

بررسی تنوع ژنتیکی ژرم پلاسما گلرنگ از نظر برخی صفات مورفولوژیک و زراعی در شرایط دیم سردسیر با استفاده از روش های آماری چندمتغیره

صبا کوب صومعه سفلی^۱، حمید حاتمی ملکی^{۱*}، خشنود علیزاده^{۲*}، مهدی رحیمی^۳

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۲- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

۳- گروه بیوتکنولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران

چکیده

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) یکی از محصولات با ارزش کشاورزی و صنعتی است که در بسیاری از نقاط جهان کشت می‌گردد. این مطالعه با هدف ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های خاردار و بی خار گلرنگ موجود در مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور از نظر صفات زراعی و مورفولوژیک و در شرایط دیم سردسیری شهرستان مراغه انجام گرفت. تعداد ۳۱ ژنوتیپ گلرنگ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. مقادیر آماره‌های توصیفی صفات بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در ژرم پلاسما مورد مطالعه بود و کمترین مقدار تنوع ژنتیکی برای صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی کامل بدست آمد. با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، صفات مورد مطالعه به ۶ مؤلفه با واریانس تجمعی ۹۱ درصد کاهش یافتند که بیشترین نقش را در تبیین تنوع بین ژنوتیپ‌های خاردار و بی خار گلرنگ داشتند. با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای، ارقام خاردار و بی خار در ۲ گروه مجزا قرار گرفتند. فاصله ماهالانویس بین گروه‌های ۱ و ۲، ۵/۰۵ بدست آمد. در مجموع چنین نتیجه‌گیری شد که تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در ژرم پلاسما گلرنگ مورد بررسی در شرایط دیم سردسیر وجود دارد و جهت گزینش والدین و ژنوتیپ‌های مطلوب در برنامه‌های به نژادی گلرنگ مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، گلرنگ، زراعت دیم

*نگارنده مسئول: hatamimaleki@maragheh.ac.ir و k.alizadeh@areo.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۳

مقدمه

دانه‌های روغنی از نظر تأمین کالری و انرژی مورد نیاز انسان و دام در بین محصولات زراعی از اهمیت خاصی برخوردار هستند. از بین دانه‌های روغنی سازگار با شرایط آب و هوایی ایران، گلرنگ با نام علمی (*Carthamus tinctorius* L.) از خانواده (Asteraceae) به عنوان گیاهی مقاوم به شوری، خشکی و با داشتن تیپ‌های بهاره و پاییزه، دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشد (Bassil and Kaffka, 2002). گلرنگ دارای مصارف دارویی، صنعتی و غذایی بوده ولی عمدتاً بذر آن جهت تهیه روغن‌های خوراکی استفاده می‌شود (پورداد، ۱۳۸۵). این گیاه بومی ایران بوده و کشت آن در ایران سابقه طولانی دارد بطوری که قبل از معرفی این گیاه به عنوان دانه روغنی، گلرنگ را برای استفاده از گیاهچه‌های آن کشت می‌نمودند. این گیاه ۲۵ گونه مهم دارد و بر اساس رابطه نزدیک میان گونه‌های وحشی، موطن احتمالی گلرنگ اهلی منطقه ای محصور میان مدیترانه شرقی و خلیج فارس بوده و ایران نیز یکی از مراکز تنوع این گیاه است (پورداد و جمشیدی مقدم، ۱۳۹۲).

یکی از یافته‌های مهم طی چند دهه گذشته در زمینه به نژادی گیاهی، شناخت وجود سرمایه عظیم تنوع ژنتیکی در گیاهان بوده است (Von Braun and Virchow, 1996) برای استفاده مناسب از این ذخیره ارزشمند، اطلاع از ماهیت و میزان تنوع موجود در ژرم پلاسما، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Sharma and Hore, 1993). آگاهی از تنوع ژنتیکی و مدیریت منابع ژنتیکی ضمن حفاظت از ذخایر ژنتیکی، قابلیت استفاده از آنها را در برنامه‌های

به‌نژادی ممکن می‌سازد (احمدزاده، ۱۳۸۶؛ McPherson *et al.*, 2004). تخمین تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های مناطق مختلف جغرافیایی اطلاعات با ارزشی را درباره نگهداری و استفاده از ژرم پلاسما دست نخورده موجود در هر منطقه، در اختیار به نژادگران گیاهی قرار می‌دهد تا از این تنوع جهت افزایش کارآیی صفات کمی، کیفی و افزایش عملکرد استفاده کنند (Knowles, 1989 and Sangam, *et al.*, 2005).

روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی وجود دارد، از جمله مهم‌ترین آن‌ها روش‌های آماری چند متغیره می‌باشد که بطور همزمان از اطلاعات چندین صفت در کلیه افراد استفاده می‌نمایند و بطور وسیعی در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد دارند (حاتمی ملکی و همکاران، ۱۳۹۱). از بین روش‌های آماری چند متغیره روش‌های تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در بیان و تشریح تنوع ژنتیکی کاربرد زیادی دارند. در زمینه استفاده از این روش‌ها، در ارزیابی ژرم پلاسما گیاهان مختلف از قبیل گندم (بابایی زارچ و همکاران، ۱۳۹۱؛ فراهانی و ارزانی، ۱۳۸۷؛ AL-Khateeb and Leilah 2005)، پیاز (موسوی زاده و همکاران، ۱۳۸۵)، توتون (حاتمی ملکی و همکاران، ۱۳۹۱؛ حسین زاده فشالمی و همکاران، ۱۳۹۴)، گلرنگ (پورداد و همکاران، ۱۳۹۲؛ رامشک نیا و همکاران، ۱۳۹۲؛ باقری و همکاران، ۱۳۸۰؛ احمدزاده و همکاران، ۱۳۸۹) و یونجه (حاذق جعفری و همکاران، ۱۳۹۳؛ کاکایی و مظاهری لقب، ۱۳۹۳) گزارش‌های مختلفی وجود دارد. باقری و همکاران

از تغییرات توسط عامل‌ها برای گروه‌بندی ژرم پلاسما مورد بررسی گلرنگ کارا نمی‌باشد.

هدف از این مطالعه بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ موجود در بانک ژن مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور از نظر صفات مورفولوژیکی و زراعی در شرایط دیم سردسیری مراغه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل ۱۶ ژنوتیپ گلرنگ بی خار و ۱۵ ژنوتیپ گلرنگ روغنی خاردار تهیه شده از مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور می‌باشد (جدول ۱). این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۹۳ در شرایط دیم سردسیری در ایستگاه تحقیقات دیم مراغه واقع در طول جغرافیایی ۲۰' ۴۶" شرقی و ۱۲' ۳۷" طول غربی با ارتفاع ۱۷۳۰ متر از سطح دریا، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. براساس آمار هواشناسی، میزان بارندگی در ایستگاه مراغه ۴۲۴/۹ میلی متر بوده که در مقایسه با میانگین بلندمدت ۲۱/۴۲ درصد و نسبت به سال زراعی گذشته ۴۸/۰۸ درصد افزایش داشت. این منطقه از نظر اقلیمی سردسیر و نیمه خشک می‌باشد. طبق نتایج تجزیه خاک، بافت خاک از نوع لومی رسی و pH آن کمتر از ۸/۵ است. به دلیل شرایط اقلیمی منطقه، ارقام روغنی نوزدهم آذر ماه و ارقام علوفه‌ای هفتم دی ماه به صورت انتظاری مورد کشت قرار گرفتند.

با توجه به نتایج آزمایش خاک، ۵۰ کیلوگرم کود ازت از منبع اوره و ۲۵ کیلوگرم کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل همزمان با آماده سازی زمین

(۱۳۸۰) در بررسی تنوع ژنتیکی ۱۲۱ ژنوتیپ گلرنگ از جمعیت‌های بومی ایران اعلام کردند که دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر به روش وارد و با استفاده از فاصله اقلیدسی، جمعیت‌ها در ۹ کلاستر گروه‌بندی شدند. در مطالعه دیگری (پورداد و همکاران، ۱۳۹۲) گروه بندی ژرم پلاسما گلرنگ در شرایط دیم کشور ایران با استفاده از روش ward انجام گرفت و نتایج نشان داد که ژرم پلاسما گلرنگ مورد بررسی در چهار گروه مجزا قابل تفکیک است. احمد زاده و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه ۳۰ ژنوتیپ گلرنگ بهاره، بیان داشتند که در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۳ مؤلفه اول مقادیر بالاتر از یک و در مجموع ۷۴/۱۰ درصد از تغییرات صفات را توجیه نمودند به طوری که مؤلفه اول حدود ۳۴/۱۸ درصد از تغییرات اولیه را تبیین کرد که در این مؤلفه صفاتی مانند ارتفاع بوته، وزن هکتولیترا، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، روز تا رسیدگی و تعداد دانه درغوزه ضرایب بالایی داشتند.

گل پرور و پیربلوطی (۱۳۸۷) در بررسی تحمل به خشکی ارقام گلرنگ از طریق نمایش گرافیکی بای پلات و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان دادند که ۹۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها مربوط به دو مؤلفه اول می‌باشد. در مطالعه‌ای که توسط دیگ مینگ و یاگوان (۱۹۹۳) با استفاده از ۳۰ رقم گلرنگ انجام گردید مشخص شد که ۶ مؤلفه اصلی در حدود ۷۸ درصد واریانس کل را توجیه می‌نماید. حال آنکه در تحقیقی که توسط پورداد و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از ۱۰۰ ژنوتیپ گلرنگ انجام گردید مشخص شد که تجزیه به عامل‌ها (به منظور کاهش تعداد زیاد متغیرها به چند عامل) بنا به دلیل توجیه درصد کمی

به خاک زراعی اضافه گردید. سپس برای هر تیمار آزمایشی کرت‌هایی با مساحت ۴/۲ متر مربع شامل ۶ ردیف ۲ متری با فواصل ۳۵ سانتی متر و فاصله بین بوته‌ها روی خطوط کشت ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد.

جدول ۱- کد و نام ژنوتیپ‌های گلرنگ مورد مطالعه

| Code | Genotype | وضعیت خار | Code | Genotype | وضعیت خار |
|------|---------------------|-----------|------|---------------------------|-----------|
| G01 | Faraman | بی خار | G17 | LRV 51 / 5 | خاردار |
| G02 | Drab 8 | بی خار | G18 | Balel (13) | خاردار |
| G03 | Drab14 | بی خار | G19 | 25 | خاردار |
| G04 | Islamabad 3/5 | بی خار | G20 | 472 | خاردار |
| G05 | Islamabad 1/1 | بی خار | G21 | Sina (PI-53.75.98) | خاردار |
| G06 | Drab 4 | بی خار | G22 | LRV 55 / 292 | خاردار |
| G07 | Drab10 | بی خار | G23 | Isfahan todeh | خاردار |
| G08 | Drab11 | بی خار | G24 | PI-592391/Sunset | خاردار |
| G09 | Drab 7 | بی خار | G25 | PI-283791 | خاردار |
| G10 | Drab 2 | بی خار | G26 | SNC.1 | خاردار |
| G11 | Drab 5 | بی خار | G27 | 6 LR / 55 - 65 7 Varamin | خاردار |
| G12 | Drab 6 | بی خار | G28 | 5 - LRV 51 / 20 6 Varamin | خاردار |
| G13 | Islamabad 3/7 | بی خار | G29 | Ajabshir Local | خاردار |
| G14 | Goldasht (IL-111) | بی خار | G30 | Legzy dorosht | خاردار |
| G15 | LRV 51/20 6 Varamin | بی خار | G31 | 288-S6-V-58/697 | خاردار |
| G16 | Drab13 | بی خار | | | |

گرفت. سطح برداشت جهت اندازه‌گیری صفات کمی، از ۶ خط کاشت پس از حذف یک خط از ابتدا و یک خط از انتهای هر کرت و حذف ۲۵ سانتی متر از ابتدا و انتهای خطوط میانی تعیین گردید. از هر کرت ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب، سپس جهت محاسبه اجزاء عملکرد (تعداد غوزه در هر بوته، تعداد دانه در هر غوزه و وزن صد دانه) و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، فاصله‌ی تشکیل اولین شاخه فرعی از سطح خاک، تعداد دانه‌های پوک طبیعی و

