Archive of SID

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۳، شماره ۵، صفحه ۷۹۲-۷۷۹ (۱۳۹۶)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2017.108103.1874

بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های مختلف رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) براساس خصوصیات مورفو-فنولوژیکی

علی ایزانلو[1*]، عالیه جامی[2]، محمد ضابط[3] و علیرضا صمدزاده[4]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، پست الکترونیک: a.izanloo@birjand.ac.ir

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۴- مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۵ تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

چکیده

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) از مهمترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و متعلق به خانواده چتریان می‌باشد. به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات مورفو-فنولوژیکی در اکوتیپ‌های رازیانه، آزمایشی با ۳۳ اکوتیپ مختلف رازیانه در قالب طرح آگمنت نسبتاً تکرارشده در باغ دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا ۵۰٪ رسیدگی دانه، ارتفاع گیاه تا چتر اصلی، ارتفاع کل گیاه، تعداد شاخه‌های اصلی گیاه، تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور گیاه، تعداد چترک در چتر اصلی، تعداد دانه در چتر اصلی، طول میانگره، تعداد میانگره انتهایی و عملکرد دانه گیاه اندازه‌گیری شدند. با توجه به نتایج تجزیه ریمل (REML)، اختلاف معنی‌دار بین اکوتیپ‌های مختلف از نظر بیشتر صفات مورد بررسی مشاهده شد. وراثت‌پذیری عمومی برای صفات مختلف بین ۱۴٪ و ۹۳٪ برآورد گردید. صفات مطلوب برای بهبود کارایی گزینش اکوتیپ‌های مطلوب شامل تعداد دانه در چتر اصلی، تعداد چتر بارور گیاه، تعداد چترک در چتر اصلی و تعداد چتر بودند که همبستگی مثبت معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند. نتایج تجزیه بای‌پلات نشان داد که اکوتیپ‌های اهواز، ۵۴، کرمان، نیریز و رزن در بیشتر صفات برتر بودند. نتایج تجزیه خوشه‌ای اکوتیپ‌ها را در دو خوشه قرار داد. با توجه به نتایج این آزمایش، تنوع قابل ملاحظه‌ای بین اکوتیپ‌های رازیانه مورد مطالعه وجود داشت و می‌توان از طریق تلاقی بین اکوتیپ‌های برتر خوشه‌های مختلف و آزمون نتاج آنها از طریق برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب، نسبت به تولید ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب اقدام کرد.

واژه‌های کلیدی: طرح آگمنت نسبتاً تکرارشده، تنوع ژنتیکی، تجزیه ریمل (REML)، رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.).

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) از خانواده چتریان و از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای ایران است (Omidbeygi *et al.*, 2006؛ Rechinger & Hedge, 1986) و به‌دلیل اهمیت اقتصادی و کاربرد آن در صنایع غذایی و داروسازی، جزء یکی از مهمترین گیاهان دارویی جهان محسوب می‌شود (Susplugas *et al.*, 1991). این گیاه بومی جنوب اروپا و منطقه مدیترانه می‌باشد و در حال حاضر نیز در نواحی وسیعی از رومانی، روسیه، آلمان، فرانسه، ایتالیا، هند، آرژانتین، آمریکا و بسیاری از کشورهای آفریقایی کشت می‌گردد (Grover *et al.*, 2013). گیاه دارویی رازیانه در ایران پراکندگی وسیعی در مناطق خراسان، تهران، گرگان، مازندران، کردستان، کرمان، گیلان و تبریز دارد و تا ارتفاع ۲۱۰۰ متری از سطح دریا به‌طور خودرو رشد می‌کند (Ehsanipour *et al.*, 2012). رازیانه گیاهی دیپلوئید با پایه کروموزمی X=11 می‌باشد (Moradzadeh *et al.*, 2016؛ Safaei *et al.*, 2008).

تنوع ژنتیکی مبنای همه گزینش‌ها در هر برنامه اصلاحی است، به‌طوری که بالا بودن تنوع ژنتیکی در یک جامعه دامنه گزینش را وسیع‌تر می‌کند. وجود منابع ژرم‌پلاسم گسترده، وجود تنوع ژنتیکی بین گونه‌ها، نیاز آبی کم و مقاومت به خشکی ازجمله عواملی است که اهمیت گیاه رازیانه را زیاد کرده است (Maghsudi Kelardashti *et al.*, 2014). Morales و همکاران (۱۹۹۳) با بررسی تنوع ژنتیکی روی ۱۰ رقم رازیانه تنوع قابل توجهی را در صفات ارتفاع و تعداد دانه گزارش کردند. Massoud (۱۹۹۲) تنوع بالایی را در میزان اسانس ۱۰ رقم رازیانه نشان داد. Bernath و همکاران (۱۹۹۶) تنوع صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و میزان عملکرد دانه را در ۳۴ توده رازیانه بررسی کردند و نتایج نشان‌دهنده تنوع بالا از لحاظ میزان عملکرد دانه و اسانس در میان آنها بود. Safaei و همکاران (۲۰۱۱) تنوع بالایی را در صفات عملکرد بذر، درصد اسانس، زمان رسیدگی و ارتفاع گیاه گزارش کردند. Maghsudi Kelardashti و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی در ۱۵ توده رازیانه، تنوع ژنتیکی بالایی را گزراش کردند. آنان همچنین وراثت‌پذیری متوسط تا بالایی (۹۰٪) را برای تمام صفات بررسی شده به‌استثنای تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن گزارش کردند. عملکرد دانه، همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفت تعداد انشعاب فرعی داشت. Moradzadeh و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای به‌منظور بررسی تنوع سیتوژنتیکی ۱۶ اکسشن از گیاه رازیانه نشان دادند که تنوع معنی‌داری را در بین اکسشن‌ها برای تمامی صفات کاریوتیپی وجود داشت.

کشت گیاهان دارویی و معطر، از دیرباز از جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران برخوردار بوده و این نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری، نقش مهمی ایفاء می‌کرده‌اند. امروزه اهمیت گیاهان دارویی سبب شده است که بسیاری از کشاورزان با تغییر الگوی کشت معمول به سمت کشت و تولید گیاهان دارویی روی آورند. از این‌رو ارزیابی جمعیت‌های وحشی در نگهداری و بکارگیری شایسته از ژرم‌پلاسم‌های مناسب، ضروری به نظر می‌رسد. برنامه‌های اصلاحی برای بهبود عملکرد و کیفیت گیاه دارویی نیازمند دسترسی به تنوع‌های ژنتیکی، حفظ ذخایر ژنتیکی و استفاده از آنها می‌باشد. بررسی تنوع ژنتیکی، به‌نژادگران را در شناسایی ظرفیت ژنتیکی صفات مرتبط با اهداف اصلاحی مهم آن یاری می‌کند و مطالعه تبعیت تنوع ژنتیکی از تنوع جغرافیایی و اقلیمی ژنوتیپ‌ها نشان‌دهنده سازگاری‌های احتمالی آنها با محیط‌های متفاوت می‌باشد. بنابراین بررسی وضعیت تولید گیاهان دارویی و معطر و نقش این گیاهان در ایجاد تنوع در بوم‌نظام‌های زراعی ایران بسیار با اهمیت می‌باشد (Koocheki *et al.*, 2009). از این‌رو مدیریت حفاظت از ذخایر ژنتیکی و اطلاع از تنوع ژنتیکی و تعیین خصوصیت ژرم‌پلاسم کمک بزرگی به آگاهی از فرایندهای تکامل، فرسایش ژنتیکی و اصلاح ژنتیکی این گیاه با ارزش می‌نماید. رازیانه گیاهی دگرگشن بوده و با توجه به میزان

www.SID.ir

Archive of SID

دگرگشنی و تنوع ژنتیکی بالای این گونه، توجه بیشتری باید به تعیین خصوصیت ژرم‌پلاسم معطوف گردد. البته آگاهی از تنوع ژنتیکی گونه‌های گیاهی به‌ویژه گیاهان دارویی و فراموش شده اولین قدم در تعیین خصوصیت ژرم‌پلاسم می‌باشد. بنابراین، هدف از این تحقیق تعیین خصوصیات اکوتیپ‌ها از نظر صفات مورفو-فنولوژیکی و بررسی تنوع ژنتیکی براساس فنوتیپ به‌منظور انتخاب اکوتیپ‌های با عملکرد بهتر در شرایط اقلیمی بیرجند است.

