دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

# بررسی تنوع ژنتیکی در برخی از توده‌های بابونه (*Matricaria Chamomilla* L.) با استفاده از صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و اسانس

مهدی قنواتی[۱]، سعدالله هوشمند[۲]، سباستین آلبرشت[۳] و لارس گارنت اوتو[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران، (نویسنده مسوول: m_ghanavati@pnu.ac.ir)
۲- استاد، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳- کارشناس ارشد شرکت گیاه دارویی فارماپلنت، آرترن، آلمان
۴- استادیار مرکز تحقیقات ژنتیک گیاهی IPK، گترزلبن، آلمان
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲
صفحه: ۱۹ تا ۲۸

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** گیاهان دارویی کاربرد فراوانی در درمان انسان‌ها داشته و دارند، در این میان بابونه یکی از با ارزش‌ترین و پرکاربردترین گیاهان دارویی در جهان است. یکی از مهمترین برنامه‌های اصلاحی، شناخت تنوع ژنتیکی برای ارزیابی اولیه توده‌های گیاهی است به این منظور بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه بندی اکوتیپ‌های بابونه آزمایشی طراحی و اجرا گردید.

**مواد و روش‌ها:** ۲۵ اکوتیپ ایرانی و خارجی بابونه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی شرکت فارماپلنت آلمان مورد ارزیابی قرار گرفت. برخی از این اکوتیپ‌ها از مناطق طبیعی رشد آن‌ها جمع آوری شد و برخی نیز نمونه‌های زراعی بابونه بودند. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی آنها برخی صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و اسانس مورد ارزیابی قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف اکوتیپ‌ها از لحاظ تمام صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده و تنوع ژنتیکی زیادی را بین اکوتیپ‌ها نشان داد. نتایج همبستگی‌های فنوتیپی صفات مورد بررسی نشان داد که صفات درصد اسانس، قطر گل، تعداد گل و وزن اندام هوایی از جمله صفات مهم و تاثیرگذار بر عملکرد اسانس بودند. بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر گل و عملکرد اسانس را سه اکوتیپ اسلواکی، ایذه (۲) و لهستان به خود اختصاص دادند، ولی بیشترین درصد اسانس را اکوتیپ ایذه (۱) و دره شهر دارا بودند. با توجه به نتایج تجزیه به عامل‌ها، سه عامل انتخاب شدند که ۸۵/۷۹ درصد از تغییرات را توجیه کردند. عامل اول که بیشترین درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کرد، که پس از ترسیم بای پلات بر اساس دو مولفه، اکوتیپ‌های ایذه (۲) و لهستان به‌عنوان اکوتیپ‌های برتر شناسایی شدند. تجزیه خوشه‌ای هم اکوتیپ‌های مورد نظر را در چهار گروه طبقه‌بندی کرد که در تمایز اکوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد نظر به‌صورت مطلوب عمل کرد و پراکنش اکوتیپ‌ها بر اساس نمودار بای‌پلات را تایید کرد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که صفات درصد اسانس، قطر گل، تعداد گل و وزن اندام هوایی از جمله صفات مهم و تاثیرگذار بر عملکرد اسانس بودند. با توجه به اینکه تنوع برای این صفات در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد، بنابراین غربالگری به‌منظور افزایش این صفات می‌تواند باعث افزایش عملکرد شود. بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر گل و عملکرد اسانس را سه اکوتیپ اسلواکی، ایذه (۲) و لهستان به خود اختصاص دادند ولی بیشترین درصد اسانس را اکوتیپ ایذه (۱) و دره شهر دارا بودند.

**واژه‌های کلیدی**: تنوع ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مولفه های اصلی، عملکرد و درصد اسانس

## مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع مهم تولید دارو هستند که بشر سالیان دراز از آنها استفاده نموده و روز به روز بر اهمیت آن‌ها افزوده می‌گردد. در حال حاضر حداقل ۸۰ درصد از جمعیت کشورهای در حال توسعه برای درمان و مراقبت‌های بهداشتی اولیه‌شان از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند (۴). طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت میزان تجارت گیاهان دارویی تا سال ۲۰۵۰ میلادی بالغ بر پنج تریلیون دلار خواهد بود (۳). در سال‌های اخیر استفاده از مواد طبیعی گیاهان دارویی به جای افزودنی‌های مصنوعی که دارای اثرات جانبی می‌باشد مورد توجه زیادی قرار گرفته است (۱۳). بابونه با نام علمی *Matricaria chamomilla L* از جمله گیاهان دارویی مهم، تیره آستراسه (Asteraceae) بوده و کاربرد زیادی به عنوان گیاه دارویی دارد و گل‌های آن محتوی اسانسی هستند که از ترکیبات و متابولیت‌های ثانویه متنوعی تشکیل گردیده است (۵، ۱۲). بنظر می‌رسد خاستگاه این گیاه آسیا و بخصوص ایران باشد (۱۵). عملکرد اقتصادی گیاه بابونه، گل‌های آن می‌باشد که حاوی مواد مؤثره ثانویه متفاوتی است از جمله مهمترین آن‌ها پیش مادهٔ کامازولن (Chamazulen) در ترکیبات فرار موجود در قاعده گلچه‌های لوله‌ای و آپیژنین (Apigenin) موجود در گلچه‌های سفید جانبی می‌باشد (۱۶). این درحالی است که در اسانس بابونه نزدیک به ۴۰ نوع ترکیب شناسایی شده است که مهمترین آن‌ها شامل آلفابیزابولول (α bisabolol)، کامازولن (Chamazulene)، بتا فارنزن(β-farnesene) می‌باشند و میزان اسانس با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش متفاوت بوده و بین ۰/۴ تا ۱/۵ درصد است (۶).

یکی از مهمترین مراحل برنامه‌های اصلاحی، شناخت تنوع ژنتیکی برای ارزیابی اولیه توده‌های گیاهی است (۱۷). اهمیت تنوع ژنتیکی در اصلاح گیاهان در مطالعات بسیاری گزارش شده، آگاهی داشتن از تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی برای انتخاب والدین مناسب در دورگ‌گیری‌ها و تولید نتاج مناسب اهمیت دارد (۱۱). روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی وجود دارد. کاشت و ارزیابی مورفولوژیک منابع ژنتیکی درمزرعه، تکنیک معمول احیا و طبقه‌بندی کلکسیون‌های منابع ژنتیکی به حساب می‌آید. از آنجایی که روش‌های آماری چند متغیره به‌طور همزمان چند اندازه‌گیری را مدنظر قرار می‌دهد، در تجزیه و تحلیل تنوع

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]

ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد وسیعی دارند. در بین روش‌های مختلف آنالیز چند متغیره، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مهمترین روش‌ها هستند (۱۱). شناسایی صفات مهم در گونه‌های گیاهی که در عملکرد، سازگاری و کیفیت نقش دارند، بررسی پتانسیل این صفات و همچنین جستجوی ژن‌های مطلوب از برنامه‌های اصلاحی محسوب می‌شود (۸). آگاهی جامع از خصوصیات جمعیت‌ها، ژنوتیپ‌ها، مشخصات، مزایا و معایب آن‌ها از اصول اولیه بوده که در به‌نژادی، انتخاب، اهلی کردن و معرفی رقم، کشت و کار، جلوگیری از برداشت بی‌رویه و تخریب ناآگاهانه رویشگاه‌های طبیعی آنها مؤثر می‌باشد (۱۸). در این رابطه، شناسایی صفات مهم و مؤثر در عملکرد، سازگاری و کیفیت از اهمیت خاصی برخوردار است. ارزیابی قابلیت این صفات و همچنین جستجوی منابع ژن‌های مطلوب مربوط به این صفات برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی و انتقال به گیاهان مورد نظر، از اهداف به‌نژادی گیاهی به‌شمار می‌رود (۸). بررسی تنوع ژنتیکی و تعیین خصوصیات ۲۳ توده بومی بابونه آلمانی و مقایسه آنها با سه رقم اصلاح شده آلمانی، مجاری و بومی کشور با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیک توسط پیرخضری و همکاران (۱۴) نشان داده شد که تعدادی از توده‌های مورد مطالعه در برخی صفات مانند تعداد گل در بوته و عملکرد بوته بهتر از ارقام اصلاح شده بوده و ظرفیت تبدیل شدن به ارقام و کشت و کار را دارند. زینعلی و همکاران (۱۹) به ارزیابی تعدادی ژنوتیپ-های بابونه آلمانی به لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد پرداختند و بررسی ضرایب تنوع فنوتیپی نشان داد که صفات ارتفاع گل، قطر گل و تعداد گل زبانه ای دارای حداقل تنوع و صفات عملکرد گل خشک و تر و تعداد گل در هر بوته دارای بیشترین تنوع بودند. محمدی و همکاران (۱۰) در بررسی ۳۲ جمعیت بابونه آلمانی گزارش کردند که صفات مقدار اسانس، شاخص گل دهی، عملکرد اقتصادی، تعداد گل در بوته و تعداد ساقه فرعی گل دهنده به ترتیب دارای بیشترین ضرایب تنوع فنوتیپی بودند. وراثت‌پذیری عمومی مربوط به صفات روز تا شروع غنچه‌دهی، روز تا شروع گل‌دهی، تعداد گل در بوته، وزن خشک پنجاه گل، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی نسبت به سایر صفات بالاتر بود. احمدی و همکاران (۲) با بررسی تنوع ژنتیکی ۱۵ توده بابونه آلمانی بر اساس خصوصیات مورفولوژیک همچون صفات ارتفاع، قطر گل، قطر نهنج، وزن تر گل، وزن خشک گل، زی توده تر، زی توده خشک، شاخص گل دهی، درصد اسانس و درصد کامازولن به این نتیجه دست یافتند که جمعیت ها از نظر تمامی صفات اختلاف، معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) داشتند. تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفات زیست توده تر، زیست توده خشک و درصد کامازولن بدست آمد.

