

بررسی تنوع ژنتیکی صفات مورفولوژیک و وراثت پذیری توده‌های رازیانه ایرانی (*Foeniculum vulgare* Mill.)

حسین مقصودی کلاردشتی^۱، مهدی رحیم‌ملک^{۱*}، محمدرضا سبزه‌علیان^۱ و مجید طالبی^۲
^۱ گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
^۲ گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی در توده‌های رازیانه‌های ایرانی، آزمایشی روی ۱۵ توده رازیانه، شامل ۱۳ توده داخلی از مناطق مختلف ایران و ۲ توده خارجی، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا گردید. بر اساس نتایج تحلیل واریانس، اختلاف معنی‌داری میان توده‌های مطالعه شده برای همه صفات مشاهده گردید. تمام صفات بررسی شده به استثنای تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن از وراثت پذیری متوسط تا بالایی (۹۰ درصد) برخوردار بودند. عملکرد دانه، همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفت تعداد انشعاب فرعی داشت. عامل اول در تحلیل عامل‌ها، ۸۳ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه کرد. صفات: ارتفاع، قطر تاج پوش و تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی عمده‌ترین نقش را در تبیین عامل اول داشتند. صفات: تعداد انشعاب فرعی، وزن تر، وزن خشک و عملکرد بذری دارای ضرایب برادر ویژه بیشتری در مؤلفه دوم بودند. در مؤلفه سوم صفات: ارتفاع، قطر گل آذین و طول دانه بیشترین اهمیت را در تبیین این مؤلفه داشتند. بر اساس تحلیل خوشه‌ای، ۱۵ توده رازیانه بررسی شده در چهار دسته قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری به ویژه در عملکرد بذری، زمان رسیدگی و ارتفاع گیاه و از همه مهم‌تر مناطق جغرافیایی و شرایط اقلیمی نشان دادند. بنابراین، می‌توان از طریق تلاقی بین ژنوتیپ‌های برتر خوشه‌های مختلف و آزمون نتایج آنها از طریق برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب، نسبت به تولید ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب اقدام نمود.

واژه‌های کلیدی: رازیانه، تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری، صفات مورفولوژیک

مقدمه

هم جنبه پیشگیری از بیماری‌ها هستند. آثار درمانی گیاهان دارویی از گذشته در میان ایرانیان، مورد توجه بوده است (Zargari, 1987). رازیانه یا بادیان سبز

گیاهان دارویی دارای ارزش و اهمیت ویژه‌ای در تأمین بهداشت و سلامت جوامع، هم از جنبه درمان و

یکی از محدودیت‌ها برای دستیابی به عملکرد بالا و سازگاری، کمبود تنوع ژنتیکی است. بنابراین، اصلاح آنها نسبت به سایر گیاهان پیشرفت زیادی نداشته است. وجود منابع گسترده ژرم پلاسما، وجود تنوع ژنتیکی بین گونه‌ها، نیاز آبی اندک و مقاومت به خشکی از جمله عواملی است که اهمیت گیاه رازیانه را دو چندان کرده است (Kapoor et al., 2004).

Morales و همکاران (۱۹۹۳) با مطالعه ۱۰ رقم رازیانه گزارش نمودند که این ارقام از نظر ارتفاع و تعداد دانه تنوع قابل توجهی دارند. Bernath و همکاران (۱۹۹۶) صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و میزان تنوع اسانس را در توده‌های رازیانه بررسی نمودند که نتایج نشان دهنده تنوع وسیعی از نظر میزان عملکرد دانه و اسانس در میان آنها بوده است. همچنین، در مطالعه Massoud (۱۹۹۲) ۱۰ کولتیوار رازیانه بررسی شد که همگی از نظر میزان اسانس با هم متفاوت بودند. مطالعاتی نیز از نظر تأثیر تیمارهای مختلف روی رازیانه انجام شده است. Koocheki و همکاران (۲۰۰۶) به تأثیر فواصل آبیاری در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) و افزایش تراکم (۴۰ بوته به ۱۰۰ بوته در متر مربع) روی اجزای عملکرد در دو توده بومی خراسان و کرمان اشاره کرده‌اند. نتایج بررسی آنها نشان داد که آبیاری و تراکم اثر معنی‌داری بر اندام‌های رویشی و زایشی رازیانه دارد. Kapoor و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که همزیستی ریشه رازیانه با دو گونه از قارچ‌های VAM به نام‌های *Glomus fasciculatum* و *G. macrocarpum* به طور معنی‌داری غلظت فسفر دانه آن را بهبود بخشید. Jamshidi و همکاران (۲۰۰۴) به تأثیر تغییرات زمان اسانس‌گیری (۱۵، ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰

(*Foeniculum vulgare* Mill.) گیاهی است از تیره چتریان (Apiaceae)، دیپلوئید، علفی، پایا، معطر، به ارتفاع یک تا دو متر، دارای برگ‌هایی با بریدگی‌های زیاد که به صورت نخ‌شکل در آمده‌اند، (Al-Dalain؛ Mozafarian et al., 2007)؛ (et al., 2012). تعداد کروموزوم‌های پایه در این گیاه $2n=2x=22$ است (Safaei et al., 2013). ریشه‌های این گیاه غده‌ای دوکی شکل، مستقیم و به رنگ سفید مات است. ساقه رازیانه استوانه‌ای قائم، به رنگ سبز روشن، منشعب و به ارتفاع ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر است. برگ‌ها متناوب به رنگ سبز تیره، ظریف و دارای بریدگی‌های کم و بیش عمیق هستند (Bernath et al., 1996). این گیاه در مناطق وسیعی از اروپا، مدیترانه و آسیای می‌روید و از گیاهان بومی این مناطق به شمار می‌آید (Zargari, 1987). رازیانه دارای خواص متعددی از جمله درمان دیسمنوره اولیه (قاعدگی دردناک) و سندرم پیش از قاعدگی، کاهش دهنده اسپاسم دستگاه گوارش و برطرف کننده دل درد، کاهش آسم، سرفه و تنگی نفس و کمک کننده به هضم غذا و رفع سوء هاضمه است. همچنین، با تسکین درد مفاصل، در درمان برخی بیماری‌ها نیز نقش مؤثری دارد. عصاره آبی به دست آمده از برگ‌های رازیانه می‌تواند فشار خون سرخرگی را بدون آن که بر تعداد ضربان قلب یا تنفس تأثیر داشته باشد به طرز چشمگیری کاهش دهد (Zargari, 1987).