میزان بذر مصرفی در هر واحد آزمایشی ۸/۴ گرم و عمق کشت با توجه به نوع بافت خاک ۴ الی ۵ سانتی متر تعیین گردید. بذور قبل از کشت با قارچ کش کربوکسین تیرام به میزان ۲ در هزار ضد عفونی شدند. عملیات کاشت در تاریخ‌های مورد نظر به صورت دستی انجام گردید. در طول مراحل رشد و تا قبل از ۵۰ درصد گل دهی، جهت مبارزه با علف‌های هرز غالب مزرعه اعم از یک ساله و چند ساله نظیر پیچک صحرایی و شنگ و جین دستی صورت

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی (جدول ۲) نشان داد که از نظر تمامی صفات مورد مطالعه در شرایط دیم به جز صفات شاخص برداشت، فاصله اولین شاخه فرعی از سطح خاک، نسبت مغز به پوست دانه و دانه‌های پوک طبیعی و غیرطبیعی اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. با توجه به اینکه در علم به نژادی گیاهی گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب بر پایه وجود تنوع ژنتیکی در بین افراد یا جوامع می‌باشد بنابراین چنین منبع ژنتیکی گیاهی برای گلرنگ می‌تواند به عنوان خزانه غنی و سرشار از ژن‌های مطلوب محسوب شود. مقادیر آماره‌های توصیفی شامل کمینه، بیشینه، میانگین و ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به ۱۸ صفت آگرومورفولوژیکی مورد مطالعه در ۳۱ ژنوتیپ گلرنگ در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به جدول ۳، تنوع قابل توجهی در میان ژنوتیپ‌های گلرنگ در واکنش به شرایط دیم سردسیر وجود دارد. حداکثر مقدار ضریب تغییرات فنوتیپی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مربوط به صفات دانه‌های پوک طبیعی و غیرطبیعی و تعداد غوزه در بوته و کمترین مقدار تنوع ژنتیکی مربوط به صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی کامل می‌باشد. در این مطالعه، اگرچه از نظر صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی کامل ۴۱ روز اختلاف وجود داشت، ولی این مقدار تنوع در مقایسه با تنوع مشاهده شده برای سایر صفات مورفولوژیک اندک می‌باشد. قربانزاده نقاب و افضل (۱۳۹۴) جهت ارزیابی تنوع ژنتیکی ۲۳ ژنوتیپ گلرنگ براساس ضریب تنوع فنوتیپی مشخص کردند که صفات تعداد

غیرطبیعی، قطر غوزه، فراوانی خار در هر براکته، تعداد براکته در هر غوزه، نسبت پوست به مغز دانه، داده برداری‌های لازم انجام شد. برای مقدار پوست دانه و مغز دانه تعداد صد دانه در مقداری آب در داخل پتری دیش‌هایی خیسانده، سپس پوست و مغز دانه از هم جدا و بعد از خشک شدن نسبت به توزین آنها اقدام گردید. تعداد روزها از زمان کاشت تا مرحله ظهور گل در ۵۰ درصد بوته‌ها، به عنوان "زمان گلدهی" و تعداد روزها از زمان کاشت تا مرحله برداشت، به عنوان "رسیدگی کامل" تعیین شد. بعد از رسیدگی کامل، برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، کلیه ردیف‌های کشت شده برداشت گردیدند.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا وجود یا عدم وجود داده پرت و همچنین آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار SPSS 20 و آماره‌های توصیفی داده‌ها توسط نرم افزار Minitab 14 محاسبه شد. ارزیابی و گروه‌بندی ژرم پلاسما مورد مطالعه از طریق روش تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، با استفاده از میانگین داده‌های اصلی انجام گرفت. تجزیه خوشه‌ای، پس از استاندارد کردن داده‌ها با محاسبه مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه، با استفاده از روش وارد و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با نرم افزار Minitab 14 انجام گرفتند. فواصل (ماه‌الانویس) بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستری به روش ستروئیدی به دست آمد. تعیین تعداد واقعی گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای، با استفاده از آزمون F کاذب (Jobson, 1992) و T^2 کاذب هتلینگ از طریق نرم افزار SAS 9.01 انجام شد.

مربعات حاصل از تجزیه واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای ۱۸ صفت زراعی ژنوتیپ‌های گلرنگ مورد مطالعه

| ضریب تغییرات (%) | خطا | ژنوتیپ | بلوک |
|------------------|-----------|---------------------|-------------------------|
| - | ۶۰ | ۳۰ | ۲ |
| ۱/۴۷ | ۱۰/۰۲ | ۳۸۲/۲** | ۱۵/۳۵ ^{ns} |
| ۱۸/۷ | ۶۸/۸۱ | ۱۹۱/۶۸** | ۱۱۳/۷ ^{ns} |
| ۵۷/۳۳ | ۳۴/۲ | ۱۱۹/۳۵** | ۳۷۳/۴** |
| ۲۲/۴ | ۶۶/۲۵ | ۱۹۴/۹۹** | ۱۹/۰۵ ^{ns} |
| ۹/۴ | ۴/۲۴ | ۱۴/۰۶** | ۳/۲۵ ^{ns} |
| ۱/۵ | ۱۱/۵ | ۳۷۰/۴** | ۸/۳ ^{ns} |
| ۶۲/۳۶ | ۱۳۴۰۹/۵ | ۳۰۱۹۲/۷** | ۲۰۹۹۲/۴ ^{ns} |
| ۵۷/۷ | ۱۷۳۲۴۷/۳۵ | ۳۹۸۸۷۶/۳** | ۳۲۰۲۲۲/۴۵ ^{ns} |
| ۵۰/۵۳ | ۱۷۷/۹۲ | ۱۲۳/۵ ^{ns} | ۹۱/۵۳ ^{ns} |
| ۱۶/۱۲ | ۰/۳ | ۱/۰۵** | ۰/۰۳ ^{ns} |
| ۱۵/۰۶ | ۰/۴ | ۲/۹۴** | ۱/۱۲ ^{ns} |
| ۴۴/۳ | ۱۲/۵۴ | ۵۶/۸** | ۳۲/۵۵ ^{ns} |
| ۲۳/۵۴ | ۳۶/۳۱ | ۴۳/۷۳ ^{ns} | ۸۳/۷ ^{ns} |
| ۱۵/۷۴ | ۰/۱۲ | ۰/۲۷** | ۰/۳ ^{ns} |
| ۲۳/۵۴ | ۰/۱۹ | ۰/۳۶* | ۰/۰۵ ^{ns} |
| ۱۹/۲۴ | ۰/۰۳ | ۰/۰۳ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} |
| ۱۰۰/۸۷ | ۳۷/۸۶ | ۴۸/۹۸ ^{ns} | ۴۳/۱ ^{ns} |
| ۷/۲ | ۱۳/۷۴ | ۱۷۳/۵۴** | ۶۳/۵* |

احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند

جدول ۳- مقادیر آماره‌های توصیفی و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ژنوتیپ‌های گلرنگ.

| آماره‌های توصیفی | | | | | تجزیه به مؤلفه‌های اصلی | | | | |
|------------------|--------------|---------|-------|--------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|
| ضریب تغییرات | انحراف معیار | میانگین | کمینه | بیشینه | مؤلفه ۶ | مؤلفه ۵ | مؤلفه ۴ | مؤلفه ۳ | مؤلفه ۲ |
| ۵/۳ | ۱۱/۵ | ۲۱۵/۱ | ۱۹۷ | ۲۳۸ | ۰/۱۵ | -۰/۰۸ | -۰/۱۹ | -۰/۰۶ | -۰/۰۳ |
| ۲۳/۶ | ۱۰/۵ | ۴۴/۳ | ۲۱/۷ | ۶۷ | -۰/۱۹ | -۰/۲۲ | -۰/۰۲ | ۰/۱۷ | ۰/۰۲ |
| ۸۱/۲ | ۸/۳ | ۱۰/۲ | ۱/۳ | ۳۹ | ۰/۱ | -۰/۰۴ | ۰/۱۸ | ۰/۰۲ | ۰/۱۵ |
| ۲۹/۴ | ۱۰/۷ | ۳۶/۴ | ۹/۸ | ۶۵/۴ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | -۰/۳۹ | -۰/۰۴ | -۰/۲۱ |
| ۱۶/۲ | ۳/۶ | ۲۱/۹ | ۰ | ۳۰/۴ | ۰/۳۶ | -۰/۰۶ | -۰/۳۲ | -۰/۲۶ | ۰/۰۲ |
| ۴/۶ | ۱۱/۴ | ۲۴۶ | ۲۲۷ | ۲۷۱ | ۰/۱۳ | -۰/۰۶ | -۰/۱۹ | -۰/۰۷ | -۰/۰۲ |
| ۷۴/۲ | ۱۳۷/۷ | ۱۸۵/۷ | ۴/۸ | ۶۲۱/۹ | -۰/۰۲ | ۰/۰۷ | -۰/۱۳ | ۰/۴۶ | -۰/۱۹ |
| ۶۹/۵ | ۵۰/۱/۳ | ۷۲۱/۵ | ۴۲/۹ | ۲۱۳۱ | -۰/۰۸ | -۰/۲۴ | -۰/۰۶ | ۰/۴۳ | -۰/۰۲ |
| ۴۷/۵ | ۱۲/۵ | ۲۶/۴ | ۳/۱ | ۹۰/۷ | -۰/۰۲ | ۰/۸۲ | -۰/۲۶ | ۰/۰۳ | ۰/۱۱ |
| ۲۱/۴ | ۰/۷ | ۳/۴ | ۲/۱ | ۵/۹ | -۰/۰۵ | -۰/۱۴ | -۰/۰۹ | ۰/۰۳ | ۰/۴۷ |
| ۲۷ | ۱/۱ | ۴/۲ | ۲/۲ | ۷/۷ | ۰/۱۵ | -۰/۰۵ | -۰/۱۵ | -۰/۱۳ | ۰/۰۶ |
| ۶۵/۹ | ۵/۳ | ۸ | ۰ | ۱۶/۴ | ۰/۶۷ | -۰/۱۱ | -۰/۲۸ | ۰/۲۵ | -۰/۰۹ |
| ۲۴/۶ | ۶/۳ | ۲۵/۶ | ۳ | ۴۲/۷ | -۰/۴۴ | -۰/۲۱ | -۰/۵۱ | -۰/۱۷ | -۰/۲۷ |
| ۱۹ | ۰/۴ | ۲/۲ | ۱/۴ | ۳/۵ | ۰/۰۶ | -۰/۱۵ | -۰/۱ | ۰/۰۶ | ۰/۴۶ |
| ۲۵/۸ | ۰/۵ | ۱/۹ | ۰/۷ | ۳/۲ | -۰/۰۵ | -۰/۱ | -۰/۲۳ | ۰/۰۴ | ۰/۵ |
| ۲۰ | ۰/۲ | ۰/۹ | ۰/۴ | ۱/۵ | -۰/۲۸ | ۰/۱۴ | -۰/۲۷ | ۰/۰۱ | ۰/۲۷ |
| ۱۰۵/۷ | ۶/۵ | ۶/۱ | ۰/۴ | ۵۶/۲ | ۰/۱۵ | ۰/۲۳ | ۰/۰۳ | -۰/۴۲ | -۰/۰۱ |
| ۱۶ | ۸/۲ | ۵۱/۵ | ۴۰/۸ | ۸۷/۸ | -۰/۰۵ | ۰/۱۸ | -۰/۱۱ | -۰/۳۱ | -۰/۰۹ |
| | | | | | ۰/۶۵ | ۰/۹۵ | ۱/۳۷ | ۲/۲ | ۳/۵۴ |
| | | | | | ۴ | ۵ | ۸ | ۱۲ | ۲۰ |
| | | | | | ۹۱ | ۸۸ | ۸۲ | ۷۵ | ۶۲ |

دانه در غوزه، عملکرد دانه، تعداد غوزه در بوته، ارتفاع اولین شاخه فرعی، وزن صد دانه و درصد پوسته تنوع بالایی دارند و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و درصد روغن دارای تنوع متوسطی می‌باشند. در مطالعه دیگری که در گلرنگ توسط حاتم زاده (۱۳۸۷) و با استفاده از آماره‌های توصیفی انجام گرفت، بیشترین میزان تغییرات برای ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در غوزه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و کمترین میزان تغییرات برای تعداد شاخه فرعی، درصد روغن و عملکرد روغن بدست آمد، ضمن این که تعداد روز تا رسیدن، عملکرد دانه و تعداد غوزه در بوته دامنه متوسطی را دارا بودند.