با وجود اهمیت گیاه دارویی بابونه که یکی از اصلی‌ترین گیاهان دارویی پرمصرف در سراسر جهان می‌باشد، اطلاعات ناچیزی در مورد تنوع ژنتیکی درون و بین جمعیتی آن در ایران وجود دارد. و با توجه به اهمیت روزافزون فرآورده‌های دارویی و بهداشتی بابونه ضرورت دارد در راستای تولید و افزایش عملکرد کمی و کیفی آن در واحد سطح، مطالعات لازم انجام شود. اصلاح گیاه دارویی بابونه در جهت خصوصیات اقتصادی و زراعی در کشور آلمان و کشورهای اروپای شرقی سابقه نسبتا طولانی دارد و بررسی اکوتیپ‌های مختلف از کشورها و مناطق مختلف برنامه اولیه جهت انجام امور اصلاحی در گیاه بابونه است که می‌تواند منجر به دستیابی و تعیین ژنوتیپ‌هایی با کیفیت و کمیت بالاتر و مقاومت بیشتر به بیماری گردد. توجه به موارد ذکر شده و وجود تنوع بالا در جمعیت‌های مختلف بابونه و امکان بهره‌برداری در برنامه‌های به‌نژادی گیاهی، این پژوهش با هدف بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های جمع‌آوری شده بابونه آلمانی براساس برخی صفات مورفولوژیک، فنولوژیک، اسانس و همچنین شناسایی روابط بین آن‌ها طراحی و اجرا گردید.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی ۲۵ اکوتیپ بابونه (جدول ۱)، با استفاده از صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و اسانس آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در شرایط نرمال در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی شرکت فارماپلنت آلمان در ۴ تکرار انجام شد. این مرکز دارای مختصاتی با عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۱۱ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی با بارش سالانه ۵۴۲ میلیمتر و ارتفاع ۱۲۱ متر از سطح دریا است. قبل از شروع آزمایش، از خاک مزرعه نمونه‌برداری انجام گرفت و ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک محل کاشت تعیین شدند. میزان عناصر مورد نیاز بر اساس آزمون، به خاک مزرعه اضافه شد (جدول ۲). جهت همسانی بیشتر، آبیاری به وسیله نوار تیپ تحت فشار از نوع قطره‌ای انجام شد. پس از تهیه زمین، بذرهای بابونه متناسب با میزان ۳ کیلوگرم در هکتار برای هر کرت محاسبه و به صورت یکنواخت در کرت‌هایی با ابعاد یک متر در سه متر به صورت دستپاش کشت گردید. پس از کشت، برای تماس بهتر بذرها با سطح خاک و جذب آب، سطح خطوط کاشت تا حدی متراکم گردید. آبیاری به‌صورت منظم هفته‌ای دو بار تا پایان فصل رشد انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام گردید. در پایان آزمایش یک متر مربع از هر کرت با حذف اثر حاشیه برداشت شد و صفات ارتفاع بوته (سانتی متر)، تعداد گل در بوته، قطر گل (میلی‌متر)، وزن تر اندام هوایی (گرم بر متر مربع)، وزن خشک اندام هوایی (گرم بر متر مربع)، درصد اسانس، عملکرد اسانس، روز تا گل‌دهی، طول دوره گل‌دهی و روز تا رسیدگی اندازه‌گیری شد.

برای استخراج اسانس، ۳۰ گرم گل خشک را پس از خرد کردن همراه با ۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر درون بالن ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته و توسط دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب برای مدت ۴ ساعت اسانس‌گیری انجام و مقدار آن برحسب گرم محاسبه شد (۷)

جهت تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ استفاده شد (SAS, ۲۰۰۹). از نرم‌افزار R Studio به

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]

منظور ارزیابی بهتر روابط بین صفات و تجزیه بای‌پلات استفاده شد. سپس تجزیه مولفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای جهت گروه‌بندی و شناسایی اکوتیپ‌ها و همچنین همبستگی پیرسون انجام شد.

جدول ۱- اکوتیپ‌های بابونه مورد استفاده در پژوهش

Table 1. Chamomile populations used in the research

| ردیف | جمعیت‌های غیر ایرانی بابونه | ردیف | جمعیت‌های ایرانی بابونه |
|---|---|---|---|
| ۱ | اسلواکی | ۱۵ | گچساران |
| ۲ | آلمان ۱ | ۱۶ | ایذه ۱ |
| ۳ | هند | ۱۷ | دره شهر |
| ۴ | لهستان | ۱۸ | خرم آباد |
| ۵ | اسلواکی | ۱۹ | ایذه ۲ |
| ۶ | آلمان ۲ | ۲۰ | چرام – بلدان |
| ۷ | چک – اسلواکی | ۲۱ | شیراز – پاکان |
| ۸ | کرواسی | ۲۲ | چرام |
| ۹ | آرژانتین | ۲۳ | اصفهان |
| ۱۰ | آلمان (مصر)۱ | ۲۴ | ایذه ۳ |
| ۱۱ | آلمان (مصر)۲ | ۲۵ | دهدز |
| ۱۲ | آلمان ۳ | | |
| ۱۳ | انگلستان | | |
| ۱۴ | ایتالیا | | |

جدول ۲- نتایج آزمون خاک مزرعه مورد استفاده در کشت اکوتیپ‌های بابونه

Table 2. Results of field soil test used in the cultivation of chamomile ecotypes

| بافت خاک | | | کربن (%) | EC ($ds.m^{-1}$) | pH | پتاسیم (mg/kg) | فسفر (mg/kg) | نیتروژن (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شن(%) | سیلت(%) | رس(%) | | | | | | |
| ۳۴ | ۳۶ | ۳۰ | ۵۳/۱ | ۳۷/۱ | ۳/۸ | ۲۵۰ | ۱/۱۴ | ۱۴۷ |