جدول ۱- لیست اکوتیپ‌های رازیانه مورد بررسی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور

ردیف	کد اکوتیپ	منطقه	استان	ردیف	کد اکوتیپ	منطقه	استان
۱	C53	خوسف	خراسان جنوبی	۱۷	V60	سربیشه	خراسان جنوبی
۲	C62	بجنورد	خراسان شمالی	۱۸	V27	بجستان	خراسان رضوی
۳	V38	تبریز	آذربایجان شرقی	۱۹	V51	نامشخص	نامشخص
۴	C59	رومی	هند	۲۰	V40	دیواندره	کردستان
۵	C57	نیشابور	خراسان رضوی	۲۱	V36	نیریز	فارس
۶	V44	ارومیه	آذربایجان غربی	۲۲	V47	رزن	همدان
۷	V30	اهواز	خوزستان	۲۳	V50	آران و بیدگل	اصفهان
۸	C61	ایلام	ایلام	۲۴	V33	سقز	کردستان
۹	V54	نامشخص	نامشخص	۲۵	V28	کاشان	اصفهان
۱۰	V26	اردکان	فارس	۲۶	V32	سردشت	آذربایجان غربی
۱۱	V41	شبستر	آذربایجان شرقی	۲۷	V35	کامیاران	کردستان
۱۲	C58	گناباد	خراسان رضوی	۲۸	V31	دهگلان	کردستان
۱۳	V29	آباده	فارس	۲۹	V43	قم	قم
۱۴	V49	کوهین	قزوین	۳۰	V48	سبزوار	خراسان رضوی
۱۵	V42	شیراز	فارس	۳۱	V34	کرمان	کرمان
۱۶	V55	نامشخص	نامشخص	۳۲	C56	مشهد	خراسان رضوی

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۲-۹۱ در باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند (۵۶ و ′۳۲ شمالی، ۱۳ و ′۵۹ شرقی و ۱۴۸۰ متر ارتفاع از سطح دریا) اجرا شد. در این آزمایش ۳۲ اکوتیپ مختلف رازیانه جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور (جدول ۱) مورد ارزیابی قرار گرفتند. به دلیل کم بودن تعداد بذر در برخی اکوتیپ‌ها، آزمایش در قالب طرح آگمنت نسبتاً تکرارشده (Augmented p-rep design) اجرا شد. این طرح توسط نرم‌افزار DiGGer (Coombes, 2006) طراحی شد. هر واحد آزمایشی از دو ردیف روی پشته به طول ۱ متر، فاصله بین فاروها ۶۵ سانتی‌متر و فاصله دو بوته بر روی ردیف ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، پس از استقرار گیاهچه‌ها عمل تنک کردن انجام شد تا فاصله بین بوته‌ها روی ردیف به ۱۰ سانتی‌متر برسد. زمان کشت فروردین‌ماه ۱۳۹۲

www.SID.ir

Archive of SID

بود. عملیات داشت شامل آبیاری، کوددهی، وجین و سم‌پاشی در طی فصل رشد انجام شد. در این آزمایش در هر بلوک ناقص دو ردیف کناری به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. صفات ارتفاع کل گیاه، ارتفاع تا چتر اصلی، تعداد انشعاب فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر اصلی، تعداد چتر بارور گیاه، تعداد دانه در چتر اصلی، تعداد میانگره، طول میانگره انتهایی، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا ۵۰٪ رسیدگی و عملکرد دانه (گرم در گیاه، براساس ۵ بوته تصادفی) در هر کرت اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری گردید.

پس از جمع‌آوری داده‌ها و کنترل کیفی آنها از لحاظ آماری، اجزاء واریانس منابع مختلف از روش مدل مختلط محدود شده یا ریمل (REML) با استفاده از نرم‌افزار GenStat v12 برآورد گردید. پس از بدست آوردن مناسب‌ترین مدل، اجزاء واریانس (واریانس ژنوتیپی و واریانس خطا) برآورد و بهترین برآورد نااریب خطی (BLUEs) برای صفات مختلف تخمین زده شد. تجزیه خوشه به روش Ward براساس الگوریتم فاصله اقلیدسی توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد.

برای تعیین میزان تنوع موجود در درون صفات اقدام به محاسبه ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی گردید. ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی براساس رابطه‌های زیر محاسبه شدند (Singh & Chaudhary, 1979).

$$PCV = \frac{\sqrt{\delta^2_{ph}}}{\bar{X}} * 100 \qquad GCV = \frac{\sqrt{\delta^2_{g}}}{\bar{X}} * 100$$

که، δ^2_g: واریانس ژنوتیپی، δ^2_{ph}: واریانس فنوتیپی و $\bar{X}$: میانگین کل صفت می‌باشد.

نتایج

در تجزیه ریمل برای تمامی صفات مورد مطالعه، ابتدا مدل کامل تمام فاکتورها به‌طور ثابت در نظر گرفته شدند، سپس با حذف فاکتورهای غیرمعنی‌دار و بررسی دویانس (deviance) مدل و نمودار وریوگرام، مدل ثابت برای همه صفات تعیین گردید. در نهایت، بهترین برآورد نااریب خطی برای میانگین صفات برازش شد. آماره F براساس آزمون والد (Wald test) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین اکوتیپ‌ها برای صفات ارتفاع کل گیاه، ارتفاع تا چتر اصلی، تعداد دانه در چتر اصلی، تعداد چترک در چتر اصلی، طول میانگره انتهایی، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی در سطح احتمال ۱٪ و برای صفات تعداد چتر، تعداد چتر بارور گیاه در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت.

زمان گلدهی و ارتفاع گیاه از مهمترین صفات زراعی تأثیرگذار بر سازگاری گیاهان در مناطق جغرافیایی مختلف می‌باشند (Ehrenreich & Purugganan, 2006). نتایج تجزیه ریمل و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری برای صفت زمان گلدهی وجود داشت، به‌طوری که مجموعه اکوتیپ‌ها به دو گروه زودرس و دیررس تقسیم‌بندی شدند. هفت اکوتیپ گناباد، کوهین قزوین، شیراز، کاشان، خوسف، اکوتیپ ۵۵ و ایلام در گروه دیررس و بقیه اکوتیپ‌ها در گروه زودرس قرار گرفتند.

