دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی و گروه‌بندی جمعیت‌های رازیانه از نظر صفات زراعی و مورفولوژیک در شرایط آبیاری نرمال و محدود

میلاد قاسمی[۱]، سعید اهری‌زاد[۲]، مجید نوروزی[۳]، علی بنده‌حق[۳] و رقیه اژدری[۱]

۱ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات و دانشیار گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
۲- استاد گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز (نویسنده مسوول: s.aharizad@yahoo.com)
تاریخ ارسال: ۹۹/۰۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۶
صفحه: ۸۵ تا ۹۳

چکیده

به‌منظور گروه‌بندی ۱۹ جمعیت گیاه دارویی رازیانه از نظر صفات زراعی و مورفولوژیک، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو شرایط آبیاری نرمال و محدود در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرات شرایط مختلف آبیاری، جمعیت و اثر متقابل شرایط در جمعیت برای اکثر صفات مورد ارزیابی معنی‌دار است؛ که نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین جمعیت‌های مورد مطالعه رازیانه و همچنین واکنش متفاوت جمعیت‌ها در شرایط مختلف آبیاری بود. همچنین تحت تنش کم‌آبی صفات تعداد چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد اسانس در تمامی جمعیت‌های مورد مطالعه با کاهش معنی‌دار روبه‌رو بوده‌اند. این در حالی بود که تمامی جمعیت‌های مورد مطالعه در شرایط تنش کم‌آبی با افزایش معنی‌دار میزان اسانس همراه بودند. همبستگی در شرایط تحت تنش کم‌آبی بین عملکرد دانه و عملکرد اسانس (۰/۹۴۹)، تعداد چتر (۰/٦۹٦)، تعداد دانه در چتر (۰/٤٦۹)، ارتفاع بوته (۰/٦٤۱)، تعداد پنجه (۰/٦۱۷) و بیوماس (۰/۸۹۱) مثبت و معنی‌دار بود. این نشان می‌دهد صفات مذکور بیشترین تاثیر را بر روی عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی داشتند. در شرایط آبیاری نرمال جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر تمامی صفات در سه گروه قرار گرفتند و جمعیت‌های بناب و بیرجند از نظر تمام صفات مورد ارزیابی از جمله عملکرد دانه و اسانس در گروه برتر قرار گرفتند. در شرایط تنش کم‌آبی نیز جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر تمامی صفات در سه گروه قرار گرفتند و گروه برتر شامل جمعیت‌های گرینه، ۱۱٤۸٦ (آلمان)، ۱۱۸۲ (آلمان)، همدان و بناب بود. گروه‌بندی جمعیت‌ها بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد که جمعیت‌های بناب، بیرجند، ۱۱٤۸٦ (آلمان) و همدان از نظر تحمل به خشکی نسبت به دیگر جمعیت‌های مورد ارزیابی، برتری دارند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه‌ی خوشه‌ای، تنش کم‌آبی، رازیانه، شاخص تحمل به خشکی، عملکرد و اسانس دانه

مقدمه

عوارض جانبی داروهای شیمیایی، الزامات زیست محیطی و گرایش تدریجی به گیاه درمانی سبب شده است که در دهه‌های اخیر، زمین‌های زراعی زیادی در کشورهای توسعه یافته به کشت گیاهان دارویی اختصاص یابند (۱۱). سطح زیر کشت گیاهان دارویی از جمله انیسون، رازیانه، بادیان و گشنیز در ایران و جهان به‌ترتیب شش هزار و یک میلیون و دویست هزار هکتار می‌باشد (۷). رازیانه با اسم علمی *Foeniculum vulgare* M. گیاهی چندساله و متعلق به خانواده چتریان[۱] است که از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی این خانواده به‌شمار می‌آید. اسانس رازیانه در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۶). آنتول یکی از ترکیبات مهم اسانس دانه رازیانه می‌باشد که فعالیت ضدسرطانی دارد. اسانس رازیانه ضد نفخ، مقوی و مدر بوده و یکی از محصولات صادراتی ایران می‌باشد (۱). گیاهان در طی رشد با تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی مواجه می‌شوند. خشکی مهمترین عامل کاهش محصولات کشاورزی در سراسر دنیا قلمداد می‌شود، با توجه به اینکه کشور ایران جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد، بنابراین مطالعه واکنش گیاهان به تنش کم‌آبی حائز اهمیت می‌باشد (۱۰). در آزمایشی به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد برخی از توده‌های بومی رازیانه گزارش شده است که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه، بیوماس، درصد و عملکرد اسانس می‌شود (۱۵). در تحقیق دیگری بر روی رازیانه اثر تنش کم‌آبی بر کاهش تعداد پنجه، ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد دانه معنی‌دار گزارش شده است (۱۴). بهمنی و همکاران (۳) با بررسی دو رقم سنتتیک و چهار اکوتیپ رازیانه در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی به این نتیجه رسیدند از نظر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تنش خشکی کاهش معنی‌داری داشتند. پوریوسف (۱۸) نیز در آزمایشی بر روی رازیانه گزارش نمود که با وجود افزایش معنی‌دار محتوای اسانس دانه تحت شرایط تنش کم‌آبی در مقایسه با آبیاری مطلوب، به‌دلیل افت فاحش عملکرد دانه، عملکرد اسانس نیز به‌تبع آن به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. کاهش عملکرد اسانس با افزایش تنش کم‌آبی در سایر گیاهان دارویی نیز گزارش شده است (۱۷). در تحقیق دیگری بر روی رازیانه، امیری ده احمدی و همکاران (۲) نشان دادند که تعداد

1- Umbelliferae

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.52547/jcb.13.37.85]

دانه در چتر، تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه در شرایط تنش کم‌آبی کاهش می‌یابند.