یکی از روش‌های بررسی تنوع ژنتیکی موجود در یک ژرم پلاسما، استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره نظیر تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای می‌باشد (Mohammadi and Prasana, 2003). تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای رسیدن به اهداف تشریح و توجیه تنوع موجود در جامعه، تعیین

سهم هر صفت در تنوع و کاهش تعداد متغیرهای اصلی از طریق محاسبه مؤلفه‌های غیرهمبسته که ترکیبی از متغیرهای اصلی می‌باشند، استفاده می‌شود (فراهانی و ارزانی، ۱۳۸۷). در مطالعه حاضر، با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (جدول ۳)، متغیرهای مورد مطالعه به ۶ مؤلفه با واریانس تجمعی ۹۱ درصد کاهش یافتند که بیشترین نقش را در تبیین تنوع بین ژنوتیپ‌های خاردار و بی خار گلرنگ دارند. در جدول ۳ پارامترهای حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شامل مقادیر ویژه، واریانس توجیهی و واریانس تجمعی آورده شده است. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ژنوتیپ‌های گلرنگ نشان داد که در مؤلفه اول صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی کامل، فراوانی خار در هر براکته، نسبت مغز به پوست و فاصله اولین شاخه فرعی از سطح خاک بیشترین مقدار و در جهت مثبت و صفات ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته و وزن خشک تک قوزه کمترین مقدار و در جهت منفی بیشترین سهم را در توجیه تنوع داشتند (جدول ۳)

جدول ۴- مقادیر F کاذب و T^2 هتلینگ برای تعیین تعداد واقعی گروه‌ها

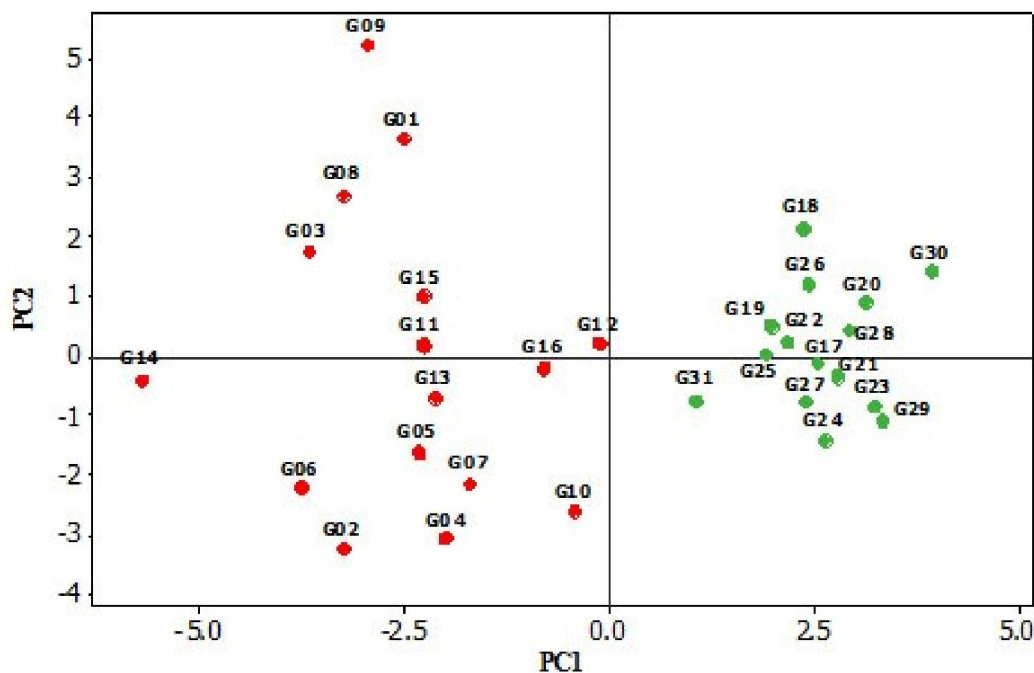
| تعداد گروه‌ها | F کاذب | T^2 کاذب هتلینگ |
|---------------|--------|-------------------|
| ۷ | ۷/۷ | ۳ |
| ۶ | ۶/۹ | ۴/۴ |
| ۵ | ۳/۷ | ۱/۸ |
| ۴ | ۸/۱ | ۱/۶ |
| ۳ | ۱۰/۲ | ۲/۱ |
| ۲ | ۱۱/۳ | ۴/۱ |
| ۱ | ۰ | ۱۱/۳ |

جدول ۵- فواصل (ماهالانویس) بین گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستری به

| | روش سنترئیدی | |
|--------|--------------|--------|
| | گروه ۱ | گروه ۲ |
| گروه ۱ | ۰ | |
| گروه ۲ | ۵/۰۵ | ۰ |

فاصله اولین شاخه فرعی از سطح خاک، تعداد بذر در غوزه کمتری دارا باشند. با توجه به نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی (جدول ۳)، در مؤلفه سوم صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، در مؤلفه چهارم تعداد غوزه در بوته و مؤلفه پنجم صفت شاخص برداشت و نیز در مؤلفه ششم صفت فراوانی خار در هر براکته دارای سهم بیشتری در تبیین واریانس مؤلفه مورد نظر هستند. استفاده از پلات دوبعدی حاصل از دو مؤلفه اول و دوم، ژنوتیپ‌های گلرنگ مورد مطالعه در ۲ گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۱).

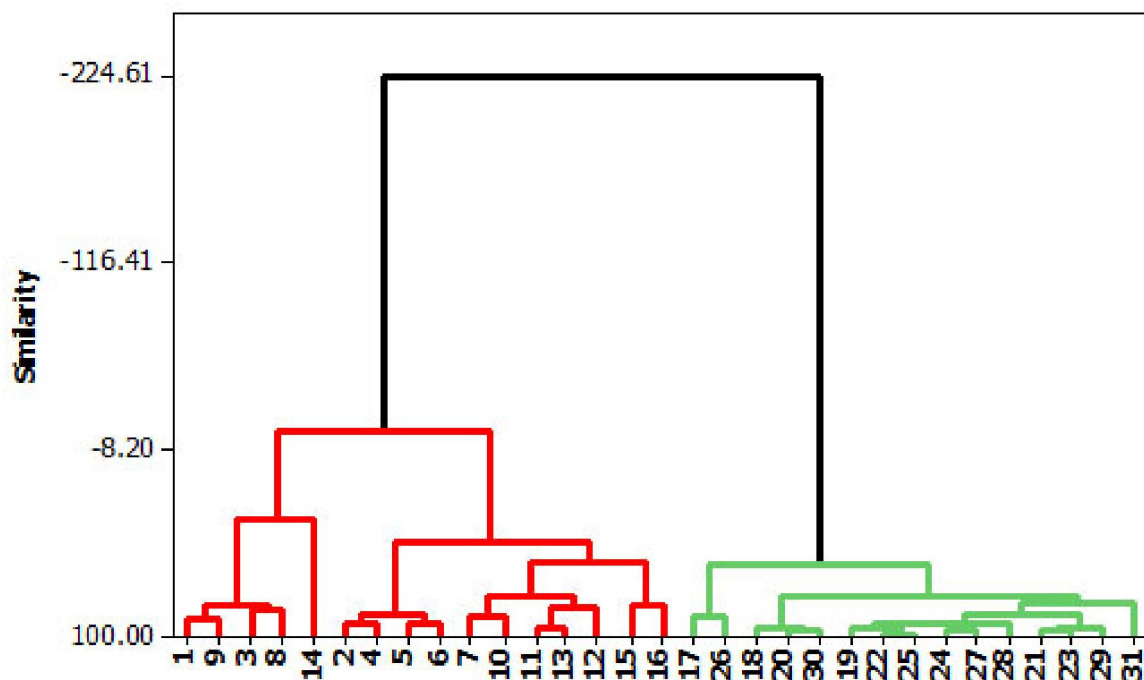
بنابراین، ژنوتیپ‌هایی که براساس مقادیر بالای این مؤلفه انتخاب می‌شوند می‌توانند روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی کامل، فراوانی خار در هر براکته و فاصله اولین شاخه فرعی از سطح خاک بالایی داشته و ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته کمتری داشته باشند. با توجه به مؤلفه دوم (جدول ۳)، صفات وزن صد دانه، مقدار مغز دانه و مقدار پوست دانه بیشترین سهم را در توجیه تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط دیم سردسیر داشته و ژنوتیپ‌های انتخابی بر اساس این مؤلفه می‌توانند



شکل ۱ - نتایج مربوط به تجزیه مؤلفه‌های اصلی و پراکنش ژنوتیپ‌های گلرنگ مورد مطالعه در فضای بای پلات

مختلف آگرو- مورفولوژیکی گلرنگ را در این شرایط از طریق روش‌های گزینشی امکان پذیر می‌سازد.

با توجه به شکل ۱ تنوع ژنتیکی قابل توجهی بین ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ در شرایط دیم سردسیری وجود دارد که این امر امکان بهبود صفات



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گلرنگ براساس صفات مورفولوژیک

بیان داشتند که دندروگرام حاصل به دو گروه کلی تقسیم‌بندی گردید.

یکی از مهمترین جنبه‌های تجزیه خوشه‌ای تعیین تعداد مطلوب خوشه است و این موضوع به خصوص در مطالعات ژنتیکی برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و تعیین گروه‌های معین جهت استفاده در برنامه‌های اصلاح نباتات بسیار مهم و اساسی است. در این مطالعه نیز همانند تحقیقات قبلی (حاتمی ملکی و همکاران، ۱۳۹۱) جهت اطمینان از نقطه برش دندروگرام و تعیین تعداد واقعی گروه‌ها، از تغییرات آماره F کاذب و T^2 کاذب هتلینگ استفاده گردید (جدول ۴). با توجه به میانگین صفات در هر گروه، در گروه اول میانگین عملکرد بیولوژیک، عملکرد

محققین جهت انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی در پی یافتن ارقام یا ژنوتیپ‌هایی هستند که دارای فاصله ژنتیکی دور از همدیگر می‌باشند که این امر می‌تواند از طریق تجزیه خوشه‌ای و بررسی فاصله بین ژنوتیپ‌ها براساس صفات مورفولوژیکی انجام گردد. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش وارد و مربع فاصله اقلیدسی برای ۱۸ صفت استاندارد شده، ژنوتیپ‌های خاردار و بی خار گلرنگ مورد مطالعه را در ۲ گروه منتسب نمود (شکل ۲). قربانزاده نقاب و افضل (۱۳۹۴) در ارزیابی ۲۳ ژنوتیپ گلرنگ زراعی برای ۱۳ صفت مورفولوژیکی، با استفاده از تجزیه خوشه‌ای بر مبنای فاصله اقلیدسی به روش UPGMA

در گروه اول و همگی جزو ارقام بی خار و ۱۵ ژنوتیپ دیگر در گروه دوم و جزو ارقام خاردار بودند. با توجه به جدول ۵، فاصله ماهالانوبیس بین گروه‌های ۱ و ۲ حاصل از تجزیه کلاستر ۵/۰۵ به دست آمد.

اطلاعات حاصل از فواصل گروه‌ها برای تعیین والدین مناسب در برنامه‌های دورگ‌گیری به منظور تولید هیبریدهای برتر در گلرنگ می‌تواند سودمند باشد. با توجه به اینکه افراد درون هر گروه دارای کمترین فاصله ژنتیکی هستند، جهت رسیدن به حداکثر هتروزیس بایستی افراد واقع در گروه‌های مختلف را جهت تلاقی انتخاب نمود. از طرفی نتایج این تحقیق می‌تواند راه‌گشایی برای شناسایی والدین مناسب برای تهیه جمعیت‌های مختلف نقشه‌یابی به منظور مکان‌یابی ژن‌های کنترل‌کننده صفات مورد مطالعه در گلرنگ باشد.

