Archive of SID

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2018.110445.2013
جلد ۳۴، شماره ۱، صفحه ۱۳۰-۱۱۵ (۱۳۹۷)

بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مختلف بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) با استفاده از صفات مورفولوژیک و درصد اسانس

فرشته احمدی[۱]، محمد مدرسی[۲*] و محمد امین کهن‌مو[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

پست الکترونیک: modarresi@pgu.ac.ir

۳- استادیار، گروه به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶ تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۶

چکیده

با وجود اهمیت گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) 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. این پژوهش با هدف بررسی تنوع ژنتیکی ۱۵ توده بابونه آلمانی براساس خصوصیات مورفولوژیک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام و صفات ارتفاع، قطر گل، قطر نهنج، وزن تر گل، وزن خشک گل، زی‌توده تر، زی‌توده خشک، شاخص گلدهی، درصد اسانس و درصد کامازولن مورد بررسی و تجزیه واریانس قرار گرفت. جمعیت‌ها از نظر تمامی صفات اختلاف معنی‌دار ($P\leq0.01$) داشتند. تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفات زی‌توده تر، زی‌توده خشک و درصد کامازولن بیش از ۶۰٪ بدست آمد. وراثت‌پذیری صفات درصد کامازولن (۹۴/۰۴)، زی‌توده تر (۹۳/۰۹)، ارتفاع گیاه (۹۰/۵۹)، قطر گل (۸۶/۵۲)، وزن خشک گل (۸۴/۱۵) و زی‌توده خشک (۸۳/۰۸) مقادیر قابل توجهی بدست آمد. بالاترین و کمترین زی‌توده خشک مربوط به جمعیت‌های همدان و اورآ به‌ترتیب با ۹۷۰۰ و ۷۵۳ کیلوگرم در هکتار بود. بالاترین درصد کامازولن و درصد اسانس به‌ترتیب از جمعیت دهرود (۱۴/۱۰)، جم و ریز (۰/۶۱) بدست آمد. قطر گل بالاترین همبستگی (۰/۶۲) با درصد اسانس داشت. عملیات تجزیه رگرسیون گام به گام برای درصد اسانس به‌عنوان متغیر وابسته انجام شد که به‌ترتیب چهار صفت قطر گل، ارتفاع، وزن تر و خشک گل وارد مدل شدند که ۵۹٪ تغییرات را توجیه کردند. در تجزیه علّیت برای درصد اسانس به‌عنوان متغیر وابسته، بیشترین اثر مستقیم مربوط به وزن تر گل (۱/۰۹) و بیشترین اثر غیرمستقیم مربوط به وزن تر گل از طریق وزن خشک گل (۱/۰۶) بود. نتایج تجزیه خوشه‌ای، جمعیت‌های مورد بررسی را در سه گروه قرار داد که گروه‌بندی آنها از توزیع جغرافیایی پیروی نمی‌کرد.

واژه‌های کلیدی: جمعیت‌های بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، زی‌توده، درصد اسانس، رگرسیون گام به گام، تجزیه علّیت.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) به‌عنوان یک گیاه دارویی گیاهی علفی، یک‌ساله، از تیره کاسنی و بومی منطقه مدیترانه است که منشأ آن را آسیای صغیر گزارش کرده‌اند (Applequist, 2002). امروزه پراکندگی وسیعی از جنس‌های مختلف بابونه در اروپا، آسیای صغیر، آفریقای شمالی، آمریکای شمالی و جنوبی و استرالیا وجود دارد. مواد مؤثره بابونه در اسانس آن بوده که خواص درمانی زیادی مانند آرام‌بخشی، ضد اسپاسم، تحریک‌کننده گلبول‌های سفید خون و تقویت سیستم دفاعی بدن، خاصیت ضد باکتری‌های گرم مثبت و ضد حساسیت برای آن ذکر شده‌است (Pirkhezri *et al*., 2008). بابونه آلمانی از پرفروش‌ترین گیاهان دارویی در عرصه تجارت جهانی است که علت آن نیز ناشی از کاربردهای فراوان آن در صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی است (Solouki *et al*., 2013).

با وجود اهمیت گیاه دارویی بابونه آلمانی 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. 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 (Noori *et al*., 2012). آگاهی از میزان تنوع ژنتیکی یکی از پایه‌های اصلی به‌نژادی است، به‌نحوی که به‌نژادی هر گیاه بر پایه وجود تنوع ژنتیکی و گزینش بنا نهاده شده است (Pandey *et al*., 2008). یکی از این ابزارهای مناسب، کارا، ارزان و در دسترس برای تمایز بین افراد، استفاده از خصوصیات ظاهری و فیتوشیمی است (Noori *et al*., 2012). به‌عبارتی تفاوت‌های موجود در بین ردیف‌های بازی DNA موجودات زنده در ظاهر افراد نیز قابل بروز است که به‌عنوان نشانگرهای مورفولوژیک برای تمایز افراد قابل استفاده است. صفات مورفولوژیکی که عمدتاً توسط یک ژن کنترل می‌شوند، می‌توانند به‌عنوان نشانگرهای ژنتیکی نیز مورد استفاده قرار بگیرند. وجود تنوع ژنتیکی و ارزیابی صفات مهم، متخصصان به‌نژادی گیاهی را قادر می‌سازد تا با استفاده از تنوع موجود، توده یا ژنوتیپ با عملکرد بالا و سازگاری بیشتر به تغییرات محیطی را شناسایی، انتخاب و یا تولید نماید (Omidbaigi, 2000). 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 (Kameswara Rao, 2004).

در 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 Pirkhezri و همکاران (۲۰۰۸) 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. در پژوهشی دیگر D'Andrea (۲۰۰۲) به بررسی تنوع مورفولوژیک، عملکرد و ترکیب‌های مؤثره اسانس دو رقم دیپلوئید و دو رقم تتراپلوئید بابونه آلمانی پرداخت و صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، قطر گل و عملکرد اسانس را در مرحله گلدهی کامل اندازه‌گیری کرد. در این تحقیق ارقام مورد مطالعه برای تمامی صفات بجز درصد اسانس تفاوت معنی‌داری نشان دادند. Zeinali و همکاران (۲۰۰۷) به ارزیابی تعدادی ژنوتیپ‌های 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 زبانه‌ای دارای حداقل تنوع و صفات عملکرد گل خشک و تر و تعداد گل در هر بوته دارای بیشترین تنوع بودند. Solouki و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی جمعیت‌های مختلف بابونه آلمانی در منطقه اصفهان نشان دادند که صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی، تعداد گل در بوته و مقدار اسانس تنوع فنوتیپی بالا، ولی

www.SID.ir

Archive of SID

صفات فنولوژیک از تنوع پایینی برخوردار بودند. Mohammadi (۲۰۰۸) در بررسی ۳۲ جمعیت بابونه آلمانی گزارش کرد که صفات مقدار اسانس، شاخص گلدهی، عملکرد اقتصادی، تعداد گل در بوته و تعداد ساقه فرعی گل‌دهنده به‌ترتیب 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 ۵۰ گل، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی نسبت به سایر صفات بالاتر بود. ایشان همچنین گزارش کرد که این جمعیت‌ها براساس تجزیه خوشه‌ای، در چهار گروه مختلف قرار گرفته که تنوع ژنتیکی از تنوع جغرافیایی تبعیت نمی‌کرد. Pirkhezri و همکاران (۲۰۰۸) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد و تعداد گل در بوته، عملکرد و وزن صد گل، قطر گل و تعداد گل‌های زبانه‌ای، قطر گل و عملکرد، ارتفاع گیاه و طول برگ، عملکرد و تعداد گل‌های زبانه‌ای گزارش کردند.