در برنامه‌های اصلاحی وقتی که چندین صفت مورد بررسی قرار می‌گیرند گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس فاصله ژنتیکی موثر خواهد بود. انتخاب گروه برتر طبق هدف محقق صورت می‌پذیرد (۱۹). در تحقیقی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به‌روش Ward، ۱۲ جمعیت رازیانه به سه دسته تقسیم شدند که از نظر عملکرد دانه، میزان اسانس، ارتفاع و زمان رسیدگی اختلاف زیادی داشتند (۲۰). در تحقیق دیگری با انجام تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های بومی رازیانه در گروه‌های متفاوت قرار گرفتند که نشان‌دهنده تفاوت بالا در بین جمعیت‌های بومی رازیانه ایران می‌باشد (۸).

گروه‌بندی جمعیت‌های مورد مطالعه رازیانه در شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی جهت شناسایی جمعیت‌های برتر از نظر عملکرد با توجه به مشکل کم‌آبی دارای اهمیت می‌باشد. هدف این آزمایش گروه‌بندی جمعیت‌های رازیانه از نظر خصوصیات مورفولوژیکی، زراعی و شاخص‌های تحمل به تنش و در نتیجه شناسایی گروه‌های مقاوم به تنش کم‌آبی و با عملکرد بالا در هر دو شرایط آبیاری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۱۹ جمعیت (اکوتیپ) رازیانه شامل ۱۵ جمعیت بومی به‌همراه چهار جمعیت خارجی از دو کشور آلمان (۱۱۸۲ و ۱۱۴۸۶) و ترکیه (قاضی‌آنتپ و ازمیر) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط آبیاری مطلوب و محدود به‌طور مجزا در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز با اقلیم نیمه‌خشک مورد ارزیابی قرار گرفتند لازم به‌ذکر است که تبریز دارای آب و هوای سرد کوهستانی می‌باشد. میانگین بارش سالانه در بلندمدت بر اساس داده‌های موجود در ایستگاه سینوپتیک تبریز ۲۸۲ میلی‌متر است. توزیع فصلی میزان بارش در این شهر به‌ترتیب فصل‌های سال برابر ۱۲۷، ۲۳، ۶۵ و ۶۷ میلی‌متر می‌باشد. جمعیت‌های بومی ایران عبارت بودند از: بناب، بیرجند، تتماج، تربت‌جام، خورشیدآباد (مشکین‌شهر)، خور و بیابانک، خروسلری (مغان)، زیار، شیروان، کرج، کرمان، خرم‌آباد، گرینه (نیشابور)، ورامین و همدان. در این طرح، بذور هر جمعیت در سه ردیف چهار متری با فاصله ۳۵ سانتی‌متر و با فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف کاشته شدند. آبیاری در هر دو شرایط، به‌صورت غرقابی به فاصله هر هفته یک بار اعمال شد. در شرایط آبیاری محدود، اعمال تنش کمبود آب به‌صورت قطع آبیاری از زمان شروع گلدهی بوته‌ها انجام گرفت. عملیات داشت مانند وجین علف‌های هرز و کوددهی با ازت $+(NH4)$ برای هر دو شرایط به‌صورت یکسان در ابتدای رشد رویشی به‌مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اعمال گردید. برای ارزیابی صفات مورد مطالعه تعداد ۱۰ بوته از هر جمعیت به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد چتر، تعداد دانه در چتر، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، بیوماس، میزان اسانس و عملکرد اسانس مورد ارزیابی قرار گرفتند. عملکرد اسانس با فرمول زیر محاسبه شد:

عملکرد اسانس = (عملکرد دانه × میزان اسانس در ۱۰۰ گرم بذر خشک) /۱۰۰

عصاره‌گیری و استخراج اسانس به‌روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام شد. پس از بررسی و تایید فرض‌های اساسی تجزیه واریانس شامل مستقل‌بودن اشتباه‌های آزمایشی، توزیع نرمال اشتباه‌های آزمایشی، یکنواختی واریانس‌های درون تیماری و عدم وجود اثر متقابل بین تیمار و بلوک، تجزیه واریانس مرکب انجام شد. تجزیه خوشه‌ای بر اساس همه صفات و با میانگین داده‌های استاندارد شده و بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش به روش Ward و با استفاده از معیار فاصله توان دو اقلیدسی برای گروه‌بندی جمعیت‌های مورد مطالعه انجام گرفت. جهت تعیین نقطه برش دندروگرام، از تابع تشخیص استفاده شد و درصد انحراف از میانگین کل هر صفت برای هر گروه با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب برای دو شرایط مختلف آبیاری نشان داد که بین شرایط آبیاری نرمال و محدود و جمعیت‌های مورد ارزیابی برای اکثر صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود دارد، همچنین تحت تنش کم‌آبی صفات تعداد چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد اسانس در تمامی جمعیت‌های مورد مطالعه با کاهش معنی‌دار روبه‌رو بوده‌اند. این در حالی بود که تمامی جمعیت‌های مورد مطالعه در شرایط تنش کم‌آبی با افزایش معنی‌دار میزان اسانس همراه بودند (جدول ۱). همچنین اثر متقابل جمعیت در محیط نیز برای تمامی صفات معنی‌دار بود که نشان می‌دهد واکنش جمعیت‌های مختلف نسبت به دو شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی مشابه نبود. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل برای همه صفات مورد ارزیابی، تجزیه‌ها و محاسبات برای دو شرایط مختلف آبیاری به‌طور مجزا انجام گرفت.

ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در شرایط تحت تنش کم‌آبی (جدول ۲) نشان می‌دهد در این شرایط بین عملکرد دانه و عملکرد اسانس (۰/۹۴۹)، تعداد چتر (۰/۶۹۶)، تعداد دانه در چتر (۰/۴۶۹)، ارتفاع بوته (۰/۶۴۱)، تعداد پنجه (۰/۶۱۷) و بیوماس (۰/۸۹۱) همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. این نشان‌دهنده تاثیر صفات ذکرشده بر روی عملکرد دانه می‌باشند. در آزمایشی بر روی ۱۲ جمعیت انیسون محققان اذعان داشتند جهت اصلاح غیرمستقیم عملکرد دانه می‌توان از دو صفت مهم تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر استفاده کرد (۱۳). چاندر و همکاران (۴) در تحقیقی بر روی رازیانه گزارش کردند که در شرایط تنش کم‌آبی بین عملکرد دانه و صفات تعداد چتر، تعداد دانه در چتر، ارتفاع بوته و تعداد پنجه رابطه همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. در تحقیقات دیگری نیز بر روی رازیانه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.85]

همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با تعداد چتر، تعداد دانه در چتر و بیوماس گزارش شده است (۶). جیتروال و همکاران (۹) نیز همبستگی مثبت عملکرد دانه با ارتفاع بوته و تعداد پنجه را در رازیانه تحت شرایط تنش کم‌آبی گزارش کردند.

در این تحقیق گروه‌بندی جمعیت‌های رازیانه از دو نظر انجام گرفت: اولین گروه‌بندی بر اساس تمامی صفات مورد ارزیابی به‌طور مجزا در دو شرایط آبیاری نرمال و محدود و دومین گروه‌بندی بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش خشکی صورت گرفت. در تحقیقات مشابهی نیز بر روی رازیانه، جهت گروه‌بندی جمعیت‌ها، جنبه‌های مورفولوژیکی و زراعی مد نظر قرار گرفته است و جمعیت‌های با ارتفاع و پنجه بالا در یک گروه قرار گرفته‌اند (۲۱،۱۲).

دندروگرام تجزیه خوشه‌ای در شرایط آبیاری نرمال در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به اینکه تابع تشخیص تقسیم‌بندی جمعیت‌های رازیانه به دو و سه گروه را معنی‌دار نشان داد، بنابراین در شرایط آبیاری نرمال جمعیت‌ها بر اساس تمام صفات مورد ارزیابی به سه گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل جمعیت‌های بناب و بیرجند، گروه دوم شامل جمعیت‌های خورشیدآباد و ازمیر و گروه سوم شامل جمعیت‌های قاضی‌آنتپ، خروسلری، تربت‌جام، تتماج، ورامین، کرمان، کرج، خور و بیابانک، آلمان (۱۱۸۲)، آلمان (۱۱۴۸۶)، زیار، همدان، گرینه، خرم‌آباد و شیروان بودند. لازم به‌ذکر است که سه گروه فوق از نظر صفات مورد ارزیابی با هم اختلاف داشتند و جمعیت‌های درون هر گروه بیشترین شباهت را از نظر همین صفات داشتند.

برای تعیین بهترین گروه جهت شناسایی جمعیت‌های برتر از نظر عملکرد دانه و اسانس در شرایط آبیاری مطلوب درصد انحراف از میانگین کل برای هر سه گروه برای تمامی صفات مورد ارزیابی، محاسبه شد (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهد که گروه اول یعنی جمعیت بناب و بیرجند درصد انحراف از میانگین کل مثبت را در تمامی صفات شامل تعداد چتر، وزن هزار دانه، میزان اسانس، ارتفاع بوته، بیوماس، عملکرد دانه و عملکرد اسانس دارند. بنابراین به‌عنوان بهترین گروه از نظر عملکرد دانه و اسانس در شرایط آبیاری مطلوب معرفی شدند. گروه دوم از نظر تمام صفات مورد ارزیابی انحراف از میانگین کل منفی را دارا بود و از نظر این صفات جمعیت‌های ضعیفی را شامل شد. گروه سوم نیز از نظر اکثر صفات مورد ارزیابی، انحراف از میانگین کل منفی را دارا بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب جمعیت‌های مورد مطالعه رازیانه در شرایط آبیاری نرمال و محدود

Table 1. Compound variance Analysis in fennel populations under favorable and limited irrigation

		میانگین مربعات								
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد چتر	تعداد دانه در چتر	بیوماس	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	میزان اسانس	عملکرد اسانس	تعداد پنجه	ارتفاع بوته
شرایط	۱	۱۶۷۶۷۱/۴۲۲**	۴۳۵۸۱۸/۲۵۷**	۱۸۸۴۹۱/۲۲۲**	۱۴/۸۵۷**	۱۲۵۹۵۲/۶۶۹**	۷/۲۱۳**	۷۵/۵۹۰**	۲۰۲/۱۲۰**	۷۳۴۳/۰۳۶^{ns}
تکرار/شرایط	۴	۱۷۶/۰۱۹	۷۷۱/۴۲۲	۲۹۱۳/۷۴۱	۰/۱۶۲	۱۴۱/۵۹۳	۰/۰۸۲	۰/۳۹۸	۱/۲۲۱	۱۲۸۹/۸۳۷
جمعیت	۱۸	۲۲۸۳۳/۷۳۵**	۳۰۸۷۷/۵۹۸**	۹۷۷۴۶/۹۵۵**	۰/۶۳۳**	۱۳۰۱۴/۱۶۳**	۴/۶۰۹**	۲۲/۱۳۰**	۵۳/۴۳۴**	۳۴۵۲/۶۵۵**
شرایط×جمعیت	۱۸	۷۳۲۹/۹۴۸**	۹۰۱۶/۱۴۱**	۴۹۴۸۴/۱۴۸**	۰/۶۴۷**	۸۰۳۹/۳۱۶**	۰/۵۷۴**	۱۲/۳۶۸**	۶۵/۳۲۳**	۱۱۰۴/۳۴۱**
خطا	۷۲	۲۹۷/۸۸۱	۲۶۵۹/۷۹۴	۲۴۴۱/۲۶۷	۰/۱۲۰	۲۶۱/۴۳۴	۰/۰۵۳	۰/۶۵۲	۴/۹۸۹	۳۶۹/۷۴۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۶/۳۵	۱۲/۷۸	۲۱/۰۵	۹/۷۴	۱۸/۹۲	۷/۲۴	۲۹/۲۰	۲۲/۰۴	۱۳/۳۳

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در جمعیت‌های مورد مطالعه رازیانه تحت شرایط آبیاری محدود