دانه و تعداد روز تا رسیدگی کامل بیشترین مقدار در حالی که در گروه دوم میانگین صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد روز تا رسیدگی کامل و روز تا ۵۰ درصد گلدهی دارای بیشترین مقدار بودند. در دو گروه مربوطه مقدار مغز دانه و نسبت مغز به پوست دانه کمترین مقدار را دارا بودند. در هر دو گروه بین تعداد روز تا رسیدگی کامل و روز تا ۵۰ درصد گلدهی تفاوت قابل ملاحظه‌ای نمی‌شود. در مطالعات قبلی انجام گرفته توسط پورداد و جمشیدی مقدم (۱۳۹۲) نیز از تجزیه خوشه‌ای به منظور گروه بندی ۱۰۰ ژنوتیپ مختلف گلرنگ استفاده گردید و نشان داده شد که از نظر صفات اقتصادی نظیر عملکرد دانه و عملکرد روغن بین گروه دوم و چهارم بیشترین اختلاف وجود دارد. با توجه به دندروگرام‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای (شکل ۲)، در این دندروگرام‌ها خط برش دهنده گروه‌ها را در فاصله ۱۱۶/۴۱- مشخص کرد که ۱۶ ژنوتیپ

منابع

- احمدزاده علی رضا، مجیدی اسلام، علیزاده بهرام، امیدی امیرحسین. ۱۳۸۹. بررسی عملکرد دانه، اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک گلرنگ بهاره با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. مجله دانش نوین کشاورزی. ۱: ۸-۱۸.
- احمد زاده علی رضا. ۱۳۸۶. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام گلرنگ (*Carthamus tintorius* L.) با استفاده از خصوصیات مورفولوژیک و نشانگر RAPD. پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی تهران.
- بابایی زارچ محمد جواد، فتوکیان محمد حسین، محمودی سهراب. ۱۳۹۱. ارزیابی تنوع ژنتیکی صفات مورفولوژیک برخی از ژنوتیپ‌های گندم با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۲: ۸۵-۹۸.
- باقری احد، یزدی صمدی بهمن، تائب محمد، احمدی محمدرضا. ۱۳۸۰. بررسی تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های بومی گلرنگ ایران. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۲ (۲): ۴۴۷-۴۵۶.
- پورداد، سید سعید. ۱۳۸۵. گلرنگ (ترجمه). تهران انتشارات سپهر، ۱۲۳ صفحه.

- پورداد سید سعید، جمشید مقدم مهدی. ۱۳۹۲. بررسی تنوع ژنتیکی در کلکسیون گلرنگ (*Carthamus tintorius* L.) در شرایط دیم. مجله زراعت دیم ایران. ۱ (۳): ۱-۱۶.
- حاتم زاده حسین. ۱۳۸۷. بررسی صفات مرتبط با عملکرد دانه در گلرنگ با استفاده از تجزیه به عاملها. نهال و بذر. ۲۴(۳): ۵۶۳-۵۷۸.
- حاتمی ملکی حمید، کریم زاده قاسم، درویش زاده رضا، علوی رضا. ۱۳۹۱. تنوع ژنتیکی توتون‌های شرقی با روش‌های آماری چند متغیره. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰ (۱): ۱۰۰-۱۰۶.
- حاذق جعفری پیام، اهری زاد سعید، محمدی سید ابوقاسم، نورمند مؤید فرید، پیمان بهروز. ۱۳۹۳. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های یونجه از نظر صفات مختلف با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۴: ۱۰۷-۱۲۱.
- حسین زاده فشالمی نفی، شهادتی مقدم زین العابدین، کیانی غفار، صلواتی محمدرضا، زمانی پیمان، مهدوی عبدالرحیم، علی نژاد رضا. ۱۳۹۴. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام مختلف توتون (*Nicotianatabacum* L.) تیپ شرقی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۵: ۱۲۶-۱۳۴.
- رامشک‌نیا یونس، طهماسب پور بهنام، صباغ تازه الناز. ۱۳۹۲. بررسی صفات مهم زراعی ارقام گلرنگ بهاره از طریق روش‌های آماری چندمتغیره. مجله علوم زندگی و فارماکولوژی. ۲ (۸): ۲۹-۳۴.
- سلامتی مریم سادات، زینالی حسین، یوسفی مهدی. ۱۳۹۰. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گلرنگ با استفاده از صفات آگرو-مورفولوژیکی. مجله علمی پژوهشی در کشاورزی. ۷(۲): ۱۰۱-۱۰۸.
- فراهانی الهام، ارزانی احمد. ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم با تجزیه و تحلیل آماری چندمتغیره. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱ (۴): ۵۱-۶۴.
- قربانزاده نقاب محمود، افضل رحیم. ۱۳۹۴. ارزیابی تنوع ژنتیکی توده‌های ایرانی و ژنوتیپ‌های خارجی گلرنگ (*Carthamus tintorius* L.) با استفاده از صفات مورفولوژیکی و نشانگر مولکولی. مجله پژوهش‌های سلولی و مولکولی (مجله زیست‌شناسی ایران). ۲۸(۱): ۹۴-۱۰۶.
- کاکایی مهدی، مظاهری لقب حجت اله. ۱۳۹۳. ارزیابی ژرم پلاسم یونجه (*Medicago Sativa* L.) آماری با استفاده از تجزیه‌های آماری چندمتغیره. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ۲۲ (۱): ۱۲۵-۱۳۲.
- گل پرور احمدرضا، قاسمی پیربلوطی عبدالله. ۱۳۸۷. بررسی تحمل به خشکی ارقام گلرنگ بهاره در منطقه اصفهان. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. ۴ (۱): ۱۱-۱۹.
- موسوی زاده علی، مقدم محمد، تورچی محمود، محمدی سید ابوقاسم، مسیحا سیروس. ۱۳۸۵. تنوع مورفولوژیکی و زراعی توده‌های بومی پیاز ایران. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۷ (۲): ۱۹۳-۲۰۲.
- Bassil BS, Kaffka SR. 2002. Response of safflower (*Carthamus tintorius* L.) to saline soils and irrigation. II Crop response to salinity. Agriculture Water Management, 54: 81-92.

- Digming K, Yuguan J. 1993. principal components of agricultural properties of 30 safflower cultivars. Third International Safflower Conferene, China, Pp. 520-572.
- Jobson JD. 1992. Applied Multivariate Data Analysis, Vol. II, Categorical and Multivariate Methods, New York: Springer-Verlag, USA.
- Knowles P. 1989. Centers of Plant diversity and conservation of crop germplasm: safflower Economic Botany, 23:324-329.
- Leilah AA, AL-Khateeb SA. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid Environments. 61:483-496.
- McPherson MA, Good AG, Topinka AKC, Hall LM. 2004. Theoretical hy bridization potential of transgenic Safflower(*Carthamus tintorius* L.) weedy relatives in the New. World. Canadian Jornal of Plant Science. 84: 923-934.
- Mohammadi SA, Prasanna BM. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants, salient statistical tools and considerations. Crop Science 43: 1235-1248.
- Sharma BD, Hore DK. 1993. Multivariate analysis of divergence in upland rice Indian. Journal of Agricultural Science 63: 515-517
- Sangam LD, Upadhyaya HD, Hegde DM. 2005. Development of core collection using geographic informion and morphological descriptors in safflower (*Carthamus tintorius* L.) germplasm. Genetic Resources and crop Evolution, 52:821-830.
- Von Braun J, Virchow D. 1996. Economic evaluation of biotechnology and plant diversity in developing countries. Plant Research and Development 43: 50-61

اثر تنش خشکی در مرحله گلدهی بر عملکرد دانه و اجزای آن در نمونه‌های بومی عدس

ورهرام رشیدی*

گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

چکیده

به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های عدس از نظر تحمل به خشکی در مرحله گلدهی آزمایشی بصورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سالهای ۹۲-۱۳۹۱ در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ × تنش خشکی برای همه صفات به جز ۵۰٪ سبز شدن، ۵۰٪ گلدهی و ارتفاع بوته معنی‌دار بود که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر آن صفات نسبت به تنش خشکی بود. اثر متقابل سه جانبه سال × ژنوتیپ × سطوح تنش خشکی برای هیچیک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده تاثیر مشابه تنش خشکی روی ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد مطالعه در دو سال زراعی بود. مقایسه میانگین صفات از نظر اثر متقابل ژنوتیپ × تنش خشکی نشان داد اگرچه کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش کاهش عملکرد معنی‌داری داشتند، اما ژنوتیپ شای و ورزقان هم در شرایط بدون تنش خشکی و هم در شرایط واجد تنش، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بهتری از خود نشان داد. در هر دو سال، شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند، بنابراین شاخص‌های برتر جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی و با پتانسیل عملکرد بالا شناخته شدند، که بر اساس آنها ژنوتیپ‌های کلیر، قره داغ، هوراند دانه ریز، داغ قیه قشلاقی و شای و ورزقان به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه مرکب، تنش خشکی، عدس، شاخص تحمل

مقدمه

عدس (*Lens culinaris Medike.*)، از نظر تغذیه انسان، علوفه دام و در حاصلخیزی خاک در نظام‌های زراعی، در غرب آسیا و شمال آفریقا گیاهی با اهمیت می‌باشد (Sarker et al., 2004). اما عملکرد این گیاه در این مناطق اغلب پایین می‌باشد. در سه دهه اخیر، مطالعات متعددی در خصوص جمع آوری و تشریح ژرم پلاسما و ارقام بومی عدس در سطح جهان صورت گرفته است. این کلکسیون‌ها در برنامه‌های اصلاحی عدس مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (Fikiru et al., 2007). همچنین به دلیل خسارت قابل توجه تنش‌های محیطی (غیر زیستی) روی محصولات زراعی، در سال‌های اخیر بررسی واکنش گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Passioura, 2007).

از دیدگاه کشاورزی، خشکی عبارت از ناکافی بودن مقدار و توزیع آب قابل استفاده در طی دوره رشد گیاه که این امر موجب کاهش بروز توان کامل ژنتیکی گیاه می‌گردد (Shao et al., 2008). تنش خشکی یک عامل محیطی مهم و قابل توجه است که رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌کند (Rodriguez, 2006 ; Sangakkara et al., 2001). بطور کلی تنش خشکی موجب کاهش محتوی آب، تقلیل پتانسیل آب برگ و افت فشار تورگر، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد سلول‌ها می‌شود و در تنش‌های شدید ممکن است به توقف فرآیند فتوسنتز، تخریب متابولیسم و در نهایت مرگ گیاه منجر شود (Jaleel et al., 2008). عدس می‌تواند در نواحی نیمه خشک دنیا رشد بکند، اما در چنین مناطقی

عملکرد آن پایین ولی کیفیت آن بالا می‌باشد (Hussain Shah et al., 2013) و به دلیل سازگاری به شرایط کمبود آب و تنش خشکی در مناطق خشک بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد (Biccer and Sakar, 2010). بنابراین بررسی ژنوتیپ‌های جدید عدس برای توسعه ارقام متحمل با عملکرد قابل قبول در شرایط کمبود آب ضروری است (Tyagi and Khan, 2010). کشت عدس در ایران اغلب در مناطق دیم و به صورت سنتی صورت می‌گیرد و همین امر باعث می‌شود که این گیاه اغلب از خشکی بین فصل و انتهای فصل آسیب بیند (Sarker and Erskine, 2006). خشکی بیش از حد در طول گلدهی و پرشدن غلاف عملکرد عدس را کاهش می‌دهد (Hussain Shah et al., 2013). تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش طول دوره گلدهی، تعداد گل و عملکرد دانه در بوته می‌شود زیرا در این زمان گیاه دارای رشد رویشی فعال است و تنش در این مرحله باعث کاهش شدید رشد و عدم جبران آن در مراحل بعد می‌گردد (Ganjali and Nezami, 2008). حسینی و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که در گیاه عدس مرحله گلدهی حساسترین مرحله فنولوژیک به تنش خشکی بوده و انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله زایشی، خصوصاً مرحله گل دهی، عملکرد را به میزان ۵۲ درصد نسبت به شرایط بدون آبیاری افزایش داد. کاهش عملکرد دانه عدس تحت شرایط کمبود آب در نتیجه کاهش عملکرد دانه در هر بوته و تعداد غلاف در هر بوته می‌باشد. بنابراین، بهبود سازگاری عدس نسبت به تنش خشکی، نیازمند بهبود تحمل به کمبود آب در مرحله گلدهی و غلاف دهی است

متحمل ترین ژنوتیپ و برترین شاخص تحمل به تنش خشکی بود.