با 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 و فیتوشیمیایی و همچنین شناسایی روابط بین آنها طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۴ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس واقع در شرق برازجان با ارتفاع ۷۵ متر از سطح دریا، طول شرقی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه و و عرض شمالی ۲۹ درجه و ۲۲ دقیقه با آب و هوای گرم و خشک اجرا شد. در این پژوهش ۱۵ جمعیت بابونه (جدول ۱) که از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری شده بودند در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. آماده‌سازی مزرعه و کوددهی (کود حیوانی و کودهای شیمیایی ازته، فسفره و پتاسه به‌صورت پایه) مطابق عرف منطقه انجام شد. آبیاری به‌وسیله 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 به‌صورت یکنواخت در کرت‌هایی با ابعاد یک متر در سه متر به‌صورت 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 به‌صورت دستی انجام گردید.

جدول ۱- جمعیت‌های بابونه مورد استفاده در پژوهش

ردیف	جمعیت بابونه	ردیف	جمعیت بابونه
۱	کلمه دشتستان	۹	بونا مجارستان
۲	خوزستان	۱۰	زراعی تهران
۳	جم و ریز	۱۱	دشت ارژن فارس
۴	کرمانشاه	۱۲	بودگلد (آلمان)
۵	رودفاریاب دشتستان	۱۳	اورآ
۶	پل دختری	۱۴	حسینه خوزستان
۷	دهرود دشتستان	۱۵	هرمزگان
۸	همدان		

www.SID.ir

Archive of SID

صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع گیاه (فاصله بین طوقه تا انتهای کاپیتول در مرحله ۱۰۰٪ گلدهی برحسب سانتی‌متر)، قطر گل (فاصله بین دو انتهای گل بر حسب میلی‌متر)، قطر نهنج گل (برحسب میلی‌متر)، وزن تر و خشک گل (کیلوگرم در هکتار)، زی‌توده تر و خشک (برحسب کیلوگرم در هکتار)، شاخص گلدهی (برحسب وزن خشک گل به وزن کل زی‌توده)، درصد اسانس (گرم در صد گرم گل خشک) و درصد کامازولن در مرحله رشد کامل گیاه 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 (Mahdikhani *et al.*, 2014).

مقدار کامازولن موجود در اسانس براساس روش ارائه شده در فارماکوپه ایران (Qasemi Dehkordi, 2002) انجام شد. برای این منظور نخست دستگاه اسپکتروفتومتر با استفاده از حلال دی‌کلرومتان کالیبره شد، سپس نمونه مورد نظر را به یک بالن ژوژه ۱۰ میلی‌لیتری منتقل و با استفاده از دی‌کلرومتان به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و بعد به کوت (سل) (cuvette) اسپکتروفوتومتر با پهنای یک سانتی‌متر منتقل و در پایان میزان جذب نور محلول در طول موج ۶۰۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. در صورتی که جذب محلول مورد آزمایش بیشتر از ۰/۸ بود محلول را با استفاده از دی‌کلرومتان به نسبت ۱:۱۰ رقیق کرده و در صورتی که جذب کمتر از ۰/۱ بود، محلول غلیظ گردید. پس از قرائت مقدار جذب در طول موج مورد نظر، درصد کامازولن اسانس (C) از طریق رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد کامازولن} = \{(۳۰\times۱۰\times E \times ۱۸۴/۳) / (۱۰۰۰\times۴۲۰)\} \times ۱۰۰$$

در این فرمول عدد ۳۰، وزن گل خشک برای اسانس‌گیری، عدد ۱۰ حجم محلول و حلال اسانس، عدد ۱۸۴/۳، وزن مولکولی کامازولن، عدد ۴۲۰، ثابت جذب مولار کامازولن، عدد ۱۰۰۰، ضریب ثابت برای تبدیل واحدها و E عدد جذب قرائت شده می‌باشد.

ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی و قابلیت توارث عمومی صفات نیز با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد.

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_{ph}^2} \times 100 \quad , \quad \text{PCV} = \frac{\sqrt{\sigma_{ph}^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad , \quad \text{GCV} = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100$$

که GCV، PCV و h^2 به‌ترتیب ضرایب تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی صفات می‌باشد. در فرمول‌های مذکور σ_g^2، σ_{ph}^2 و $\bar{x}$ نیز به‌ترتیب واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی هر صفت می‌باشد که واریانس فنوتیپی همان مقدار واریانس مربوط به جمعیت‌هاست و واریانس ژنوتیپی نیز با استفاده از روابط امید ریاضی جدول تجزیه واریانس طبق رابطه زیر براساس تعداد تکرار (r) محاسبه شد (Zeinali *et al.*, 2010):

$$\sigma_g^2 = \frac{(\sigma_{ph}^2 - \sigma_e^2)}{r}$$

تجزیه علّیت نیز براساس درصد اسانس به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل انجام شد.