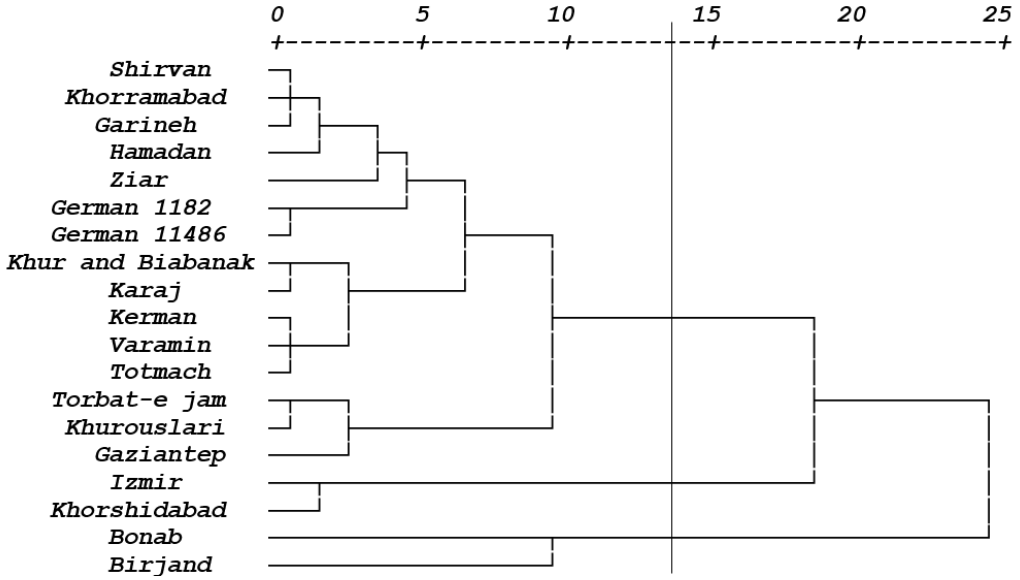
Table 2. The correlation coefficients between traits in studied populations of fennel under water deficit stress condition

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱- تعداد چتر	۱								
۲- تعداد دانه در چتر	۰/۱۹۵	۱							
۳- وزن هزاردانه	۰/۲۸۷	۰/۰۰۷	۱						
۴- عملکرد دانه	۰/۶۹۶**	۰/۴۹۶*	۰/۱۳۶	۱					
۵- میزان اسانس	۰/۱۸۱	۰/۰۴۳	۰/۲۵۵	۰/۲۶۹	۱				
۶- عملکرد اسانس	۰/۶۲۳**	۰/۳۲۹	۰/۱۶۷	۰/۹۴۹**	۰/۴۴۱	۱			
۷- تعداد پنجه	۰/۷۱۸**	۰/۰۱۷	۰/۴۶۰*	۰/۶۱۷**	۰/۱۰۸	۰/۶۲۸**	۱		
۸- ارتفاع بوته	۰/۳۸۵	۰/۶۶۷**	۰/۱۰۹	۰/۶۴۱**	۰/۰۹۰	۰/۵۰۶*	۰/۱۹۳	۱	
۹- بیوماس	۰/۶۳۵**	۰/۵۰۹*	۰/۱۵۷	۰/۸۹۱**	۰/۲۰۵	۰/۸۴۱**	۰/۶۴۱**	۰/۷۲۷**	۱

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

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.85]



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه رازیانه بر اساس تمامی صفات در شرایط آبیاری نرمال
Figure 1. Cluster analysis dendrogram in the fennel population studied based on all the traits and standardized data by Ward algorithm under favorable irrigation condition

جدول۳- تابع تشخیص کانونیک برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای در شرایط آبیاری نرمال
Table 3. Canonical discriminant function in the fennel population under favorable irrigation condition

تعداد گروه	Wilk's Lambda	سطح معنی‌داری
۲	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰
۳	۰/۰۰۸*	۰/۰۴۹
۴	۰/۱۰۵ns	۰/۱۱۹

ns و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

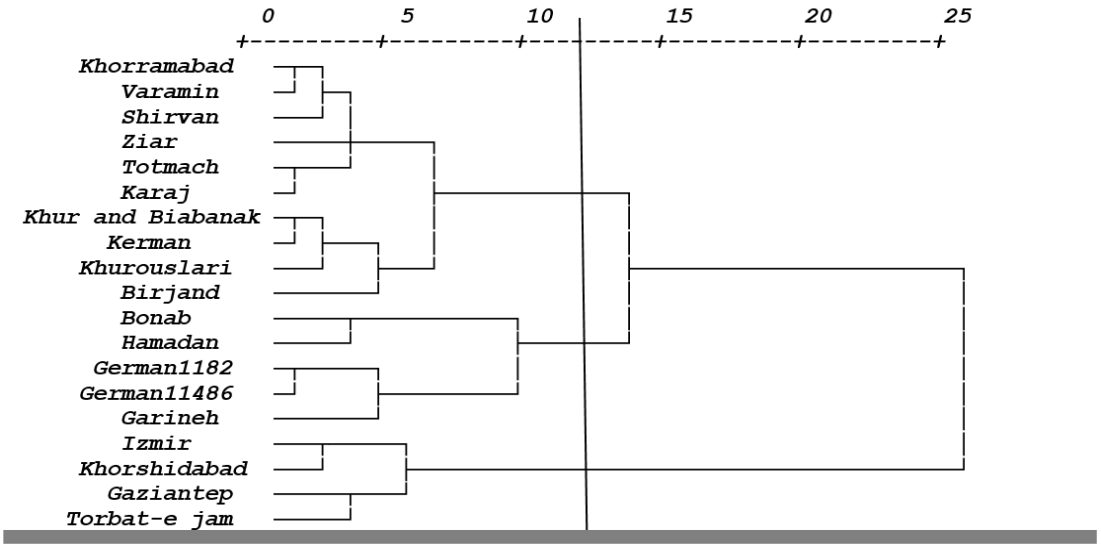
جدول ۴- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل هر گروه از جمعیت‌های رازیانه در شرایط آبیاری نرمال
Table 4. Mean and percentage of deviation from the total mean of each groups from fennel populations under favorable irrigation condition