مواد و روش ها

این پژوهش در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. در این آزمایش ۱۵ ژنوتیپ که اکثر آنها نمونه‌های بومی جمع‌آوری شده از برخی شهرها و مناطق استان آذربایجان شرقی بودند، استفاده گردید (جدول ۱).

(Salehiet al., 2008). تنش خشکی و کمبود آب در میزان اجزای عملکرد عدس نیز تاثیر بسزایی دارد به طوریکه در مطالعات پاناھیان کیوی و همکاران (۲۰۰۹) سبب کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه گردید. کایان (۲۰۰۸) در مطالعه دو رقم عدس اظهار داشت که بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی با تاثیر منفی بر گلدهی سبب تشکیل ضعیف دانه و پرشدن دانه خواهد گردید و بدین ترتیب عملکرد دانه را کاهش داد. با توجه به فرضیه "واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های عدس نسبت به تنش خشکی در مرحله زایشی"، هدف از انجام این تحقیق ارزیابی ژنوتیپ‌های بومی عدس نسبت به تنش خشکی در مرحله زایشی از نظر عملکرد و اجزای آن طی دو سال آزمایش و معرفی

جدول ۱- شماره و نام توده‌های بومی عدس بر اساس محل جمع‌آوری

| شماره | نام | شماره | نام | شماره | نام |
|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|------------------|
| ۱ | کانادا | ۶ | اردبیل | ۱۱ | ورزقان |
| ۲ | اهر | ۷ | هوراند | ۱۲ | قره داغ دانه ریز |
| ۳ | کلیبر | ۸ | خاروانا | ۱۳ | علویق ورزقان |
| ۴ | کانادا دانه ریز | ۹ | هوراند دانه ریز | ۱۴ | شاوی ورزقان |
| ۵ | قره داغ | ۱۰ | داغ قیه قشلاقی | ۱۵ | لیملو اهر |

کاشت به طول ۲ متر، فواصل خطوط ۲۰ سانتیمتر و فاصله بوته در هر خط کاشت ۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد. آبیاری اول بلافاصله پس از اتمام کاشت، برای هر دو شرایط انجام و آبیاری‌های بعدی نیز با توجه به روند رشد، فنولوژی گیاه و شرایط آب و هوایی منطقه، تقریباً به فاصله هر ۱۰ روز یکبار انجام گردید. تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی بوته‌های هر واحد آزمایشی

آزمایش در هر دو سال بصورت اسپیلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. عامل اصلی تنش خشکی در دوسطح (شاهد و تنش در مرحله گلدهی) و عامل فرعی ۱۵ نمونه بومی عدس بود. فواصل بین کرت‌های اصلی و کرت‌های فرعی به ترتیب ۵۰ و ۳۰ سانتی متر و فاصله بین تکرارها ۱ متر در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی، متشکل از ۴ خط

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل سه جانبه سال \times ژنوتیپ \times سطوح تنش خشکی برای هیچ‌یک از صفات مورد مطالعه در این تحقیق معنی‌دار نبود که بیانگر واکنش مشابه ژنوتیپ‌ها به سطوح تنش خشکی در دو سال آزمایش می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ \times تنش خشکی به جز برای صفات زمان ۵۰٪ سبز کردن، زمان ۵۰٪ گلدهی و ارتفاع بوته از لحاظ سایر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر آن صفات نسبت به تنش خشکی می‌باشد. همچنین اثر متقابل سال \times ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر اکثر صفات به غیر از صفات زمان سبز شدن و وزن هکتولتر دانه‌ها از نظر سایر صفات واکنش‌های متفاوتی در دو سال نشان دادند. بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت که حاکی از وجود تنوع قابل ملاحظه بین ارقام مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۲). تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد و اجرای عملکرد عدس توسط سایر پژوهشگران (حسین و همکاران، ۲۰۰۸ و حسین‌شاه و همکاران، ۲۰۱۳) نیز گزارش شده است. مقایسه میانگین صفات از نظر اثر متقابل ژنوتیپ \times تنش خشکی نشان داد اگرچه کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش خشکی کاهش عملکرد معنی‌داری داشتند. اما ژنوتیپ شای و رزقان در شرایط بدون تنش خشکی بیشترین عملکرد را بخود اختصاص داد هرچند که این ژنوتیپ که بدین وسیله توانسته از تنش خشکی آخر فصل فرار

تا مرحله رسیدگی و برداشت، برای کرت‌های اصلی تحت تیمار تنش اعمال شد. عملیات داشت به غیر از آبیاری برای کلیه واحدهای آزمایشی بصورت یکنواخت انجام شد. برای نمونه برداری تعداد ۱۰ بوته در حال رقابت به صورت تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب و علامت‌گذاری شد. جهت اندازه‌گیری برخی صفات نیز مانند وزن صد دانه و عملکرد دانه با حذف حاشیه‌ها از کل واحد آزمایشی اندازه‌گیری شدند. صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از: زمان ۵۰٪ سبز شدن، زمان ۵۰٪ گلدهی، زمان رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، طول غلاف، وزن صد دانه، وزن هکتولتر و عملکرد دانه.

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و برقراری مفروضات تجزیه واریانس و آزمون یکنواختی خطای آزمایش در دو سال، تجزیه واریانس مرکب انجام شد. مقایسه میانگین براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. جهت تعیین تحمل ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی از شاخص‌های MP، GMP، HARM، STI، SSI و TOL استفاده شد. برای تعیین بهترین شاخص‌ها ضریب همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد دانه تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی محاسبه شد. همچنین جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس شاخص‌های برتر، از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward استفاده گردید و از تجزیه تابع تشخیص برای تأیید محل مناسب برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم افزارهای SPSS، MSTAT-C و EXCEL استفاده شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات در ژنوتیپ‌های عدس تحت شرایط تنش خشکی در دوسال

| تعداد غلاف در بوته | میانگین مربعات | | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|--------------------|----------------|-------------|------------|--------------|------------|-------------------------|
| | ارتفاع بوته | زمان رسیدگی | زمان گلدهی | زمان سبز شدن | | |
| ۳۷۵/۱۷** | ۱۸/۲۸ | ۱۵۳/۶۰* | ۲۹** | ۱۵ | ۱ | سال |
| ۹/۰۷ | ۴/۷۱ | ۱۵/۸۲ | ۱/۲۴ | ۷/۷۳ | ۶ | تکرار در سال |
| ۵۵۶۷/۲۰ | ۳۹/۰۹ | ۵۴۹۱/۲۶** | ۲/۴۰ | ۰/۰۱ | ۱ | تنش خشکی |
| ۵۶/۲۷** | ۳/۱۷ | ۰/۶۰ | ۰/۲۶ | ۰/۰۱ | ۱ | سال × تنش خشکی |
| ۱/۷۳ | ۲/۴۴ | ۱/۳۵ | ۰/۶۲ | ۰/۱۳ | ۶ | خطای اصلی |
| ۷۱/۶۰ | ۱۷۳/۴۲** | ۳۳۸/۲۱** | ۵۶۵/۶۸** | ۹/۲۹** | ۱۴ | ژنوتیپ |
| ۱۱۶/۹۲** | ۸/۹۰** | ۱۴/۵۴۶** | ۳/۰۳** | ۰/۲۸ | ۱۴ | سال × ژنوتیپ |
| ۲۸/۶۲** | ۲/۰۷ | ۴/۹۸** | ۰/۸۷ | ۰/۵۵ | ۱۴ | ژنوتیپ × تنش خشکی |
| ۸/۱۰ | ۰/۸۶ | ۱/۴۳ | ۰/۵۴ | ۰/۲۴ | ۱۴ | سال × ژنوتیپ × تنش خشکی |
| ۷/۰۷ | ۲/۳۶ | ۲/۵۱ | ۱/۳۱ | ۰/۵۰ | ۱۶۸ | خطای فرعی |
| ۱۲/۱۷ | ۶/۴۳ | ۱/۹۵ | ۲/۰۴ | ۷/۵۴ | - | ضریب تغییرات (%) |

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ادامه جدول ۲

| تعداد غلاف در بوته | میانگین مربعات | | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|--------------------|----------------|-------------|------------|--------------|------------|-------------------------|
| | ارتفاع بوته | زمان رسیدگی | زمان گلدهی | زمان سبز شدن | | |
| ۱۷۰/۸۷ | ۷/۱۹۷ | ۰/۰۶۶** | ۰/۰۸۷** | ۰/۰۰۱ | ۱ | سال |
| ۳۶/۹۰۸ | ۳/۱۴۶ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۱ | ۶ | تکرار در سال |
| ۲۲۳۹۵/۹۳** | ۸۶۱/۸۴۶** | ۲۵/۷۶۱** | ۱/۲۲۴** | ۰/۸۳۶** | ۱ | تنش خشکی |
| ۱/۷۹ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۱ | سال × تنش خشکی |
| ۲۵/۱۵ | ۰/۸۷۹ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۶ | خطای اصلی |
| ۳۳۳۸/۵۹** | ۸۹/۴۳۲** | ۶/۲۸۲** | ۰/۲۲۱** | ۰/۰۴۹** | ۱۴ | ژنوتیپ |
| ۲۶/۱۲** | ۳/۴۹۲ | ۰/۰۱۳* | ۰/۰۱۴** | ۰/۰۰۲* | ۱۴ | سال × ژنوتیپ |
| ۱۶۵/۶۶** | ۱۶/۴۲۷** | ۰/۲۲۶** | ۰/۰۰۵* | ۰/۰۰۶** | ۱۴ | ژنوتیپ × تنش خشکی |
| ۶/۳۱ | ۱/۷۹۵ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۱ | ۱۴ | سال × ژنوتیپ × تنش خشکی |
| ۱۰/۰۵ | ۲/۲۴۲ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۱ | ۱۶۸ | خطای فرعی |
| ۹/۴۸ | ۱/۸۸ | ۱/۶۱ | ۴/۶۷ | ۲/۳۶ | - | ضریب تغییرات (%) |

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳ - قسمتی از جدول مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های عدس برای اثرات متقابل دو جانبه ژنوتیپ × خشکی

a₁: بدون تنش، a₂: تنش خشکی. ۱، ۲، ۱۱ و ۱۴: به ترتیب ژنوتیپهای کانادا، اهر، ورزقان و شایو ورزقان

| اثرات متقابل | زمان رسیدگی | تعداد غلاف در بوته | طول غلاف (cm) | تعداد دانه در غلاف | وزن صد دانه (g) | وزن هکتولتر (kg/100L) | عملکرد دانه (g.m ²) |
|---------------------|-------------|--------------------|---------------|--------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------|
| a ₁ × 1 | ۹۵ | ۲۶/۴۴ | ۱/۲۵ | ۱/۱۰ | ۵/۸۲ | ۸۰/۲۸ | ۲۷/۳۹ |
| a ₁ × 2 | ۹۵/۲۵ | ۲۶/۲۵ | ۱/۲۷ | ۱/۰۳ | ۴/۴۴ | ۸۲/۱۵ | ۲۸/۶۶ |
| a ₁ × 11 | ۹۲/۳۸ | ۲۹/۱۱ | ۱/۳۳ | ۱/۰۸ | ۵/۸۴ | ۸۱/۰۱ | ۱۶/۰۳ |
| a ₁ × 14 | ۸۱/۱۳ | ۲۶/۲۳ | ۱/۱۳ | ۱/۳۹ | ۳/۹۸ | ۸۵/۸۰ | ۷۳/۸۴ |
| a ₂ × 1 | ۸۴/۶۳ | ۱۲/۸۳ | ۱/۱۷ | ۰/۹۲ | ۵/۰۱ | ۷۷/۹۹ | ۸/۷۲ |
| a ₂ × 2 | ۸۳/۳۸ | ۱۲/۹۲ | ۱/۱۱ | ۰/۸۵ | ۴/۰۱ | ۷۴/۴۳ | ۴/۶۸ |
| a ₂ × 11 | ۸۳/۳۸ | ۲۰/۲۵ | ۱/۱۹ | ۰/۹۸ | ۴/۸۰ | ۷۶/۸۶ | ۴/۱۵ |
| a ₂ × 14 | ۷۰/۸۸ | ۱۸/۸۶ | ۱/۰۵ | ۱/۲۵ | ۳/۳۵ | ۸۲/۹۰ | ۴۹/۴۴ |
| LSD /۵ | ۲/۲۱ | ۳/۷۱ | ۰/۰۴۴ | ۰/۰۷۷ | ۰/۱۱۶ | ۲/۰۹ | ۴/۴۲۵ |

گل‌ها و عدم تشکیل دانه می‌شود. بنابراین بهبود سازگاری عدس نسبت به تنش خشکی، نیازمند بهبود تحمل به کمبود آب در مرحله گلدهی و غلاف دهی است (Salehi et al., 2008).