اکوتیپ‌های کوهین و سربیشه بیشترین میزان ارتفاع کل و ارتفاع تا چتر اصلی را داشتند و در دسته پابلندترین اکوتیپ‌ها قرار گرفتند و اکوتیپ رومی پاکوتاه‌ترین آنها بود (جدول ۲). در صفت تعداد چتر بارور در گیاه، اکوتیپ اهواز بیشترین مقدار را نشان داد و پس از آن، اکوتیپ‌های رزن، ۵۴، دیواندره، ۵۵ و سقز از نظر این صفت برتر از دیگر اکوتیپ‌ها بودند و کمترین اکوتیپ‌ها در میزان چتر بارور در بوته شامل اکوتیپ‌های رومی و شبستر بودند.

از نظر عملکرد دانه، اکوتیپ‌های اهواز، نیریز، آباده، سردشت، دیواندره و رزن بیشترین میزان عملکرد را داشتند. اکوتیپ‌های آران و بیدگل، شیراز، شبستر، گناباد، کاشان و خوسف دارای عملکرد نسبتاً پایینی بودند، در حالیکه

www.SID.ir

Archive of SID

اکوتیپ‌های سقز، سربیشه، ۵۵، کوهین و بجستان به‌دلیل عدم سازگاری به شرایط آب و هوایی بیرجند و یا به‌دلیل رشد رویشی بالا و تأخیر در گلدهی در سال اول عملکرد دانه ناچیز یا صفری داشتند (جدول ۲).

نتایج برآورد وراثت‌پذیری عمومی و ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی صفات اندازه‌گیری شده در (جدول ۳) آمده است. دامنه وراثت‌پذیری صفات از ۱۴٪ تا ۹۳٪ متغیر بود، به‌طوری که بیشتر صفات وراثت‌پذیری بالایی را داشتند. بیشترین وراثت‌پذیری به‌ترتیب برای صفات طول میانگره انتهایی (۹۳/۰۹)، تعداد چترک در چتر اصلی (۹۰/۱۸)، تعداد میانگره (۸۹/۶۸)، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی (۸۸/۱۶)، تعداد دانه در چتر اصلی (۸۵/۴۷)، ارتفاع تا چتر اصلی (۷۹/۹)، تعداد چتر در بوته (۷۹/۹)، ارتفاع کل گیاه (۷۸/۲۱)، تعداد چتر بارور در بوته (۷۶/۴۵) و عملکرد دانه (۷۳) بود، در حالیکه کمترین میزان وراثت‌پذیری مربوط به صفت تعداد شاخه اصلی گیاه و رسیدگی به‌ترتیب با ۱۴/۶٪ و ۲۸/۵٪ بود. بالاترین ضرایب تغییرات ژنوتیپی را صفات عملکرد دانه در بوته و تعداد چتر بارور و تعداد چتر در بوته به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

تجزیه همبستگی صفات نشان داد که هبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بین عملکرد و صفات تعداد چتر، تعداد چترک در چتر اصلی، تعداد چتر بارور، تعداد دانه در چتر اصلی و طول میانگره انتهایی مشاهده شد. بیشترین ضریب همبستگی با عملکرد را تعداد چتر بارور گیاه و کمترین آن را طول میانگره انتهایی داشت (به‌ترتیب ۰/۷۸۶ و ۰/۵۴۴). در حالیکه بین عملکرد دانه و صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد میانگره همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. صفت تعداد چتر در بوته با تعداد شاخه‌های اصلی گیاه در سطح احتمال ۱٪ و با صفت ارتفاع کل گیاه در سطح احتمال ۵٪ همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد، که خود نشان‌دهنده کاهش تعداد چترک با افزایش ارتفاع و افزایش فاز رویشی گیاه نسبت به فاز زایشی آن است.

صفت تعداد چتر بارور با تعداد چتر و تعداد چترک در چتر اصلی در سطح احتمال ۱٪ و با صفت تعداد شاخه‌های گیاه در سطح احتمال ۵٪ همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد. تعداد دانه در چتر اصلی با تعداد چتر بارور و تعداد چترک در چتر اصلی همبستگی مثبت و با ارتفاع کل گیاه همبستگی منفی در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. باتوجه به اینکه اجزای عملکرد دارای همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد بذر می‌باشند و به لحاظ اینکه اجزای عملکرد کمتر از خود عملکرد تحت تأثیر عوامل محیطی می‌باشند، بنابراین می‌توانند معیار مناسبی برای اعمال انتخاب باشند.

تجزیه رگرسیون گام به گام نیز با در نظر گرفتن عملکرد دانه به‌عنوان متغیر تابع و سایر صفات اندازه‌گیری شده به‌عنوان متغیرهای مستقل نشان داد که دو صفت تعداد چتر بارور گیاه و طول میانگره انتهایی ۷۲/۸٪ از کل تغییرات عملکرد را توجیه کردند. البته صفت تعداد چتر بارور به تنهایی ۶۳/۸٪ از کل تغییرات را توجیه کرد (جدول ۵).

تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی اکوتیپ‌ها و آشکار کردن ارتباط میان صفات، با برش دندروگرام در فاصله ژنتیکی ۱۰، اکوتیپ‌ها را در سه خوشه کلی قرار داد (شکل ۱). خوشه اول شامل ۱۶ اکوتیپ اردکان فارس، قم، بجستان، تبریز، نیشابور، سبزوار، مشهد، سردشت، کرمان، نیریز، دیواندره، رزن، اکوتیپ ۵۴، آباده، اهواز و سقز بود. اما در گروه دوم ۹ اکوتیپ شامل کامیاران، ارومیه، شبستر، آران و بیدگل، بجنورد، دهگلان، رومی، اکوتیپ ۵۱ و شیراز قرار گرفتند. اما در گروه سوم ۷ اکوتیپ دیگر شامل خوسف، بم، گناباد، کاشان، کوهین قزوین، سربیشه و اکوتیپ ناشناخته ۵۵ قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین برازش شده صفات مختلف برای اکوتیپ‌های مورد مطالعه و مقدار عددی LSD در سطح احتمال ۵٪