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات (جدول ۳) نشان داد که اکوتیپ‌های بابونه از نظر همه صفات در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. این نشان‌دهنده تنوع بالای اکوتیپ‌های مورد ارزیابی بوده کـه امکان انتخاب ژنوتیپ‌های مورد نظر براسـاس صـفات مـورد بررسـی و همچنین امکان انجام تجزیه‌های بعدی را میسر می‌سازد. نتایج مربوط به مقایسه میانگین بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع را اکوتیپ‌های اصفهان و ایذه (۲) دارا بودند. بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر گل و عملکرد اسانس را سه اکوتیپ اسلواکی، ایذه (۲) و لهستان به خود اختصاص دادند لازم به ذکر است بیشترین درصد اسانس در بین اکوتیپ‌های فوق مربوط به ایذه (۱) و دره‌شهر از اکوتیپ‌های بومی ایران می‌باشد که نشان از بالا بودن درصد اسانس اکوتیپ‌های بومی ایران در مقایسه با اکوتیپ‌های خارجی در این مطالعه میباشد. براساس نتایج به دست آمده بیشترین میزان روز تا گل‌دهی مربوط به اکوتیپ‌های کرمان، انگلیس و آلمان (۳) بود (جدول ۴). نتایج فوق با نتایج احمدی و همکاران (۲) که بیان کردند در بررسی تنوع ژنتیکی بین ۱۵ توده بابونه در ایران کلیه صفات مورد مطالعه اعم از وزن تر و خشک اندام هوایی، عملکرد اسانس، قطر گل و غیره در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری داشتند هم‌خوانی دارد. همچنین آن‌ها عنوان کردند بیشترین درصد اسانس مربوط به اکوتیپ دهدز بود. در تحقیقی دیگر مهدوی و همکاران (۹) در بررسی شش اکوتیپ بابونه ایرانی و دو اکوتیپ بابونه اروپایی به این نتیجه رسیدند که بابونه‌های ایرانی درصد اسانس بالاتر، قطر گل بزرگتر و دوره گل‌دهی کوتاه‌تری هستند، ولی بابونه‌های اروپایی دارای درصد اسانس کمتر و طول دوره رشد بیشتری هستند که با این نتایج همخوانی دارد. آنها همچنین بیان کردند که اکوتیپ‌های اندیمشک، دشتستان و رامهرمز توانایی تولید ارقام اصلاح شده جدید را دارند. سلوکی و همکاران (۱۶) علت کوتاه‌تر بودن بابونه‌های اروپایی نسبت به بابونه‌های ایرانی شدت فشار انتخاب و گرده افشانی محدود بابونه‌های اروپایی ذکر کرده‌اند. همچنین آن‌ها اظهار داشته‌اند که بابونه‌های اروپایی علیرغم کوتاه‌تر بودن، پتانسیل بیشتری نسبت به تولید عملکرد مناسب و مواد موثره دارویی دارند.

نتایج حاصل از ضرایب همبستگی ساده بین صفات در شکل ۱ ارایه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده همبستگی بین وزن اندام هوایی با ارتفاع ($r=۰/۶۵^{**}$)، قطر گل ($r=۰/۶۰^{**}$)، طول دوره گل‌دهی ($r=۰/۵۱^{*}$) و عملکرد اسانس ($r=۰/۹۱^{**}$) مثبت و معنی‌دار ولی با درصد اسانس ($r=۰/۴۱^{*}$) همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. احمدی و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش کردند که قطر گل و طول دوره گل‌دهی با درصد اسانس بیشترین همبستگی (۰/۶۲) را داشت. محمدی و همکاران (۱۰) در مطالعات خود روی بابونه آلمانی به این نتیجه رسیدند که برای افزایش عملکرد گل خشک در بوته باید وزن تر و خشک ۵۰ گل، شاخص گل‌دهی و تعداد گل در بوته را به‌عنوان معیار انتخاب در نظر گرفت.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در اکوتیپ‌های بابونه

Table 3. Results of analysis of variance of studied traits in chamomile ecotypes

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | روز تا رسیدگی | دوره گلدهی | روز تا گلدهی | عملکرد اسانس | اسانس | وزن خشک | وزن تر | سبزینگی | قطر گل | تعداد گل | ارتفاع |
| بلوک | ۳ | ۱/۱۳۰$^{ns}$ | ۰/۸۱۰$^{ns}$ | ۰/۹۷۰$^{ns}$ | ۴۸/۹۶۲$^{ns}$ | ۰/۰۰۵$^{ns}$ | ۴۵/۴۵۶$^{ns}$ | ۸۵/۹۰۳$^{ns}$ | ۲/۶۴۰$^{ns}$ | ۰/۷۲۳$^{ns}$ | ۱/۳۴۷$^{ns}$ | ۰/۷۸۷$^{ns}$ |
| ژنوتیپ | ۲۴ | ۲۶۱/۷۰$^{**}$ | ۱۵/۰۲۷$^{**}$ | ۱۲۱/۷۹۸$^{**}$ | ۲۱۹۴/۲$^{**}$ | ۰/۰۷۵$^{**}$ | ۵۱۸۱/۴$^{**}$ | ۱۱۰۲۲۳/۴$^{**}$ | ۳۸/۴۶$^{**}$ | ۴/۵۶۸$^{**}$ | ۶/۵۴۳$^{**}$ | ۳۲۰/۶۳$^{**}$ |
| خطا | ۷۲ | ۲۰/۸۳۸ | ۰/۶۴۳ | ۱۰/۵۶۷ | ۴۰/۴۲۴ | ۰/۰۰۴ | ۳۰/۰۰۶ | ۲۲۷/۶۳۹ | ۱/۸۹۰ | ۰/۲۷۷ | ۰/۷۹۱ | ۲۸/۱۹۶ |
| (%) ضریب تغییرات | | ۷/۱۹ | ۱۶/۶۷ | ۸/۰۳ | ۱۴/۶۳ | ۷/۶۷ | ۹/۲۶ | ۵/۷۴ | ۲/۵۶ | ۷/۲۵ | ۱۷/۳ | ۲۱/۲۹ |