مقایسه میانگین صفات برای متوسط دوسال نشان داد که ژنوتیپ شایو ورزقان با متوسط عملکرد دوسالانه بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بود. علت برتری این ژنوتیپ به سایر ژنوتیپ‌ها داشتن وزن هکتولتر بالاتر، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته بیشتر و همچنین زودرسی آن می‌باشد (جدول ۴). در مطالعات پاناهیان کیوی و همکاران (۲۰۰۹) نیز تنش خشکی سبب کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه شد. یکی از اجزای عملکرد در واحد سطح، تعداد غلاف در بوته می‌باشد که می‌تواند تا حدودی تعیین کننده عملکرد نهایی در مزرعه باشد.

بکند. کمترین مقدار عملکرد مربوط به ژنوتیپ‌های ورزقان، اهر و کانادا در شرایط تنش خشکی بود. از نظر سایر صفات نیز کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش کاهش ارزش داشتند اگرچه میزان این افت در همه ژنوتیپ‌ها به یک اندازه نبود (جدول ۳).

تسفوی و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی اثرات سه رژیم آبیاری (بدون تنش، تنش در زمان گلدهی و تشکیل غلاف و تنش در زمان پر شدن دانه) دریافتند بیشترین کاهش عملکرد با اعمال تنش خشکی در زمان گلدهی و تشکیل غلاف حاصل می‌گردد و بدین ترتیب این مرحله را حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش معرفی نمودند. امیری ده احمدی و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه اثر تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژیکی بر عملکرد دانه، کمترین عملکرد دانه را مربوط به تنش در مرحله گلدهی دانستند و بیان نمودند که تنش در این مرحله باعث ریزش

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های عدس بر اساس متوسط دوسال

| ژنوتیپ | زمان سبز شدن | زمان گلدهی | ارتفاع بوته (cm) | تعداد غلاف در بوته | طول غلاف (cm) |
|--------|--------------|------------|------------------|--------------------|---------------|
| ۱ | ۱۰/۵۶ | ۶۶/۷۵ | ۲۹/۴۳ | ۱۹/۶۴ | ۱/۲۱ |
| ۲ | ۱۰/۸۸ | ۶۶/۵۰ | ۲۸/۸۶ | ۱۹/۵۸ | ۱/۱۹ |
| ۳ | ۸/۸۸ | ۵۱/۶۹ | ۲۱/۱۱ | ۲۴/۰۵ | ۱/۳۲ |
| ۴ | ۱۰/۳۸ | ۶۴/۶۹ | ۲۹/۶۰ | ۱۹/۹۷ | ۱/۲۲ |
| ۵ | ۸/۹۴ | ۵۲/۷۵ | ۲۲/۱۱ | ۲۳/۴۶ | ۱/۲۲ |
| ۶ | ۸/۹۴ | ۵۳/۵۰ | ۲۲/۶۱ | ۲۲/۱۳ | ۱/۲۲ |
| ۷ | ۸/۵۶ | ۵۲/۵۰ | ۲۱/۷۸ | ۱۹/۷۱ | ۱/۱۹ |
| ۸ | ۹/۳۸ | ۵۳/۰۶ | ۱۹/۹۱ | ۲۴/۵۱ | ۱/۱۰ |
| ۹ | ۹/۰۰ | ۵۱/۸۱ | ۲۳/۳۴ | ۲۳/۴۹ | ۱/۱۸ |
| ۱۰ | ۹/۱۹ | ۵۳/۳۸ | ۲۲/۸۱ | ۲۲/۷۵ | ۱/۲۳ |
| ۱۱ | ۱۰/۵۶ | ۶۴/۸۸ | ۲۸/۰۳ | ۲۴/۶۸ | ۱/۲۶ |
| ۱۲ | ۹/۱۹ | ۵۳/۴۴ | ۲۱/۹۲ | ۲۲/۱۱ | ۱/۲۴ |
| ۱۳ | ۸/۹۴ | ۵۲/۵۰ | ۲۲/۲۴ | ۱۷/۶۴ | ۱/۲۲ |
| ۱۴ | ۸/۷۵ | ۵۱/۹۴ | ۲۲/۰۷ | ۲۲/۵۵ | ۱/۰۹ |
| ۱۵ | ۹/۶۳ | ۵۵/۳۸ | ۲۲/۳۴ | ۲۱/۴ | ۱/۲۲ |
| LSD %۵ | ۰/۹۹۵ | ۱/۶۰۰ | ۲/۱۴۵ | ۳/۷۱۰ | ۰/۰۴۴ |

ادامه جدول ۴

| ژنوتیپ | تعداد دانه در بوته | تعداد دانه در غلاف | وزن صد دانه (g) | وزن هکتولیترا (kg/100L) | عملکرد دانه (g.m ²) |
|--------|--------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------------|
| ۱ | ۱۰/۶۴ | ۱/۰۱ | ۵/۴۲ | ۷۹/۱۳ | ۱۸/۰۵ |
| ۲ | ۱۱/۷۵ | ۰/۹۴ | ۴/۲۲ | ۷۸/۲۹ | ۱۶/۶۷ |
| ۳ | ۱۸/۹۷ | ۱/۲۵ | ۵/۱۵ | ۸۲/۳۵ | ۴۹/۴۳ |
| ۴ | ۱۱/۳۱ | ۰/۹۴ | ۵/۰۹ | ۷۸/۷۵ | ۱۷/۸۸ |
| ۵ | ۲۰/۰۹ | ۱/۰۴ | ۶/۱۵ | ۷۹/۱۶ | ۴۴/۴۳ |
| ۶ | ۱۷/۰۵ | ۱/۱ | ۵/۴۹ | ۷۶/۳۲ | ۳۰/۷۱ |
| ۷ | ۱۷/۵۴ | ۱/۱۲ | ۵/۳۹ | ۷۸/۰۱ | ۳۲/۲۵ |
| ۸ | ۲۷/۰۲ | ۱/۳۲ | ۴/۳۲ | ۸۱/۸۴ | ۳۷/۶۱ |
| ۹ | ۲۲/۲۵ | ۱/۱۴ | ۵/۲۸ | ۸۲/۴۸ | ۴۶/۸۲ |
| ۱۰ | ۱۴/۶۲ | ۱/۰۹ | ۵/۳۸ | ۷۸/۴۱ | ۴۴/۵۹ |
| ۱۱ | ۱۴/۴۴ | ۱/۰۳ | ۵/۳۲ | ۷۸/۹۳ | ۱۰/۰۹ |
| ۱۲ | ۱۹/۲۱ | ۱/۱۶ | ۵/۶۲ | ۷۸/۶۱ | ۳۷/۲۶ |
| ۱۳ | ۱۴/۲۷ | ۱/۰۹ | ۵/۵۶ | ۷۷/۴۰ | ۲۹/۸۸ |
| ۱۴ | ۲۶/۶۳ | ۱/۳۲ | ۳/۶۷ | ۸۴/۳۵ | ۶۱/۶۴ |
| ۱۵ | ۱۳/۶۹ | ۱/۱۱ | ۵/۰۹ | ۸۰/۸۸ | ۲۴/۱۲ |
| LSD %۵ | ۳/۳۴۰ | ۰/۰۷۷ | ۰/۱۱۷ | ۲/۰۹۰ | ۴/۴۲۵ |

جدول ۵- مقادیر شاخص‌های کمی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های عدس در سال اول آزمایش

| شماره ارقام | (YP) | (YS) | MP | GMP | HARM | STI | SSI | TOL |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| ۱ | ۲۹/۹ | ۹/۸۴ | ۱۹/۸۷ | ۱۷/۱۵ | ۱۴/۸۱ | ۰/۱۶ | ۱/۴۶ | ۲۰/۰۶ |
| ۲ | ۳۰/۳۸ | ۳/۶۴ | ۱۷/۰۱ | ۱۰/۵۲ | ۶/۵ | ۰/۰۶ | ۱/۹۱ | ۲۶/۷۴ |
| ۳ | ۵۷/۱ | ۳۵/۰۴ | ۴۶/۰۷ | ۴۴/۷۳ | ۴۳/۴۳ | ۱/۱۲ | ۰/۸۴ | ۲۲/۰۶ |
| ۴ | ۲۳/۵۱ | ۱۴/۲۷ | ۱۸/۸۹ | ۱۸/۳۲ | ۱۷/۷۶ | ۰/۱۹ | ۰/۸۵ | ۹/۲۴ |
| ۵ | ۵۵/۴۴ | ۳۰/۵۲ | ۴۲/۹۸ | ۴۱/۱۳ | ۳۹/۳۷ | ۰/۹۴ | ۰/۹۸ | ۲۴/۹۲ |
| ۶ | ۳۴/۹۶ | ۲۴/۰۴ | ۲۹/۵ | ۲۸/۹۹ | ۲۸/۴۹ | ۰/۴۷ | ۰/۶۸ | ۱۰/۹۲ |
| ۷ | ۴۴/۱۵ | ۱۸/۴ | ۳۱/۲۸ | ۲۸/۵ | ۲۵/۹۷ | ۰/۴۵ | ۱/۲۷ | ۲۵/۷۵ |
| ۸ | ۴۷/۲۶ | ۲۶/۹ | ۳۷/۰۸ | ۳۵/۶۶ | ۳۴/۲۹ | ۰/۷۱ | ۰/۹۴ | ۲۰/۳۶ |
| ۹ | ۵۶ | ۳۴/۰۶ | ۴۵/۰۳ | ۴۳/۶۷ | ۴۲/۳۶ | ۱/۰۶ | ۰/۸۵ | ۲۱/۹۴ |
| ۱۰ | ۵۲/۰۴ | ۳۷/۲ | ۴۴/۶۲ | ۴۴/۰۰ | ۴۳/۳۹ | ۱/۰۸ | ۰/۶۲ | ۱۴/۸۴ |
| ۱۱ | ۱۵/۶۶ | ۳/۳۴ | ۹/۵ | ۷/۲۳ | ۵/۵۱ | ۰/۰۳ | ۱/۷۱ | ۱۲/۳۲ |
| ۱۲ | ۴۴/۱۳ | ۲۸/۶۳ | ۳۶/۳۸ | ۳۵/۵۴ | ۳۴/۷۳ | ۰/۷۱ | ۰/۷۶ | ۱۵/۵ |
| ۱۳ | ۳۷/۰۰ | ۱۳/۵۱ | ۲۸/۴۴ | ۲۴/۲۱ | ۲۰/۶ | ۰/۳۳ | ۱/۵۰ | ۲۹/۸۶ |
| ۱۴ | ۷۱/۳۵ | ۴۸/۵ | ۵۹/۹۳ | ۵۸/۸۳ | ۵۷/۷۵ | ۱/۹۳ | ۰/۷۰ | ۲۲/۸۵ |
| ۱۵ | ۲۹/۷۴ | ۱۴/۷ | ۲۲/۲۲ | ۲۰/۹۱ | ۱۹/۶۷ | ۰/۲۴ | ۱/۱۰ | ۱۵/۰۴ |