آگاهی از تنوع ژنتیکی گونه‌های گیاهی و ارتباط آنها با گونه‌های وحشی از مهم‌ترین جنبه‌های بهبود عملکرد محصولات است. در اصلاح گیاهان دارویی،

خشک است. هر واحد آزمایشی شامل چهار ردیف کشت به طول سه متر در نظر گرفته شد. فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی یک ردیف، ۲۵ سانتی‌متر منظور شد. عملیات داشت شامل: آبیاری، کود دهی و وجین طی فصل رشد به طور منظم انجام گرفت. ابتدا زمین مورد نظر شخم زده شد، سپس با دیسک تسطیح شده، مقداری کود دامی پوسیده به زمین اضافه گردید. پیش از کاشت، خاک زمین کشت با روتواتور کاملاً نرم و با مال‌دستی خاک سطحی تسطیح شد. اندازه‌گیری صفات در سال دوم پس از استقرار گیاهان آغاز شد. آبیاری هر پنج روز یک بار در ابتدای دوره رشد رازیانه انجام شد و پس از استقرار گیاه یک بار در هفته آبیاری صورت گرفت. در این آزمایش، در هر کرت دو ردیف کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده، صفات هشت بوته در هر واحد آزمایشی شامل: ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، قطر تاج پوش، قطر گل آذین، تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و طول دانه اندازه‌گیری و یادداشت شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات مزرعه‌ای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و محاسبه همبستگی بین صفات و تجزیه عامل‌ها انجام گردید. اجزای واریانس محیطی و ژنتیکی بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات و بر اساس روش Steel و Torrie (۱۹۸۰) با نرم‌افزار Excel برآورد گردید. برای تجزیه واریانس، مقایسه میانگین و همبستگی بین صفات از نرم‌افزار تحلیل آماری SAS نسخه ۹/۲ و برای تجزیه خوشه‌ای، تجزیه عامل‌ها و رسم پلات سه بعدی از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد.

دقیقه) روی ترکیبات روغن فرار گیاه رازیانه اشاره کردند. با توجه به پراکندگی توده‌های وحشی گیاه رازیانه در ایران، امکان بررسی روابط ژنتیکی این گیاه به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و روابط تکاملی این گونه در ایران فراهم است. از سوی دیگر، با توجه به قدرت جوانه‌زنی اندک در اغلب توده‌های رازیانه، می‌توان توده‌هایی با تنوع ژنتیکی کمتر و خطر انقراض بیشتر را برای ارایه راهکارهای حفاظت ژنتیکی معرفی نمود. با گرایش به کشت و مصرف فرآورده‌های طبیعی و علیرغم اهمیت دارویی گیاه رازیانه مطالعات اندکی در مورد به‌نژادی این گیاه انجام شده است. از آنجا که تنوع ژنتیکی و بررسی روابط بین صفات در گیاه از نیازهای اساسی پیشرفت در اصلاح نباتات است و با توجه به اهمیت این گیاه در حوزه سلامت و اندک بودن پژوهش‌های به‌نژادی در این زمینه، هدف از پژوهش حاضر، تعیین میزان تنوع صفات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های رازیانه‌های ایرانی و انتخاب توده‌های برتر از لحاظ عملکرد دانه است.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، ۱۳ توده رازیانه ایرانی شامل جمعیت‌های اردبیل، اصفهان، بوشهر، پاوه، تبریز، تهران، شیراز، کاشان، کرمان، گناباد، مشهد، همدان و یزد و دو توده خارجی شامل جمعیت آلبانی و اروپا ارزیابی شدند. این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، لورک واقع در نجف‌آباد، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. ارتفاع از سطح دریا مزرعه لورک حدود ۱۶۳۰ متر و این منطقه دارای اقلیم خشک و نیمه خشک با تابستان‌های

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تحلیل واریانس، اختلاف ژنوتیپ‌ها برای صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی در سطح احتمال ۵ درصد و برای سایر صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، توده‌های تهران و همدان با میانگین ارتفاع ۱۵۵ و ۱۴۲ سانتی‌متر، به ترتیب بیشترین، و توده‌های تبریز و پاوه با میانگین ۷۰/۳ و ۸۳ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را داشتند. صفت ارتفاع در رازیانه‌های مطالعه شده از تنوع قابل قبولی برخوردار بود و وراثت‌پذیری بالایی نشان داد (جدول ۱). Morales و همکاران (۱۹۹۳) نیز در مطالعات خود تنوع قابل توجهی را برای این صفت در ۱۰ رقم رازیانه گزارش کردند. وراثت‌پذیری عمومی صفت ارتفاع در این مطالعه نشان‌دهنده تنوع بالا برای انتخاب در برنامه‌های اصلاحی و وراثت‌پذیری نسبتاً خوب این صفت است. Safaei و همکاران (۲۰۱۳) نیز در مطالعات خود وراثت‌پذیری بالایی را برای این صفت گزارش کردند که با نتایج این پژوهش در تطابق است. از آنجا که بوته‌های پا کوتاه نسبت به بوته‌های پا بلند برای برداشت مکانیزه مناسب‌تر هستند و همبستگی بالا و منفی با عملکرد دانه دارد و همچنین یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه در بوته است، در نتیجه ارتفاع کم واند به عنوان معیار انتخاب جهت بهبود عملکرد دانه در بوته استفاده شود. همچنین، در صورت ایجاد ارقام پا کوتاه می‌توان از توده‌های پا کوتاه به عنوان والدین مورد استفاده در تلاقی استفاده کرد. Patel و همکاران (۲۰۰۸) نیز در پژوهش‌های خود وراثت‌پذیری بالایی را برای این صفت گزارش کردند که با نتایج این مطالعه در تطابق است. بررسی‌ها همچنین نشان داد که بیشترین تعداد