برای بررسی شباهت و فاصله جمعیت‌های مورد بررسی، تجزیه خوشه‌ای نیز با روش Ward و معیار گروه‌بندی مربع فاصله اقلیدسی انجام شد. برای تجزیه‌وتحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۱٪ انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات (جدول‌های ۲ و ۳) نشان داد که بین جمعیت‌های بابونه مورد مطالعه برای تمام صفات در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در مورد صفت ارتفاع بوته، جمعیت‌های همدان و بونا به‌ترتیب با ارتفاع ۸۰/۰۶ و ۷۸/۵۳ سانتی‌متر بدون اختلاف معنی‌دار با همدیگر بیشترین مقدار این صفت را به خود اختصاص دادند و کمترین ارتفاع مربوط به جمعیت اورآ (۱۹/۱۱ سانتی‌متر) بود. نتایج نشان داد که جمعیت بودگلد بیشترین قطر گل (۲۴/۲۵mm) را به خود اختصاص داده‌است، اگرچه از لحاظ آماری با جمعیت‌های جم و ریز و دهرود اختلاف نداشت. جمعیت اورآ از کمترین میانگین (۴/۳۰mm) برخوردار بود. در مورد صفت قطر نهنج جمعیت‌های اورآ و رودفاریاب به‌ترتیب کمترین قطر نهنج را داشتند. جمعیت اورآ با سایر جمعیت‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند اما سایر جمعیت‌ها از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. بررسی صفات وزن تر، وزن خشک گل، زی‌توده تر و خشک نشان داد که جمعیت همدان و رقم بونا از نظر این صفات نیز جزء برترین‌ها بودند. کمترین وزن تر و خشک گل متعلق به جمعیت اورآ بود. کمترین مقدار زی‌توده تر (۱۳۶۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۷۵۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به جمعیت اورآ بود که با سایر جمعیت‌ها اختلاف معنی‌دار داشت. بیشترین شاخص گلدهی (حدود ۳۳) مربوط به جمعیت‌های هرمزگان، بونا، خوزستان و حسینیه خوزستان بود که این جمعیت‌ها اختلاف معنی‌داری را با جمعیت‌های کلمه، کرمانشاه، همدان، زراعی تهران و اورآ نشان ندادند. کمترین مقدار شاخص گلدهی را جمعیت‌های بودگلد (۱۶/۵۴)، دشت ارژن (۱۴/۶۹)، جم و ریز (۱۴/۵۳) و دهرود (۱۴/۴۲) داشتند. در عوض در بررسی مقادیر اسانس و کامازولن مشخص شد که بیشترین مقدار اسانس مربوط به جمعیت جم و ریز (۰/۶۱ گرم در ۱۰۰ گرم گل خشک) و بیشترین درصد کامازولن را جمعیت دهرود (۱۴/۱۰٪) به خود اختصاص داد و کمترین مقدار اسانس و کامازولن مربوط به جمعیت اورآ به‌ترتیب ۰/۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم گل خشک و ۰/۰۵٪ بود.

ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات و قابلیت توارث صفات در جدول ۴ آورده شده است. براساس نتایج بدست آمده، تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی قابل ملاحظه بالاتر از ۶۰٪ میان جمعیت‌های مورد بررسی برای صفات زی‌توده تر، زی‌توده خشک و درصد کامازولن مشاهده شد. قابلیت توارث صفات ارتفاع (۹۰/۵۹)، قطر گل (۸۶/۵۲)، وزن خشک گل (۸۴/۱۵)، زی‌توده تر (۹۳/۰۹)، زی‌توده خشک (۸۳/۰۸) و درصد کامازولن (۹۴/۰۴) مقادیر بالایی بدست آمد.

بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار (جدول ۵) بین زی‌توده خشک و زی‌توده تر (۹۷٪)، وزن تر گل و وزن خشک (۹۷٪)، وزن تر گل و زی‌توده خشک (۹۴٪)، زی‌توده تر و ارتفاع بوته (۹۳٪)، زی‌توده تر و وزن تر گل (۹۳٪)، زی‌توده تر و وزن خشک گل (۹۳٪)، ارتفاع بوته و زی‌توده خشک (۹۲٪) و وزن خشک گل و زی‌توده خشک (۹۱٪) بدست آمد. همبستگی معنی‌داری بین درصد کامازولن، درصد اسانس و شاخص گلدهی به‌عنوان صفات مهم زراعی وجود نداشت. بالاترین همبستگی با درصد اسانس به‌عنوان یک صفت کیفی (۶۲٪) مربوط به قطر گل بود که در سطح ۵٪ معنی‌دار شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی، زراعی و فیتوشیمیایی بابونه آلمانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	قطر نهنج	قطر گل	وزن تر گل	وزن خشک گل	بیوماس تر	بیوماس خشک	شاخص گلدهی	درصد اسانس	درصد کامازلن
تکرار (R)	۲	۷۵۶/۴۰	۰/۷۹۶	۲/۹۷	۸/۹۶	۴/۳۷	۴۵۶۱۷۵	۱۳۷۳۵۵	۶۴/۳۰	۰/۰۰۴۵	۱/۲۵
تیمار (T)	۱۴	۷۸۳/۲۳**	۲/۷۶**	۵۷/۳۲**	۱۱۳۲/۸۰**	۳۶۴/۸۳**	۳۹۸۷۷۲۸۸۷**	۱۹۵۷۷۰۹۴**	۱۵۹/۵۲**	۰/۰۴۳**	۴۰/۶۷**
خطای آزمایش	۲۸	۲۶/۲۱	۰/۶۵	۱/۷۳	۱۰۳/۵۱	۲۱/۵۴	۹۶۱۴۹۴۶	۹۶۱۴۹۴۶	۲۰/۷۹	۰/۰۰۵۱	۰/۸۴
ضریب تغییرات (CV%)		۱۰/۹۲	۱۲/۰۲	۶/۸۵	۱۸/۰۲	۱۶/۳۹	۲۱/۶۲	۲۸/۲۷	۱۹/۲۹	۱۸/۲۵	۱۷/۱۹

* و **: به‌ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات معنی‌دار در تجزیه واریانس با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪

ژنوتیپ	ارتفاع (cm)	قطر نهنج (mm)	قطر گل (mm)	وزن تر گل (kg/h)	وزن خشک گل (kg/h)	زی‌توده تر (kg/h)	زی‌توده خشک (kg/h)	شاخص گلدهی (kg/h)	درصد اسانس	درصد کامازولن
کلمه	۴۷/۰۲bc	۶/۹۲a	۲۰/۲۳bc	۲۳۸۷/۴۶cd	۶۷۵/۹۳c	۹۰۶۶/۶۷def	۲۶۷۳/۳۳cd	۲۵/۶۶abc	۰/۲۷def	۳/۵۶def
خوزستان ۳	۴۳/۷۷cd	۶/۵۴a	۱۸/۸۰c	۳۷۹۶/۸cd	۶۳۹/۳۳c	۱۶۷۸۶/۶۷bc	۳۷۲۶/۶۷bc	۳۲/۸۶a	۰/۴۱bcd	۷/۹۲c
جم و ریز	۴۸/۷۳bc	۷/۱۷a	۲۲/۵۲ab	۴۶۹۳/۲c	۱۰۳۸/۸c	۲۱۵۳۳/۳۳b	۵۸۰۶/۶۷b	۱۴/۵۳c	۰/۶۱a	۵/۴۷d
کرمانشاه	۳۸/۷۵cd	۷/۰۵a	۱۹/۸۶bc	۲۹۵۵/۸۶cd	۶۵۲/۱۳c	۱۰۲۶۶/۶۷cde	۲۶۴۰cd	۲۴/۶۱abc	۰/۴۷bc	۳/۰۹ef
رود فاریاب	۳۲/۶۹de	۶/۴۷ab	۱۹/۳۲bc	۱۶۵۱/۹۳cd	۴۴۷c	۴۶۰۰ef	۲۷۴۶/۶۷cd	۱۸/۲۲bc	۰/۴۵abcd	۴/۸۹de
پل دختری	۵۶/۴۹b	۶/۸۷a	۱۹/۲۵bc	۳۱۰۱/۳۳cd	۷۶۱/۶۶c	۱۶۱۵۰bcd	۴۲۳۳/۳۳bc	۱۷/۹۱bc	۰/۳۸bcde	۸/۰۷c
دهرود	۴۲/۴۲cd	۷/۰۵a	۲۱/۲۲abc	۳۲۸۲/۶cd	۷۲۷/۲۶c	۱۴۵۰۰bcd	۴۱۰۰bc	۱۴/۴۲c	۰/۵۲abc	۱۴/۱۰a
همدان	۸۰/۰۶a	۸/۶۸a	۱۹/۳۲bc	۸۰۳۰/۶۶b	۲۱۹۲/۸۶b	۴۰۵۶۶/۶۷a	۹۷۰۰a	۲۱/۷۱abc	۰/۲۲ef	۳/۰۷ef
بونا	۷۸/۵۳a	۶/۷۶a	۲۰/۶۹bc	۱۱۰۱۴/۱۳a	۳۰۸۳/۶۶a	۳۶۶۶۶/۶۷a	۹۳۳۳/۳۳a	۳۲/۹۴a	۰/۳۶cde	۳/۵۸def
زراعی تهران	۵۸/۴۲cd	۷/۱۰a	۱۹/۵۱bc	۳۱۱۶/۴۳cd	۸۹۴c	۱۹۱۶۶/۶۷b	۳۹۱۳/۳۳bc	۲۵/۵۸abc	۰/۳۴cdef	۲/۳۵fg
دشت ارژن	۳۶/۵۷cd	۶/۸۳a	۱۹/۴۴bc	۱۷۷۰/۶۶cd	۳۳۱/۰۶c	۵۸۳۳/۳۳ef	۲۳۸۰cd	۱۴/۶۹c	۰/۴۱bcd	۱۱/۵۹b
بودگلد	۳۷/۶۰cd	۸/۴۶a	۲۴/۲۵a	۱۲۳۷/۷۳d	۲۷۰/۴c	۴۱۰۰ef	۲۱۰۰cd	۱۶/۵۴c	۰/۴۲bcd	۳/۳۱def
اورآ	۱۹/۱۱e	۴/۳۰b	۴/۳۰d	۱۰۹۴/۱۳d	۲۶۹/۷۳c	۱۳۶۶/۶۷f	۷۵۳/۳۳d	۲۹/۳۶ab	۰/۱۵f	۰/۰۵g
حسینیه خوزستان	۴۲/۷۱cd	۶/۶۹a	۱۹/۲۸bc	۳۳۰۹/۶۶cd	۸۶۷/۴۶c	۸۶۳۳/۳۳def	۳۱۶۶/۶۷bcd	۳۲/۵۳a	۰/۳۵cde	۴/۹۸de
هرمزگان	۴۰/۱۳cd	۶/۸۷a	۲۰/۰۸bc	۲۲۰۵/۳۳cd	۵۲۰/۶c	۵۸۰۰ef	۱۹۰۰cd	۳۳/۰۲a	۰/۵۵ab	۳/۹۲def

اعدادی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- ضریب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و قابلیت توارث عمومی صفات مورفولوژیک و بیولوژیک در جمعیت‌های بابونه آلمانی

صفات	MS جمعیت	جزء واریانس ژنتیکی	خطای آزمایش	جزء واریانس فنوتیپی	ضریب تنوع فنوتیپی (٪)	ضریب تنوع ژنوتیپی (٪)	وراثت‌پذیری (٪)
ارتفاع	۷۸۳/۲۳**	۲۵۲/۳۴	۲۶/۲۱	۲۷۸/۵۵	۳۳/۴۵	۳۱/۸۴	۹۰/۵۹
قطر نهنج	۲/۷۶**	۰/۷۰۳	۰/۶۵	۱/۳۵۳	۱۶/۸۳	۱۲/۰۱	۵۱/۹۵
قطر گل	۵۷/۳۲**	۱۸/۵۳	۱/۷۳	۲۰/۲۶	۲۳/۴۳	۲۲/۳۹	۸۶/۵۲
وزن تر گل	۱۱۳۲/۸۰**	۳۴۳/۰۹۶	۱۰۳/۵۱	۴۴۶/۶۰۶	۳۷/۴۳	۳۲/۸۰	۷۶/۸۲
وزن خشک گل	۳۶۴/۸۳**	۱۱۴/۴۳	۲۱/۵۴	۱۳۵/۹۷	۴۱/۱۸	۳۷/۷۶	۸۴/۱۵
بیوماس تر	۳۹۸۷۷۲۸۸۷**	۱۲۹۷۱۹۳۱۴	۹۶۱۴۹۴۶	۱۳۹۳۳۴۲۶۰	۸۲/۳۳	۷۹/۴۴	۹۳/۰۹
بیوماس خشک	۱۹۵۷۷۰۹۴**	۶۱۱۸۷۸	۱۲۴۴۴۶۰	۱۸۵۶۳۳۷	۶۸/۷۴	۶۲/۶۶	۸۳/۰۸
شاخص گلدهی	۱۵۹/۵۲**	۴۶/۲۴	۲۰/۷۹	۶۷/۰۳	۳۴/۶۱	۲۸/۷۷	۶۸/۹۸
درصد اسانس	۰/۰۴۳**	۰/۰۱۲۶	۰/۰۰۵۱	۰/۰۱۷۷	۳۳/۳۳	۲۵/۶۴	۷۰/۵۸
درصد کامازلن	۴۰/۶۷**	۱۳/۲۷	۰/۸۴	۱۴/۱۱	۷۰/۴۸	۶۸/۴۲	۹۴/۰۴

* و **: به‌ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده پیرسون بین صفات مورد بررسی در جمعیت‌های مختلف بابونه آلمانی

ردیف	نام صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	زی‌توده خشک	۱									
۲	ارتفاع	۰/۹۲**	۱								
۳	قطر نهنج	۰/۴۶	۰/۵۶*	۱							
۴	قطر گل	۰/۳۱	۰/۴۰	۰/۸۱**	۱						
۵	وزن تر گل	۰/۹۴**	۰/۸۷**	۰/۲۸	۰/۲۴	۱					
۶	وزن خشک گل	۰/۹۱**	۰/۹۰**	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۹۷**	۱				
۷	زی‌توده تر	۰/۹۷**	۰/۹۳**	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۹۳**	۰/۹۳**	۱			
۸	شاخص گلدهی	۰/۰۱	۰/۰۹	-۰/۳۷	-۰/۳۳	۰/۲۳	۰/۳۴	۰/۰۸	۱		
۹	درصد اسانس	-۰/۰۸	-۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۶۲*	-۰/۰۵	-۰/۱۶	-۰/۱۳	-۰/۳۳	۱	
۱۰	درصد کامازولن	-۰/۰۱	-۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۰۱	-۰/۱۲	-۰/۰۴	-۰/۴۸	۰/۴۶	۱

*و**: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه‌بر همبستگی صفات، رگرسیون گام به گام نیز انجام شد. با توجه به اهمیت اسانس به‌عنوان عیار تولید گیاه دارویی بابونه، رگرسیون گام به گام براساس درصد اسانس به‌عنوان صفت وابسته اجرا شد که به‌ترتیب چهار صفت قطر گل، ارتفاع، وزن تر گل و وزن خشک گل به‌عنوان مهمترین اجزای عملکرد وارد مدل شدند که ۵۹٪ داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۶).