		تعداد چتر	تعداد دانه در چتر	بیوماس	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	میزان اسانس	عملکرد اسانس	ارتفاع بوته	تعداد پنجه
گروه یک: جمعیت ۵ و ۶	میانگین	۳۶۰/۴۵	۵۳۰/۹۰	۷۰۳/۴۱	۴/۳۰	۳۱۸/۰۴	۵/۳۵	۱۱/۲۷	۱۹۴/۰۶	۹/۶۳
	درصد انحراف از میانگین	۱۵۰/۴۲	۱۴/۰۴	۱۵۵/۴۱	۱۰/۴۶	۱۶۷/۹۸	۱۳/۶۳	۲۰۶/۲۸	۲۷/۴۴	۹/۳۵
گروه دو: جمعیت‌های ۴ و ۹	میانگین	۱۰۴/۷۴	۳۸۸/۴۸	۱۲۸/۴۷	۳/۵۸	۷۳/۸۱	۲/۳۳	۱/۸۵	۹۶/۰۱	۷/۹۷
	درصد انحراف از میانگین	-۲۷/۲۴	-۱۶/۵۵	-۵۳/۷۲	-۸/۲۳	-۳۷/۸۱	-۲۱/۱۴	-۴۶/۸۴	-۳۶/۹۵	-۹/۵۱
گروه سه: جمعیت‌های ۱، ۲، ۳، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹	میانگین	۱۲۰/۳۰	۴۶۷/۰۹	۲۳۶/۰۶	۳/۸۸	۹۸/۰۸	۲/۹۸	۲/۹۱	۱۵۴/۲۱	۸/۸۱
	درصد انحراف از میانگین	-۱۶/۴۲	۰/۳۳	-۱۳/۵۶	-۰/۳۰	-۱۷/۳۶	۱	-۲۰/۸۶	۱/۲۷	۰/۰۲
میانگین کل		۱۴۳/۹۴	۴۶۵/۵۳	۲۷۵/۴۱	۳/۹۰	۱۱۸/۶۸	۲/۹۵	۳/۶۸	۱۵۲/۲۸	۸/۸۰

جمعیت‌های ۱ تا ۱۹ به ترتیب شامل آلمان (۱۱۸۴)، آلمان (۱۱۴۸۶)، قاضی‌آنتپ، ازمیر، بناب، بیرجند، تتماج، تربت جام، خورشیدآباد، خور و بیابانک، خروسلری، زیار، شیروان، کرج، کرمان، خرم‌آباد، گرینه، ورامین و همدان

دندروگرام مربوط به تجزیه خوشه‌ای در شرایط تنش کم‌آبی در شکل (۲) نشان داده شده است. مشابه شرایط آبیاری مطلوب در این شرایط نیز برای تعیین محل برش دندروگرام از تابع تشخیص استفاده شد (جدول ۳). تابع تشخیص تقسیم‌بندی جمعیت‌ها را در سه گروه معنی‌دار نشان داد. گروه اول شامل تربت‌جام، قاضی‌آنتپ، خورشیدآباد و ازمیر، گروه دوم شامل گرینه، آلمان (۱۱۸۱)، آلمان (۱۱۴۸۶)، همدان و بناب و گروه سوم شامل بیرجند، خروسلری، کرمان، خور و بیابانک، کرج، تتماج، زیار، شیروان، ورامین و خرم‌آباد بودند. در واقع جمعیت‌های درون هر گروه بیشترین شباهت را از نظر صفات مورد ارزیابی داشتند و سه گروه از نظر همین صفات با هم تفاوت داشتند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.52547/jcb.13.37.85]



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه رازیانه بر اساس تمامی صفات و با داده‌های استانداردشده به روش Ward در شرایط تنش کم‌آبی

Figure 2. Cluster analysis dendrogram of the fennel population studied based on all the traits and standardized data by Ward algorithm under water deficit stress condition

جدول ۵- تابع تشخیص کانونیک برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای در شرایط تنش کم‌آبی

Table 5. Canonical discriminant function in the fennel population under water deficit stress condition

تعداد گروه	Wilk's Lambda	سطح معنی‌داری
۲	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰
۳	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۸
۴	۰/۱۰۵ns	۰/۱۲۵

ns، *، **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

برای تعیین بهترین گروه از نظر صفات مهم زراعی، مشابه شرایط قبل از درصد انحراف از میانگین کل هر گروه استفاده شد (جدول ۴). نتایج این جدول نشان می‌دهد که گروه دوم از نظر صفات مهم زراعی مثل تعداد چتر، تعداد دانه در چتر، میزان اسانس، تعداد پنجه، بیوماس، عملکرد دانه، عملکرد اسانس و بیوماس دارای درصد انحراف از میانگین کل مثبت بود. گروه اول از نظر تمامی صفات مورد ارزیابی انحراف از میانگین کل منفی را داشت و گروه سوم نیز از نظر اکثر صفات مورد ارزیابی انحراف از میانگین کل منفی را به‌خود اختصاص داد. بنابراین جمعیت‌های گروه دوم یعنی گرینه، آلمان (۱۱۴۸۶)، آلمان (۱۱۸۲) همدان و بناب به‌عنوان جمعیت‌های برتر از نظر صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش کم‌آبی معرفی شدند.

