فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد هیجدهم/ شمارهٔ دوم/ پاییز و زمستان ۹۷
DOI: 10.22084/ppt.2018.7600.1435

ارزیابی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات اگرومورفولوژیک در لاین‌های امیدبخش نخود تحت شرایط نرمال رطوبتی

Assessment of Genetic Diversity and Heritability of Agro-morphological Traits in Chickpea Promising Lines under Normal Moisture Conditions

سیدسعید موسوی[۱*]، محمدرضا عبدالهی[۲]، فریبرز قنبری[۳] و همایون کانونی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۰۴

چکیده

وجود تنوع و انجام گزینش، لازمه و اساس برنامه‌های به‌نژادی می‌باشند. اهداف این پژوهش شامل ارزیابی تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی لاین‌های نخود، شناسایی صفات مرتبط با عملکرد دانه و برآورد وراثت‌پذیری آن‌ها بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۲ - ۱۳۹۱ انجام شد. ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات دارای تفاوت معنی‌دار ($p<0.05$) بودند و در هر چهار ناحیه بای پلات توزیع شدند که این بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین آن‌ها می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی صفات از ۶۰/۱۷ درصد، برای صفت ارتفاع بوته، تا ۹۴/۸۰ درصد، برای صفت وزن صد دانه، برآورد شد. سه مؤلفه اول، دوم و سوم به‌ترتیب به‌عنوان "مؤلفه عملکرد و اجزاء عملکرد"، "مؤلفه رشد رویشی یا بنیه گیاه" و "مؤلفه توانایی حفظ آب در گیاه" نام‌گذاری شدند که در مجموع ۷۳/۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. چهار عامل اصلی نیز به‌ترتیب تحت عنوان "عامل عملکرد و اجزاء عملکرد"، "عامل افزایش طول دوره زایشی"، "عامل توانایی حفظ آب در گیاه" و "عامل افزایش طول دوره رویشی"، در مجموع ۸۰/۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. تجزیه خوشه لاین‌ها را در چهار گروه مجزا قرار داد به‌طوری‌که این گروه‌بندی به‌طور صد در صد توسط تجزیه تابع تشخیص نیز تأیید شد. لاین‌های خوشه اول و سوم از نظر صفات عملکرد و اجزاء عملکرد، به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین میانگین را به خود اختصاص دادند که می‌توان از تلاقی این لاین‌ها، جهت ایجاد تنوع در ژرم‌پلاسم جدید استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه تابع تشخیص، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، عملکرد

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب استادیار، دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران
۴. استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سنندج، ایران
*: نویسنده مسئول Email: s.moosavi@basu.ac.ir