انشعاب فرعی در توده گناباد ۳۲ عدد و کمترین آن در توده اروپا ۷ عدد بود. صفت تعداد انشعاب فرعی از تنوع بالایی برخوردار بود. Safaei و همکاران (۲۰۱۳) وراثت‌پذیری متوسطی را برای این صفت گزارش کردند. بیشترین قطر تاج پوش مربوط به توده بوشهر (۸۵ سانتی‌متر) و کمترین مربوط به توده تبریز (۴۵ سانتی‌متر) بود. همچنین، نتایج نشان داد که توده‌های کرمان و تبریز با میانگین ۴۵ و تبریز با ۳۸ روز بیشترین و نمونه اروپا با ۲۵ روز کمترین مقدار روز تا ۵۰ درصد سبز شدن را داشتند. توده‌های اروپا با میانگین ۱۳۶ روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی یک پلات، دیررس‌ترین و توده گناباد با ۷۴ روز زودرس‌ترین توده‌ها بودند. با توجه به اختلاف ناچیز بین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی و همچنین وراثت‌پذیری بالای این صفت می‌توان نتیجه گرفت که بخش زیادی از تنوع موجود برای این صفت تحت کنترل عوامل ژنتیکی است. این مسأله امکان انتخاب توده‌های زودرس‌تر در مناطقی با طول فصل رشد کوتاه و همزمان نشدن این مرحله با شرایط نامساعد اواخر فصل را فراهم می‌آورد. نتایج این مطالعه با نتایج Safaei و همکاران (۲۰۱۳) نیز مطابقت دارد. بیشترین قطر گل‌آذین مربوط به توده آلبانی (۱۱/۶۵ سانتی‌متر) و کمترین آن مربوط به توده کرمان (۴/۶۲ سانتی‌متر) بود. همچنین، بیشترین وزن تر مربوط به توده پاوه (۵۳۹ گرم) و کمترین آن در توده یزد (۲۳۶ گرم) بود. بیشترین وزن خشک در توده گناباد (۲۵۲ گرم) و کمترین آن به توده اردبیل (۱۳ گرم) اختصاص داشت توده‌های مورد ارزیابی از لحاظ صفت وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری را در جدول ۲ نشان دادند. بیشترین میانگین وزن هزار دانه مربوط به توده

استفاده کرد. Safaei و همکاران (۲۰۱۳) نیز وراثت پذیری نسبتاً خوبی را برای این صفت گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. ضرایب همبستگی ساده پیرسون بین صفات مختلف اندازه گیری شد (جدول ۴). همبستگی‌ها نشان داد که وزن هزار دانه با صفت تعداد انشعاب فرعی همبستگی مثبت و معنی داری دارد (جدول ۴). از طرفی، وزن هزار دانه با صفت ارتفاع (۰/۵۲۸-) و روز تا ۵۰ درصد گل دهی (۰/۷۸۷-) همبستگی منفی و معنی داری داشت. عملکرد بذر با صفت تعداد انشعاب فرعی همبستگی مثبت و معنی داری (۰/۶۳۴) نشان داد و با صفت ارتفاع (۰/۴۷۶-) و گل دهی (۰/۶۵۸-) همبستگی منفی داشت. با توجه به وجود تنوع میان ژنوتیپ‌های رازیانه مورد بررسی، برای تعیین نقش هر یک از صفات در تنوع موجود تحلیل عامل‌ها انجام شد (جدول ۵). از این تحلیل می‌توان دریافت که صفات مختلف تا چه حد اجزای مشابهی از کیفیت یا خصوصیات زراعی را اندازه‌گیری می‌کنند و گروه‌هایی از صفات که بیشترین همبستگی گروهی را دارند مشخص می‌شوند. هدف این روش همانند تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، توجیه تغییرات موجود در متغیرهای اولیه با استفاده از تعداد کمتر متغیر است (Liu and Cordes, 2004). مقادیر واریانس توجیه شده مؤلفه‌های یک تا سه به ترتیب: ۴۱، ۲۶ و ۱۶ درصد و در مجموع ۸۳ درصد از کل واریانس متغیرها توجیه شد. ضرایب بردارهای ویژه در عامل اول نشان داد که صفات: ارتفاع، قطر تاج پوش و تعداد روز تا ۵۰ درصد گل دهی عمده‌ترین نقش را در تشکیل این مؤلفه داشته‌اند که نام پیشنهادی برای این عامل فنولوژی است. در مؤلفه دوم صفات: تعداد

گناباد (۴/۵۸ گرم) و کمترین آن در توده کرمان (۲/۷۶ گرم) مشاهده شد. Safaei و همکاران (۲۰۱۳) نیز در مطالعات خود بر روی ۱۲ ژنوتیپ رازیانه تفاوت‌های معنی داری را برای این صفت گزارش کردند. از آنجا که وزن هزار دانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه در بوته در گیاه رازیانه است، می‌توان از روش‌های انتخاب به منظور بهبود این صفت در جهت بهبود عملکرد دانه رازیانه استفاده نمود.