شماره	کد اکوتیپ	منطقه	ارتفاع گیاه (cm)	ارتفاع تا چتراصلی (cm)	تعداد شاخه‌های اصلی گیاه	تعداد چتر	تعداد مؤثر چتر گیاه	تعداد دانه در چتراصلی	تعداد چترک در چتراصلی	روز تا ۵۰٪ گلدهی	روز تا ۵۰٪ رسیدگی
۱	V26	اردکان	۸۳/۷۰	۶۰/۰۴	۷/۴۰	۴۰/۵۸	۲۴/۴۷	۱۳/۹۵	۱۲/۱۶	۵۸/۶۲	۱۳۸/۸۰
۲	V27	بجستان	۸۴/۲۷	۶۳/۵۵	۸/۶۵	۴۵/۰۸	۲۳/۴۳	۲۱/۵۹	۱۴/۳۷	۵۹/۸۷	۱۳۵/۰۰
۳	V28	کاشان	۱۱۰/۲۶	۹۲/۹۶	۸/۴۱	۳۰/۷۶	۱۴/۵۸	۸/۲۹	۹/۶۶	۱۱۴/۸۴	۱۶۰/۲۰
۴	V29	آباده	۸۳/۵۲	۵۷/۰۳	۸/۱۱	۵۹/۸۸	۲۴/۷۹	۱۷/۱۸	۱۷/۰۷	۵۵/۶۲	۱۳۸/۶۰
۵	V30	اهواز	۸۶/۰۴	۵۹/۴۱	۹/۰۴	۷۶/۱۲	۴۲/۹۰	۱۵/۹۳	۱۵/۵۸	۶۱/۱۱	۱۳۸/۰۰
۶	V31	دهگلان	۸۵/۳۸	۵۸/۶۶	۷/۳۶	۳۲/۷۰	۲۴/۹۳	۱۶/۲۴	۱۴/۰۵	۵۶/۸۶	۱۱۱/۳۰
۷	V32	سردشت	۹۲/۹۹	۶۲/۱۲	۸/۵۲	۵۴/۰۵	۲۵/۹۰	۱۷/۳۸	۱۴/۳۰	۵۴/۵۷	۱۳۴/۳۰
۸	V33	سقز	۸۷/۴۴	۶۱/۳۲	۱۰/۸۶	۷۳/۹۶	۳۱/۶۶	۲۱/۳۸	۱۶/۹۷	۵۳/۹۶	۱۳۴/۳۰
۹	V34	کرمان	۸۹/۹۱	۶۲/۱۰	۹/۳۵	۵۳/۷۱	۲۲/۲۰	۱۶/۱۳	۱۴/۸۱	۵۹/۹۹	۱۳۷/۷۰
۱۰	V35	کامیاران	۷۳/۸۳	۵۰/۳۱	۵/۱۰	۲۷/۵۲	۱۰/۷۲	۱۶/۱۴	۱۳/۸۰	۵۸/۶۳	۱۴۰/۶۰
۱۱	V36	نیریز	۹۱/۴۷	۵۸/۷۴	۸/۰۰	۵۱/۹۲	۲۸/۷۹	۱۷/۳۸	۱۳/۳۹	۶۲/۲۲	۱۳۴/۹۰
۱۲	V38	تبریز	۹۲/۰۷	۶۱/۶۳	۶/۶۰	۴۵/۷۳	۲۲/۶۰	۱۷/۸۲	۱۶/۳۹	۵۹/۱۱	۱۳۸/۶۰
۱۳	V40	دیواندره	۹۱/۲۴	۶۳/۷۵	۸/۶۶	۴۶/۱۸	۳۲/۶۴	۲۰/۳۱	۱۶/۱۰	۶۲/۴۷	۱۳۱/۰۰
۱۴	V41	شبستر	۸۲/۲۹	۶۸/۳۶	۷/۳۸	۲۱/۳۳	۹/۲۱	۱۶/۲۹	۱۲/۷۳	۶۸/۲۵	۱۳۹/۲۰
۱۵	V42	شیراز	۶۱/۹۵	۵۱/۰۸	۶/۶۴	۱۶/۴۴	۱۱/۷۲	۱۵/۳۸	۱۳/۰۹	۱۱۶/۱۴	۱۴۴/۷۰
۱۶	V43	قم	۸۴/۴۱	۵۹/۵۴	۶/۶۸	۴۱/۸۹	۲۵/۷۴	۱۶/۱۲	۱۳/۲۴	۵۷/۹۷	۱۳۴/۷۰
۱۷	V44	ارومیه	۷۳/۶۵	۵۸/۴۳	۶/۰۹	۲۳/۳۵	۱۹/۱۵	۱۶/۴۳	۱۴/۴۱	۵۸/۵۲	۱۳۷/۱۰
۱۸	V47	رزن	۸۸/۰۹	۵۶/۸۸	۶/۴۵	۶۰/۸۲	۳۳/۰۸	۱۸/۵۸	۱۳/۱۹	۵۳/۸۶	۱۳۵/۷۰
۱۹	V48	سبزوار	۷۹/۵۶	۵۹/۷۰	۶/۱۱	۳۳/۷۳	۲۲/۳۳	۱۷/۲۷	۱۴/۷۳	۵۶/۴۰	۱۳۶/۳۰
۲۰	V49	کوهین	۱۴۰/۳۵	۹۵/۹۷	۶/۹۲	۴۸/۳۵	۱۶/۶۴	۱۲/۱۰	۱۲/۲۸	۱۲۲/۷۶	۱۳۹/۴۰
۲۱	V50	آران و بیدگل	۶۱/۸۴	۴۵/۷۴	۵/۸۹	۴۱/۱۵	۱۵/۶۳	۱۳/۴۲	۱۲/۸۱	۵۴/۷۲	۱۳۸/۹۰
۲۲	V51	نامشخص	۶۴/۸۰	۵۰/۸۶	۶/۸۵	۱۸/۰۱	۱۹/۲۷	۱۵/۵۴	۱۴/۹۶	۶۴/۶۰	۱۱۱/۱۰
۲۳	V54	نامشخص	۹۳/۶۲	۶۰/۴۰	۸/۶۳	۶۴/۰۸	۳۲/۹۹	۱۶/۷۲	۱۶/۶۳	۵۷/۳۵	۱۳۷/۸۰
۲۴	V55	نامشخص	۹۷/۷۶	۶۸/۸۴	۷/۹۵	۷۰/۷۹	۳۲/۱۵	۱۳/۴۳	۸/۳۸	۱۱۰/۴۹	۱۵۲/۸۰
۲۵	V60	سربیشه	۱۲۶/۷۲	۹۱/۸۵	۶/۰۸	۵۰/۲۵	۱۸/۴۱	۱۰/۸۹	۱۰/۷۲	۱۱۰/۷۴	۱۵۳/۰۰
۲۶	C53	خوسف	۹۸/۸۴	۷۶/۱۷	۷/۰۰	۳۳/۶۸	۱۶/۲۶	۸/۶۰	۷/۷۸	۱۱۲/۷۷	۱۵۴/۷۰
۲۷	C56	مشهد	۸۵/۳۳	۶۳/۴۵	۷/۷۷	۳۸/۵۹	۱۵/۹۵	۱۷/۴۶	۱۵/۶۳	۵۵/۲۱	۱۳۵/۹۰

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۲- میانگین برازش شده صفات ...

شماره	کد اکوتیپ	منطقه	ارتفاع گیاه (cm)	ارتفاع تا چتراصلی (cm)	تعداد شاخه‌های اصلی گیاه	تعداد چتر	تعداد مؤثر چتر گیاه	تعداد دانه در چتراصلی	تعداد چترک در چتراصلی	روز تا ۵۰٪ گلدهی	روز تا ۵۰٪ رسیدگی
۲۸	C57	نیشابور	۸۱/۵۱	۶۱/۳۰	۶/۴۶	۳۶/۰۸	۱۸/۳۵	۱۶/۹۶	۱۳/۹۸	۶۰/۸۷	۱۳۸/۸۰
۲۹	C58	گناباد	۱۱۰/۸۴	۸۰/۲۷	۷/۹۰	۳۱/۰۱	۱۱/۴	۱۰/۱۲	۷/۴۶	۱۲۳/۰۰	۱۵۲/۹۰
۳۰	C59	رومی	۵۴/۲۰	۴۵/۰۶	۸/۲۵	۱۵/۲۶	۹/۲۶	۱۱/۵۳	۱۵/۲۹	۶۹/۰۴	۱۱۱/۰۰
۳۱	C61	ایلام	۹۱/۵۸	۷۴/۱۱	۷/۶۰	۲۸/۷۲	۱۱/۹۴	۸/۹۴	۹/۷۰	۱۰۸/۴۰	۱۵۰/۶۰
۳۲	C62	بجنورد	۷۷/۱۹	۶۰/۰۵	۸/۰۲	۲۸/۱۶	۱۶/۳۲	۱۶/۸۲	۱۵/۰۴	۴۹/۷۱	۱۱۲/۰۰
		LSD ٪۵	۱۳/۰۱	۸/۸۴	۱/۵	۱۲/۳۳	۶/۹۵	۲/۲۳	۱/۴۳	۱۵/۸۰	۲۹/۵۶