مقدمه

کمیت و کیفیت پروتئین، یکی از مسائل اساسی تغذیه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (باقری و همکاران، ۱۳۸۶) که در این کشورها، حبوبات یکی از مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده این نیاز تغذیه‌ای می‌باشند. در بین حبوبات، نخود زراعی، پس از لوبیا و نخود فرنگی، سومین لگوم دانه‌ای مهم سراسر دنیا است که در جنوب آسیا رتبه اول کشت را داراست (*فائو*[1]، 2014؛ *کریشنامارتی*[2] و همکاران، 2013). این گیاه علاوه‌بر این‌که منبعی ارزشمند از پروتئین است، گیاهی کم‌توقع و مناسب برای کشت در نظام‌های زراعی کم نهاده می‌باشد (*آوولا* و *پاتنه*[3]، 2010). ایران، به‌عنوان یک کشور در حال توسعه، پس از کشورهای هند، ترکیه و پاکستان چهارمین کشور مهم تولیدکننده نخود در دنیا است (*فائو*، 2014). یکی از مشکلات اساسی زراعت این گیاه در ایران، کم بودن میانگین عملکرد آن نسبت به میانگین تولید جهانی است (*کانونی*[4] و همکاران، 2011). افزایش عملکرد در واحد سطح از طریق به‌نژادی، راهبردی اساسی برای حل این مشکل می‌باشد که در این راستا، شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب هر منطقه، راه‌حلی مفید و کارآمد می‌باشد. در حقیقت اثرات ژنتیکی و محیطی، دو عامل اصلی تعیین‌کننده کمیت و کیفیت عملکرد در هرگیاهی می‌باشد (*چیفتچی*[5] و همکاران، 2004) که در راستای رسیدن به این هدف، بایستی به‌طور ویژه بر روی عوامل ژنتیکی تمرکز و توجه گردد (*سینگ*[6] و همکاران، 2007). عملکرد دانه صفتی پیچیده با وراثت‌پذیری کم است که به‌طور معمول تحت تأثیر سایر صفات قرار می‌گیرد (*شِرما*[7]، 1987). بنابراین در فرآیند به‌نژادی، به‌دنبال انتخاب غیرمستقیم عملکرد دانه از طریق سایر صفات مرتبط با آن می‌باشیم. به‌طور معمول در ارزیابی‌های تنوع اولیه در ژرم‌پلاسم‌های با صفات مختلف، از روش‌های آماری مختلف استفاده می‌شود (راستا همتی و همکاران، ۱۳۸۵). *ادهیکاری و پاندی*[8] (1982) بیش‌ترین تنوع ژنتیکی را برای صفات تعداد غلاف در گیاه، وزن غلاف و وزن صد دانه گزارش کردند. *مردی* و همکاران (۱۳۸۲) نشان دادند که وزن بذر با غلاف و تعداد بذر در بوته از تنوع خوبی برخوردارند. چقامیرزا (۱۳۸۶) نشان داد که ژنوتیپ‌های نخود دارای تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی بودند. *ارشد*[9] و همکاران (2002) وراثت‌پذیری پایینی را برای صفات تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه گزارش کردند. *نور*[10] و همکاران (2003) اظهار داشتند که صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، تعداد شاخه‌های فرعی و وزن صددانه وراثت‌پذیری بالایی نشان دادند. *ازورن یوسل*[11] و همکاران (2006) در مطالعه گیاه نخود، وراثت‌پذیری صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی را پایین‌تر و وراثت‌پذیری صفات تعداد دانه، وزن هزاردانه و تعداد غلاف پر را بالاتر از سایر صفات برآورد کرد. در بررسی *حسن*[12] و همکاران (2008) بیش‌ترین مقدار وراثت‌پذیری به‌ترتیب مربوط به صفات تعداد شاخه‌های فرعی، وزن صد دانه و تعداد روز تا گل‌دهی بود. در تحقیقی (*جکسون*[13]، (*جکسون*[13]، 1991) از روش تجزیه به عامل‌ها، قبل از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد تا اهمیت متغیرهایی که در خوشه‌ها نقش دارند، روشن‌تر شود. تجزیه به عامل‌ها نشان داد، اصلاح در جهت افزایش یا کاهش عامل‌ها، به‌وسیله تغییر در اجزاء آن‌ها امکان‌پذیر است (*جکسون*، 1991). *توکر*[14] (2003) چهار عامل، با ۸۷ درصد واریانس، را شناسایی کرد درحالی‌که *توکر* و *کاگیرگان*[15] (2004) در مطالعه‌ای روی نخود، سه عامل را شناسایی کردند. *سبک‌دست* و *خیال‌پرست*[16] (2008) سه عامل را در گیاه لوبیا استخراج کردند که ۷۸/۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کردند. درگاهی (۱۳۸۵) نشان دادکه هفت مؤلفه‌ی اصلی حدود ۶۵/۴۳ درصد از کل واریانس صفات را توجیه کردند. *رای چاودهوری*[17] و همکاران (2007) به‌منظور آشکارسازی روابط ژنتیکی، ارقام نخودفرنگی را به دو خوشه اصلی با دو زیرگروه در هر خوشه دسته‌بندی کردند. یزدی صمدی و همکاران (۱۳۸۳)، ۹۰ ژنوتیپ عدس را در دو خوشه بزرگ تفکیک کردند. محمد علی پوریامچی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای، ۶۲ ژنوتیپ نخود و دو رقم را براساس شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد در چهار گروه قرار دادند. محققین مختلف (موسوی و همکاران (۱۳۹۲)؛ *صفری*[18] و همکاران، 2008؛ *رابی*[19] و همکاران، 2009؛ *صبوری*[20] و همکاران، 2008) از روش تجزیه تابع تشخیص، برای آزمون صحت گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای در گیاهان مختلف استفاده کرده‌اند. اهداف این پژوهش عبارت از ۱. ارزیابی تنوع ژنتیکی، ۲. گروه‌بندی لاین‌های نخود، ۳.