همچنین توده آلبانی با متوسط طول دانه ۵/۵۵ میلی‌متر، بیشترین طول دانه و توده شیراز با متوسط طول دانه ۳/۶۱ میلی‌متر کمترین طول دانه را بین توده‌های مورد بررسی داشتند. نتایج جدول‌های تحلیل واریانس نشان داد که توده‌ها از نظر عملکرد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۲). بررسی عملکرد دانه در بوته نشان داد که توده‌های گناباد و بوشهر به ترتیب با مقادیر ۳۳/۷۰ و ۴۰/۹۹ گرم بیشترین و توده کرمان با ۸/۳ گرم کمترین عملکرد را دارند. عملکرد دانه در این مطالعه تنوع بالایی نشان داد (جدول ۳). Safaei و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعات خود وجود تنوع ژنتیکی بالایی را برای این صفت گزارش کردند. نتایج Bernath و همکاران (۱۹۹۶) نیز در ۳۴ توده رازیانه نشان دهنده تنوع وسیع برای این صفت بود. طبق جدول ۱ ضرایب تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی همچنین وراثت پذیری عمومی به ترتیب: ۴۰/۵، ۳۸/۵۸ و ۹۰/۵۱ درصد برآورد شد (جدول ۱). بالا بودن ضرایب تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی همچنین وراثت‌پذیری نسبتاً بالای این صفت نشان می‌دهد که برای ایجاد ارقام با عملکرد بالا می‌توان از توده‌های با عملکرد بالا به عنوان یک والد در تلاقی‌ها

دوم شامل: اصفهان، بوشهر، شیراز، کاشان، کرمان و مشهد بود که این توده ها همگی دیررس و پا بلند بودند و قرابت‌های زیادی از نظر اقلیمی و شرایط آب و هوایی مناطق هم منشأ داشتند. گروه سوم شامل: توده‌های اردبیل و تبریز بود که این توده‌ها زودرس، پا کوتاه، به رنگ سبز مایل به زرد، با انشعاب فرعی زیاد و حالت تاج پوشش بود. گروه چهارم شامل: توده‌های پاوره و گناباد بود که ویژگی‌های مشترک این توده‌ها زودرسی، پا کوتاهی، حالت تاج پوشش به رنگ سبز روشن بود. تفاوت آماری معنی دار صفات مورد مطالعه رازیانه در این پژوهش نشان دهنده آن است که توده‌های مطالعه شده، تنوع ژنتیکی کافی برای صفات مختلف از جمله: عملکرد دانه، وزن هزار دانه دارند. بنابراین، می‌توان از میان آنها، توده‌های با صفات شاخص را انتخاب و در به‌زراعی و به‌نژادی استفاده نمود. برخی دیگر از پژوهشگران نیز تنوع قابل ملاحظه‌ای را در ژرم پلاسم رازیانه گزارش نموده‌اند (Morales et al., 1993). مطالعات نشان داده است که عملکرد بذر رازیانه متفاوت است و بستگی به ژنوتیپ و شرایط اقلیمی محل رویش دارد.

تفاوت اندک بین ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی اغلب صفات به غیر از صفات: وزن خشک و تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن، نشان دهنده این حقیقت بود که سهم ژنتیک در تعیین صفات بالا است. وراثت‌پذیری بالای صفات هم نشان داد که صفات‌های مطالعه شده کمتر تحت تأثیر محیط قرار گرفته‌اند. بنابراین، روش‌های مبتنی بر گزینش برای این صفات از کارآیی بالایی برخوردار خواهد بود. همچنین، نتایج حاصل نشان داد که جمعیت‌های رازیانه از نظر

انشعاب فرعی، وزن تر، وزن خشک و عملکرد بذر دارای ضرایب بردار ویژه بیشتری بودند که نام پیشنهادی برای این عامل، اجزای عملکرد است. در مؤلفه سوم صفات: ارتفاع، قطر گل آذین و طول دانه بیشترین اهمیت را در تبیین این مؤلفه دارا بودند که نام پیشنهادی برای این عامل، ویژگی‌های زایشی نهاده شد. در مطالعه حاضر، به منظور گروه بندی ژنوتیپ‌ها از تحلیل خوشه‌ای با روش Ward (۱۹۶۳) بر مبنای فاصله اقلیدسی و برای تعیین تعداد مناسب خوشه از T^2 هوتینگ و F کاذب بهره برده شد. تحلیل خوشه ای برای ۱۵ توده رازیانه با روش Ward (۱۹۶۳) و بر مبنای فاصله اقلیدسی انجام شد و جمعیت‌های مورد نظر در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند. از نتایج تحلیل خوشه‌ای توده‌های رازیانه، چهار گروه حاصل شد (شکل ۱). Safaei و همکاران (۲۰۱۳) نیز ۱۲ توده رازیانه را بر اساس ۱۳ صفت کمی از جمله: تعداد گل آذین، تعداد چترک، تعداد گل در چترک، تعداد گل عقیم، عملکرد بذر در هکتار، وزن هزار دانه، روز تا ۵۰ درصد گل دهی، روز تا ۱۰۰ درصد گل دهی، روز تا رسیدگی کامل، ارتفاع در ۵۰ درصد گل دهی، ارتفاع در ۱۰۰ درصد گل دهی، درصد اسانس و درصد خاکستر در سه دسته طبقه بندی کردند. در این گروه بندی، گروه اول شامل: توده‌های تهران، همدان، یزد، آلبانی و اروپا بود که توده‌های یزد، تهران و همدان از نظر ویژگی‌های مورفولوژیک و فنولوژی بسیار شبیه یکدیگر بودند. از جمله این شباهت‌ها: پا بلندی، دیررسی و قطر تاج پوش کم بود. توده‌های آلبانی و اروپا هم در یک زیر گروه قرار گرفتند که هر دو دیررس با انشعاب فرعی کم، ساقه‌های ضخیم و گوشتی به رنگ سبز تیره بودند. گروه

توده‌های خارجی آلبانی و اروپا در یک زیر گروه در این گروه قرار گرفتند. گروه دوم که تمامی توده‌های آن دیررس بودند و از نظر اقلیمی و شرایط آب و هوایی قرابت‌های بسیاری با هم داشتند از جمله این که بیشتر توده‌های این گروه متعلق به اقلیم‌های گرم و خشک هستند. توده‌های مربوط به گروه سوم و چهارم از نظر اقلیمی و فنولوژی و مورفولوژی در یک گروه قرار گرفتند که همه این توده‌ها مربوط به اقلیم‌های سرد، زودرس و پا کوتاه هستند.