جدول ۶- رگرسیون گام به گام درصد اسانس جمعیت‌های مختلف بابونه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل

صفات	کد صفات مستقل	ضریب رگرسیون صفات	ضریب تبیین جزء	ضریب تبیین تجمعی
قطر گل	X_3	۰/۰۲۱**	۰/۲۸۸	۰/۲۸۸
ارتفاع	X_1	-۰/۰۰۵۴**	۰/۱۵۸	۰/۴۴۷
وزن تر گل	X_4	۰/۰۰۶۳**	۰/۱۲۴	۰/۵۷۱
وزن خشک گل	X_5	-۰/۰۰۶۷ns	۰/۰۲۶	۰/۵۹۷
عرض از مبدأ		۰/۰۷۵۸		

*و**: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

$$Y= -۰/۰۰۵۴\ X_1+۰/۰۲۱X_3+۰/۰۰۶۳X_4-۰/۰۰۶۷X_5+۰/۰۷۵۸$$

همبستگی بین صفات مهم است اما بررسی دقیق‌تر این روابط، انجام تجزیه علّیت را توصیه می‌نماید. نتایج تجزیه علّیت برای درصد اسانس به‌عنوان متغیر وابسته نشان داد که بیشترین اثر مستقیم مربوط به قطر گل و وزن تر گل به‌ترتیب ۰/۸۲ و ۱/۰۹ بود که قطر گل با داده‌های همبستگی همخوانی داشت و وزن تر گل با داده‌های همبستگی همخوانی نداشت. بیشترین اثرات غیرمستقیم مربوط به وزن تر گل از طریق وزن خشک گل ۱/۰۶ و وزن تر گل از طریق ارتفاع ۰/۹۵ بود (جدول ۷).

همبستگی‌های معنی‌دار وزن تر گل با ارتفاع (۰/۸۷**) و وزن خشک گل (۰/۹۷**) و همچنین همبستگی معنی‌دار قطر نهنج با ارتفاع (۰/۵۶*) اثرات خود را به‌صورت غیرمستقیم روی درصد اسانس می‌گذارند که بیانگر اهمیت این صفات در انتخاب غیرمستقیم است.

جدول ۷- نتایج تجزیه علّیت برای درصد اسانس به‌عنوان عملکرد در ۱۵ جمعیت بابونه

صفت	اثرات مستقیم	اثرات غیرمستقیم				اثرات کل
		قطر گل	ارتفاع	وزن تر گل	وزن خشک گل	ضریب همبستگی
قطر گل	+۰/۸۲	---	-۰/۳۵	+۰/۲۶	-۰/۱۲	۰/۶۲*
ارتفاع	-۰/۸۶	+۰/۳۲	---	+۰/۹۵	-۰/۵۵	-۰/۱۳
وزن تر گل	۱/۰۹	+۰/۲۰	-۰/۷۵	---	-۰/۵۹	-۰/۰۵
وزن خشک گل	-۰/۶۱	+۰/۱۶	-۰/۷۸	+۱/۰۶	---	-۰/۱۶

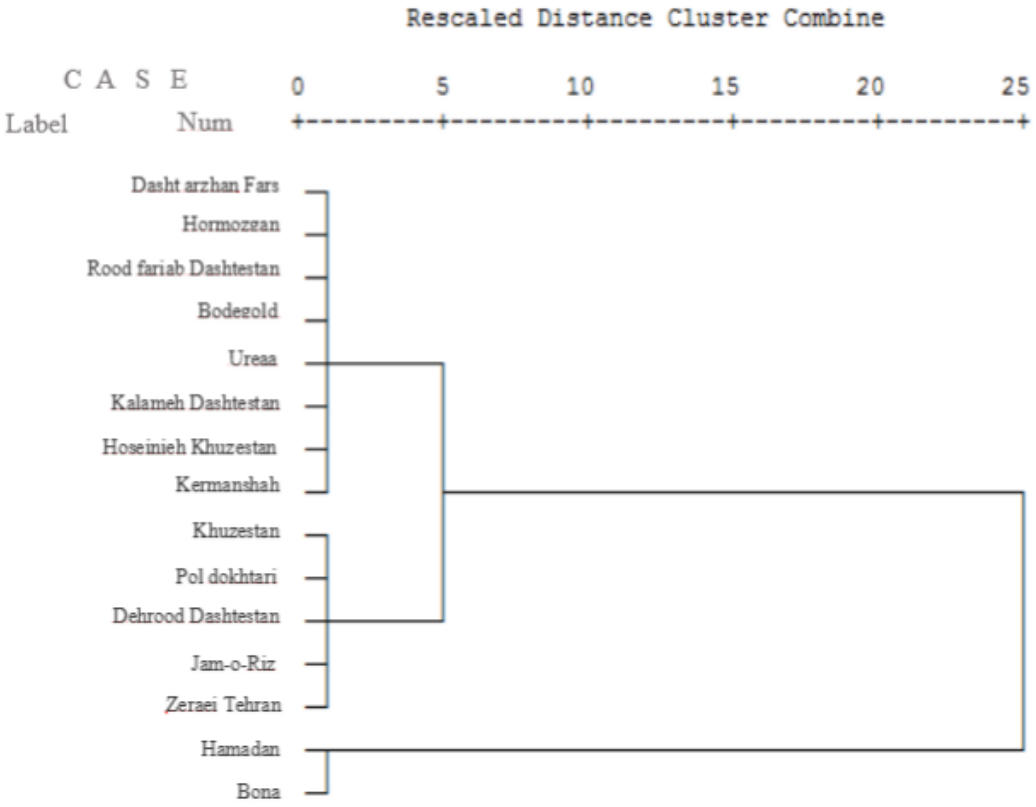
* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

با انجام تجزیه خوشه‌ای، ۱۵ جمعیت مورد بررسی در فاصله ژنتیکی ۲۰ به دو گروه تقسیم شدند که گروه اول ۱۳ جمعیت و در گروه دوم بونا و همدان قرار گرفتند. هر یک از این دو زیر گروه از لحاظ بیشتر صفات بیشترین شباهت را داشتند که در یک گروه قرار گرفتند. در فاصله حدود ۴ به ۳ گروه مجزا دسته‌بندی می‌شود. گروه اول شامل دشت ارژن فارس، هرمزگان، رود فاریاب، بودگلد، اورآ، کلمه، حسینیه خوزستان و کرمانشاه و گروه دوم شامل خوزستان۳، پل دختری، دهرود، جم و ریز و زراعی تهران و گروه سوم شامل بونا و همدان بود (شکل ۱).

