود نیتروژن و مواد آلی خاک و بالا رفتن دما با افزایش پرولین در گیاه همبستگی داشت. میزان طول و عرض برگ با مواد آلی و نیتروژن خاک همبستگی مثبت داشتند و با سرعت باد و متوسط دمای سالیانه همبستگی منفی داشتند. همچنین میزان پرولین با کلروفیل a و کاروتنوئید همبستگی مثبتی را نشان داد، در صورتی که با طول و عرض برگ همبستگی منفی داشت. جمعیت‌های درمنه صخره‌ای در شرایط محیطی نامساعد با راهکارهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مانند کوچک کردن ابعاد برگ‌ها، تغییر ارتفاع بوته، پرولین و ... با این شرایط سازگاری پیدا کرده بودند.

### References

- Aali, K. A., Parsinejad, M. and Rahmani, B. (2009). Estimation of Saturation Percentage of Soil Using Multiple Regression, ANN, and ANFIS Techniques. *Computer and Information Science*, 2(3): 127-136.
- Abad, M. J., Bedoya, L. M., Apaza, L. and Bermejo, P. (2012). The *Artemisia L.* genus: a review of bioactive essential oils. *Molecules*, 17(3): 2542-2566.
- Abbaspour, J. and Ehsanpour, A. A. (2020). Sequential expression of key genes in proline, glycine betaine and artemisinin biosynthesis of *Artemisia aucheri* Boiss. using salicylic acid under in vitro osmotic stress. *Biologia*, 75: 1251-1263.
- Agrawal, S. B. and Jaiswal, D. (2018). Impact of light stress on plant based medicinally active compounds. *International Journal of Plant and Environment*, 4(02): 50-59.
- Baj, T., Sieniawska, E., Kowalski, R., Wesolowski, M. and Ulewicz-Magulska, B. (2015). Effectiveness of the deryng and clevenger-type apparatus in isolation of various types of components of essential oil from the *Mutelina purpurea* Thell. flowers. *Acta Pol. Pharm*, 72: 507-515.
- Bates, L. S., Waldren, R. A. and Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and soil*, 39: 205-207.
- Behtari, B., Gholami, F., Khalid, A. K., Tilaki, G. D. and Bahari, R. (2012). Effect of growth stages and altitude on *Artemisia herba-alba* asso essential oil growing in Iran. *Journal of essential oil-bearing plants*, 15:307-313.
- Ben Neriah, A., Assouline, S., Shavit, U. and Weisbrod, N. (2014). Impact of ambient conditions on evaporation from porous media. *Water Resources Research*, 50(8): 6696-6712.
- Bhaskara, G. B., Yang, T. H. and Verslues, P. E. (2015). Dynamic proline metabolism: importance and regulation in water limited environments. *Frontiers in Plant Science*, 6: 484.
- Bora, K. S. and Sharma, A. (2011). The genus *Artemisia*: a comprehensive review. *Pharmaceutical Biology*, 49(1): 101-109.