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns غیر معنی‌دار است

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در اکوتیپ‌های بابونه

Table 4. Comparison of the mean of studied traits in chamomile ecotypes

| ژنوتیپ | روز تا رسیدگی | دوره گلدهی | روز تا گلدهی | عملکرد اسانس (g/m2) | اسانس (%) | وزن خشک (g/m2) | وزن تر (g/m2) | سبزینگی | قطر گل (mm) | تعداد گل | ارتفاع (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اسلواکی | ۶۹/۷۵±۲/۹۹$^{a}$ | ۶±۰/۰$^{b-e}$ | ۴۳/۷۵±۲/۲۲$^{ab}$ | ۴۳/۹۳±۴/۵۵$^{g}$ | ۰/۷۸±۰/۰۷$^{def}$ | ۵۶/۴۵±۲/۹۷$^{gh}$ | ۲۷۰/۷±۵/۲۲$^{h}$ | ۵۴±۲/۴۵$^{cde}$ | ۷/۹۷±۰/۷۹$^{a-d}$ | ۲±۰/۱$^{g}$ | ۲۴/۲۵±۶/۴$^{d-h}$ |
| آلمان ۱ | ۶۸/۲۵±۲/۹۹$^{a}$ | ۷±۱/۱۵$^{abc}$ | ۴۱/۷۵±۲/۵$^{b}$ | ۴۶/۸±۴/۹۵$^{fg}$ | ۰/۹۱±۰/۰۵$^{bc}$ | ۵۱/۵۳±۳/۳۴$^{hi}$ | ۲۷۶/۱۳±۱۲/۱۸۵$^{h}$ | ۵۲/۵±۱/۷۳$^{efg}$ | ۸/۱۶±۰/۴$^{abc}$ | ۴±۰/۸۲$^{ef}$ | ۲۴/۷۵±۶/۸۵$^{d-g}$ |
| هند | ۵۴/۲۵±۲/۲۲$^{bcd}$ | ۳±۰$^{hi}$ | ۳۵/۷۵±۱/۷۱$^{c}$ | ۴۹/۴±۱۳/۴۳$^{efg}$ | ۰/۶۶±۰/۰۵$^{ghi}$ | ۷۴/۱۳±۱۷/۵۶$^{d}$ | ۲۶۸/۳۸±۱۳/۲۴$^{h}$ | ۵۱/۷۵±۱/۵$^{eg}$ | ۷/۵۶±۰/۳$^{b-e}$ | ۶±۰$^{a-d}$ | ۲۴/۵±۴/۱۲$^{d-h}$ |
| گچساران | ۵۴/۵±۶/۱۴$^{bcd}$ | ۵±۱/۱۵$^{efg}$ | ۳۴±۴/۵۵$^{c}$ | ۴۹/۰۶±۸/۹۶$^{efg}$ | ۰/۷۸±۰/۱۱$^{def}$ | ۶۳/۰۵±۶/۸۸$^{fg}$ | ۲۶۹/۲۵±۵/۶$^{h}$ | ۵۵/۵±۱/۷۳$^{bc}$ | ۸/۲۴±۰/۴۳$^{abc}$ | ۴/۵±۱/۲۹$^{ef}$ | ۳۶/۲۵±۴/۹۲$^{abc}$ |
| ایذه ۱ | ۵۶/۵±۴/۲$^{bcd}$ | ۴±۲/۴۵$^{gh}$ | ۳۶/۲۵±۲/۲۲$^{c}$ | ۱۹/۲±۳/۲۲$^{ijk}$ | ۱/۰۵±۰/۰۳$^{a}$ | ۱۸/۳۵±۲/۹$^{kl}$ | ۲۶۸/۳۸±۱۳/۲۴$^{h}$ | ۵۵/۵±۱/۷۳$^{bc}$ | ۶/۳۵±۱/۴$^{hij}$ | ۵±۲/۸۲$^{b-e}$ | ۱۸±۱۱/۸۹$^{g-j}$ |
| دره شهر | ۵۰±۷/۷$^{d}$ | ۱/۷۵±۰/۵$^{i}$ | ۳۴±۵/۰۳$^{c}$ | ۱۴/۶۸±۶/۰۷$^{i-l}$ | ۱/۰۴±۰/۰۳$^{a}$ | ۱۴/۱۵±۶/۰۱$^{l}$ | ۵۷/۷۳±۲۹/۸۴$^{l}$ | ۵۱/۷۵±۱/۵$^{efg}$ | ۶/۱۵±۰/۲۳$^{ij}$ | ۶/۵±۱/۲۹$^{ab}$ | ۱۳/۵±۱/۷۳$^{ij}$ |
| خرم آباد | ۶۷/۷۵±۱۰/۳۴$^{a}$ | ۲/۵±۰/۵۸$^{i}$ | ۴۶±۷/۳۹$^{ab}$ | ۱۹/۰۶±۵/۱۶$^{ijk}$ | ۰/۷۳±۰/۰۸$^{e-h}$ | ۲۵/۷۳±۴/۴۷$^{jk}$ | ۱۰۵/۱±۱۷/۸۱$^{k}$ | ۵۱±۰$^{g}$ | ۶/۱۸±۰/۲۹$^{ij}$ | ۶/۵±۰/۵۸$^{abc}$ | ۱۶/۵±۰/۵۸$^{g-j}$ |
| لهستان | ۶۹/۷۵±۱/۸۹$^{a}$ | ۷±۰$^{abc}$ | ۴۳±۱/۴۱$^{ab}$ | ۹۰/۳۹±۱۴/۰۸a | ۰/۸۵±۰/۱۱$^{bcd}$ | ۱۰۵/۹±۱۰/۸۸$^{b}$ | ۵۶۸/۳۸±۲۰/۷۵$^{b}$ | ۶۰±۰$^{a}$ | ۸/۰۷±۰/۴۷$^{a-d}$ | ۷±۰$^{a}$ | ۲۸/۵±۷/۱۴$^{c-f}$ |
| ایذه ۲ | ۵۳/۷۵±۴/۹۹$^{bcd}$ | ۷/۲۵±۰/۵$^{ab}$ | ۳۱/۲۵±۳/۳$^{c}$ | ۹۰/۷۴±۵/۴۱$^{a}$ | ۰/۹±۰/۰۵$^{bc}$ | ۱۰۰/۵۳±۵/۳۴$^{b}$ | ۵۴۳±۲/۹۷$^{c}$ | ۵۷±۰$^{b}$ | ۸/۶۱±۰/۴۳$^{a}$ | ۶±۱/۱۵$^{a-d}$ | ۴۲/۲۵±۶/۰۸$^{a}$ |
| اسلواکی | ۶۸/۵±۴/۴۳$^{a}$ | ۵/۲۵±۰/۵$^{efg}$ | ۴۳/۷۵±۲/۸۷$^{ab}$ | ۷۳/۱۳±۱۵/۱۹$^{b}$ | ۰/۴۷±۰/۱$^{k}$ | ۱۵۵/۹۳±۱$^{a}$ | ۶۴۲/۴۸±۲۹/۷۴$^{a}$ | ۵۷±۰$^{b}$ | ۷/۲۳±۰/۵$^{d-g}$ | ۶/۵±۰/۵۸$^{ab}$ | ۳۱/۲۵±۲/۹۹$^{cd}$ |
| آلمان ۲ | ۶۹/۷۵±۷/۱۸$^{a}$ | ۴/۷۵±۰/۹۶$^{efg}$ | ۴۵±۴/۷۶$^{ab}$ | ۶۲±۸/۷۹$^{c}$ | ۰/۷۱±۰/۰۹$^{f-i}$ | ۸۷/۲۳±۸/۱۵$^{c}$ | ۳۱۱/۳۸±۱۶/۰۲$^{g}$ | ۵۱/۷۵±۱/۵$^{efg}$ | ۸/۶۵±۰/۶۳$^{a}$ | ۳/۷۵±۰/۹۶$^{ef}$ | ۲۷/۷۵±۶/۲۴$^{c-f}$ |
| چک – اسلواکی | ۵۶/۷۵±۳/۹$^{bcd}$ | ۶±۰$^{b-e}$ | ۳۴/۵±۲/۳۸$^{c}$ | ۵۰/۹۲±۲/۷۵$^{d-g}$ | ۰/۷۲±۰/۰۳$^{f-i}$ | ۷۱/۰۳±۲/۳۸$^{def}$ | ۳۶۹/۱۸±۱۱/۱۲$^{ef}$ | ۴۸±۰$^{h}$ | ۶/۹۷±۰/۵۱$^{e-i}$ | ۷±۱/۱۵$^{a}$ | ۳۳/۷۵±۲/۳۶$^{bc}$ |
| چرام – بلدان | ۵۴±۳/۹۲$^{bcd}$ | ۱/۷۵±۰/۵$^{i}$ | ۳۶/۷۵±۲/۳۶$^{c}$ | ۱۲/۰۱±۱/۶۶$^{jkl}$ | ۰/۹±۰/۱۳$^{bc}$ | ۱۳/۳۸±۰/۳$^{l}$ | ۶۶/۱۳±۲۲/۶۷$^{l}$ | ۵۱±۰$^{g}$ | ۵/۸±۰/۱۴$^{jk}$ | ۷±۱/۱۵$^{a}$ | ۱۲±۲/۹۴$^{j}$ |
| کرواسی | ۵۷/۵±۱/۹۱$^{bcd}$ | ۴/۲۵±۰/۵$^{gh}$ | ۳۶/۷۵±۱/۲۶$^{c}$ | ۲۰/۳۸±۱/۳۷$^{ij}$ | ۰/۷۵±۰/۰۳$^{efg}$ | ۲۷/۳۳±۱/۴۸$^{j}$ | ۱۱۹/۸۸±۶/۶$^{k}$ | ۴۸±۰$^{h}$ | ۶/۵۴±۰/۶۳$^{g-j}$ | ۴±۰/۸۲$^{ef}$ | ۲۰/۷۵±۲/۹۹$^{f-j}$ |
| شیراز – پاکان | ۶۱/۲۵±۴/۳۵$^{b}$ | ۷±۰$^{abc}$ | ۳۶/۷۵±۳/۱$^{c}$ | ۴۸/۹±۴/۹۹$^{efg}$ | ۰/۸۲±۰/۰۳$^{cde}$ | ۵۹/۸۸±۶/۳۶$^{g}$ | ۲۶۶/۹±۲۸/۴$^{h}$ | ۵۲/۵±۱/۷۳$^{efg}$ | ۸/۲۹±۰/۳۵$^{ab}$ | ۵±۰$^{b-e}$ | ۳۵/۷۵±۷/۱۴$^{abc}$ |
| چرام | ۷۰/۵±۱/۹۱$^{a}$ | ۳±۰$^{hi}$ | ۴۷/۲۵±۱/۵$^{a}$ | ۷/۸۳±۳/۴۴$^{l}$ | ۰/۷۲±۰/۰۲$^{f-i}$ | ۱۰/۸۸±۴/۷$^{l}$ | ۷۵/۰۳±۰/۲۹$^{l}$ | ۵۱±۰$^{g}$ | ۴/۹±۰/۸۶$^{k}$ | ۶/۵±۰/۵۸$^{abc}$ | ۱۲/۵±۱/۲۹$^{j}$ |
| اصفهان | ۶۰±۳/۹۲$^{bc}$ | ۷±۰$^{abc}$ | ۳۵/۷۵±۲/۹۹$^{c}$ | ۴۱/۳۶±۳/۲۸$^{gh}$ | ۰/۹۵±۰/۰۲$^{b}$ | ۴۳/۸±۴/۳۳$^{i}$ | ۲۰۹/۰۸±۳/۴۴$^{i}$ | ۵۴±۰$^{cde}$ | ۸/۶۴±۰/۴۹$^{a}$ | ۶±۰$^{a-d}$ | ۴۰/۷۵±۵/۸۵$^{ab}$ |
| آرژانتین | ۷۱/۵±۳/۱۱$^{a}$ | ۴/۵±۱$^{fg}$ | ۴۶/۵±۲/۰۸$^{ab}$ | ۶۰/۱۳±۴/۱۹$^{cd}$ | ۰/۵۶±۰/۰۲$^{jk}$ | ۱۰۸/۱۵±۱/۵۹$^{b}$ | ۴۵۰/۸۵±۱۹/۰۴$^{d}$ | ۵۴±۰$^{cde}$ | ۷/۴۱±۰/۴۲$^{c-f}$ | ۵±۰$^{b-e}$ | ۲۷/۵±۴/۱۴$^{c-f}$ |
| ایذه ۳ | ۵۵/۷۵±۰/۹۶$^{bcd}$ | ۴±۰$^{gh}$ | ۳۵/۷۵±۰/۹۶$^{c}$ | ۲۳/۹۶±۲/۳۹$^{i}$ | ۰/۷۱±۰/۰۴$^{f-i}$ | ۳۳/۶۸±۲/۶۴$^{j}$ | ۱۲۳/۰۵±۶/۶$^{k}$ | ۵۴±۰$^{cde}$ | ۶/۱۶±۰/۳۶$^{ij}$ | ۵±۰$^{b-e}$ | ۱۵/۷۵±۲/۲۲$^{hij}$ |
| انگلستان | ۷۴/۵±۴/۳۶$^{a}$ | ۵/۷۵±۱/۸۹$^{cef}$ | ۴۷/۵±۱/۴۶$^{a}$ | ۴۵/۰۲±۲/۰۶$^{fg}$ | ۰/۶۳±۰/۰۴$^{ij}$ | ۷۱/۵±۱/۲۴$^{de}$ | ۲۷۷/۶±۹/۷۵$^{h}$ | ۵۵/۵±۳$^{bc}$ | ۶/۵۸±۰/۲۸$^{f-j}$ | ۵/۲۵±۰/۵$^{b-e}$ | ۲۲/۲۵±۵/۹۱$^{e-h}$ |
| آلمان ۳ | ۶۹/۷۵±۶/۸۵$^{a}$ | ۲/۲۵±۰/۵$^{i}$ | ۴۷/۵±۵/۰۷$^{a}$ | ۳۴/۲۶±۱/۲۵$^{h}$ | ۰/۷±۰/۰۲f-i | ۴۸/۹۵±۱/۷۶$^{hi}$ | ۱۷۶/۹±۶/۲۸$^{j}$ | ۶۰±۰$^{a}$ | ۷/۱۲±۰/۵۷$^{e-h}$ | ۴/۵±۰/۵۸$^{ef}$ | ۱۷±۵/۴۸$^{g-j}$ |
| آلمان (مصر)۱ | ۶۹±۱/۴۱$^{a}$ | ۲/۲۵±۰/۵$^{i}$ | ۴۷±۰/۸۲$^{ab}$ | ۵۴/۳۸±۲/۶$^{c-f}$ | ۰/۸۵±۰/۰۴$^{cd}$ | ۶۴/۳۳±۱/۵۸$^{efg}$ | ۲۶۸/۲۳±۵/۲۴$^{h}$ | ۵۵/۵±۳$^{bcd}$ | ۸/۰۵±۰/۶۵$^{a-d}$ | ۳/۲۵±۰/۵$^{fg}$ | ۲۱/۵±۱/۷۳$^{f-i}$ |
| ایتالیا | ۷۴/۲۵±۲/۳۶$^{a}$ | ۸±۰$^{a}$ | ۴۵±۱/۴۱$^{ab}$ | ۶۰/۵۴±۲/۳$^{cd}$ | ۰/۷۷±۰/۰۳$^{def}$ | ۷۸/۸±۰/۹$^{d}$ | ۳۸۴/۹۸±۱۶/۱$^{e}$ | ۵۵/۵±۳$^{bcd}$ | ۸/۶۳±۰/۲۲$^{a}$ | ۴±۰$^{ef}$ | ۳۲/۵±۳$^{bcd}$ |
| دهدز | ۵۳/۵±۱/۷۳$^{cd}$ | ۴±۰$^{gh}$ | ۳۴±۱/۱۵$^{c}$ | ۹/۴۸±۰/۳۲$^{kl}$ | ۰/۶۵±۰/۰۱$^{hi}$ | ۱۴/۶۵±۰/۵۲$^{l}$ | ۶۲/۱۵±۲/۱۳$^{l}$ | ۵۱±۰$^{g}$ | ۵/۸۹±۰/۳$^{j}$ | ۴±۰/۸۲$^{ef}$ | ۱۳/۲۵±۲/۸۷$^{ij}$ |
| آلمان (مصر)۲ | ۷۴/۷۵±۱/۵$^{a}$ | ۷±۰$^{abc}$ | ۴۶/۲۵±۰/۹۶$^{ab}$ | ۵۸/۳۳±۱/۸۲$^{cde}$ | ۰/۷۳±۰/۰۱$^{e-h}$ | ۷۹/۴±۲/۰۸$^{d}$ | ۳۴۹/۳۸±۱/۰۶$^{f}$ | ۵۴±۰$^{cf}$ | ۷/۱۴±۰/۳۳$^{e-h}$ | ۵±۰/۸۲$^{b-e}$ | ۳۰/۷۵±۷/۱۴$^{cde}$ |

در هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ ندارند

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]

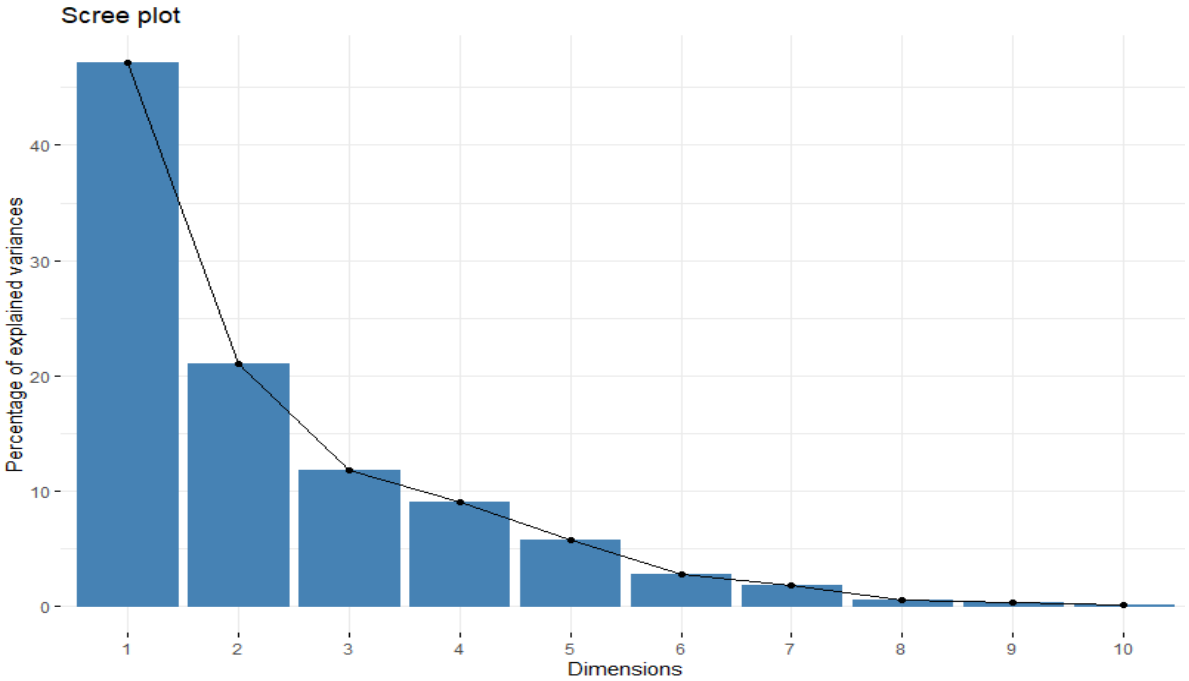



شکل ۱- همبستگی پیرسون بین صفات مورد بررسی در اکوتیپ‌های بابونه
Figure 1. Pearson correlation between studied traits in chamomile ecotypes

از آنجا که ضرایب همبستگی ممکن است به تنهایی اطلاعات کاملی در مورد روابط صفات مختلف فراهم نکند و با توجه به مزایای مختلف تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره، برای درک عمیق ساختار داده‌ها، در مطالعه حاضر از تحلیل عاملی استفاده شد. تجزیه به عامل‌ها، با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی و بر مبنای مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ صرف نظر از علامت مربوطه، به‌عنوان ضرایب معنی‌داری پس از چرخش وریماکس انجام شد.