جدول۶- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل هر گروه از جمعیت‌های رازیانه در تجزیه خوشه‌ای در شرایط تنش کم‌آبی

Table 6. Mean and percentage of deviation from the total mean of each groups from fennel populations under water deficit stress condition

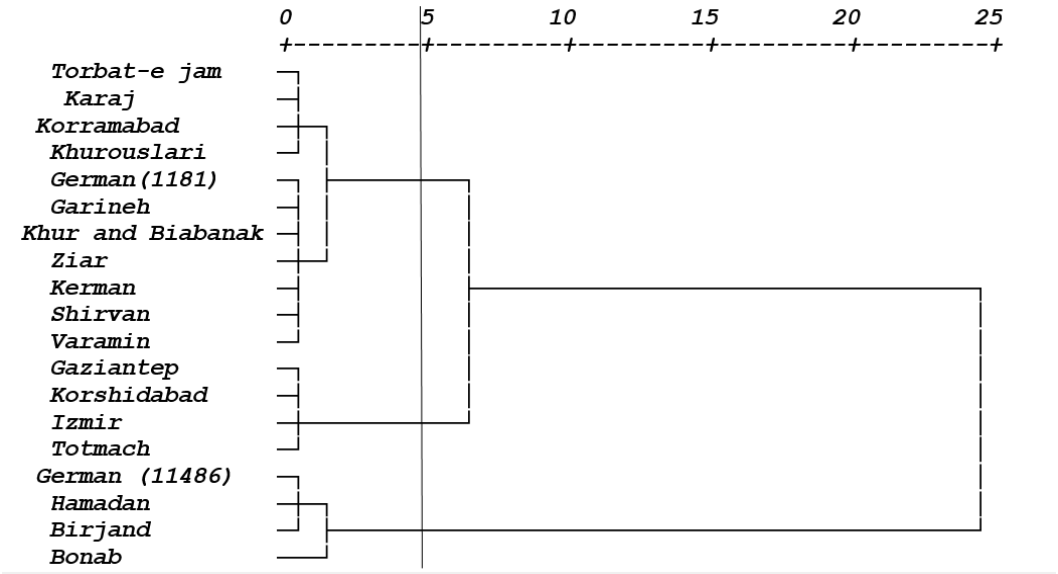
		تعداد چتر	تعداد دانه در چتر	بیوماس	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	میزان اسانس	عملکرد اسانس	ارتفاع بوته	تعداد پنجه
گروه یک: جمعیت ۳، ۴، ۸ و ۹	میانگین	۳۱/۲۱	۲۵۸/۳۹	۳۸/۴۹	۳/۱۹	۱۶/۸۲	۳/۱۸	۰/۴۷	۸۹/۴۳	۸/۱۷
	درصد انحراف از میانگین	-۵۳/۵۸	-۲۴/۴۲	-۸۰/۱۷	-۰/۲۲	-۶۷/۸۰	-۷/۳۵	-۷۵/۶۸	-۳۴/۳۵	-۲۸/۷۹
گروه دو: جمعیت‌های ۱، ۲، ۵، ۶، ۱۷	میانگین	۱۴۲	۳۰۷/۳۷	۳۴۵/۷۵	۲/۷۱	۹۶/۶۵	۳/۵۶	۴/۳۷	۱۳۳/۶۳	۲۴/۵۰
	درصد انحراف از میانگین	۱۱۱/۱۹	-۱۰/۰۹	۷۸/۱۵	-۱۵/۳۰	۸۵/۰۵	۳/۹۶	۱۲۷/۳۷	-۱/۹۱	۱۱۳/۶۴
گروه سه: جمعیت‌های ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹	میانگین	۶۶/۸۲	۳۷۲/۸۷	۲۱۸/۶۲	۳/۲۷	۵۶/۲۹	۳/۴۸	۱/۹۹	۱۵۱/۰۳	۱۰/۴۸
	درصد انحراف از میانگین	-۰/۶۲	۹/۰۷	۱۲/۶۴	۲/۴۲	۷/۷۷	۱/۶۵	۳/۶۹	۱۰/۸۶	-۸/۶۳
میانگین کل		۶۷/۲۴	۳۴۱/۸۷	۱۹۴/۰۸	۳/۱۹	۵۲/۲۳	۳/۴۳	۱/۹۲	۱۳۶/۲۳	۱۱/۴۷

جمعیت‌های ۱ تا ۱۹ به ترتیب شامل آلمان (۱۱۸۴)، آلمان (۱۱۴۸۶)، قاضی‌آنتپ، ازمیر، بناب، بیرجند، تتماج، تربت جام، خورشیدآباد، خور و بیابانک، خروسلری، زیار، شیروان، کرج، کرمان، خرم‌آباد، گرینه، ورامین و همدان

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.85]

دندروگرام مربوط به تجزیه‌ی خوشه‌ای بر اساس چهار شاخص تحمل به تنش خشکی شامل STI[1]، GMP[2]، HARM[3] و MP[4] در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به اینکه تابع تشخیص گروه‌بندی جمعیت‌ها در ۳ و ۲ گروه را معنی‌دار نشان داد (جدول ۵)، جمعیت‌ها به سه گروه تقسیم‌بندی شدند. بنابراین جمعیت‌های بناب، بیرجند، همدان و آلمان (۱۱۴۶۸) درگروه اول، جمعیت‌های تتماج، ازمیر، خورشیدآباد و قاضی آنتپ در گروه دوم قرار گرفتند. جمعیت‌های ورامین، شیروان، کرمان، خور و بیابانک، گرینه، آلمان (۱۱۸۱)، خروسلری، خرم‌آباد، کرج و تربت‌جام گروه سوم را به خود اختصاص دادند. به‌منظور بررسی تاثیر تنش خشکی بر روی صفات بیوشیمیایی اکوتیپ‌های رازیانه، محققان اذعان داشتند تمامی صفات مورد ارزیابی به‌جز پرولین دارای اختلاف معنی‌داری هستند. نتایج رتبه‌بندی اکوتیپ‌های رازیانه با استفاده از شاخص SIIG نشان داد که اکوتیپ‌های خورشیدآباد و تتماج بیشترین میزان SIIG را دارند و به‌عنوان متحمل‌ترین اکوتیپ‌ها به تنش خشکی شناسایی شدند. همچنین اکوتیپ‌های شیروان، قاضی آنتپ و ازمیر را به‌عنوان حساس‌ترین اکوتیپ‌ها شناسایی کردند (۵).