- Boudreau, A., Richard, A. J., Harvey, I. and Stephens, J. M. (2022). Artemisia scoparia and metabolic health: untapped potential of an ancient remedy for modern use. *Frontiers in endocrinology*, 12: 727061.
- Cramer, M. D., Hawkins, H. J. and Verboom, G. A. (2009). The importance of nutritional regulation of plant water flux. *Oecologia*, 161: 15-24.
- Fasina, O. O. and Colley, Z. (2008). Viscosity and specific heat of vegetable oils as a function of temperature: 35 C to 180 C. *International journal of food properties*, 11(4): 738-746.
- Göring, H. and Thien, B. H. (1979). Influence of nutrient deficiency on proline accumulation in the cytoplasm of *Zea mays* L. seedlings. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, 174(1): 9-16.
- Hashemi, S. M. and Safavi, S. A. (2012). Control of Three Stored-Product Beetles with *Artemisia haussknechtii* (Boiss) (Asteraceae) Essential Oil. *Ecologia Balkanica*, 4(2): 85-92.
- Hashemi, S. M. and Safavi, S. A. (2013). Toxicity of essential oil from *Artemisia haussknechtii* (Boiss), to larvae and adults of *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val). *Biharean Biol*, 7(2): 57-60.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J. and Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments: a review. *Plant signaling and behavior*, 7(11): 1456-1466.
- Iranshahi, M., Emami, S. A. and Mahmoud, S. M. (2007). Detection of sesquiterpene lactones in ten Artemisia species population of Khorasan provinces, 10(3): 183-185.
- Javanmard, M. and Asadi-Gharneh, H. A. (2016). Study of quantitative and qualitative traits of fatty acids in dog rose (*Rosa canina* L.) ecotypes from Isfahan region of Iran. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(3): 595-606.
- Javanmard, M., Naghdi Badi, H., Mohammadi Torkashvand, A., Mehrafarin, A. and Bahreininejad, B. (2024). Variation in the essential oil composition of wild *Artemisia haussknechtii* Boiss. populations collected from Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2024: 1-18.
- Khanom, S., Saha, B. K., Islam, M. T. and Chowdhury, M. A. H. (2008). Influence of organic and inorganic fertilizers on the growth, leaf yield, chlorophyll and protein contents of stevia grown in different soil types. *Progressive Agriculture*, 19(1): 23-31.
- Konowalik, K. and Kreitschitz, A. (2012). Morphological and anatomical characteristics of *Artemisia absinthium* var. *absinthium* and its Polish endemic variety *A. absinthium* var. *calcigena*. *Plant systematics and evolution*, 298: 1325-1336.
- Laghari, S. J., Wahocho, N. A., Laghari, G. M., HafeezLaghari, A., MustafaBhabhan, G., HussainTalpur, K., Bhutto, T. A., Wahocho, S. A. and Lashari, A. A. (2016). Role of nitrogen for plant growth and development: A review. *Advances in Environmental Biology*, 10(9): 209-219.
- Leigh, A., Sevanto, S., Close, J. D. and Nicotra, A. B. (2017). The influence of leaf size and shape on leaf thermal dynamics: does theory hold up under natural conditions? *Plant, cell and environment*, 40(2): 237-248.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). (34) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In *Methods in enzymology*. (Vol. 148, pp. 350-382). Academic Press.
- Luo, H., He, W., Li, D., Bao, Y., Riaz, A., Xiao, Y., Song, J. and Liu, C. (2020). Effect of methyl jasmonate on carotenoids biosynthesis in germinated maize kernels. *Food chemistry*, 307: 125525.
- Mao, L., Chen, S., Zhang, J. and Zhou, G. (2018). Altitudinal patterns of maximum plant height on the Tibetan Plateau. *Journal of Plant Ecology*, 11(1):85-91.
- Maya-García, R., Torres-Miranda, A., Cuevas-Reyes, P. and Oyama, K. (2020). Morphological differentiation among populations of *Quercus elliptica* Neé (Fagaceae) along an environmental gradient in Mexico and Central America. *Botanical Sciences*, 98(1): 50-66.
- Mirhaji, S.T., Jalili, A., Jafari, M., Akbarzadeh, M. and Farzaneh, Z. (2001). Ecological comparison of Artemisia species in Semnan Province. *PajouheshVa-Sazandegi*, 14 (3): 95 - 102.

- Momin, R. K. and Kadam, V. B. (2011). Determination of ash values of some medicinal plants of genus *Sesbania* of Marathwada region in Maharashtra. *Journal of phytology*, 3(12): 52-54.
- Mozaffarian, V. (2008). *Flora of Iran no. 59. Compositae: Anthemideae and Echinopeae tribes*. Tehran. pp. 448. Research Institute of Forests and Rangeland Publishers.
- Mozaffarian, V. (2012). *Identification of medicinal and aromatic plants of Iran*, pp.1444. Farhang Moaser Publishers. Tehran. First edition
- Nicotra, A. B., Leigh, A., Boyce, C. K., Jones, C. S., Niklas, K. J., Royer, D. L. and Tsukaya, H. (2011). The evolution and functional significance of leaf shape in the angiosperms. *Functional Plant Biology*, 38(7): 535-552.
- Pichersky, E., Noel, J. P. and Dudareva, N. (2006). Biosynthesis of plant volatiles: nature's diversity and ingenuity. *Science*, 311(5762): 808-811.
- Prins, C. L., Freitas, S. D. P., Gomes, M. D. M. D. A., Vieira, I. J. C. and Gravina, G. D. A. (2013). Citral accumulation in *Cymbopogon citratus* plant as influenced by N6-benzylaminopurine and light intensity. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 25: 159-165.
- Rabie, M., Jalili, A., Asri, Y. and Hamzehee, B. (2009). Population variation of *Artemisia sieberi* in Iran based on quantitative characters of leaf and seed and their relationships with habitat features. *Rostaniha*, 10(1): 51-67.
- Ramezani Nowrozani, F. and Ghorbani Ranjbar, A. (2018). Effects of the hydroalcoholic extract of *Artemisia khorassanica* on wound healing potential in mice. *Comparative Clinical Pathology*, 27(4): 1079-1083.
- Ramkhelawan, E. and Brathwaite, R. A. (1990). Leaf area estimation by non-destructive methods in sour orange (*Citrus aurantium* L.). *Tropical Agriculture*, 67(3): 203-206.
- Rana, V. S., Abirami, K., Blázquez, M. A. and Maiti, S. (2013). Essential oil composition of *Artemisia annua* L. at different growth stages. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 22(2): 181-187.
- Rathke, G. W., Behrens, T. and Diepenbrock, W. (2006). Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agriculture, ecosystems and environment*, 117(2-3): 80-108.
- Rawal, A., Chakraborty, S., Li, B., Lewis, K., Godoy, M., Paulette, L. and Weindorf, D. C. (2019). Determination of base saturation percentage in agricultural soils via portable X-ray fluorescence spectrometer. *Geoderma*, 338: 375-382.
- Sachdev, S., Ansari, S. A., Ansari, M. I., Fujita, M. and Hasanuzzaman, M. (2021). Abiotic stress and reactive oxygen species: Generation, signaling, and defense mechanisms. *Antioxidants*, 10(2): 277.
- Schymanski, S. J. and Or, D. (2016). Wind increases leaf water use efficiency. *Plant, Cell and Environment*, 39(7): 1448-1459.
- Sereshti, H. and Samadi, S. (2007). Comparison of hydrodistillation-headspace liquid phase microextraction techniques with hydrodistillation in determination of essential oils in *Artemisia Haussknechtii* Boiss. *Journal of Science University of Tehran (JSUT)*, 33 (2): 7-17.
- Shahrivari, S., Alizadeh, S., Ghassemi-Golezani, K. and Aryakia, E. (2022). A comprehensive study on essential oil compositions, antioxidant, anticholinesterase and antityrosinase activities of three Iranian *Artemisia* species. *Scientific Reports*, 12(1): 7234.
- Shuorvazdi, A., Mohammadi, S. A., Norozi, M. and Sadeghzadeh, B. (2014). Molecular analysis of genetic diversity and relationships of barley landraces based on microsatellite markers. *Plant Genetic Researches*, 1(1): 51-64.
- Spormann, S., Nadais, P., Sousa, F., Pinto, M., Martins, M., Sousa, B., Fidalgo, F. and Soares, C. (2023). Accumulation of Proline in Plants under Contaminated Soils—Are We on the Same Page? *Antioxidants*, 12(3): P. 666.