1. Food and Agricultural Organization
2. Krishnamurthy
3. Avola and Patane
4. Kanouni
5. Ciftci
6. Singh
7. Sharma
8. Adhikari and Pandey
9. Arshad
10. Noor
11. Ozveran Yucel
12. Hasan
13. Jackson
14. Toker
15. Toker and Cagirgan
16. Sabokdast and Khyalparast
17. Ray chadhury
18. Safari
19. Rabii
20. Saburi

شناسایی صفات مرتبط با عملکرد دانه و ۴. برآورد وراثت‌پذیری صفات تحت شرایط نرمال رطوبتی بودند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی شامل ۲۰ ژنوتیپ نخود زراعی (*Cicer arientinum* L.)، شامل ۱۸ لاین امیدبخش و دو رقم، (جدول ۱) بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط نرمال رطوبتی و در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ ارزیابی شدند. این آزمایش در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان واقع در شهرستان سنندج اجرا شد. براساس داده‌های ۳۰ ساله هواشناسی، میانگین بارندگی سالیانه محل اجرای آزمایش ۳۴۹/۷ میلی‌متر و متوسط بارندگی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ حدود ۳۱۴ میلی‌متر شد (پورتال سازمان هواشناسی کشور) بود. عملیات آماده‌سازی زمین با انجام یک شخم عمیق در پاییز ۱۳۹۱ آغاز گردید و سپس با انجام یک شخم بهاره و دو دیسک عمود برهم، مزرعه تسطیح و آماده کشت شد. در نهایت با ایجاد جوی و پشته‌ها، بذرها به‌صورت دستی و در روی پشته‌ها کاشته شدند. به‌طوری‌که هر رقم در سه ردیف ۵ متری و با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر کشت شد. عمق کاشت بذور حدود ۵ سانتی‌متر و فاصله آن‌ها از یکدیگر ۷ سانتی‌متر بود. براساس نتایج آزمایش خاک، میزان نیاز کودی تعیین و حدود ۲۵ کیلوگرم در هکتار کودهای ازت و فسفر قبل از کاشت استفاده شد. جهت کنترل علف‌های هرز، عمل وجین دستی در طول مرحله داشت انجام شد. سپس تعداد ۱۰ بوته در هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب شده، صفات محتوای نسبی آب، روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد شاخه اصلی، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته و وزن هزاردانه یادداشت‌برداری شد. هم‌چنین صفات زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت براساس میانگین کل واحد سطح کاشته شده، محاسبه گردید. کلیه محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس (پس از انجام آزمون نرمال بودن باقیمانده داده‌ها و آزمون یکنواختی واریانس)، مقایسه میانگین‌ها، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه عاملی و تجزیه خوشه‌ای، توسط نرم‌افزارهای آماری SAS 9.1، Minitab 16 و SPSS 19 صورت پذیرفت. مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح آماری ۵ درصد انجام شد. به‌منظور تحلیل بهتر تجزیه عاملی از چرخش اِکویی‌ماکس (Equimax) استفاده شد. هم‌چنین با محاسبه امید ریاضی میانگین مربعات صفات، میزان واریانس ژنوتیپی و میزان وراثت‌پذیری عمومی محاسبه گردید. از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و از ماتریس فاصله پیرسون برای گروه‌بندی لاین‌ها و انتخاب والدین مناسب برای برنامه‌های به‌نژادی استفاده شد. ضریب تغییرات ژنوتیپی (GCV) و ضریب تغییرات فنوتیپی (PCV) به‌ترتیب با استفاده از واریانس ژنوتیپی δ^2_g و واریانس فنوتیپی δ^2_{ph} و هم‌چنین میانگین صفات براساس رابطه‌های زیر محاسبه شدند (*هالویر* و *میراندا*[1]، 1998).