همان‌گونه که در جدول ۸ مربوط به مقایسه میانگین خوشه‌ها ملاحظه می‌شود، بیشترین نقش در خوشه‌بندی جمعیت‌ها مربوط به صفات ارتفاع، وزن تر گل، وزن خشک گل، زی‌توده تر و خشک بوده است. جمعیت‌های خوشه۳ دارای میانگین بیشتری برای صفات ارتفاع، وزن تر و خشک گل، زی‌توده تر و خشک بودند، در مقابل جمعیت‌های خوشه۱ دارای میانگین کمتری برای زی‌توده تر بودند و جمعیت‌های خوشه۲ دارای درصد اسانس بیشتری بودند. تنها صفتی که متوسط آن بین سه خوشه تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ داشت، زی‌توده تر بود و بقیه موارد تفاوت عمدتاً بین خوشه اول و دو خوشه دیگر بوده و دو خوشه دیگر باهم تفاوتی نداشتند.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای براساس صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی مورد بررسی در جمعیت‌های مورد پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین بین خوشه‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪

نام خوشه	ارتفاع (cm)	قطر نهنج (mm)	قطر گل (mm)	وزن تر گل (kg/h)	وزن خشک گل (kg/h)	بیوماس تر (kg/h)	بیوماس خشک (kg/h)	شاخص گلدهی	درصد اسانس	درصد کامازولن
خوشه۱	۳۶/۵۵b	۶/۶۵a	۱۸/۱۳a	۲۰۷۶/۵۹b	۵۰۴/۲۹b	۵۶۲۸/۵۷c	۲۲۴۵/۷۱b	۲۴/۲۹a	۰/۳۷a	۴/۶۱a
خوشه۲	۴۸/۱۰b	۶/۹۶a	۲۰/۲۰a	۳۵۹۷/۹۸b	۸۱۲/۲۱b	۱۶۴۰۰/۵۶b	۴۰۷۰b	۲۱/۶۵a	۰/۴۶a	۶/۸۳a
خوشه۳	۷۹/۳۰a	۷/۷۲a	۲۰/۱a	۹۵۲۲/۳۹a	۲۶۳۸/۲۶a	۳۸۶۱۶/۶۷a	۹۵۱۶/۴۷a	۲۷/۳۳a	۰/۲۹a	۳/۳۳a

مقادیر با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۱٪ می‌باشند.

بحث

نتایج گویای متفاوت بودن جمعیت‌های مورد ارزیابی از لحاظ خصوصیات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی (مقدار اسانس و درصد کامازولن) است. در این جمعیت‌ها با افزایش شاخص گلدهی، کیفیت محصول یعنی تولید اسانس و ماده مؤثره کاهش یافته است و ارقامی که کمترین شاخص گلدهی را داشتند (جمعیت‌های جم و ریز و دهرود) جزو جمعیت‌های با بیشترین مقدار اسانس بودند. این نتایج با نتایج Pirkhezri و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. نتایج این محققان تفاوت معنی‌داری را برای کلیه صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی بجز طول روزنه نشان داده است. در همین راستا Zeinali و همکاران (۲۰۱۰) نیز مشابه نتایج این پژوهش، در بررسی توده‌های بابونه آلمانی، گزارش کردند که توده‌های مورد بررسی برای تمام صفات بجز وزن تر گل تفاوت معنی‌داری داشتند. Mahdikhani و همکاران (۲۰۰۶) نیز اختلاف معنی‌داری را برای صفات ارتفاع گیاه، قطر گل، طول گل، وزن تر و خشک ۱۰۰ گل و عملکرد ماده خشک گل در مترمربع را در بین جمعیت‌های بابونه مورد پژوهش گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مشابهت داشت. D'Andrea (۲۰۰۲) با بررسی چهار واریته اصلاح شده بابونه اختلاف معنی‌داری را بین صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع گل، تعداد گل در بوته، قطر، وزن صد گل تازه و عملکرد اسانس گزارش کرد. با افزایش ارتفاع بوته، برگ‌های جدید بیشتری در بالای گیاه تشکیل می‌شود که برگ‌های جوان با کارایی بیشتر، مقدار بیشتری از نور خورشید را دریافت می‌کنند. این خصوصیت گیاه، بهترین موقعیت انجام فتوسنتز و تولید را فراهم می‌کند (Taiz & Zeig, 2000). همانطور که مشاهده می‌شود در این پژوهش نیز ارقامی که ارتفاع بیشتری داشتند (همدان و بونا) از نظر بسیاری از دیگر خصوصیات نیز برتری خود را نشان دادند.

ضرایب تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه بالاتر از ۶۰ برای صفات بیوماس تر، بیوماس خشک و درصد کامازولن و قابلیت توارث‌پذیری بالا برای صفات ارتفاع، قطرگل، وزن خشک گل، زی‌توده تر، زی‌توده خشک و درصد کامازولن در این پژوهش حکایت از این موضوع دارد که اگر به‌نژادگر روی به‌نژادی صفات زی‌توده تر و خشک و درصد کامازولن تمرکز کند، احتمال موفقیت در انتخاب بالا خواهد بود، اما با توجه به اینکه جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر ارتفاع گیاه، قطرنهنج، قطر گل، وزن تر گل، وزن خشک گل، شاخص گلدهی و درصد اسانس از تنوع بسیار خوب متناسب با همبستگی‌های مشاهده شده برخوردار نیست، از این‌رو ممکن است احتمال موفقیت در انتخاب از طریق آنها پایین باشد. Mahdikhani و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی جمعیت‌های بابونه آلمانی در منطقه اصفهان گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی، تعداد گل در بوته و مقدار اسانس تنوع فنوتیپی بالا، اما صفات فنولوژیکی در جمعیت‌های مورد بررسی توسط آنان مقدار تنوع فنوتیپی پایینی داشتند. همچنین از آنجایی‌که تفاوت ضرایب تنوع

www.SID.ir

Archive of SID

فنوتیپی و ژنوتیپی بیانگر میزان اثرات محیطی می‌باشد، با بررسی نتایج جدول ۴ می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت برای ارتفاع، قطر گل، وزن خشک گل، زی‌توده تر، زی‌توده خشک و درصد کامازولن نسبت به سایر صفات کمتر تحت تأثیر محیط قرار گرفته‌اند و عمده تنوع مشاهده شده ناشی از تنوع ژنتیکی صفت در بین جمعیت‌های مورد مطالعه است. با توجه به این موضوع، چنین صفتی وراثت‌پذیری بالایی خواهد داشت (Farshadfar, 1997)، از این‌رو در صورت وجود تنوع کافی، احتمال موفقیت از طریق این بیشتر خواهد بود.