- Stevović, S., Čalić-Dragosavac, D., Mikoviločić, V. S., Zdravković-Korać, S., Milojević, J. and Cingel, A. (2011). Correlation between environment and essential oil production in medical plants. *Adv. Environ. Biol*, 5(2): 465-468.
- Tan, R. X., Zheng, W. F. and Tang, H. Q. (1998). Biologically active substances from the genus *Artemisia*. *Planta medica*, 64(04): 295-302.
- Tarighaleslami, M., Zarghami, R., Boojar, M. M. A. and Oveysi, M. (2012). Effects of drought stress and different nitrogen levels on morphological traits of proline in leaf and protein of corn seed (*Zea mays* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 12: 49-56.
- Tian, T., Wu, L., Henke, M., Ali, B., Zhou, W. and Buck-Sorlin, G. (2017). Modeling allometric relationships in leaves of young rapeseed (*Brassica napus* L.) grown at different temperature treatments. *Frontiers in Plant science*, 8: 1-12.
- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yildirim, B. and Çiftçi, V. (2011). Changes of micronutrients, dry weight and plant development in canola (*Brassica napus* L.) cultivars under salt stress. *African Journal of Biotechnology*, 10(19): 3726-3730.
- Valladares, F., Gianoli, E. and Gómez, J. M. (2007). Ecological limits to plant phenotypic plasticity. *New phytologist*, 176(4): 749-763.
- Wang, X., Sun, J., Wang, S., Sun, T. and Zou, L. (2023). Salicylic acid promotes terpenoid synthesis in the fungi *Sanghuangporus baumii*. *Microbial Biotechnology*, 16(6), 1360-1372.
- Yang, L., Wen, K. S., Ruan, X., Zhao, Y. X., Wei, F. and Wang, Q. (2018). Response of plant secondary metabolites to environmental factors. *Molecules*, 23(4): P. 762.
- Yazdi Far, S., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., Kalateh Jari, S. and Danaee, E. (2022). Evaluation of diversity of eco morphological and phytochemical traits of *Artemisia sieberi* Besser. in different habitats of Qom province in Iran. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 10(1): 27-46.
- Zarco-Tejada, P. J., Miller, J. R., Mohammed, G. H. and Noland, T. L. (2000). Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance: I. Leaf-level measurements and model simulation. *Remote Sensing of Environment*, 74(3): 582-595.
- Zhan, X., Chen, Z., Chen, R. and Shen, C. (2022). Environmental and genetic factors involved in plant protection-associated secondary metabolite biosynthesis pathways. *Frontiers in Plant Science*, 13: P. 877304.
- Zhang, F., Wan, X., Zheng, Y., Sun, L., Chen, Q., Zhu, X., Guo, Y. and Liu, M. (2014). Effects of nitrogen on the activity of antioxidant enzymes and gene expression in leaves of *Populus* plants subjected to cadmium stress. *Journal of Plant Interactions*, 9(1): 599-609.