جدول ۶- مقادیر شاخص‌های کمی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های عدس در سال دوم آزمایش

| شماره ارقام | (YP) | (YS) | MP | GMP | HARM | STI | SSI | TOL |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| ۱ | ۲۴/۸۸ | ۷/۶ | ۱۶/۲۴ | ۱۳/۷۵ | ۱۱/۶۴ | ۰/۱ | ۱/۵۸ | ۱۷/۲۸ |
| ۲ | ۲۶/۹۴ | ۵/۷۲ | ۱۶/۳۳ | ۱۲/۴۱ | ۹/۴۴ | ۰/۰۸ | ۱/۷۹ | ۲۱/۲۲ |
| ۳ | ۶۵/۵۹ | ۴۰/۰۱ | ۵۲/۸ | ۵۱/۲۳ | ۴۹/۷ | ۱/۳۶ | ۰/۸۹ | ۲۵/۵۸ |
| ۴ | ۲۰/۲۵ | ۱۳/۴۹ | ۱۶/۸۷ | ۱۶/۵۳ | ۱۶/۱۹ | ۰/۱۴ | ۰/۷۶ | ۶/۷۶ |
| ۵ | ۵۷/۱۹ | ۳۴/۵۷ | ۴۵/۸۸ | ۴۴/۴۶ | ۴۳/۰۹ | ۱/۰۳ | ۰/۹ | ۲۲/۶۲ |
| ۶ | ۳۶/۱ | ۲۷/۷۳ | ۳۱/۹۲ | ۳۱/۶۴ | ۳۱/۳۷ | ۰/۵۲ | ۰/۵۳ | ۸/۳۷ |
| ۷ | ۴۶/۳۶ | ۲۰/۱۱ | ۳۳/۲۴ | ۳۰/۵۳ | ۲۸/۰۵ | ۰/۴۸ | ۱/۲۹ | ۲۶/۲۵ |
| ۸ | ۴۹ | ۲۷/۳ | ۳۸/۱۵ | ۳۶/۵۷ | ۳۵/۰۶ | ۰/۷ | ۱/۰۱ | ۲۱/۷ |
| ۹ | ۵۹/۷۱ | ۳۷/۵۳ | ۴۸/۶۲ | ۴۷/۳۴ | ۴۶/۰۹ | ۱/۱۷ | ۰/۸۴ | ۲۲/۱۸ |
| ۱۰ | ۵۳/۳۴ | ۳۵/۸ | ۴۴/۵۷ | ۴۳/۷ | ۴۲/۸۴ | ۰/۹۹ | ۰/۷۵ | ۱۷/۵۴ |
| ۱۱ | ۱۶/۴ | ۴/۹۶ | ۱۰/۶۸ | ۹/۰۲ | ۷/۶۲ | ۰/۰۴ | ۱/۵۹ | ۱۱/۴۴ |
| ۱۲ | ۴۶/۲۴ | ۳۰/۰۲ | ۳۸/۱۳ | ۳۷/۲۶ | ۳۶/۴۱ | ۰/۷۲ | ۰/۸ | ۱۶/۲۲ |
| ۱۳ | ۴۶/۴۱ | ۱۶/۲۳ | ۳۱/۳۲ | ۲۷/۴۵ | ۲۴/۰۵ | ۰/۳۹ | ۱/۴۸ | ۳۰/۱۸ |
| ۱۴ | ۷۶/۳۳ | ۵۰/۳۸ | ۶۳/۳۶ | ۶۲/۰۱ | ۶۰/۷ | ۲ | ۰/۷۷ | ۲۵/۹۵ |
| ۱۵ | ۳۲/۹۸ | ۱۹/۰۷ | ۲۶/۰۳ | ۲۵/۰۸ | ۲۴/۱۷ | ۰/۳۳ | ۰/۹۶ | ۱۳/۹۱ |

J,1981). برآورد همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش نشان داد (جداول ۷ و ۸) که در هر دو سال زارعی، شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند. شاخص‌هایی که دارای همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه در دو محیط تنش‌دار و بدون تنش باشند، به عنوان بهترین شاخص شناخته می‌شوند (Fernandez, 1992). بنابراین در تحقیق حاضر شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI که دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند، در هر دو سال زارعی شاخص‌های برتر جهت شناسایی ارقام متحمل به تنش خشکی و با پتانسیل عملکرد بالا شناخته شدند. براساس این شاخص‌ها در هر دو سال زارعی، ژنوتیپ‌های کلیر(۳)، قره داغ(۵)، هوراند دانه ریز(۹)، داغ قیه قشلاقی(۱۰) و شاوی ورزقان(۱۴)، به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکیدر مرحله زایشی شناسایی شدند. در حالی که ارقام کانادا(۱)، اهر(۲)، کانادا دانه ریز(۴) و ورزقان(۱۱)، ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی و با حداقل پتانسیل عملکرد بودند.

جهت گروه‌بندی ارقام براساس چهار شاخص منتخب MP، GMP، HARM و STI تجزیه خوشه‌ای در سال اول، ژنوتیپ‌ها را در دو خوشه قرار داد(شکل ۱). در حالی که در سال دوم، ژنوتیپ‌ها در سه خوشه قرار گرفتند(شکل ۲). معنی‌دار بودن آماره ویلکاکس لامبدا در تجزیه تابع تشخیص کانونیک،

حسینی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که اعمال تنش خشکی در مرحله شروع غلاف بندی سبب کاهش باروری و لقاح شده که در نهایت باعث کاهش شدید در تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته می‌گردد.

به منظور تعیین میزان تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های عدس، شاخص‌های MP، GMP، HARM، STI، TOL و SSI محاسبه شدند (جداول ۵ و ۶). در هر دو سال زارعی، ژنوتیپ‌های شاوی ورزقان(۱۴)، کلیر(۳)، هوراند دانه ریز(۹)، قیه قشلاق کوهستانی(۱۰) و قره داغ(۵) بیشترین میزان شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI را دارا بودند، لذا نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی داشتند.

فرناندز(۱۹۹۲) بیان داشت که ژنوتیپ‌های با مقادیر بالای شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI، دارای تحمل بیشتری به تنش خشکی می‌باشند. ولی روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) گزارش نمودند که شاخص MP باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکرد بالایی دارند اما تحمل آنها به تنش پایین است. از نظر شاخص SSI در هر دو سال زارعی، کمترین مقادیر متعلق به ارقام شاوی ورزقان(۱۴)، داغ قیه قشلاقی(۱۰) و اردبیل(۶) بود، با این تفاوت که در سال دوم علاوه بر ارقام مذکور، رقم کانادا دانه ریز(۴) نیز کمترین مقدار را داشت. از نظر شاخص TOL در هر دو سال زارعی، ژنوتیپ‌های کانادا دانه ریز(۴) و اردبیل(۶) از کمترین میزان برخوردار بودند. مقادیر کم شاخص‌های SSI و TOL سبب انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی می‌گردد (Fischer Rosielle and Hambelin and Maurer,1978

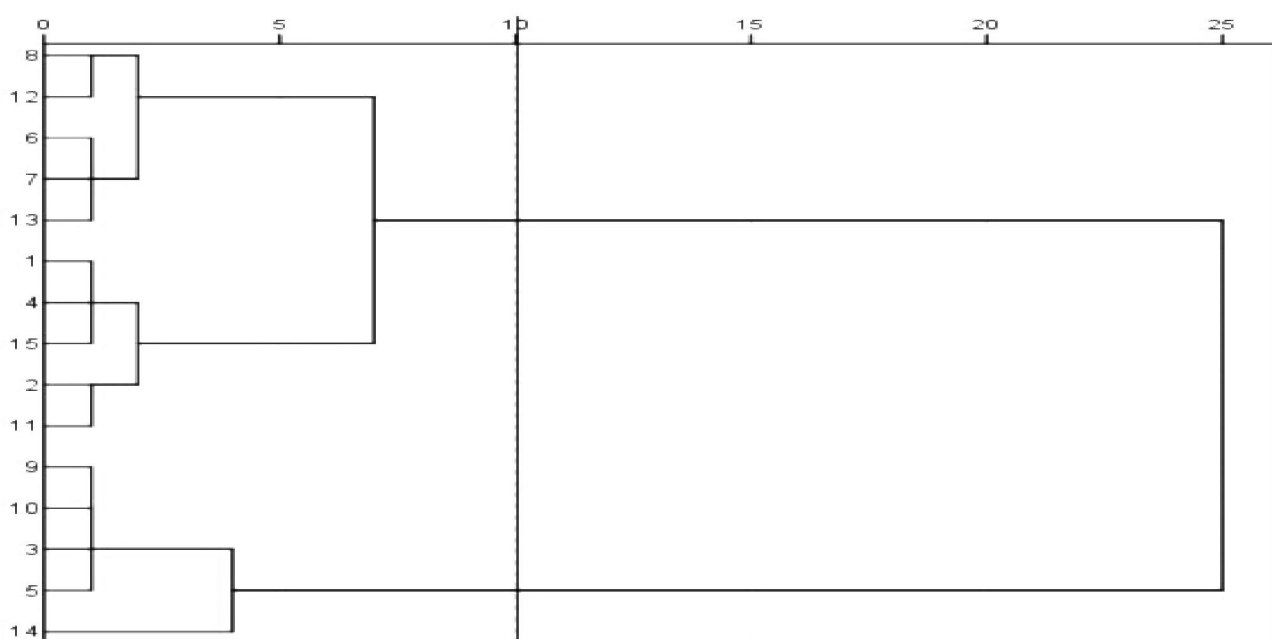
نشانگر صحت گروه بندی انجام یافته است (جداول ۹ و ۱۰).

جدول ۷- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص های تحمل به خشکی ژنوتیپ های عدس در سال اول

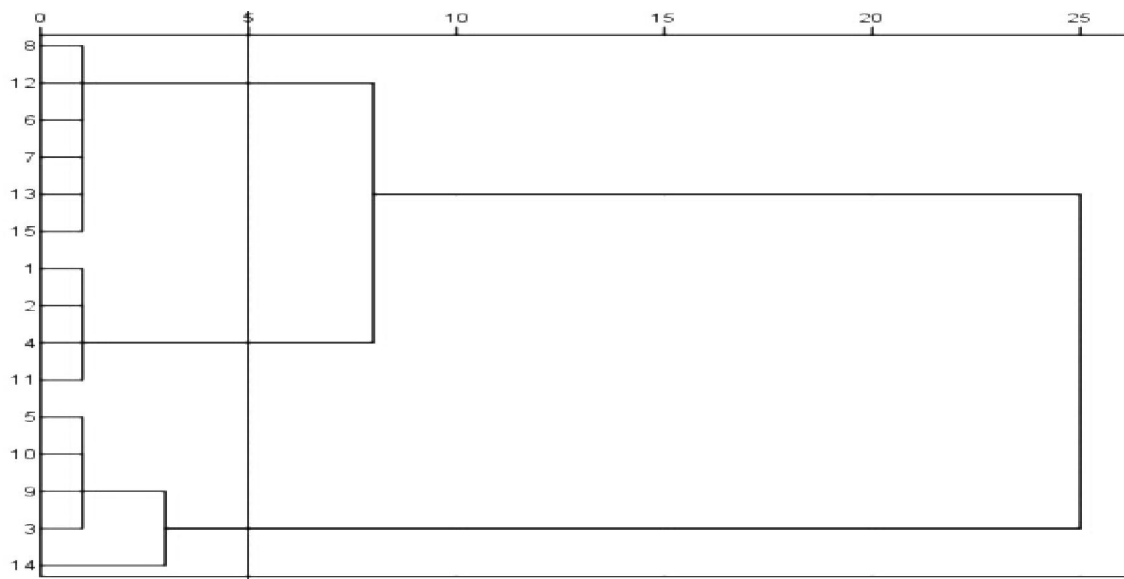
| SSI | STI | HARM | GMP | MP | Y _S | Y _P | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | | | ۰/۹۱** | Y _S |
| | | | | | ۰/۹۷۴** | ۰/۹۸** | MP |
| | | | | ۰/۹۹۵** | ۰/۹۹** | ۰/۹۵۷** | GMP |
| | | | ۰/۹۹۸** | ۰/۹۸۷** | ۰/۹۹۶** | ۰/۹۳۷** | HARM |
| | | ۰/۹۶۸** | ۰/۹۷۱** | ۰/۹۷۲** | ۰/۹۶۷** | ۰/۹۳۵** | STI |
| | -۰/۶۸۷** | -۰/۸۰۹** | -۰/۷۷۴** | -۰/۷۱۴** | -۰/۸۳۶** | -۰/۵۷۷* | SSI |
| ۰/۳۷۹ | ۰/۲۰۴ | ۰/۱۴۶ | ۰/۲۰۷ | ۰/۲۹۶ | ۰/۰۷۳ | ۰/۴۸ | TOL |