همانطور که ملاحظه می‌شود، بالاترین همبستگی درصد اسانس به‌عنوان یک صفت کیفی (۰/۶۲) با سایر صفات مربوط به قطر گل بود که در سطح ۵٪ معنی‌دار شد، بدین مفهوم که انتظار می‌رود جمعیت‌های با گل‌های درشت‌تر، مقدار اسانس بیشتری داشته باشند. هرچند این صفت با درصد کامازولن به‌عنوان یکی از اجزای مهم اسانس، همبستگی معنی‌داری نشان نداده است (جدول ۵)، اما این موضوع حکایت از این دارد که برای افزایش درصد اسانس باید قطرگل را به‌عنوان یک فاکتور مهم در نظر گرفت و از آنجا که اسانس در غده‌های ترشحی از نوع لیزوژن در سلول‌های پارانشیمی قاعده گلچه‌های لوله‌ای واقع در نهنج گل بابونه تولید و ترشح می‌شود، از این‌رو هرچه گل‌ها و این مجاری ترشحی بیشتر و بزرگتر باشند انتظار می‌رود که بازده اسانس نیز افزایش یابد و از این نظر جمعیت‌ها یا ارقام با گل بزرگتر ارزش اقتصادی بیشتری دارند. همبستگی درصد کامازولن و درصد اسانس با شاخص گلدهی منفی است اما معنی‌دار نشده است، هر چند ممکن است اگر این همبستگی به‌ویژه درصد کامازولن، در جمعیت بزرگتری بررسی می‌شد معنی‌دار شود که با توجه به مقدار بالا و منفی آن می‌توان محدودیت افزایش درصد کامازولن را به خوبی حس کرد، به‌عبارتی با توجه به محدودیت کاهش کامازولن در افزایش شاخص گلدهی، برنامه افزایش شاخص گلدهی توجیه نخواهد داشت. همبستگی مثبت اما غیرمعنی‌دار درصد اسانس و درصد کامازولن (۰/۴۶) نیز با همان احتمال معنی‌دار شدن در جمعیت‌های بزرگتر، نوید این را می‌دهد که با افزایش میزان اسانس، درصد کامازولن نیز افزایش یابد. از این‌رو با توجه به همبستگی مثبت درصد اسانس و قطر گل و وراثت‌پذیری نسبتاً مطلوب آنها (به‌ترتیب ۸۶/۵۲ و ۷۰/۵۸)، با توجه به همبستگی وزن خشک گل با زی‌توده تر و خشک، برای پیشرفت در برنامه‌های به‌نژادی باید این صفات را به‌عنوان معیارهای مهم انتخاب در نظر داشت. Pirkhezri و همکاران (۲۰۰۸) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد و تعداد گل در بوته، عملکرد و وزن صد گل، قطر گل و تعداد گل‌های زبانه‌ای، قطر گل و عملکرد، ارتفاع گیاه و طول برگ، عملکرد و تعداد گل‌های زبانه‌ای نشان دادند. Mohammadi و همکاران (۲۰۱۴) 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.

ورود صفت قطر گل به‌عنوان اولین صفت وارد شده در مدل رگرسیون گام به گام به تنهایی ۲۸٪ تغییرات کل درصد اسانس را توجیه کرد (جدول ۶) که بیانگر نقش اساسی این صفت در افزایش تولید درصد اسانس و قابلیت این صفت در برنامه‌های به‌نژادی به این منظور است. مجموع صفات ۵۹٪ از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کرد. Adeli و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی ۶ توده بابونه با استفاده از رگرسیون گام به گام، برای عملکرد اسانس به‌عنوان متغیر تابع، نشان دادند که دو صفت عملکرد سرشاخه خشک و درصد اسانس به‌ترتیب وارد مدل شده و جمعاً ۹۵/۶۶٪ از تغییرات صفت عملکرد اسانس را توجیه کردند و بیشترین ضرایب مثبت رگرسیون مربوط به عملکرد خشک سرشاخه بود.

نتایج تجزیه علیت برای درصد اسانس به‌عنوان عملکرد نشان داد که بیشترین اثر مستقیم مربوط به قطر گل و وزن تر گل به‌ترتیب ۰/۸۲ و ۱/۰۹ بود که قطر گل با داده‌های همبستگی همخوانی داشت و وزن تر گل با داده‌های همبستگی همخوانی نداشت. بیشترین اثرات غیرمستقیم

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به وزن تر گل از طریق وزن خشک گل ۱/۰۶ و وزن تر گل از طریق ارتفاع ۰/۹۵ بود (جدول ۷). همبستگی‌های معنی‌دار وزن تر گل با ارتفاع (**۰/۸۷) و وزن خشک گل (**۰/۹۷) و همچنین همبستگی معنی‌دار قطر نهنج با ارتفاع (*۰/۵۶) اثرات خود را به‌صورت غیرمستقیم روی درصد اسانس می‌گذارند که بیانگر اهمیت این صفات در انتخاب غیرمستقیم است.

بررسی دندروگرام تجزیه خوشه‌ای، جمعیت‌های مورد بررسی را براساس تفاوت‌ها و شباهت‌ها به ۳ گروه متفاوت تقسیم کرد. یکی از کاربردهای تجزیه خوشه‌ای تعیین فاصله ژنتیکی میان گروه‌هاست (Farshadfar, 1997). در این آزمایش بیشترین فاصله ژنتیکی میان جمعیت‌های خوشه اول و سوم بدست آمد که به‌ترتیب از نظر بیشتر صفات از همدیگر متمایز بودند و با توجه به داشتن حداکثر فاصله ژنتیکی، با توجه به صفت مورد نظر و قابلیت توارث‌پذیری آن می‌توان به‌عنوان والدین در برنامه‌های اصلاحی انتخاب و ایجاد جمعیت‌های ژنتیکی با ارزش بالاتر و بروز هتروزیس بالا نیز دور از انتظار نیست. همچنین انتظار می‌رود با انجام تلاقی بین جمعیت‌های این دو خوشه حداکثر تنوع ژنتیکی ایجاد و از نتایج آن به‌عنوان مواد اولیه خام برای اصلاح ارقام استفاده شود. براساس نتایج گروه‌بندی، توده‌های ژنتیکی مربوط به یک منطقه در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفت. این موضوع گویای عدم پیروی تنوع ژنتیکی از تنوع جغرافیایی است. Solouki و همکاران (۲۰۰۸) نیز با بررسی ۲۰ توده ژنتیکی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران و اروپا، گزارش کرده‌اند که بین تنوع ژنتیکی و جغرافیایی الگوپذیری مشخصی مشاهده نگردید. علت پیروی نکردن تنوع جغرافیایی از گوناگونی ژنتیکی، احتمالاً به علت تشابه نسبی شرایط محیطی و اکولوژیکی شهرهای محل جمع‌آوری نمونه‌ها و نیز انتقال ژرم‌پلاسم بین مناطق مختلف می‌باشد.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی باید گفت که نتایج گویای اهمیت نسبی صفات قطر نهنج، وزن تر گل، زی‌توده تر، وزن خشک گل و شاخص گلدهی مرتبط با عملکرد در گیاه بابونه آلمانی می‌باشد. بهترین جمعیت از نظر تولید زی‌توده خشک، همدان و بونا بدون اختلاف معنی‌دار با همدیگر و تفاوت معنی‌دار با سایرین دارای بیشترین تولید زی‌توده خشک بودند. از نظر اسانس، برترین آنها جمعیت‌های جم و ریز، رودفاریاب، دهرود، هرمزگان، از نظر کامازولن، جمعیت دهرود دشتستان به‌عنوان بهترین‌های قابل معرفی در این پژوهش می‌باشند. عدم پیروی درصد اسانس و درصد کامازولن و همچنین تفاوت قابل ملاحظه ارقام بین‌المللی با جمعیت‌های بومی ایران نکته قابل توجه این پژوهش است. اگرچه اطلاعات ظرفیت‌های موجود در ذخائر ژنتیکی بابونه آلمانی را گوشزد می‌کند ولی نیاز به استفاده از جمعیت‌های بیشتر از طیف وسیع‌تری از ژرم‌پلاسم موجود در ایران و جهان را مورد تأکید قرار می‌دهد که می‌تواند در تسریع و افزایش بازده برنامه به‌نژادی برای عملکرد گل، اسانس، ماده مؤثره و درصد کامازولن به‌عنوان یک شاخص مهم در این گیاه مفید باشد.