جدول ۳- میانگین کل، دامنه تغییرات، وراثت‌پذیری و ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات در رازیانه

صفت	میانگین کل	دامنه تغییرات	وراثت‌پذیری (٪)	ضریب تنوع ژنوتیپی (٪)	ضریب تنوع فنوتیپی (٪)
ارتفاع کل گیاه (cm)	۸۶/۶	۱۳۸ – ۵۱/۶	۷۸/۲۱	۱۶	۲۰
ارتفاع تا چتر اصلی (cm)	۶۴/۳۹	۹۶/۴ – ۴۰/۲	۷۹/۹	۱۶/۲	۱۹/۹
تعداد انشعاب اصلی گیاه	۷/۵۴۲	۱۱/۰ – ۵/۲	۱۴/۵۷	۴/۱	۱۴/۹
تعداد چتر	۳۶/۷۵	۸۷/۰ – ۱۱/۲	۷۱/۹	۳۲/۴	۴۳/۳
تعداد مؤثر چتر گیاه	۱۸/۲۵	۴۳/۶ – ۴/۲	۷۶/۴۵	۳۶/۱	۴۵/۹
تعداد دانه در چتر اصلی	۱۴/۳۸	۲۱/۶ – ۵/۵۲	۸۵/۴۷	۲۲	۲۵/۵
تعداد چترک در چتر اصلی	۱۲/۹۲	۱۷ – ۵/۶۷	۹۰/۱۸	۱۹/۱	۲۱/۱
طول میانگره انتهایی (cm)	۸/۱۷۵	۱۲/۱۲ – ۴/۳۸	۹۳/۰۹	۲۰/۸	۲۲/۳
تعداد میانگره	۷/۵۳۱	۱۰/۸ – ۵/۴	۸۹/۶۸	۱۶/۷	۱۸/۴
روز تا ۵۰٪ گلدهی	۷۶/۳۳	۱۳۹ – ۵۳	۸۸/۱۶	۳۰	۳۳
روز تا۵۰٪ رسیدگی	۱۳۶/۴	۱۶۰ – ۱۱۱	۲۸/۴۷	۱۶	۱۸
عملکرد دانه (گرم در گیاه)	۴/۸۱۶	۱۱/۷ – ۰/۶۸	۷۳	۵۴/۶	۶۳/۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- نتایج تجزیه همبستگی صفات مختلف در رازیانه

	ارتفاع کل گیاه (cm)	ارتفاع تا چتر اصلی (cm)	تعداد انشعاب اصلی گیاه	تعداد چتر	تعداد چترک در چتر اصلی	تعداد چتر بارور گیاه	تعداد دانه در چتر اصلی	روز تا ۵۰٪ گلدهی	روز تا ۵۰٪ رسیدگی	تعداد میانگره	طول میانگره انتهایی (cm)	عملکرد دانه (گرم در گیاه)
ارتفاع کل گیاه (cm)	–											
ارتفاع تا چتر اصلی (cm)	۰/۹۱۸**	–										
تعداد انشعاب اصلی گیاه	۰/۱۱۴	۰/۰۷۷	–									
تعداد چتر	۰/۳۸۳*	۰/۱۰۸	۰/۴۸۶**	–								
تعداد چترک در چتر اصلی	-۰/۴۳۹*	-۰/۵۸۶**	۰/۲۴۴	۰/۱۹۴	–							
تعداد چتر بارور گیاه	۰/۱۱۶	-۰/۱۴۶	۰/۴۲۷*	۰/۸۳۳**	۰/۳۵۵**	–						
تعداد دانه در چتر اصلی	-۰/۳۳۶	-۰/۵۲۴**	۰/۲۳۶	۰/۳۳۶	۰/۷۷۹**	۰/۵۱۰**	–					
روز تا ۵۰٪ گلدهی	۰/۵۶۷**	۰/۷۱۷**	-۰/۰۹۸	-۰/۱۷۰	۰/۷۹۷**	۰/۳۸۰*	-۰/۷۶۱**	–				
روز تا ۵۰٪ رسیدگی	۰/۵۳۲**	۰/۵۹۹**	-۰/۰۹۸	۰/۲۱۴	-۰/۶۴۰**	-۰/۰۸۹	-۰/۴۵۹**	۰/۶۳۱**	–			
تعداد میانگره	۰/۶۰۰**	۰/۷۵۹**	۰/۱۲۲	-۰/۵۱۵	-۰/۶۱۲**	-۰/۳۸۶	-۰/۸۱۶**	۰/۷۳۳**	۰/۴۷۱*	–		
طول میانگره انتهایی (cm)	-۰/۳۱۲	۰/۳۹۹*	-۰/۱۱۲	۰/۱۲۵	۰/۵۱۹**	۰/۲۴۸	۰/۶۸۴**	۰/۶۷۱**	-۰/۲۳۷	-۰/۶۸۲**	–	
عملکرد دانه (گرم در گیاه)	۰/۰۵۰	-۰/۲۹۲	۰/۲۵۸	۰/۶۹۳**	۰/۵۸۱**	۰/۷۸۶**	۰/۶۷۷**	-۰/۵۵۶**	-۰/۲۵۳	-۰/۵۹۶**	۰/۵۴۴**	–

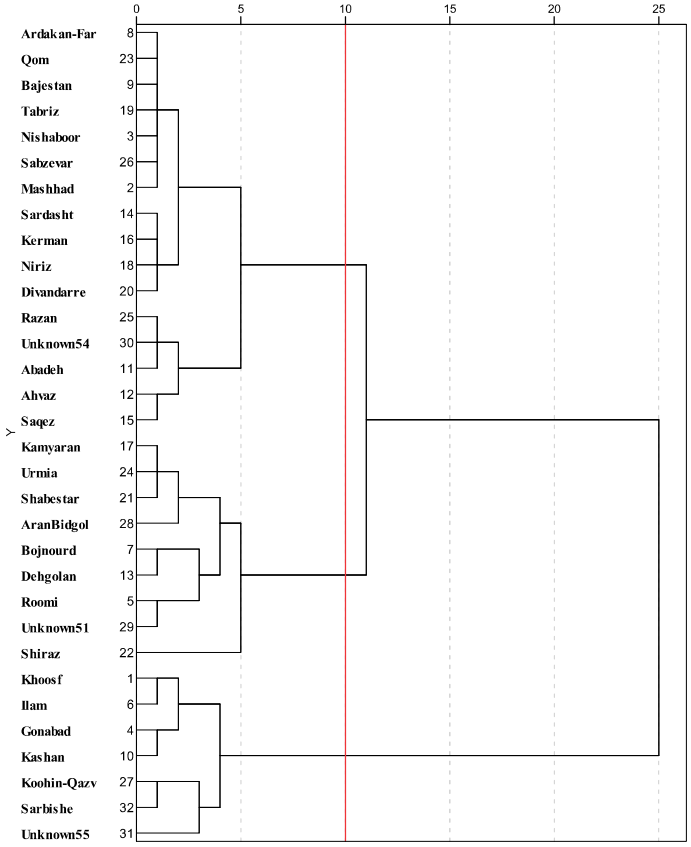
* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- نتایج تجزیه رگرسیون صفات مختلف رازیانه