بر اساس نتایج به دست آمده که در شکل (۲) مشخص است مولفه اول، دو و سوم به ترتیب با توجیه ۴۷/۱۴، ۲۰/۹۸ و ۱۱/۷۳ بیشترین تنوع موجود بین صفات را توجیه کردند و این سه عامل در کل ۷۹/۸۵ درصد از تنوع موجود را نشان دادند (جدول ۶). عامل اول که ۴۷/۱۴ درصد از کل تغییرات را تشکیل داد دارای ضرایب عاملی مثبت برای صفات ارتفاع، قطر گل، وزن خشک و تر اندام هوایی، عملکرد اسانس و طول دوره گل‌دهی بود. صفات قرار گرفته در این عامل همبستگی بالایی با عملکرد اسانس داشتند. عامل دوم که ۲۰/۹۸ درصد از تغییرات داده‌ها را به خود اختصاص داد شامل صفات روز تا گل‌دهی و رسیدگی و درصد اسانس بود. از آنجایی‌که روز تا گل‌دهی و رسیدگی دارای همبستگی منفی با درصد اسانس بود با افزایش تعداد روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی میزان درصد اسانس کاهش می‌یابد و انتخاب بر اساس این عامل منجر به ایجاد گیاهانی با دوره رشد طولانی‌تر و درصد اسانس پایین‌تر خواهد شد (جدول ۵). احمدی و همکاران (۲) با انجام تجزیه و تحلیل عامل اول ۵۹٪ تغییرات رو توجیه کرد و صفات درصد اسانس، عملکرد، قطر گل و ارتفاع در این مولفه قرار گرفتند. عادلی و همکاران (۱) در مطالعه‌ای به منظور بررسی تنوع ژنتیکی شش توده بابونه با استفاده از تجزیه به عامل‌ها، دریافتند که چهار عامل اول جمعاً ۹۵/۶۶٪ از تغییرات کل را توجیه کردند و بیشترین ضرایب مثبت وزن تر خشک و عملکرد گل بود.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]




شکل ۲- واریانس توجیه شده توسط مولفه اول تا دهم در تجزیه به مولفه‌های اصلی
Figure 2. Variance justified by the first to tenth components in principal component analysis

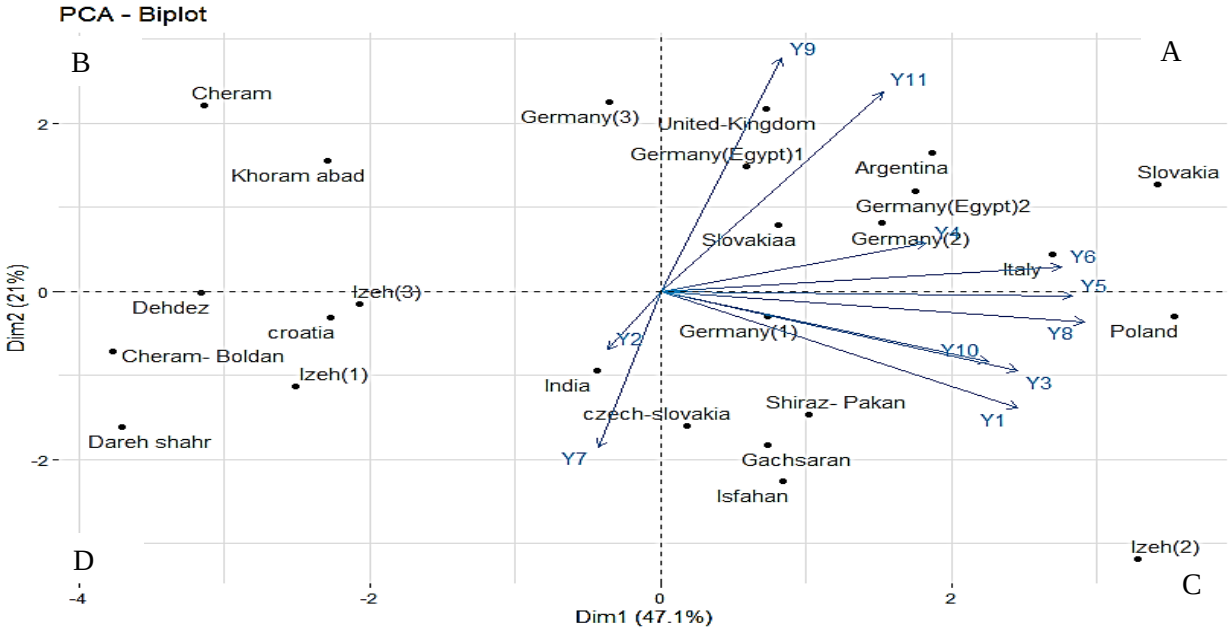
جدول ۵- تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات مورد مطالعه
Table 5. Principal component analysis for the studied traits

| صفات | فاکتور اول | فاکتور دوم | فاکتور سوم |
|---|---|---|---|
| ارتفاع | ۰/۹۰۳ | -۰/۲۱۱ | ۰/۰۴۹ |
| تعداد گل‌ها | -۰/۰۱۱ | -۰/۱۴۹ | -۰/۸۷۷ |
| قطر گل‌ها | ۰/۸۴۴ | -۰/۱۱۵ | ۰/۴۱۸ |
| سبزینگی | ۰/۵۲۰ | ۰/۳۴۹ | ۰/۰۶۶ |
| وزن تر | ۰/۹۰۹ | ۰/۲۸۱ | -۰/۲۲۵ |
| وزن خشک | ۰/۸۵۳ | ۰/۳۸۵ | -۰/۲۳۴ |
| میزان اسانس | ۰/۰۲۷ | -۰/۶۶۲ | ۰/۲۷۴ |
| عملکرد اسانس | ۰/۹۵۷ | ۰/۱۷۱ | -۰/۰۵۶ |
| روز تا گل دهی | ۰/۰۰۷ | ۰/۹۳۴ | ۰/۲۱۲ |
| دوره گل دهی | ۰/۷۷۹ | -۰/۰۸۱ | ۰/۲۴۶ |
| روز تا رسیدگی | ۰/۲۴۸ | ۰/۸۶۴ | ۰/۲۹۱ |
| مقادیر ویژه | ۵/۱۸۶ | ۲/۳۰۸ | ۱/۲۹۱ |
| واریانس (%) | ۴۷/۱۴۱ | ۲۰/۹۸۴ | ۱۱/۷۳۳ |

با توجه به این که در شرایط موجود، صفات وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد اسانس، طول دوره رشد و عملکرد اسانس بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند، از این دو عامل جهت به دست آوردن پراکنش و شناسایی اکوتیپ‌های برتر بر اساس نمودار بای‌پلات استفاده شد.

بر اساس نتایج به دست آمده بر اساس شکل ۳ که تجزیه بای‌پلات بر اساس دو مولفه اصلی اول و دوم را نشان می‌دهد اکوتیپ‌های اسلواکی، ایتالیا، آلمان، آرژانتین، آلمانی-مصری و انگلیس در ناحیه A قرار گرفتندکه از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند، یعنی‌هم بیوماس اندام هوایی و هم طول دوره رشد بالاتری را دارا بودند در حالی که از نظر درصد اسانس پایین تر بودند. ژنوتیپ‌های قرار گرفته در ناحیه C مانند ایذه (۲)، اصفهان، گچساران، آلمان (۱) و لهستان که عموما اکوتیپ‌های بومی ایران بوده و از نظر مولفه اول مثبت و از نظر مولفه دوم منفی می‌باشند یعنی این اکوتیپ‌ها دارای وزن تر و خشک اندام هوایی نسبتا بالا و درصد اسانس بالایی می‌باشند. اکوتیپ‌های قرار گرفته در ناحیه D مانند دره‌شهر و ایذه (۱) اکوتیپ‌هایی با درصد اسانس خیلی بالا می‌باشند.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]