منابع مورد استفاده

- Adeli, N., Alizadeh, M.A., Mohammadi, A.A. and Jafari, A.A., 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.
- Applequist, W.L., 2002. A reassessment of the nomenclature of *Matricaria* L. and *Tripleurospermum* Sch. Bip. (Asteraceae). Taxon, 51(4): 757-761.
- D'Andrea, L., 2002. Variation of morphology yield and essential oil components in common chamomile (*Chamomilla recutita*) cultivation grown in southern Italy. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. 9(4): 359-365.
- Farshadfar, E., 1997. The Application of Quantitative Genetics in Plant Breeding (Vol. 1). Taq-e Bostan publishers, 528p.
- Kameswara Rao, N., 2004. Review-Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. African Journal of Biotechnology, 3(2): 136-145.
- Mahdikhani, H., Solouki, M., Zenali, H. and Imamjomeh, A.A., 2006. A study of Morphological and molecular diversity in *Matricaria* spp. Master's thesis, Zabul University, School of Agriculture.
- Mahdikhani, H., Zenali, H., Solouki, M. and Imamjomeh, A.A., 2014. Investigation of agronomic

www.SID.ir

Archive of SID

traits and their relationships in German chamomile landraces (*Matricaria chamomilla* L.). Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 105: 81-90.
- Mohammadi, R., 2008. Investigation on agronomical, phytochemical and nutrient variation in German chamomile. Master's Thesis, Tarbiat Modares University.
- Mohammadi, R., Dehghani, H. and Zainali, H., 2014. Study the genetic diversity of different chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) landraces using morphological and phonological traits. Journal of Agronomy, 27(105): 74-63.
- Noori, F., Salehi Shanjani, P., Beyki bandarabadi, A.H., Alizade, A.M., Tabaei Aghdaei, R. and Hadadi, R., 2012. Genetic diversity and relationships among Iranian chamomile species and populations using total proteins marker its association with biochemical characteristics. 12th Iranian Genetics Congress, Tehran, Iran, 22-24 May.
- Omidbaigi, R., 2000. Production and Processing of Medicinal Plants: An Approach (Vol 3). Astan Quds Razavi Press, Tehran, 397pp.
- Pandey, S., Kumar, S., Mishra, U., Rai, A., Singh. M. and Rai, M., 2008. Genetic diversity in Indian ash gourd (*Benincasa hispida*) accessions as revealed by quantitative traits and RAPD markers. Scientia Horticulturae, 118: 80-86.
- Pirkhezri, M., Hassani, M. E. and Fakhre Tabatabai, M., 2008. Evaluation of genetic diversity of some German chamomile populations (*Matricaria chamomilla* L.) using some morphological and agronomical characteristics. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 22(2): 87-99.
- Qasemi Dehkordi, N., 2002. Iranian Pharmacopoeia. Ministry of Health and Medical Education, 795p.
- Solouki, M., Mahdikhani, H., Zeinali, H. and Emamjomeh, A.A., 2008. Study of genetic diversity in chamomile (*Matricaria chamomilla*) based on morphological traits and molecular markers. Scientia Horticulturae, 117: 281-287.
- Solouki, M., Mahdikhani, H. and Zeinali, H., 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.
- Taiz, L. and Zeiger, E., 2000. Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland Publishers.
- Zeinali, H., Tavassoli, M., Mozaffarian, V., Sefidkon, F., Rezaei, M.B. and Safaei, L., 2007. Study the German chamomile genotypesin terms of flower yield and its components. 3th Congress on Medicinal Plants, Tehran, 24-25 October: 275.
- Zeinali, H., Mozaffarian, V., Davazdah Emami, S. and Hooshmand, S., 2010. Study of morphological, phonological and essential oil variation in *Matricaria recutica* L. Plant Production Technology, 1(10): 49-57.

www.SID.ir

Archive of SID

A study on the genetic diversity of different populations of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) using morphological traits and essential oil percentage

F. Ahmadi[1], M. Modarresi[2*] and M.A. Kohanmoo[3]

1- M.Sc. student, Department of Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
2*- Corresponding author, Department of Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran, E-mail: modarresi@pgu.ac.ir
3- Department of Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

Received: April 2017 Revised: November 2017 Accepted: February 2018

Abstract

Despite the importance of the German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), as one of the most widely used medicinal plants in the world, there is little information about the genetic variation within and between its populations in Iran. This study was conducted to investigate the genetic diversity of 15 chamomile populations based on morphological characteristics in a randomized complete block design with three replications. Height, flower diameter, receptacle diameter, fresh flower weight, dry flower weight, wet biomass, dry biomass, flowering index, essential oil percentage and Chamazulene percentage were analyzed. The populations had a significant difference for all traits ($P \leq 0.01$). The phenotypic and genotypic variation was obtained to be more than 60% for dry weight, dry mass and Chamazulene content. Significant values were recorded for the heritability of the traits including percentage of kemazolen (94.04), the wet biomass (93.93), plant height (90.59), flower diameter (86.52), dry flower weight (84.15), and dry biomass (83.08). The highest and lowest yield (kg/ha) were related to Hamedan (9700) and Eurea (753.33) populations, respectively. The highest percentage of Chamazulene and essential oil content were obtained from Dehroud (14.10) and Jam-o-Riz (0.61), respectively. The flower diameter had the highest correlation (0.62) with the percentage of essential oil. Regression analysis for essential oil percentage as the dependent variable was performed and four traits including flower diameter, height, and fresh weight of flower were introduced into the model, explaining 59% of the variation. In the path analysis for essential oil percentage as the dependent variable, the highest direct effect was related to the fresh weight of flower (1.09) and the highest indirect effect was related to the fresh weight of flower (1.06). The cluster analysis grouped the populations into three groups that did not follow geographical distribution.

Keywords: German chamomile populations (*Matricaria chamomilla* L.), biomass, essential oil percentage, stepwise regression, path analysis.

www.SID.ir