مدل	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	ضریب تبیین تصحیح شده (R^2)	آماره t	معنی‌داری
عرض از مبدأ	-۴/۳۳۶	۱/۷۰۱	-	-۲/۵۴۹	۰/۰۲۱
تعداد چتر بارور	۰/۲۱۸	۰/۰۳۸	۰/۶۳۸	۵/۶۷۸	۰/۰۰۰
طول میانگره	۰/۵۱۲	۰/۱۹۳	۰/۰۹	۲/۶۴۵	۰/۰۱۷



شکل ۱- نمودار تجزیه خوشه‌ای اکوتیپ‌های رازیانه براساس صفات مورفوفنولوژیکی به روش **Ward**

بحث

تفاوت آماری معنی‌دار صفات مورد مطالعه رازیانه در این تحقیق حکایت از آن داشت که اکوتیپ‌های مورد مطالعه تنوع ژنتیکی کافی برای صفات مختلف دارند. بنابراین می‌توان از میان آنها، اکوتیپ‌های با صفات شاخص را انتخاب و در کارهای اصلاحی استفاده کرد. Singh و همکاران (۲۰۰۳) مطالعه‌ای برای شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب رازیانه براساس عملکرد دانه در گیاه، تعداد دانه در چتر، قطر چتر، تعداد چترک در هر گیاه، تعداد ساقه‌های اصلی و فرعی در گیاه، ارتفاع گیاه و وزن ۱۰۰ دانه انجام دادند که تفاوتهای معنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

و تنوع ژنتیکی زیادی را بین ژنوتیپ‌ها برای تمام صفات مورد مطالعه مشاهده کردند. Lal و همکاران (۲۰۰۶) ۳۷ نژاد محلی رازیانه از ۱۷ ایالت مختلف هند را از نظر صفات مورفوفنولوژیکی مورد ارزیابی قرار دادند. آنان تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای را بین ۳۷ نژاد محلی گزارش کردند. Patel و همکاران (۲۰۰۸) ۳۶ ژنوتیپ رازیانه را براساس ۱۵ صفت مورد ارزیابی تنوع قرار دادند که تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی بالایی را برای روز تا ۵۰٪ گلدهی، روز تا ۵۰٪ رسیدگی، ارتفاع گیاه، ارتفاع گیاه تا چتر اصلی، تعداد کل ساقه در گیاه، تعداد دانه در چتر اصلی و تعداد دانه در گیاه گزارش کردند. بالاترین ضریب تنوع ژنوتیپی برای محتوای روغن فرّار در دانه و به‌دنبال آن تعداد ساقه در گیاه و تعداد بذر در چتر اصلی مشاهده شد. Meena و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه تنوع ژنتیکی در رازیانه برای عملکرد و اجزاء عملکرد، تنوع قابل ملاحظه‌ای را بین اکوتیپ‌های مورد بررسی گزارش کردند. در تحقیقی دیگر، Yadav و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه تنوع ژنتیکی در رازیانه نتیجه گرفتند که بهبود صفاتی مثل ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر اصلی، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و وزن دانه در چتر اصلی در بهبود مستقیم و غیرمستقیم عملکرد دانه می‌تواند مؤثر باشد. Abou El-Nasr و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تنوع فنوتیپی و مولکولی در رازیانه نشان دادند که وجود تنوع کافی برای صفات مختلف در رازیانه می‌تواند برای بهبود بهتر این محصول مورد استفاده قرار گیرد.

وراثت‌پذیری معیاری است که نوع روش اصلاحی و قدرت توارث هر صفت را برای گیاه مشخص می‌کند و در واقع بیان‌کننده سهم تغییرات ژنتیکی از کل تغییرات فنوتیپی است (Conner & Hartl, 2004). با توجه به بالا بودن وراثت‌پذیری صفاتی مانند تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر اصلی، تعداد دانه در چتر و تعداد چتر بارور و نظر به اینکه اجزای عملکرد کمتر از خود عملکرد تحت تأثیر عوامل محیطی می‌باشند، می‌توان نتیجه گرفت که تنوع مشاهده شده بیشتر متأثر از عوامل ژنتیکی اکوتیپ‌ها می‌باشد و این نشان‌دهنده تأثیر کم عوامل محیطی روی صفات یادشده است. بنابراین این صفات می‌توانند معیار مناسبی برای بهترین گزینش باشند. Jindla و همکاران (۱۹۸۵) بیشترین وراثت‌پذیری را برای تعداد چترک در چتر اصلی در گشنیز برآورد کردند. Agnihorti و همکاران (۱۹۹۷) و Rajput و همکاران (۲۰۰۴) بالاترین وراثت‌پذیری را برای تعداد چتر در گیاه و عملکرد دانه در رازیانه گزارش کردند. همچنین وراثت‌پذیری بالا برای صفات تعداد دانه در بوته و عملکرد بیولوژیک توسط Abhay و Sastry (۲۰۱۱) و Roopesh Yogi و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شد. Al-Kordy (۲۰۰۰) وراثت‌پذیری ارتفاع گیاه، تعداد کل شاخه‌های اولیه گیاه و عملکرد دانه را برای رازیانه به‌ترتیب ۰/۷۶، ۰/۸۳ و ۰/۲۵ گزارش کرد. او وراثت‌پذیری عمومی ۲۰٪ را برای عملکرد دانه رازیانه گزارش کرد. در تجزیه مرکب Izadi-Darbandi و همکاران (۲۰۱۳) میزان وراثت‌پذیری ۶۳٪ را برای صفت عملکرد دانه گزارش کردند. آنان با برآورد صفات فیزیولوژیک و درصد اسانس در رازیانه‌های ایرانی نیز، وراثت‌پذیری عمومی را در طول دو سال برای درصد اسانس و عملکرد دانه به‌ترتیب ۰/۴۶ و ۰/۶۳ برآورد کردند.

رازیانه‌های مورد بررسی از نظر زمان گلدهی متفاوت بودند که با نتایج Bahmani و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت داشت. رازیانه‌های ایران براساس صفات فنولوژیکی به سه گروه دیررس، متوسطرس و زودرس تقسیم‌بندی می‌شوند. بیشتر رازیانه‌های ایران (۶۶٪) زودرس بوده، ۲۴٪ متوسطرس و ۱۰٪ دیررس گزارش شدند. رازیانه‌های دیررس از نظر صفات رشدی و زایشی برتر از زودرس‌ها بودند. از نظر عمکرد دانه، رازیانه‌های متوسطرس عملکرد بهتری داشتند. از نظر محتوی روغن ضروری، رازیانه‌های متوسط و دیررس مقادیر بالاتری داشتند (Bahmani *et al.*, 2015).