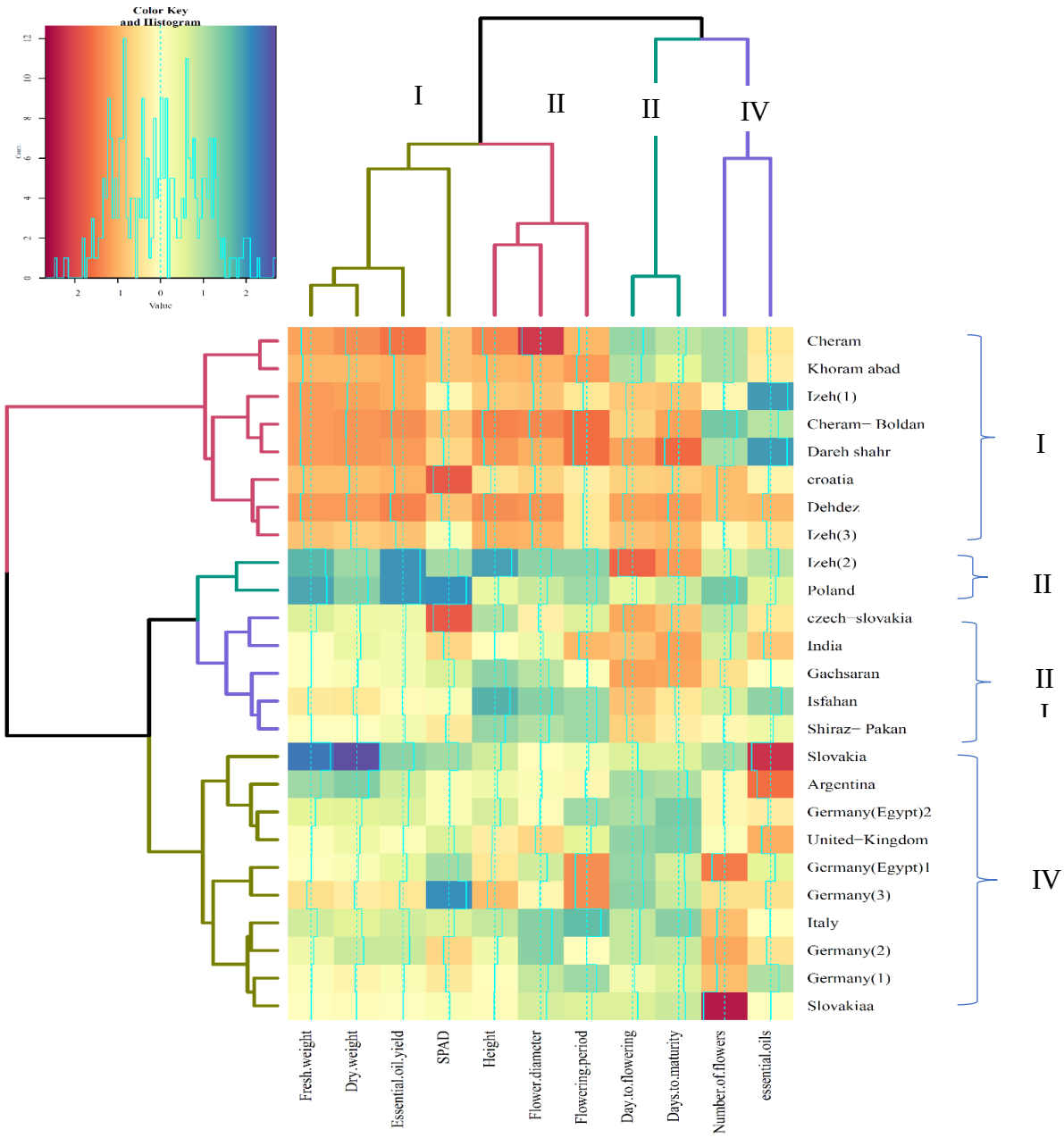



شکل ۳- نمایش بای‌پلات ۲۵ اکوتیپ بابونه بر اساس دو مؤلفه اول و دوم
Figure 3. Bio plate display of 25 chamomile ecotypes based on the first and second components

تجزیه خوشه‌ای هم براساس اکوتیپ‌ها و همچنین بر اساس صفات به روش Ward و با استفاده از مربع فاصله اقلیدوسی انجام شد. اکوتیپ‌های مورد نظر در چهار گروه قرار گرفتند (شکل ۳). گروه‌های یک، دو، سه و چهار به‌ترتیب دارای هشت، دو، پنج و ده اکوتیپ بودند. تجزیه خوشه‌ای، صفات اندازه‌گیری شده را نیز در چهار گروه دسته‌بندی کرد، به طوری‌که در گروه یک، دو، سه و چهار به ترتیب چهار، سه، دو و دو صفت قرار گرفتند (شکل ۴).

اکوتیپ‌های اسلواکی، ایتالیا، آلمان، آرژانتین، آلمانی–مصری و انگلیس در گروه چهار قرار گرفتند که با توجه به مقایسه میانگین صفات هم بیوماس اندام هوایی و هم طول دوره رشد بالاتری را دارا بودند در حالی که از نظر درصد اسانس پایین‌تر بودند اکوتیپ‌های قرار گرفته شده در این گروه اکوتیپ‌های انتخاب شده در قسمت A نمودار بای‌پلات بودند. اکوتیپ‌هایی مانند اصفهان، شیراز، گچساران، هندی و چک در گروه سه قرار گرفتند که هم وزن اندام هوایی و هم درصد اسانس نسب خوبی داشتند یعنی این اکوتیپ‌ها دارای وزن تر و خشک اندام هوایی نسبتا بالا و درصد اسانس بالایی می‌باشند. اکوتیپ‌های قرار گرفته در گروه یک مانند دره‌شهر، ایذه (۱) و غیره، اکوتیپ‌هایی با درصد اسانس نسبتا بالا و وزن اندام هوایی پایینی بودند. دو اکوتیپ ایذه (۲) و لهستان جز اکوتیپ‌هایی با وزن اندام هوایی بسیار بالا، قطر گل زیاد و درصد اسانس نسبتا بالایی هستند که به تنهایی در گروه دوم قرار گرفتند که در ناحیه C بای‌پلات قرار گرفتند. تجزیه خوشه‌ای صفات نشان داد که وزن تر و خشک اندام هوایی، عملکرد اسانس و شاخص سبزینگی در گروه اول که همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز با هم داشتند؛ ارتفاع، قطر گل و طول دوره گل‌دهی در گروه دوم؛ روز تا گل‌دهی و رسیدگی در گروه سوم و درصد اسانس و تعداد گل در بوته در گروه چهارم قرار گرفتند (شکل ۶). احمدی و همکاران (۲) در بررسی تنوع ژنتیکی بین ۲۵ توده بابونه و انجام تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، جمعیت‌ها را به سه گروه تقسیم‌بندی کرد که از توزیع جغرافیایی پیروی نمی‌کنند. سلوکی و همکاران (۱۶) نیز با بررسی ۲۰ توده ژنتیکی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران و اروپا، اکوتیپ‌ها را در چهار گروه طبقه‌بندی کردند و گزارش کرده‌اند که بین تنوع ژنتیکی و جغرافیایی الگوپذیری مشخصی مشاهده نگردید. علت پیروی نکردن تنوع جغرافیایی از گوناگونی ژنتیکی، احتمالا به علت تشابه نسبی شرایط محیطی و اکولوژیکی شهرهای محل جمع‌آوری نمونه‌ها و نیز انتقال ژرم‌پلاسم بین مناطق مختلف می‌باشد. در تحقیقی دیگر تسیولیکا و همکاران (۱۸) بابونه‌های بومی یونان را با اساس خصوصیات مورفولوژیک، فنولوژیک و اسانس در چهار گروه طبقه‌بندی کرد.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]




شکل ۴- دندوگرام حاصل از گروه‌بندی‌های ۲۵ اکوتیپ بابونه، براساس صفات مور بررسی با استفاده از روش Ward
Figure 4. Dandrogram of cluster analysis of 25 chamomile ecotypes based on traits using Ward′s method

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که صفات درصد اسانس، قطر گل، تعداد گل و وزن اندام هوایی از جمله صفات مهم و تاثیرگذار بر عملکرد اسانس بودند. با توجه به اینکه تنوع برای این صفات در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد، بنابراین غربالگری به‌منظور افزایش این صفات می‌تواند باعث افزایش عملکرد شود. بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر گل و عملکرد اسانس را سه اکوتیپ اسلواکی، ایذه (۲) و لهستان به خود اختصاص دادند ولی بیشترین درصد اسانس را اکوتیپ ایذه (۱) و دره شهر دارا بودند.