نتیجه‌گیری کلی

تحلیل صفات مورفولوژیک نشان داد که تنوع قابل ملاحظه‌ای برای اغلب صفات وجود دارد. از آنجا که وراثت‌پذیری اکثر صفات بالا بود، می‌توان نتیجه گرفت که قسمت اعظم این تنوع احتمالاً مربوط به تأثیرات ژنتیکی است. بنابراین، گزینش این صفات برای تولید ارقام با عملکرد بیشتر بذر و برگ (برای مصارف خوراکی برگ و اسانس) می‌تواند مؤثر باشد. وجود همبستگی‌های بالا، گزینش غیر مستقیم برای صفات مهم زراعی را تسهیل می‌کند، بنابراین می‌توان از صفات با همبستگی زیاد به عنوان گزینش جمعیت‌ها با عملکرد بالا بهره گرفت. نتایج تحلیل خوشه‌ای داده‌های حاصل از تحلیل عامل‌های بخش مورفولوژی را تأیید نمود و تا حدودی توده‌ها را بر اساس مناطق جغرافیایی، اقلیمی، خصوصیات مورفولوژی و فنولوژی از همدیگر تفکیک نمود. وجود فاصله ژنتیکی بالا بین توده‌های مطالعه شده امکان استفاده این توده‌ها در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر گزینش، توسعه و تولید ارقام با عملکرد و درصد اسانس بالا و تشکیل جوامع نقشه‌یابی را فراهم می‌سازد.

زودرسی و دیررسی تفاوت‌های زیادی با هم دارند. از جمله این که توده‌های زودرس پا کوتاه، سبز مایل به زرد روشن، با قطر گل آذین کم و تعداد انشعاب فرعی زیاد دارای عملکرد دانه بالایی بودند در حالی که توده‌های دیررس با ارتفاع زیاد، قطر تاج پوشش زیاد، تعداد انشعاب فرعی کم و قطر گل آذین زیاد و به رنگ سبز تیره دارای عملکرد دانه کم تا متوسط بودند. دامنه تغییرات الب صفات بالا بوده، وزن هزار دانه از ۲/۴۹ گرم (توده یزد) تا ۴/۵۸ گرم (توده گناباد) متغیر بود که در اینجا توده‌های زودرس وزن هزار دانه بیشتری داشتند. توده‌های دیررس تاج پوشش بیشتری داشته، برای عملکرد برگ جهت استحصال اسانس از برگ مناسب هستند. به نظر می‌رسد توده‌های زودرس برای اقلیم‌های سرد که فصل زراعی کوتاه است و عملکرد بذر و اسانس مد نظر است مناسب باشد. عملکرد بذر و وزن هزار دانه با انشعاب فرعی همبستگی مثبت و با ارتفاع همبستگی منفی نشان داد که توده‌های پا کوتاه با انشعاب فرعی زیاد و عملکرد بالا مؤید این همبستگی است. تجزیه عامل‌ها، عوامل مؤثر در تبیین واریانس کل را مشخص کرد که در این میان، سه عامل اول ۸۳ درصد کل واریانس متغیرها را توجیه کردند. در نمودار سه بعدی تجزیه به عامل‌ها، صفات قطر تاج پوشش، ارتفاع، قطر گل آذین، وزن خشک و وزن تر در ناحیه اول مختصاتی قرار گرفتند که نشان دهنده مؤثر بودن این صفات در تبیین سه عامل اول و تأیید تجزیه عاملی بود. تحلیل خوشه‌ای ۱۵ توده بررسی شده را به چهار گروه تقسیم کرد که گروه اول توده‌های دیررس بودند که مشخصه این توده‌ها ارتفاع زیاد، رنگ سبز تیره، عملکرد دانه متوسط، قطر تاج پوشش زیاد بود و

جدول ۱- آماره‌های توصیفی اندازه گیری شده صفات مورفولوژیک ۱۵ توده رازیانه

صفات	ارتفاع (سانتی متر)	انشعاب فرعی (تعداد)	قطر گل آذین (سانتی متر)	قطر تاج پوش (سانتی متر)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	روز تا ۵۰ درصد سبز شدن (تعداد روز)	روز تا ۵۰ درصد گل دهی (تعداد روز)	عملکرد بذر (گرم)	وزن هزار دانه (میلی متر)	طول دانه (میلی متر)
حداقل	۵۸	۶	۴/۲۳	۳۸	۲۱۰/۳۵	۲۰۲/۱۹	۲۳	۷۰	۷/۳۲	۲,۱۲	۳/۱۳
حداکثر	۱۵۸/۲۸	۳۵	۱۱/۵۸	۹۱/۶۱	۵۷۳/۳۲	۱۰۰/۲۵	۴۹	۱۴۷	۴۳/۲۱	۴/۸۵	۵/۷۴
میانگین	۱۱۶/۵۶	۱۵/۸۴	۷/۹۱	۶۴/۴۱	۳۶۲/۸۴	۳۸۴/۳۵	۳۶	۱۰۲	۲۲/۷۳	۳/۴۱	۴/۷۲
واریانس ژنتیکی	۵۴۰/۷۰	۵۹/۹۰	۳/۳۷	۱۸۹/۵۶	۶۵۸/۰۴	۲۶۳۷/۶۷	۲۲/۴۰	۳۸۵/۹۰	۷۶/۸۹	۰/۲۸	۰/۲۳
واریانس فنوتیپی	۵۴۷/۰۹	۶۱/۳۵	۳/۴۷	۱۹۴/۶۰	۶۹۶	۳۳۸۸/۶۷	۳۱/۸۱	۳۹۱/۷۷	۸۴/۹۵	۰/۳۴	۰/۲۹
وراثت پذیری عمومی	۹۸/۸۳	۹۷/۰۴	۹۷/۱۲	۹۷/۴۱	۹۸/۴۳	۷۷/۸۴	۷۰/۴۲	۹۸/۵۰	۹۰/۵۱	۸۴/۰۸	۸۰/۱۹
ضریب تغییرات ژنتیکی	۱۹/۹۵	۴۸/۸۵	۲۳/۲۰	۲۱/۳۸	۷/۲۲	۲۵/۴۰	۱۳/۹۵	۱۹/۳۲	۳۸/۵۸	۱۵/۵۸	۱۰/۱۴
ضریب تغییرات فنوتیپی	۲۰/۰۷	۴۹/۴۳	۲۳/۵۴	۲۱/۶۶	۷/۲۷	۲۸/۷۹	۱۶/۶۲	۱۹/۴۷	۴۰/۵۵	۱۶/۹۹	۱۱/۳۳