www.SID.ir

Archive of SID

در کلیه صفات ضریب تغییرات فنوتیپی اندکی بزرگتر از ضریب تغییرات ژنوتیپی بـود که نشان‌دهنده تأثیر کم محیط روی بیان این صفات است. Patel و همکاران (۲۰۰۸) واریانس فنوتیپی و ژنوتیپی بالایی برای ۵۰٪ گلدهی، روز یا ۵۰٪ رسیدگی، ارتفاع گیاه، ارتفاع تا چتر اصلی، تعداد شاخه در گیاه، تعدا دانه در چتر اصلی و عملکرد دانه در گیاه مشاهده کردند. آنان بالاترین ضریب تغییرات ژنوتیپی برای محتوی روغن فعال در دانه و به‌دنبال آن تعداد کل شاخه‌ها در هر گیاه و تعداد دانه در چتر اصلی را گزارش کردند. برآوردهای وراثت‌پذیری برای عملکرد دانه در گیاه، روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد شاخه‌های اصلی در گیاه، تعداد شاخه در گیاه و محتوی روغن فعال بالا بود. Sabzi و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تنوع ژنتیکی رازیانه‌های بومی ایران با استفاده از صفات زراعی و درصد روغن، تفاوت معنی‌داری را بین جمعیت‌ها برای تمام صفات مورد مطالعه مشاهده کردند. آنان درصد ضریب فنوتیپی و ژنوتیپی بالایی را برای صفات شاخص برداشت، عملکرد دانه و تعداد چتر در گیاه گزارش کردند. به‌طور کلی، پیشنهاد می‌شود که برای بهبود عملکرد رازیانه، باید تأکید بیشتری بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های اصلی در گیاه، تعداد کل شاخه در گیاه و چتر بارور در گیاه باشد (Patel *et al.*, 2008). آنان پیشنهاد کردند که برای بهبود عملکرد رازیانه صفات ارتفاع گیاه، تعداد ساقه اصلی در گیاه و تعداد کل ساقه در هر گیاه مورد توجه قرار گیرند.

آنچه از مطالعه ضرایب همبستگی بدست آمد، همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد چتر بارور گیاه با تعداد چتر، تعداد چترک در چتر اصلی و تعداد شاخه‌های گیاه و همبستگی منفی آن با ارتفاع تا چتر اصلی بود. Safaei و همکاران (۲۰۱۳) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه با صفات تعداد چترک، درصد اسانس و روز تا گلدهی کامل گزارش کردند. همبستگی مثبت و معنی‌دار صفت تعداد چترک در چتر اصلی، تعداد دانه در چتر با عملکرد دانه نیز توسط Abhay و Sastry (۲۰۱۱) گزارش شد. Yadav و همکاران (۲۰۱۳) ارتباط مثبت تعداد چترک در چتر اصلی، تعداد شاخه در بوته، تعداد چترک در بوته و ارتفاع کل گیاه با عملکرد دانه را گزارش کردند. این نتایج با یافته‌های Singh و Mittal (۲۰۰۳) برای ارتفاع گیاه و تعداد دانه در چتر منطبق بود.

همانطور که ملاحظه می‌شود نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام با تجزیه همبستگی ساده مطابقت دارد. به‌طوری که تعداد چتر بارور گیاه که بالاترین ضریب همبستگی را با عملکرد اقتصادی داشت به‌عنوان اولین صفت وارد مدل شد. طول میانگره انتهایی که وارد مدل گردید دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد بود. باتوجه به اینکه تعداد چتر بارور گیاه در بوته تا این مرحله شاخص بسیار خوبی برای توجیه عملکرد بود، بنابراین انتخاب این صفت می‌تواند حداکثر افزایش عملکرد را در مقایسه با سایر صفات اجزای عملکرد در پی داشته باشد. همچنین باید صفت طول میانگره انتهایی را که وارد مدل رگرسیونی شده نیز مورد توجه قرار داد.

در اکوتیپ‌های مشهد و گناباد به دلیل تفاوت زیاد شرایط اقلیمی محل رویش آنها، تنوع ژنتیکی زیادی مشاهده می‌شود، به‌طوری که اکوتیپ مشهد به همراه شهرهای زیادی در خوشه ۱ قرار گرفته است، در حالی که اکوتیپ گناباد با تنوع ژنتیکی بسیار بیشتر نسبت به ژنوتیپ‌های خوشه ۱ در خوشه ۲ قرار می‌گیرد. اما برخی از نمونه‌ها که در این گروه‌بندی در زیرگروه‌های نزدیکتری به هم قرار دارند، از مناطق با فاصله جغرافیایی بیشتری تهیه شده‌اند که در این مورد نیز می‌تواند به دلیل تشابه شرایط اقلیمی یا تبادل مواد بین این شهرها باشد. چنانچه قرار گرفتن نمونه شهرهای کامیاران (کردستان)، تبریز و شبستر (آذربایجان‌شرقی) در کنار اکوتیپ‌هایی از مناطق گرم و خشک، مثل مشهد، نیشابور و سبزوار در زیرخوشه‌های مختلف می‌تواند به دلیل رخ دادن پدیده جریان ژنی و یا شباهت اقلیمی نیز اتفاق افتاده باشد. کم بودن فاصله جغرافیایی بین جمعیت‌های مختلف نیز در برخی از حالات منجر به ایجاد تشابه ژنتیکی بیشتر بین برخی از جمعیت‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

شده است، به‌عنوان مثال؛ نمونه‌های مشهد، سبزوار و نیشابور با فاصله جغرافیایی کم در یک گروه قرار می‌گیرند. نظر به اینکه نمونه‌های مورد مطالعه از مناطقی با شرایط اقلیمی و جغرافیایی متفاوتی تهیه شده‌اند، می‌توان نقش اقلیم و جغرافیا را چشمگیر ارزیابی کرد. این بررسی نشان می‌دهد که در بیشتر موارد تنوع ژنتیکی نمونه‌های داخل هر شهر کمتر و محدود می‌باشد و این اطلاعات می‌تواند به‌عنوان گام مؤثر برای گزینش و انجام مطالعات بعدی مورد استفاده قرار گیرد. Meena و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه تنوع ژنتیکی ۱۳ رقم رازیانه نشان دادند که ارقام دارای منشأ یکسان در خوشه‌های متفاوتی قرار گرفتند که نشان‌دهنده عدم تبعیت تنوع ژنتیکی از توزیع جغرافیایی است. از میان ۱۴ صفت اندازه‌گیری شده، روز تا ۸۰٪ گلدهی بیشترین سهم (۳۳٪) را در تنوع کل نشان داد و به‌دنبال آن زاویه ساقه اصلی با ۳۲٪ در تنوع کل سهم داشت.

به‌طور کلی، با توجه به نتایج تجزیه‌های آماری این تحقیق که در یک سال زراعی گرفته شد، تنوع ژنتیکی بین اکوتیپ‌ها بالا بود. براساس همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و زراعی، می‌توان نتیجه گرفت که صفات تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر اصلی و تعداد دانه در چتر اصلی مهمترین صفاتی هستند که می‌توانند در گزینش اکوتیپ‌های پرمحصول رازیانه به‌منظور بهبود عملکرد دانه مورد استفاده قرار گیرند. براساس نتایج خوشه‌بندی، می‌توان از طریق تلاقی بین اکوتیپ‌های برتر خوشه‌های مختلف و آزمون نتاج آنها از طریق برنامه‌های به‌نژادی و گزینش، نسبت به تولید ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب اقدام کرد.