شکل۳- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه رازیانه بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی و با داده‌های استانداردشده به‌روش Ward

Figure 3. Cluster analysis dendrogram of the fennel population studied based on drought tolerance indices and standardized data by Ward algorithm

جدول ۷- تابع تشخیص کانونیک برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی

Table 7. Canonical discriminant function in the fennel population based on drought tolerance indices

تعداد گروه	Wilk's Lambda	سطح معنی‌داری
۲	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰
۳	۰/۲۰۱*	۰/۰۰۱
۴	۰/۹۷۳ns	۰/۸۲۸

ns، *، **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

درصد انحراف از میانگین کل هر گروه از جمعیت‌ها برای شناسایی جمعیت‌های برتر از نظر شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و به‌عبارت دیگر برای گروه‌بندی جمعیت‌ها از نظر تحمل و حساسیت به تنش مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۶). لازم به‌ذکر است که مقادیر بالای این شاخص‌های تحمل به خشکی نشان‌دهنده تحمل به تنش و مقادیر پایین این شاخص‌ها نشانگر حساسیت به تنش خشکی می‌باشد. گروه اول با دارا بودن بیشترین درصد انحراف از میانگین کل مثبت، به‌عنوان گروه متحمل به تنش خشکی شناسایی شد. گروه دوم بیشترین درصد انحراف از میانگین کل منفی را در تمام شاخص‌ها داشت و به‌عنوان حساس‌ترین گروه به تنش‌خشکی شناسایی شد. گروه سوم نیز با توجه به داشتن درصد انحراف از میانگین کل منفی در اکثر شاخص‌ها به‌عنوان گروه نسبتا حساس به تنش خشکی شناسایی شد.

1- Stress Tolerance Index
2- Geometric Mean Productivity
3-Harmonic Mean
4- Mean Productivity

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.52547/jcb.13.37.85]

جدول ۸- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل هر گروه از جمعیت‌های رازیانه بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش خشکی
Table 8. Mean and percentage of deviation from the total mean of each groups from fennel populations based on drought tolerance indices

		STI	HARM	MP	GMP
گروه یک:	میانگین	۰/۰۵	۱۸/۰۷	۳۹/۲۱	۲۵/۹۲
جمعیت ۳، ۴، ۷ و ۹	درصد انحراف از میانگین	-۸۹/۴۱	-۷۳/۰۸	-۵۴/۱۲	-۶۵/۴۲
گروه دو:	میانگین	۱/۲۹	۱۱۳/۰۹	۱۶۱/۷۳	۱۳۴/۱۴
جمعیت‌های ۲، ۵، ۶ و ۱۹	درصد انحراف از میانگین	۱۵۹/۶۹	۶۸/۴۹	۸۹/۲۵	۷۸/۹۷
گروه سه:	میانگین	۰/۳۷	۶۸/۲۱	۷۴/۵۴	۷۱/۲۶
جمعیت‌های ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸	درصد انحراف از میانگین	-۲۵/۵۵	۱/۶۷	-۱۲/۷۷	-۴/۹۳
میانگین کل		۰/۵۰	۶۷/۱۲	۸۵/۴۵	۷۴/۹۵

جمعیت‌های ۱ تا ۱۹ به ترتیب شامل آلمان (۱۱۸۴)، آلمان (۱۱۴۸۶)، قاضی‌آنتپ، ازمیر، بناب، بیرجند، تتماج، تربت جام، خورشیدآباد، خور و بیابانک، خروسلری، زیار، شیروان، کرج، کرمان، خرم‌آباد، گرینه، ورامین و همدان

تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، تعداد چتر، تعداد دانه در چتر، تعداد پنجه، بیوماس و ارتفاع شد. با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و صفات بالا که بیشترین تاثیر را روی عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی دارند، می‌توان نتیجه گرفت از صفات تعداد چتر، تعداد پنجه، بیوماس و ارتفاع برای کارهای اصلاحی و انتخاب جمعیت‌هایی با عملکرد بالا می‌توان استفاده کرد. در ضمن صفت میزان اسانس در شرایط تنش کم‌آبی افزایش معنی‌داری داشت که نشان می‌دهد تنش کم‌آبی باعث افزایش میزان اسانس در جمعیت‌های مورد مطالعه شده است. با گروه‌بندی جمعیت‌ها با استفاده از روش Ward بر اساس صفات مورد ارزیابی در شرایط آبیاری مطلوب و محدود، جمعیت‌های بناب و بیرجند به‌عنوان جمعیت‌های برتر از نظر این صفات در شرایط آبیاری مطلوب معرفی شدند. جمعیت‌های بناب، گرینه، همدان، آلمان (۱۱۸۱) و آلمان (۱۱۴۸۶) نیز در شرایط تنش کم‌آبی از نظر صفات تعداد پنجه، تعداد چتر، بیوماس، میزان اسانس، عملکرد دانه، و عملکرد اسانس به دیگر جمعیت‌ها برتری داشتند. گروه‌بندی جمعیت‌ها بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد که گروه اول یعنی جمعیت‌های بناب، بیرجند، آلمان (۱۱۴۸۶) و همدان از نظر تحمل به خشکی نسبت به دیگر گروه‌ها برتری دارند. قابل ذکر است که جمعیت‌های تتماج، ازمیر، خورشیدآباد و قاضی‌آنتپ حساس‌ترین جمعیت‌ها به تنش کم‌آبی بودند. با توجه به مشکل کم‌آبی شناسایی جمعیت‌های متحمل به تنش کم‌آبی دارای اهمیت فرارانی می‌باشد.