$$PCV = \frac{\sqrt{\delta^2_{ph}}}{\bar{x}} \times 100 \quad (۱)$$

$$GCV = \frac{\sqrt{\delta^2_{g}}}{\bar{x}} \times 100 \quad (۲)$$

$$h^2 = \frac{\delta^2_{g}}{\delta^2_{ph}} \times 100 \quad (۳)$$

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها

نتایج (جدول ۲) نشان داد که ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات دارای تفاوت معنی‌دار ($p<0.05$) بودند که این نتیجه نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین آن‌ها می‌باشد. به‌طوری‌که وجود این تنوع بالا، نویدبخش پاسخ به گزینش مطلوب در این ژنوتیپ‌ها خواهد بود. *هیوکل* و *اسکولز*[2] (1985) نشان دادند که برای دست‌یابی به عملکرد بیش‌تر تمرکز بر روی سه صفت، ۵۰ درصد گل‌دهی، وزن غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف به جهت تنوع ژنتیکی بالا بسیار کارآمد و مؤثر است. در تحقیقی دیگر (چقامیرزا، ۱۳۸۶) وجود تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم‌های نخود گزارش شد. نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها (جدول ۳) نشان داد که لاین‌های شماره ۱۴، ۱۷ و ۳ دارای بیش‌ترین و لاین‌های شماره ۱۸، ۱ و ۵ دارای کم‌ترین عملکرد دانه بودند. در شرایط این آزمایش، افزایش عملکرد در لاین شماره ۱۴، بیش‌تر از طریق افزایش صفات تعداد بذر در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته بود، درحالی‌که در لاین‌های شماره ۱۷ و ۳ این افزایش از طریق افزایش صفات تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته بود.

وراثت‌پذیری عمومی، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی

نتایج (جدول ۴) نشان داد که بالاترین وراثت‌پذیری‌ها مربوط به صفات وزن صددانه، عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و زیست‌توده و کم‌ترین وراثت‌پذیری مربوط به صفات ارتفاع بوته، محتوای نسبی آب، تعداد شاخه‌های اصلی و شاخص برداشت بود. در واقع طبق این نتایج چنین استنباط می‌شود که صفاتی که دارای وراثت‌پذیری بالایی بودند، دارای تنوع ژنتیکی