منابع مورد استفاده

- Abhay, D. and Sastry, E.V.D., 2011. Variability, character association and path coefficient analysis in fennel. Indian Journal of Horticulture, 68(3): 351-356.
- Abou El-Nasr, T.H.S., Sherin, A.M. and Al-Kordy, M.A.A., 2013. Assessing phenotypic and molecular variability in Fennel (*Foeniculum vulgare*) varieties. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 7(2): 715-722.
- Agnihotri, P., Dashora, S.L. and Sharma, R.K., 1997. Variability, correlation and path analysis in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Spices Aromatic Crops, 6: 51-54.
- Al-Kordy, A.M.A., 2000. Mother plant selection in local germplasm of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 38: 2199-2215.
- Bahmani, K., Darbandi, A.I., Ramshini, H.A., Moradi, N. and Akbari, A., 2015. Agromorphological and phytochemical diversity of various Iranian fennel landraces. Industrial Crops and Products, 77: 282-294.
- 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.
- Conner, J.K. and Hartl, D.L., 2004. A primer of ecological genetics. Sinauer Associates Incorporated, Sunderland. 304p.
- Coombes, N.E., 2006. DiGGer, a Design Generator. http://www.austatgen.org/files/software/downloads/.
- Ehrenreich I.M. and Purugganan M.D., 2006. The molecular genetic basis of plant adaptation. American Journal of Botany, 93: 953-962.
- Ehsanipour, A., Zeinali, H. and Razmjoo, K., 2012. Effect of nitrogen levels on qualitative traits and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations. Journal of Medicinal Plants, 2(42): 37-47.
- Grover, S., Malik, C., Hora, A. and Kushwaha, H.B., 2013. Botany, cultivation, chemical constituents and genetic diversity in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.): a review. International Journal of Life Sciences, 2(2): 128-139.
- Izadi-Darbandi, A., Bahmani, k., Ramshini, H.A. and Moradia, N., 2013. Heritability estimates of agronomic traits and essential oil content in Iranian fennels. Journal of Agricultural Science and Technology, 15(6): 1275-1283.
- Jindla L.N., Singh T.H., Rang A. and Bansal M.L., 1985. Genetic variability and path coefficient analysis in coriander. Plant Genetics and Breeding 12: 133-136.
- Koocheki, A., Mahallati, M.N., Asgharipoor, M.R. and Khodashenas, A., 2009. Biodiversity of fruits and vegetables in Iran. Iranian Journal of Field Crops Research, 2(1): 1-10.

www.SID.ir

Archive of SID

- Rechinger, K.H. and Hedge, I.C., 1986. Umbelliferae. In Flora of Iranica, Vol. 162, 596 (Ed K. H. Rechinger). Graz: Akademische Druck- u Verlagsanstatlt.
- Roopesh Yogi, R.S., Meena, R.K., Kakani, A.P. and Solanki, R.K., 2013. Variability of some morphological characters in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Journal of Seed Spices, 3(1): 41-43.
- Sabzi, M., Aharizad, S., Valizadeh, M. and Mohammadi, S.A., 2014. Genetic diversity of Iranian indigenous fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations using agronomic traits and essential oil. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES), 5(2): 215-221.
- Safaei, L., Zeinali, H. and Jaberalansar, Z., 2008. Cytogenetic studies in 5 native fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations of Iran. Scientific Journal Management System, 16(1): 117-125.
- Safaei, L., Zeinali, H. and Afyuoni, D., 2011. Study of genetic variation of agronomic characteristics in *Foeniculum vulgare* Mill. genotypes. Scientific Journal Management System 19(1): 167-180
- 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, 29(1): 187-200.
- Singh, R.K. and Chaudhary, B.D., 1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani, New Delhi, 304p.
- Singh, Y. and Mittal, P., 2003. Correlation and path coefficient analysis in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Crop Research, 25: 111-115.
- Singh, Y., Mittal, P. and Katoch, V., 2003. Evaluation of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) genotypes under mid-hill humid sub-temperate conditions. Himachal Journal of Agricultural Research, 29: 48-51.
- Susplugas, P., Mongold, J.J., Carnat, A.P., Camillieri, S., Masse, J.P., Taillade, C. and Serrano, J.J., 1991. Diuretic properties of a lyophilized extract of root of *Foeniculum vulgare*. Plantes Medicinales et Phytotherapie, 25(4): 163-169.
- Yadav, P.S., Pandey, V.P. and Yadav, Y.P., 2013. Variability studies in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Spices and Aromatic Crops, 22(2): 203-208.
- Lal, R.K., Khanuja, S.P.S. and Mishra, H.O., 2006. Genetic diversity in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Indian Journal of Genetics, 66: 65-66.
- Maghsudi Kelardashti, H., Rahimmalek, M., Sabzalian, M.R. and Talebi, M., 2014. An assessment of morphological genetic variations and heritability of Iranian fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions. Taxonomy and Biosystematics, 6(18): 77-86.
- Meena, R., Kakani, R., Anwer, M. and Panwar, A., 2010. Variability of some morphological characters in fennel (*Foeniculum vulgare*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 80(8): 710-712.
- Moradzadeh, N., Farshadfar, M., Farshadfar, E. and Shirvani, H., 2016. Investigation of genetic variability in fennel (*Foeniculum vulgare*) using karyotype analysis. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breesding and Genetic Research, 24(1): 142-155.
- 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, 1-5 September, 58(7): A523-775.
- 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.
- Omidbeygi, R., Sadraee Menjili, K. and Sefidkan, F., 2006. Effect of planting date on quality and quantity yields of *Foeniculum vulgare* Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 21(4): 479-465.
- 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: 29-32.
- Payne, R., Harding, S., Murray, D., Soutar, D., Baird, D., Welham, S., Kane, A., Gilmour, A., Thompson, R., Webster, R. and Tunnicliffe, W.G., 2009. GenStat Release 12.1. Hemel Hempstead, UK: VSN International.
- Rajput, S.S., Singhania, D.L., Singh, D., Sharma, K.C. and Rathore, V.S., 2004. Assessment of genetic variability in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) germplasm. In National Seminar on New Perspectives in Commercial Cultivation, Processing and Marketing Seed spices and Medicinal Plants, Jobner, 25-26 March, 11.

www.SID.ir

Archive of SID

Assessment of genetic diversity of different fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) ecotypes based on morpho-phenological traits

A. Izanloo[1*], A. Jami[2], M. Zabet[3] and A.R. Samadzadeh[3]

1*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
E-mail: a.izanloo@birjand.ac.ir
2- M.Sc. Graduated, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
3- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: November 2016 Revised: May 2017 Accepted: August 2017

Abstract

Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), belonging to Apiaceae family, is one of the oldest medicinal plants. Knowing the genetic diversity is an important factor in each breeding program. The aim of this study was to characterize fennel ecotypes based on morpho-phenological traits and determine the genetic diversity based on the phenotype. In this study, 32 different fennel ecotypes were evaluated in a p-rep augmented design in the garden of Faculty of Agriculture, University of Birjand. Traits including the number of days to 50% flowering, days to 50% maturity, plant height to main umbel, total plant height, number of main branches per plant, number of umbels per plant, effective umbels per plant, number of umbelets per main umbel, number of seed per umbel, internode length, number of internodes, and grain yield were measured. According to REML analysis, significant differences were observed among different fennel ecotypes for most of the traits studied. The estimated broad-sense heritability of traits ranged from 14 to 93 percent. The desirable traits to improve selection efficiency were the number of seeds per main umbel, number of umbels per plant, number of umbelets per main umbel, and number of umbels, which showed positive significant correlation with grain yield. The results of biplot analysis showed that ecotypes of Ahvaz, 54, Kerman, Neyriz and Razan were superior for most of the traits. Cluster analysis grouped the ecotypes into two clusters. According to the results of this study, there is a significant variability among the fennel ecotypes studied. Thus, crossing between superior ecotypes of each cluster and testing their progeny through breeding and selection will help to produce cultivars with desirable agronomic characteristics.

Keywords: P-rep augmented design, genetic diversity, REML analysis, fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.).

www.SID.ir