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات بررسی شده توده‌های رازیانه. n.s. * و ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

میانگین مربعات صفات

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	انشعاب فرعی	قطر گل آذین	قطر تاج پوش	وزن تر	وزن خشک	روز تا ۵۰ درصد گل دهی	روز تا ۵۰ درصد گل دهی	وزن هزار دانه	وزن بذر خودگشن
بلوک	۲	۸۸/۱۱ [*]	۰/۸۲ ^{n.s.}	۰/۰۴ ^{n.s.}	۱۱۰/۴۶ ^{**}	۱۸۶۱/۷ [*]	۱۹۹۲ ^{n.s.}	۵۸/۰۶ ^{n.s.}	۸/۸۶ ^{n.s.}	۰/۰۹۳ ^{n.s.}	۰/۲۶۱ ^{n.s.}
ژنوتیپ	۱۴	۱۶۴۱ ^{**}	۱۸۴/۰۴ ^{**}	۱۰/۴۱ ^{**}	۵۸۳/۸ ^{**}	۲۰۸۸ ^{**}	۱۰۶۶ ^{**}	۹۵/۴۳ [*]	۱۱۷۵ ^{**}	۰/۸۵۸ ^{**}	۴/۶۷۵ ^{**}
خطای آزمایش	۱۸	۱۹/۱۶	۴/۳۴	۰/۳۰	۱۵/۱۳	۳۲/۸۷	۲۲۵۳	۳۸/۲۳	۱۷/۶۰	۰/۱۷	۰/۳۶۷

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات زراعی در ۱۵ ژنوتیپ رازیانه