1. Hallauer and Miranda
2. Hucl and Scoles

بالایی بوده‌اند، چراکه واریانس زنتیکی بر مبنای امیدهای ریاضی برآورد شده‌اند. اگرچه وراثت‌پذیری عمومی به‌خوبی وراثت‌پذیری خصوصی نمی‌تواند سهم ژنتیکی تنوع را مشخص نماید، اما بالا بودن میزان آن معرف انتقال نسبی بهتر صفات از والدین به نتاج می‌باشد. (گل‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۷). در مطالعات *نور* و همکاران (2003) صفات تعداد شاخه‌های فرعی و وزن صددانه وراثت‌پذیری بالایی نشان دادند. *ازورن یوسل* و همکاران (2006) بیان کردند که وراثت‌پذیری صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی پایین و صفات تعداد دانه، وزن هزاردانه و تعداد غلاف پر وراثت‌پذیری بالاتری نسبت به سایر صفات مورد مطالعه داشتند. در بررسی *حسن* و همکاران (2008) بیش‌ترین مقدار وراثت‌پذیری به‌ترتیب مربوط به صفات تعداد شاخه‌های فرعی و وزن صددانه بود. بالاترین ضرایب تغییرات ژنوتیپی را صفات وزن صددانه، تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی و کم‌ترین ضریب را صفات فنولوژیک روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی و روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی به خود اختصاص دادند. ضریب تغییرات ژنوتیپی صفات نشان می‌دهند که میزان تنوع صفات در لاین‌های مختلف چقدر است. در برخی از صفات، تنوع زیاد و در بعضی دیگر تنوع کمی وجود دارد. *ادهیکاری* و *پاندی* (1982) در مطلعه خود بر روی نخود بیان کردند که بیش‌ترین تنوع ژنتیکی مربوط به صفات تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف در بوته و وزن صددانه بود. هم‌چنین در مطالعه فوق واریانس فنوتیپی برای صفات تعداد شاخه‌های اصلی، تعداد شاخه‌های فرعی، ارتفاع اولین غلاف و تعداد روز تا گل‌دهی بالا و چشم‌گیرگزارش شد. مسلماً هرچه تنوع موجود در صفات بیش‌تر باشد انتخاب در آن‌ها منجر به پاسخ به گزینش بهتری خواهد شد (*فالکونر*[1]، 1982).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

نتایج (جدول ۵) بیانگر این بود که ۷۳/۳ درصد از واریانس کل داده‌ها به‌واسطه سه مؤلفه اول توجیه می‌شود. به‌طوری‌که مؤلفه اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۴۴/۶، ۱۴/۷، ۱۳/۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. براساس نتایج (جدول ۵)، مؤلفه اول با صفات تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد شاخه‌های اصلی، تعداد بذر در بوته، تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت، زیست‌توده و عملکرد همبستگی مثبت و قابل‌توجهی داشت که بر این اساس، مؤلفه اول "مؤلفه عملکرد و اجزاء عملکرد" نام‌گذاری شد. نتایج مربوط به مؤلفه دوم بیانگر این بود که این مؤلفه بیش‌ترین ارتباط مثبت را با صفات زیست‌توده و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و تقریباً با سایر صفات مرتبط با عملکرد ارتباط منفی داشت. بر این اساس افزایش این مؤلفه باعث افزایش کلی طول دوره رشد ولی کاهش طول دوره روز تا گل‌دهی و روز تا غلاف‌دهی یا کاهش طول دوره زایشی می‌شود. بنابراین شاید بتوان این مؤلفه را "مؤلفه افزایش رشد رویشی یا بنیه گیاه"[2] نام‌گذاری کرد. طبق نتایج (جدول ۵) مؤلفه سوم بیش‌ترین رابطه مثبت را با صفات محتوای نسبی آب، زیست‌توده و وزن هزاردانه داشت که باتوجه به رابطه مثبت این صفات با عملکرد دانه، افزایش این مؤلفه هم مطلوب و می‌توان آنرا "مؤلفه توانایی حفظ آب در گیاه" نام‌گذاری کرد که در مجموع این سه مؤلفه بیش از ۷۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. بنابراین براساس رابطه مؤلفه‌ها و صفات موردبررسی، مقادیر بیش‌تر مؤلفه اول و مقدار کم‌تر مؤلفه دوم موردنظر است. از این‌رو ناحیه چهارم بای پلات (شکل ۱)، ناحیه مطلوب و موردنظر است به‌طوری‌که لاین‌ها و صفاتی که در این ناحیه قرار می‌گیرند، به‌عنوان مطلوب‌ترین لاین‌ها و صفات معرفی می‌گردند. درگاهی (۱۳۸۵) نشان داد هفت مؤلفه‌ی اصلی ۶۵/۴۳ درصد از واریانس کل صفات را توجیه کردند و مؤلفه دوم را مؤلفه عملکرد نامیدند. *نقوی* و *جهانسوز*[3] (2005) مولفه اول را به‌عنوان "مؤلفه عملکرد و اجزای عملکرد"معرفی کردند.