جدول ۸- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص های تحمل به خشکی ژنوتیپ های عدس در سال دوم

| SSI | STI | HARM | GMP | MP | Y _S | Y _P | |
|-------|---------|----------|----------|---------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | | | ۰/۹۲۹** | Y _S |
| | | | | | ۰/۹۷۸** | ۰/۹۸۶** | MP |
| | | | | ۰/۹۹۸** | ۰/۹۸۹** | ۰/۹۷۳** | GMP |
| | | | ۰/۹۹۸** | ۰/۹۹۲** | ۰/۹۹۵** | ۰/۹۵۹** | HARM |
| | | ۰/۹۷۱** | ۰/۹۷۳** | ۰/۹۷۳** | ۰/۹۶۴** | ۰/۹۴۹** | STI |
| | -۰/۵۸۲* | -۰/۶۹۹** | -۰/۶۶۳** | -۰/۶۱۴* | -۰/۷۵۰** | -۰/۴۸۸ | SSI |
| ۰/۲۵۸ | ۰/۴۸۳ | ۰/۴۴۳ | ۰/۴۹۱ | ۰/۵۴۸* | ۰/۳۶۰ | ۰/۶۷۹** | TOL |



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌های منتخب تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های عدس در سال اول



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های عدس در سال دوم

کل داشتند. به طور کلی با توجه به اینکه خوشه دوم در سال اول و خوشه سوم در سال دوم به عنوان خوشه مطلوب مشخص شد، بنابراین ژنوتیپ‌های مشترک قرار گرفته در این خوشه‌ها که متشکل از کلیبر (۳)، قره داغ (۵)، هوراند دانه ریز (۹)، قیه قشلاق (۱۰) و شاوی ورزقان (۱۴) ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی محسوب می‌شوند. از تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌های تحمل به خشکی، در تحقیقات دیگر نیز استفاده شده است (اسدی چالش‌تری و همکاران، ۱۳۸۵ و Salehi et al., 2005).

میانگین و درصد انحراف از میانگین کل برای هر یک از خوشه‌ها در جداول ۱۱ و ۱۲ قابل مشاهده است. در سال اول، خوشه دوم که شامل ژنوتیپ‌های کلیبر (۳)، قره داغ (۵)، هوراند دانه ریز (۹)، قیه قشلاق (۱۰) و شاوی ورزقان (۱۴) از نظر هر چهار شاخص منتخب MP، GMP، HARM و STI ارزش بیشتری نسبت به میانگین کل نشان دادند. در حالی که در سال دوم خوشه سوم شامل ژنوتیپ‌های قره داغ (۵)، داغ قیه قشلاق (۱۰)، هوراند دانه ریز (۹)، کلیبر (۳) و شاوی ورزقان (۱۴) از لحاظ شاخص‌های مذکور ارزش بیشتری نسبت به میانگین

جدول ۹- تجزیه تابع تشخیص کانونیک براساس شاخص‌های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های عدس در سال اول

| تابع | ویلکس لامبدا | کی دو | سطح معنی‌داری |
|------|--------------|--------|---------------|
| ۱ | ۰/۳۰۵ | ۱۳/۶۶۶ | ۰/۰۰۳** |

جدول ۱۰- تجزیه تابع تشخیص کانونیک براساس شاخص های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ های عدس در سال دوم

| تابع | ویلکس لامبدا | کی دو | سطح معنی داری |
|------|--------------|--------|---------------|
| ۱ | ۰/۰۳۲ | ۳۷/۷۸۸ | ۰/۰۰۰** |
| ۲ | ۰/۵۱۲ | ۷/۳۷۴ | ۰/۰۲۵* |

جدول ۱۱- میانگین کل و میانگین هر خوشه از ژنوتیپ های عدس براساس شاخص های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ های عدس در سال اول

| خوشه | ژنوتیپ | MP | GMP | HARM | STI |
|------|---|-------|-------|-------|------|
| ۱ | ۱، ۲، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۵ | ۲۵/۰۲ | ۲۲/۷ | ۲۰/۸۳ | ۰/۳۳ |
| ۲ | ۳، ۵، ۹، ۱۰ و ۱۴ | ۴۷/۷۳ | ۴۶/۴۷ | ۴۵/۲۶ | ۱/۲۳ |
| | میانگین کل | ۳۲/۵۹ | ۳۰/۶۳ | ۲۸/۹۷ | ۰/۶۳ |

جدول ۱۲- میانگین کل و میانگین هر خوشه از ژنوتیپ های عدس براساس شاخص های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ های عدس در سال دوم

| خوشه | ژنوتیپ | MP | GMP | HARM | STI |
|------|----------------------------|-------|-------|-------|------|
| ۱ | ۱، ۶، ۷، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۵ | ۳۳/۱۳ | ۳۱/۴۲ | ۲۹/۸۵ | ۰/۵۲ |
| ۲ | ۱، ۲، ۴، ۱۱ و ۱۴ | ۱۵/۰۳ | ۱۲/۹۳ | ۱۱/۲۲ | ۰/۰۹ |
| ۳ | ۳، ۵، ۹، ۱۰ و ۱۴ | ۵۱/۰۵ | ۴۹/۷۵ | ۴۸/۴۸ | ۱/۳۱ |
| | میانگین کل | ۳۴/۲۸ | ۳۲/۶ | ۳۱/۱ | ۰/۶۷ |

نتیجه گیری کلی

کاهش برای همه ژنوتیپ ها یکسان نبود و ژنوتیپ هایی مانند شاوی و رزقان با توجه به زودرسی و داشتن وزن هکتولتر دانه بالاتر، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته بیشتر

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تنش خشکی در مرحله زایشی موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های عدس می شود، اما با توجه به تنوع ژنتیکی موجود در ژنوتیپ های بومی عدس، این

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات خانم مهندس سمن چلیبانی و خانم مهندس مهناز شریفی که در اجرای طرح با اینجانب همکاری صمیمانه داشتند قدردانی می‌شود.

هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط بدون تنش خشکی برتری قابل توجهی از خود نشان دادند.

منابع

اسدی چالش تری، سعید، عبدالله حسن زاده قورت تپه و امیر فیاض مقدم. ۱۳۸۵. بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی در توده‌های بومی عدس زراعی استان آذربایجان غربی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳ (۲): ۸۰-۸۹.

- Amiri Deh Ahmadi SR, Parsa M, Nezami A, Ganjeali A. 2011. The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicerarietinum* L.) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Pulses Research. 1(2): 69-84.
- Biccer BT, Sakar D. 2010. Heritability of yield and its components in lentil (*Lensculinaris* Medik.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16(1): 30-35.
- Fernandez, GCJ. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed.), Proc. Int. Sympos. Adaptation of vegetative and other food crops in temperature and water stress. Publication. Tainan, Taiwan. 13-18Aug. 257-270.
- Fikiru E, Tesfaye K, Bekele E. 2007. Genetic diversity and population structure of Ethiopian lentil (*Lens culinaris* Medikus) landraces as revealed by ISSR marker. African Journal of Biotechnology. 6(12): 1460-1468.
- Fischer RA, Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.
- Ganjali A, Nezami A. 2008. Ecophysiology and determinatives yield of pulses in pulses. JDM Press. Iran. p. 500. (In Persian).
- Jaleel CA, Manivannan P, Lakshmanan GMA, Gomathinayagam M, Panneerselvam R. 2008. Alterations in morphological parameters and photosynthetic pigment responses of *Catharanthus roseus* under soil water deficits. Colloids Surf. B: Biointerfaces, 61: 298-303.
- Hossain A, Khan M, Nurul Islam MSA, Kalimuddin M, Nag BL. 2008. Response of rainfed lentil to method of sowing and fertilizer placement. Pakistan Journal of Agriculture Research, 21 (1-4): 15-21.
- Hosseini FS, Nezami A, Parsa M, Hajmohammadnia Ghalibaf, K, 2011. Effects of Supplementary Irrigation on Yield and Yield Components of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) Cultivars in Mashhad Climate Journal of Water and Soil. 25(3): 625- 633.
- Hussain Shah B, Munir J K, Khetran A, Aziakurd A, Sadiq N. 2013. Evaluation and selection of cold and drought resistant lentil genotypes for Highlands of Balochistan Sarhad Journal of Agriculture, 29(4): 511-513.
- Kayan N. 2008. Variation for yield components in two winter sown lentil cultivars (*Lens culinaris* Medik.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 14(5): 460-465.

- Panahyan-e-Kivi M, Ebadi A, Tobeh A, Jamaati-e-SomarinSh. 2009. Evaluation of Yield and Yield Components of Lentil Genotypes under Drought Stress. Research Journal of Environmental Sciences, 3: 456-460.
- Passioura J. 2007. The drought environment: Physical, biological and agricultural perspectives. J. Exp. Bot. 2: 113-117.
- Rodriguez L. 2006. Drought and drought stress on south Texas landscape plants. San Antonio Express News.http:// bexar – Tx. T. Tamu.Edu.
- Rosielle AA, Hamblin J.1981. Theatrical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science, 21: 943-946.
- Sabaghpour SH, Safikhani M, Sarker A, Ghaffari A, Ketata H. 2004. Present status and future prospects of lentil cultivation in Iran. In: Proceeding of 5th European Conference on Grain Legumes. 7-11 Jue, Dijon, France.
- Salehi M, Haghazari A, Shekari F, Nemati N. 2005. Study of drought tolerance indices in lentil varieties. Proceeding of the 1 National Pulse Crops Symposium of Iran.19–20 December, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.pp. 165.
- Salehi M, Haghazari A, Shekari F, Faramarzi A. 2008. The Study of Seed Yield and Seed Yield Components of Lentil (*Lens culinaris* Medik) under Normal and Drought Stress Conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11: 758-762.
- Sangakkara UR, Frehner M, Nosberger J. 2001. Influence of soil moisture and fertilizer potassium on the vegetative growth of mungbean (*Vigna radiate* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Journa of Agronomy and Crop Science. 186(2): 73-81.
- Sarker A, Erskine W. 2006. Recent progress in the ancient lentil. Journal of Agricultural Science. 144: 19-29.
- Sarker A, Ayogan A, Sabaghpour SH, Kusmnoğlu I, Sakr B, Erskine W, Muehlbauer J. 2004. Lentil improvement for the benefit of highland farmers. In Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia.
- Shao HB, Chu LY, Jaleel CA, Zhao CX. 2008. Water deficit stress induced anatomical changes in higher plants. Comp. Ren. Biol. 331: 215-225.
- Tesfaye K, Walker S, Tsubo M. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. European Journal of Agronomy. 25: 60-70.
- Tyagi SD, Khan MH. 2010. Studies on genetic variability and interrelationship among the different traits in *Microsperma* lentil (*Lens culinaris* Medik). Journal of Agriculture, Biotechnology and Sustainable Development. 2(1): 15-20.

Evaluation of genotypic variation of safflower inbred lines for agronomic traits under cold rainfed conditions using multiple factor analyses

S. Kokab¹, H. Hatami Maleki^{*1}, K. Alizadeh^{*2}, M Rahimi³

1- Department of Agronomy and Plant breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

2- Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research Education and Extension (AREEO), Maragheh, Iran

3- Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

Abstract

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is one of the valuable agricultural and industrial crops which cultivates in many parts of world. This study was aimed to evaluate the genetic variation of 31 spiny and spineless safflower genotypes provided from Dryland Agricultural Research Institute based on agronomic and morphological characteristics in cold rainfed conditions of Maragheh. Genotypes were evaluated in randomized complete blocks design with three replications. Descriptive statistics manifested the existence of genetic variability in the studied germplasm and the least amount of genetic diversity was belong to days to 50% flowering and days to maturity. Using principal component analysis showed that 6 components explained 91 percent of total variation. Biplot based on principal component analysis and dendrograms of cluster analysis revealed that all genotypes were classified into 2 groups. Maximum value of Mahalanobis distance between groups was 5.05. It can be concluded that there is remarkable genetic variability among safflower genotypes in cold rainfed conditions, which could be utilized in the screening of desirable parents and genotypes for safflower breeding programs.

Key words: genetic variability, cluster analysis, principal component analysis, safflower, dryland

* Corresponding author: hatamimaleki@maragheh.ac.ir, k.alizadeh@areo.ir
Received: 2016/05/04 Accepted: 2017/02/21