تجزیه به عامل‌ها، با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی و بر مبنای مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ انجام شد. بر اساس

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]

نتایج به دست آمده، عامل اول دارای ضرایب عاملی مثبت برای صفات ارتفاع، قطر گل، وزن خشک و تر اندام هوایی، عملکرد اسانس و طول دوره گل‌دهی بود. صفات قرار گرفته در این عامل همبستگی بالایی با عملکرد اسانس داشتند. پس از ترسیم بای‌پلات بر اساس دو مولفه، اکوتیپ‌های ایذه (۲) و لهستان به عنوان اکوتیپ‌های برتر شناسایی شدند. تجزیه خوشه‌ای اکوتیپ‌های مورد نظر را در چهار گروه طبقه‌بندی کرد، که در تمایز اکوتیپ‌ها بر اساس صفات موردنظر به‌صورت مطلوب عمل کرد و پراکنش اکوتیپ‌ها بر اساس نمودار بای‌پلات را تایید می‌کرد.

## منابع

1. Adeli, N., M.A. Alizadeh, A.A. Mohammadi and A. Jafari. 2015. Evaluation of morphologic and phenologic traits and essential oil yield of some populations of chamomile (Anthemis haussknechtii). Journal of Agronomy, 106(28): 185-192.
2. Ahmadi, F., M. Modarresi and M.A. Kohanmoo. 2018. A study on the genetic diversity of different populations of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) using morphological traits and essential oil percentage. Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 34(1): 115-130.
3. Bin Zakaria, M. 2010. Traditional Malay medicinal plants. ITBM. 185.
4. Gedif, T. and H.J. Hahn. 2002. Herbalists in Addis Ababa and Butajira, Central Ethiopia: Mode of service delivery and traditional pharmaceutical practice. Ethiopian Journal of Health Development, 16(2): 183-189.
5. Ghanavati, M., S. Houshmand, H. Zainali and F. Abrahimpour. 2010. Chemical Composition of the Essential Oils of Matricaria recutita L. Belonging to Central and South Parts of Iran. Journal Medicinal Plants, 9(34): 102-108.
6. Hassanpour, H. and M. Ghanbarzadeh. 2021. Induction of cell division and antioxidative enzyme activity of *Matricaria chamomilla* L. cell line under clino-rotation. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 146: 215-224.
7. Le, N.T., M.G. Donadu, D.V. Ho, T.Q. Doan, A.T. Le, R. Ain and H. Thi. 2020. Biological activities of essential oil extracted from leaves of Atalantia sessiflora Guillauminin Vietnam, 14(9): 1054-1064.
8. Matsumoto, T. 2017. Cryopreservation of plant genetic resources: conventional and new methods. Reviews in Agricultural Science, 5: 13-20.
9. Mavandi, P., M.H. Assareh, A. Dehshiri, H. Rezadoost and V. Abdossi. 2021. Evaluation of morphophysiological traits and essential oil production in Iranian genotypes and foreign varieties of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) through multivariate analyses. Scientia Horticulturae, 282: 110017.
10. Mohammadi, R., H. Dehghani and H. Zainali. 2014. Study the genetic diversity of different chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) landraces using morphological and phonological traits. Journal of Agronomy, 27(105): 74-63.
11. Mohammadi, S.A. and M.B. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants, salient statistical tools and considerations. Crop Science. 43(4): 1235-1248.
12. Otto, L.G., P. Mondal, J. Brassac, S. Preiss, J. Degenhardt, S. He and T.F. Sharbel. 2017. Use of genotyping-by-sequencing to determine the genetic structure in the medicinal plant chamomile and to identify flowering time and alpha-bisabolol associated SNP-loci by genome-wide association mapping. BMC genomics, 18(1): 599.
13. Paradiso, V.M., C. Summo, A. Trani and F. Caponio. 2008. An effort to improve the shelf life of breakfast cereals using natural mixed tocopherols. Journal of Cereal Science, 47(2): 322-330.
14. Pirkhezri, M., M.E. Hassani and J. Hadian. 2010. Genetic Diversity in Different Populations of Matricaria chamomilla L. Growing in Southwest of Iran, Based on Morphological and RAPD Markers. Research Journal of Medicinal Plants, 4: 1-13.
15. Šalamon, I., M. Ghanavati and F. Abrahimpour. 2010. Potential of Medicinal Plant Production in Iran and Variability of Chamomile (*Matricaria recutita* L.) Essential Oil Quality, Journal of Essential Oil Bearing Plants, 13(5): 638-643
16. Solouki, M., H. Mahdikhani and H. Zeinali. 2013. Study the genetic diversity of chamomile landraces (*Matricaria aurea* L.) Sch. Bip.) Using random and semi-random primers. Journal of Crop Breeding. 5(11): 69-82.
17. Tirillini, B., R. Pagiotti, L. Menghini and G. Pintore. 2006. Essential oil composition of ligulate and tubular flowers and receptacle from wild Chamomilla recutita (L.) Rausch grown in Italy. Journal of Essential Oil Research, 18(1): 42-45.
18. Tsivelika, N., E. Sarrou, K. Gusheva, C. Pankou, T. Koutsos, P. Chatzopoulou and A. Mavromatis. 2018. Phenotypic variation of wild Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) populations and their evaluation for medicinally important essential oil. Biochemical systematics and ecology, 80: 21-28.
19. Zeinali, H., M. Tavassoli, V. Mozaffarian, F. Sefidkon, M.B. Rezaei and L. Safaei. 2007. Study the German chamomile genotypesin terms of flower yield and its components. 3th Congress on Medicinal Plants, 34(3): 24-25.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]

# Investigation of Genetic Diversity in some Chamomile Genotypes (*Matricaria Chamomilla* L.) using Morphological, Phenological and Essential Oil Traits

**Mehdi Ghanavati[1], Sadollah Houshmand[2], Sebastian Albrecht[3] and Lars-Gernot Otto[4]**

1- PhD Student, Biotechnology and plant breeding, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran, (Corresponding author: m_ghanavati@pnu.ac.ir)
2- Professor, Biotechnology and plant breeding, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran
3- Pharma plant - Medicinal and Aromatic Plant Research and Seed Production GmbH, Artern, Germany
4- Assistant Professor, Department of Breeding, IPK Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research Research, Gatersleben, Germany
Received: 21 August 2021 Accepted: 2 January 2022

**Extended Abstract**

**Introduction and Objective:** Medicinal plants have many applications in the treatment of humans, among which chamomile is one of the most valuable and widely used medicinal plants in the world. One of the most important breeding programs is the recognition of genetic diversity for the initial evaluation of plant masses. For this purpose, a study of genetic diversity and classification of experimental chamomile ecotypes was designed and implemented.

**Material and Methods:** 25 native and foreign ecotypes of chamomile were evaluated in a randomized complete block design with four replications in the research farm of German Pharmaplant. Some of these ecotypes were collected from their natural growing areas and some were chamomile cultivars. For this purpose, some morphological, phenological and essential traits were evaluated.

**Results:** The results of analysis of variance showed that the difference between ecotypes in terms of all traits was significant at the level of 1% probability and showed great genetic diversity between traits. The results of phenotypic correlations and comparison of the mean of the studied traits showed that the traits of essential oil percentage, flower diameter, number of flowers and shoot weight were among the important and effective traits on essential oil yield. Slovakia, Izeh (2) and Poland had the highest fresh and dry shoot weight, flower diameter and essential oil yield, but Izeh (1) and Darrehshahr had the highest percentage of essential oil. According to the results of factor analysis, three factors were selected that explained 85.79% of the changes. The first factor, which justified the highest percentage of data changes, was named as the essential oil yield factor, which after drawing a biplot based on two components, Izeh (2) and Poland ecotypes were identified as superior ecotypes. Cluster analysis also classified the ecotypes into four groups, which performed well in differentiating the ecotypes based on the desired traits, and confirmed the distribution of the ecotypes based on the biplot diagram.

**Conclusion:** The results showed that the essential oil percentage, flower diameter, number of flowers and shoot weight were important and effective traits on essential oil yield. Due to the fact that diversity for these traits was observed among the studied ecotypes, so screening to increase these traits can increase yield. Slovakia, Izeh (2) and Poland had the highest fresh and dry shoot weight, flower diameter and essential oil yield, but Izeh (1) and Darrehshahr ecotypes had the highest percentage of essential oil.

**Keywords:** Genetic diversity, Cluster analysis, Principal component analysis, Yield and percentage of essential oil

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOI: 10.52547/jcb.14.41.19 ]