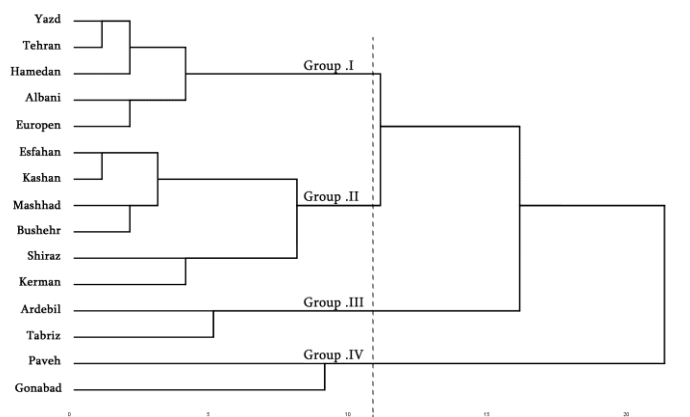
توده	ارتفاع (سانتی متر)	انشعاب فرعی (تعداد)	قطر گل آذین (سانتی متر)	قطر تاج پوش (سانتی متر)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	روز تا ۵۰ درصد سبز شدن (تعداد روز)	روز تا ۵۰ درصد گل دهی (تعداد روز)	عملکرد دانه (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	طول دانه (میلی متر)
۱ (یزد)	۱۳۴/۹۴ ^{de}	۱۵ ^{cd}	۹/۱۲ ^b	۷۳/۲۳ ^{bc}	۲۳۶/۶۶ ^g	۱۵۰/۹۹ ^{def}	۲۸/۶۶ ^{de}	۱۰۸ ^d	۲۰/۵۵ ^{def}	۲/۴۹ ^f	۴/۴۷ ^{bc}
۲ (شیراز)	۱۱۷/۶۷ ^c	۱۰ ^{fg}	۷/۴۸ ^e	۷۹/۵۳ ^a	۴۲۰/۸۹ ^{bcd}	۱۸۲/۹۴ ^{def}	۳۳/۳۵ ^{b-e}	۹۸/۳۴ ^f	۱۱/۴۸ ^{gh}	۳/۲۹ ^{bcde}	۳/۶۱ ^d
۳ (مشهد)	۱۱۹/۲۳ ^c	۱۷ ^c	۸/۵۴ ^{bc}	۶۸/۳۳ ^{cd}	۳۱۲/۷۸ ^{efg}	۲۰۰/۲۱ ^{cf}	۳۸/۳۳ ^{abc}	۷۸/۶۷ ^{gh}	۱۸/۲۵ ^{defg}	۴/۴۸ ^a	۴/۹۵ ^{ab}
۴ (پاوه)	۸۳/۲۳ ^{ab}	۲۹ ^a	۵/۶۱ ^f	۴۶/۵۶ ^f	۵۳۹/۰۸ ^a	۳۴۶/۳۲ ^a	۴۰/۳۴ ^{ab}	۸۲/۶۵ ^g	۳۲/۷۰ ^b	۳/۹۲ ^{ab}	۴/۹۷ ^{ab}
۵ (اردبیل)	۸۹/۲۳ ^{ab}	۸ ^{gh}	۷/۵۱ ^e	۴۴/۰۳ ^f	۲۸۳/۳۳ ^{efg}	۱۳۷/۵۹ ^{cf}	۳۴/۳۳ ^{b-e}	۷۶/۶۵ ^{gh}	۳۰/۰۹ ^{bc}	۳/۵۸ ^{bcd}	۴/۶۵ ^{bc}
۶ (اصفهان)	۱۲۱/۷۱ ^c	۲۱ ^b	۷/۵۹ ^{de}	۵۶/۶۳ ^c	۴۲۱/۳۰ ^{bcd}	۱۷۳/۲۶ ^{cf}	۳۵ ^{b-c}	۱۰۲/۶۶ ^{def}	۲۴/۸۹ ^{bcd}	۳/۲۶ ^{bcde}	۴/۹۱ ^{ab}
۷ (تبریز)	۷۰/۳۳ ^{cd}	۱۱ ^{efg}	۸/۱۷ ^{cde}	۴۵/۳۳ ^f	۳۱۶/۳۸ ^{efg}	۱۲۷/۵۱ ^f	۳۸/۶۵ ^{abc}	۸۳ ^g	۲۴/۳۰ ^{cd}	۳/۶۹ ^{bc}	۴/۲۰ ^{bc}
۸ (تهران)	۱۵۵/۵۲ ^a	۱۳ ^{def}	۸/۱۸ ^{cde}	۷۹/۰۳ ^b	۲۹۸/۳۳ ^{efg}	۱۷۹/۱۶ ^{cf}	۲۷/۳۵ ^{de}	۱۱۷/۶۶ ^c	۱۸/۰۳ ^{defg}	۳/۲۹ ^{bcde}	۵/۱۴ ^{ab}
۹ (کرمان)	۱۲۰/۵۴ ^c	۱۱ ^{efg}	۴/۶۲ ^g	۷۴/۴۳ ^{bc}	۲۵۶/۱۸ ^{def}	۲۱۹/۵۹ ^{bcd}	۴۵/۶۶ ^a	۱۲۹/۳۳ ^{ab}	۸/۳۰ ^h	۲/۷۶ ^{def}	۳/۶۲ ^d
۱۰ (بوشهر)	۱۰۸/۳۳ ^c	۱۴ ^{cd}	۶/۳۴ ^f	۸۵/۷۶ ^a	۳۷۸/۰۲ ^{cde}	۱۸۵/۵۴ ^{cf}	۳۶/۶۶ ^d	۱۰۸/۶۶ ^{cd}	۳۳/۰۵ ^{ab}	۳/۰۴ ^{cdef}	۴/۶۱ ^{bc}
۱۱ (همدان)	۱۴۲/۷۱ ^b	۱۴ ^{dce}	۷/۹۲ ^{cde}	۴۷/۶۶ ^f	۳۳۷/۵۰ ^{def}	۲۰۹/۷۳ ^{b-e}	۲۸/۳۴ ^{cde}	۱۰۲ ^{def}	۲۸/۸۶ ^{bc}	۳/۳۷ ^{bcde}	۴/۹۳ ^{ab}
۱۲ (کاشان)	۱۲۰/۳۰ ^c	۲۴ ^b	۸/۵ ^{bcd}	۶۲/۷۶ ^{de}	۴۷۶/۳۸ ^{ab}	۲۸۷/۶۷ ^{ab}	۳۵ ^{b-e}	۱۰۱ ^{cf}	۲۲/۲۷ ^{cde}	۳/۴۵ ^{bcd}	۴/۷۳ ^{bc}
۱۳ (گناباد)	۹۷/۳۳ ^g	۳۳ ^a	۶/۲۶ ^f	۷۵/۵ ^e	۴۴۷/۹۶ ^{abc}	۲۵۲/۰۸ ^{bc}	۲۷/۳۳ ^{de}	۷۴/۶۵ ^b	۴۰/۹۹ ^a	۴/۵۸ ^a	۵/۰۲ ^{ab}
۱۴ (ارویا)	۱۳۷/۹۱ ^{bc}	۷ ^h	۱۱/۱۶ ^a	۷۴/۷۳ ^{bc}	۳۴۷/۰۷ ^{cd}	۲۲۰/۴۲ ^{bcd}	۲۵/۶۵ ^c	۱۳۶/۶۵ ^a	۱۴/۷۷ ^{efgh}	۳/۰۵ ^{def}	۵/۱۱ ^{ab}
۱۵ (آلبانی)	۱۲۹/۵۰ ^d	۸ ^{gh}	۱۱/۶۵ ^a	۷۰/۴۶ ^c	۲۷۸/۲۴ ^{fg}	۱۵۹/۸۰ ^{def}	۳۴/۳۳ ^{b-e}	۱۲۵ ^b	۱۲/۹۵ ^{fgh}	۲/۹۶ ^{def}	۵/۵۵ ^a
میانگین	۱۱۳/۵۷	۱۵	۷/۹۱	۶۴/۴۰	۳۶۳/۲۶	۲۰۲/۱۹	۳۳/۹۳	۱۰۱/۶۶	۲۲/۷۳	۳/۴۱	۴/۷۰
LSD	۷/۳۲	۳/۴۸	۰/۹۲	۶/۵۰	۹۵/۹۰	۷۹/۴۰	۱۰/۳۵	۷/۰۱	۸/۲۲	۰/۶۷	۰/۷۲

جدول ۴- نتایج همبستگی صفات زراعی بررسی شده در ۱۵ ژنوتیپ رازیانه. n.s، * و ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱ ارتفاع	۱										
۲ تعداد انشعاب فرعی	-۰/۲۹۴ ^{ns}	۱									
۳ قطر گل آذین	۰/۳۸۶ ^{ns}	-۰/۴۴۸ ^{ns}	۱								
۴ قطر تاج پوش	۰/۵۸۳*	-۰/۳۰۳ ^{ns}	۰/۱۵۷ ^{ns}	۱							
۵ وزن تر	-۰/۳۲۰ ^{ns}	۰/۷۲۹**	-۰/۵۰۱ ^{ns}	-۰/۲۰۳ ^{ns}	۱						
۶ وزن خشک	-۰/۰۹۰ ^{ns}	۰/۷۰۲**	-۰/۳۵۵ ^{ns}	-۰/۱۳۶ ^{ns}	۰/۸۱۹**	۱					
۷ روز تا ۵۰ درصد رسیدگی	-۰/۵۰۹**	۰/۰۰۵ ^{ns}	-۰/۵۰۹ ^{ns}	-۰/۰۹۶ ^{ns}	۰/۲۲۹ ^{ns}	۰/۱۲۸ ^{ns}	۱				
۸ روز تا ۵۰ درصد گل دهی	۰/۷۱۶**	-۰/۵۳۰*	۰/۳۷۱ ^{ns}	۰/۶۳۵*	-۰/۲۸۷ ^{ns}	-۰/۱۰۵ ^{ns}	-۰/۱۱۷ ^{ns}	۱			
۹ عملکرد بذر	-۰/۴۷۶*	۰/۶۳۴*	-۰/۳۸۱ ^{ns}	-۰/۵۲۷ ^{ns}	۰/۳۷۱ ^{ns}	۰/۲۶۴ ^{ns}	-۰/۱۷۸ ^{ns}	-۰/۶۵۸**	۱		
۱۰ وزن هزار دانه	-۰/۵۲۸*	۰/۶۰۸*	-۰/۲۴۳ ^{ns}	-۰/۴۶۶ ^{ns}	۰/۳۹۹ ^{ns}	۰/۳۵۳ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	-۰/۷۸۸**	۰/۲۴۳ ^{ns}	۱	
۱۱ طول دانه	۰/۲۴۸ ^{ns}	۰/۲۱۲ ^{ns}	۰/۵۴۸*	-۰/۱۳۵ ^{ns}	-۰/۱۱۵ ^{ns}	۰/۱۲۹ ^{ns}	-۰/۵۱۲ ^{ns}	۰/۰۴۸ ^{ns}	-۰/۲۳۴ ^{ns}	-۰/۰۵۷ ^{ns}	۱