منابع

1. Amin, Gh. 2005. The most common traditional medicinal plants. Tehran University of Medical Sciences and Health Services, Medical Ethics and History of Medicine Research Center (In Persian).
2. Amiri Deh Ahmadi, S.R., P. Rezvani Moghaddam and R. Ehyaee. 2012. The effects of drought stress on morphological traits and yield of three medicinal plants (*Coriandrum Sativum*, *Foeniculum Vulgare* and *Anethum Graveolens*) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(1): 116-124.
3. Bahmani, K., A. Izadi Darbandi and A. Akbari. 2016. Development of drought tolerant synthetic cultivars of fennel and their assessment under normal and drought conditions at stage after flowering. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 24(1): 29-41 (In Persian).
4. Chander, M., J.P. Singh, K. Sunil and P. Ajay. 2017. Studies on Character Association in Fennel (*Foeniculum vulgar* M.). International Journal of Plant and Soil Science, 14(6): 1-5.
5. Dadashi, G., A. Asghari, A. Ebadi and M. Yousefi Azarkhanian. 2020. Evaluation of Biochemical and Antioxidant Characters in Fennel (*Foeniculum Vulgare*) Ecotypes under Drought Stress. Journal of Crop Breeding, 12(33): 140-149 (In Persian).
6. Dashora, A. and E.V.D. Sastry. 2011. Variability, character association and path coefficient analysis in fennel. Indian Journal of Horticulture, 68(3): 351-356.
7. FAO. 2018. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC
8. Jadidi, A. and M. Kalantar. 2015. Genetic diversity fennel (*Foeniculum vulgare* M.) using molecular markers. International conference on science and engineering, 1 December, Dubai, United Arab Emirates.
9. Jeeterwal, R.C., E.V. Divakara Sastry, S.S. Rajput and D. Singh. 2015. Genetic variability, character associations, path coefficient and divergence analysis in inbreds of fennel (*Foeniculum vulgare* M.). International Journal of Seed Spices, 5(2): 26-31.
10. Kuchaki, A., H. Hoseyni and M. Nasiri Mahallati. 1995. The relationship between water and land in crops. Iranian Academic Center of Education, Culture and Resaerch, Mashhad, 560 pp (In Persian).
11. Lubbe, A. and R. Verpoorte. 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. Industrial Crops and Products, 34(1): 785-801.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.85]

12. Maghsudi Kelardashti, H., M. Rahimmalek, M.R. Sabzalian and M. Talebi. 2014. An assessment of morphological genetic variations and heritability of Iranian fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions. Taxonomy and Biosystematics, (18): 77-86 (In Persian).
13. Maleki, A., J. Saba, M. Pouryousef, H. Jafari and A.A. Jafari. 2017. Determining the most important traits affecting grain yield in Iranian Anise (*Pimpinella anisum* L.) populations based on regression analysis and path analysis. Journal of Crop Breeding, 9(22): 142-148 (In Persian).
14. Musavi, S.M., S.G.R. Musavi and M.J. Seghatoleslami. 2014. Effect of drought stress and nitrogen levels on growth, fruit and essential oil yield of fennel (*Foenicolum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 30(3): 453-462 (In Persian).
15. Noroozi Shahri, F., M. Pouryousef, A. Tavakoli, J. Saba and A. Yazdinezhad. 2015. Evaluation the performance of some of Iran's native fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions under drought stress condition. Iranian Journal of Field Crop Science, 46 (1): 49-56 (In Persian).
16. Omid Beygi, R. 1997. Approaches to production and processing of medicinal plants 2th edn. Nashre Tarrah, Tehran, 424 pp (In Persian).
17. Omid Beygi, R. 2007. Processing of Medicinal Plants. 3th edn. Press Astan Qods Razavi, 400 pp (In Persian).
18. Pouryousef, M. 2015. Effects of terminal drought stress and harvesting time on seed yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal pf Medicinal and Aromatic Plants, 30(6): 889-897 (In Persian).
19. Romesburg, H.C. 1990. Cluster analysis for researchers. Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
20. Safaii, L., Z. Jaberolansar and H. Zeynali. 2012. Multivariate analysis of cytological characters in different populations of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Science (kharazmi university), 11(1): 45-56 (In Persian).
21. Safaii, L., H. Zeynali and D. Afiuni. 2014. Comparison of Seed Yield and Its Related Components in Genotypes of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Seed and Plant Improvment Journal, 30(2): 289-30 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.85]

Fennel Populations Grouping and Evaluation from the Agronomic and Morphological Traits under Favorable and Limited Irrigation Conditions

Milad Ghasemi[1], Saeid Aharizad[2], Majid Norouzi[3], Ali Bandehagh[3] and Roghayeh Azhdari[1]

1 and 3- M.Sc. Student in Plant Breeding and Associate Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2- Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran, (Corresponding Author: s.aharizad@yahoo.com)
Received: August 2, 2020 Accepted: December 26, 2020

Abstract

In order to grouping 19 populations fennel from the agronomic and morphological traits, an experiment was conducted in randomized complete block design with three replications under limited and favorable condition of irrigation at the Agricultural Research Station, University of Tabriz. Combined analysis of variance showed that the effects of different irrigation conditions, population and population × environment interaction was significant for most of the studied traits; That was representing a significant difference between the fennel studied populations and also showed populations different reactions under different of irrigation condition. Also, under limited condition of irrigation, the number of umbel per plant, the number of seed per umbel, 1000-seed weight, grain yield, essential oil yield for all studied populations were significantly reduced. However, all studied populations were associated with a significant increase in essential oil under limited condition of irrigation. Correlation of grain yield with essential oil yield (0/949), the number of umbel per plant (0/696), the number of seed per umbel (0/469), plant height (0/641), tillers(0/617) and biomass(0/891) was significant positively under water deficit stress condition. This indicates the traits had the greatest effect on grain yield under water deficit stress condition. In favorable conditions of irrigation, the studied populations were divided into three groups for all traits. Bonab and Birjand populations were in the best group the evaluated traits including grain and essential oil yields. In terms of water stress, the studied populations were divided into three groups for all traits. The best groups the all evaluated traits included Garineh, German (11486), German (1182), Hamadan and Bonab populations. Grouping populations based on drought tolerance indices showed that Bonab, Birjand, German (11486) and Hamadan populations are superior from the drought tolerance than other evaluated populations.

Keywords: Cluster analysis, Drought tolerance indices, Fennel, Water deficit stress, Yield and essential oil of grain

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.85]