جدول ۵- نتایج تجزیه به عامل‌های دوران یافته صفات اصلی رازیانه

متغیرها	بار عاملی اول	بار عاملی دوم	بار عامل سوم
ارتفاع	۰/۷۷	-۰/۰۳	۰/۴۸
تعداد انشعاب فرعی	-۰/۴۴	۰/۸۲	۰/۰۹
قطر گل آذین	-۰/۲۴	-۰/۴۶	۰/۶۸
قطر تاج پوش	۰/۸۰	-۰/۰۲	۰/۰۰
وزن تر	-۰/۱۷	۰/۸۸	-۰/۲۳
وزن خشک	-۰/۰۲	۰/۹۳	-۰/۰۱
روز تا ۵۰ درصد رسیدگی	-۰/۰۶	۰/۰۶	-۰/۸۵
روز تا ۵۰ درصد گل دهی	۰/۹۲	-۰/۱۳	۰/۱۳
عملکرد بذر	-۰/۷۴	۰/۳۶	۰/۲۰
وزن هزار دانه	-۰/۷۵	۰/۳۵	۰/۰۸
طول دانه	-۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۸۸
ریشه مشخصه	۳/۴۹	۲/۸۲	۲/۱۹
واریانس توجیه شده	۴۱/۷۶	۲۶/۶۹	۱۶/۸۹
واریانس توجیه شده جمعی	۴۱/۷۶	۶۷/۴۶	۸۳/۳۵



شکل ۱- تحلیل خوشه‌ای ۱۵ جمعیت رازیانه با روش Ward (۱۹۶۳) بر مبنای فاصله اقلیدسی

منابع

- Al-Dalain, S. A., Abdel-Ghani, A. H, Al-Dalaeen, J. A and Thalaen, H. A. (2012) Effect of planting date and spacing on growth and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under irrigated conditions. Pakistan Journal of Biological Science 15(23): 1126-1132.
- Bernath, J., Nemeth, E., Kattaa, A. and Hethelyi, E. (1996) Morphological and chemical evaluation of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations of different origin. Journal of Essential Oil Research 8: 247-253.
- Jamshidi, A. H. Shams Ardakani, M., Hadjiakhondi, A. and Abdi, Kh. (2004) The influence of distillation conditions on the essential oil composition of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Medicinal Plants 11: 68-72.
- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. (2004) Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology 93: 307-311.
- Koocheki, A., Nasiry Mahalati, M. and Azizi, G. (2006) The effects of water stress and defoliation on some of quantitative traits of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Iranian Field Crop Research 4: 131-137.
- Liu, Z. J. and Cordes, J. F. (2004) DNA marker technologies and their application in aquaculture genetics. Aquaculture 238: 1-37.
- Massoud, H. (1992) Study on the essential oil in seed of some fennel cultivars under Egyptian environmental conditions. 40th Annual Congress on Medicinal Plant Research, Trieste, Italy.
- Morales, M. R., Charles, D. J. and Simon, J. E. (1993) Fennel. In: A new specialty vegetable for the fresh market. (Eds. Janick, J. and Simon, J. E.) 576-579. John Wiley & Sons, New York.
- Mozafarian, V. (2007) Flora of Iran. Umbelliferae 54: 347-348.
- Patel, D. G., Patel, P. S. and Patel, I. D. (2008) Studies on variability of some morphological characters in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Spices and Aromatic Crops 17(1): 29-32.
- Safaei, L., Afiuni, D. and Zeinali, H. (2013) Correlation relationships and path coefficient analysis between essential oil and essential oil components in 12 genotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 59: 187-200.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. (1980) Principles and procedures of statistics approach. 2nd edition, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Ward, J. H. (1963) Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association 48: 236-244.
- Zargari, A. (1987) Medicinal plants. Tehran University Press, Tehran.

An assessment of morphological genetic variations and heritability of Iranian fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions

**Hossein Maghsudi Kelardashti¹, Mehdi Rahimmalek^{1*}, Mohammad Reza Sabzalian¹
and Majid Talebi²**

¹ Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

² Department of Biotechnology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Abstract

In order to assess the genetic variations in Iranian fennel accessions, an experiment on 15 fennel ones including 13 Iranian and two foreign ones were carried out in randomized block design with three replicates. According to analysis of variance significant differences were observed among all studied traits. Most of the traits showed moderate to high heritability (90%) except for the number of the days up to 50% appearance. Seed yield had positive correlation with number of lateral shoots. The first factor in factor analysis explained 83% of variation. Number of lateral shoots, wet weight, dry weight and seed yield had the highest value in the second Eigen, while in the third one plant height, inflorescence diameter and seed length showed the highest values. Cluster analysis classified 15 fennel accessions in four groups that showed high differences in seed yield, day of ripening and plant height. Furthermore, most of accessions were grouped based on their geographical and climatic conditions. Therefore, it would be possible to cross the elite genotypes from different clusters and select the best ones in order to introduce new cultivars with appreciable agronomic traits.

Key words: Fennel, Genetic variation, Heritability, Morphological traits

* mrahimmalek@cc.iut.ac.ir