تجزیه به عامل‌ها

در این بخش، براساس مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک، چهار عامل مهم اول انتخاب شدند که در مجموع بیش از ۸۰ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه می‌کردند (جدول ۶). عامل اول ۳۶/۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد که دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات شاخص برداشت، تعداد بذر در دانه، تعداد غلاف در دانه، تعداد شاخه‌های فرعی و اصلی، زیست‌توده و عملکرد بود که می‌توان آن‌را به‌عنوان "عامل عملکرد و اجزاء عملکرد" معرفی کرد. عامل دوم ۱۹/۴ درصد از تغییرات را توجیه کرد که دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات تعداد شاخه‌های فرعی، عملکرد، و ضرایب منفی برای صفات وزن صددانه، روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی بود که به‌عنوان "عامل افزایش طول دوره زایشی" نام‌گذاری شد. عامل سوم و چهارم به‌ترتیب ۱۳/۸ و ۱۰/۹ درصد از تغییرات را توجیه کردند که به‌ترتیب به‌عنوان "عامل توانایی حفظ آب در گیاه " و "عامل کاهش طول دوره رشد زایشی" نام‌گذاری شدند. *نقوی* و *جهانسوز* (2005) و *مردی* و همکاران

1. Falconer

2. Vigor or Vigour
3. Naghavi and Jahansouz

(2003) در تحقیقات خود، عامل اول را به‌عنوان "عامل عملکرد" معرفی کردند.

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را در چهار گروه مجزا قرار داد (شکل ۳). ژنوتیپ‌های خوشه ۲ به‌طور نسبی مقادیر پایین‌تری از صفات محتوای آب نسبی، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد شاخه‌های اصلی، تعداد غلاف در بوته، زیست‌توده و در نهایت عملکرد دانه و مقادیر بیشتری از صفات روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی و روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی را در مقایسه با ژنوتیپ‌های خوشه ۳ دارا بودند. در حقیقت ژنوتیپ‌های خوشه دوم کم‌ترین مقدار اجزاء عملکرد و در نهایت کم‌ترین مقدار عملکرد دانه را داشتند درحالی‌که مقادیر بالایی از صفات فنولوژیک داشتند و به‌عنوان "خوشه افزایش طول دوره رویشی" نامیده شد. این در حالی است که ژنوتیپ‌های خوشه سوم از نظر صفات عملکرد و اجزاء عملکرد، بیش‌ترین میانگین را در مقایسه با سایر خوشه‌ها به خود اختصاص داد و "خوشه عملکرد و اجزاء عملکرد" نام‌گذاری شد. بنابراین با توجه به نتایج حاصله، می‌توان از تلاقی ژنوتیپ‌های خوشه اول و سوم برای ایجاد ژنوتیپ‌های با بیش‌ترین تنوع برای عملکرد و اجزای عملکرد استفاده کرد. البته از نظر مجموع صفات، خوشه‌های ۳ و ۴ دارای بیش‌ترین فاصله ژنتیکی (۲۶/۵) بودند درحالی‌که فاصله ژنتیکی خوشه ۳ و ۲ نیز قابل‌توجه (۲۴/۹۲) بود (جدول ۸). روش تجزیه خوشه‌ای به‌طور گسترده‌ای برای گروه‌بندی جوامع استفاده شده است (ملک‌شاهی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای جهت ارزیابی دقیق‌تر روابط بین ژنوتیپ‌ها با روش‌های مختلفی نیز بررسی و موردتأیید قرار گرفته است (محمدعلی پوریامچی و همکاران، ۱۳۹۰). *رای چاودهوری* و همکاران (2007) در ارزیابی روابط ژنتیکی، ارقام نخودفرنگی را به دو خوشه اصلی با دو زیرگروه در هر خوشه دسته‌بندی کردند. *محمدعلی پوریامچی* و همکاران (۱۳۹۰)، ۶۲ لاین نخود و ۲ رقم را در چهار گروه قرار دادند.

تجزیه تابع تشخیص

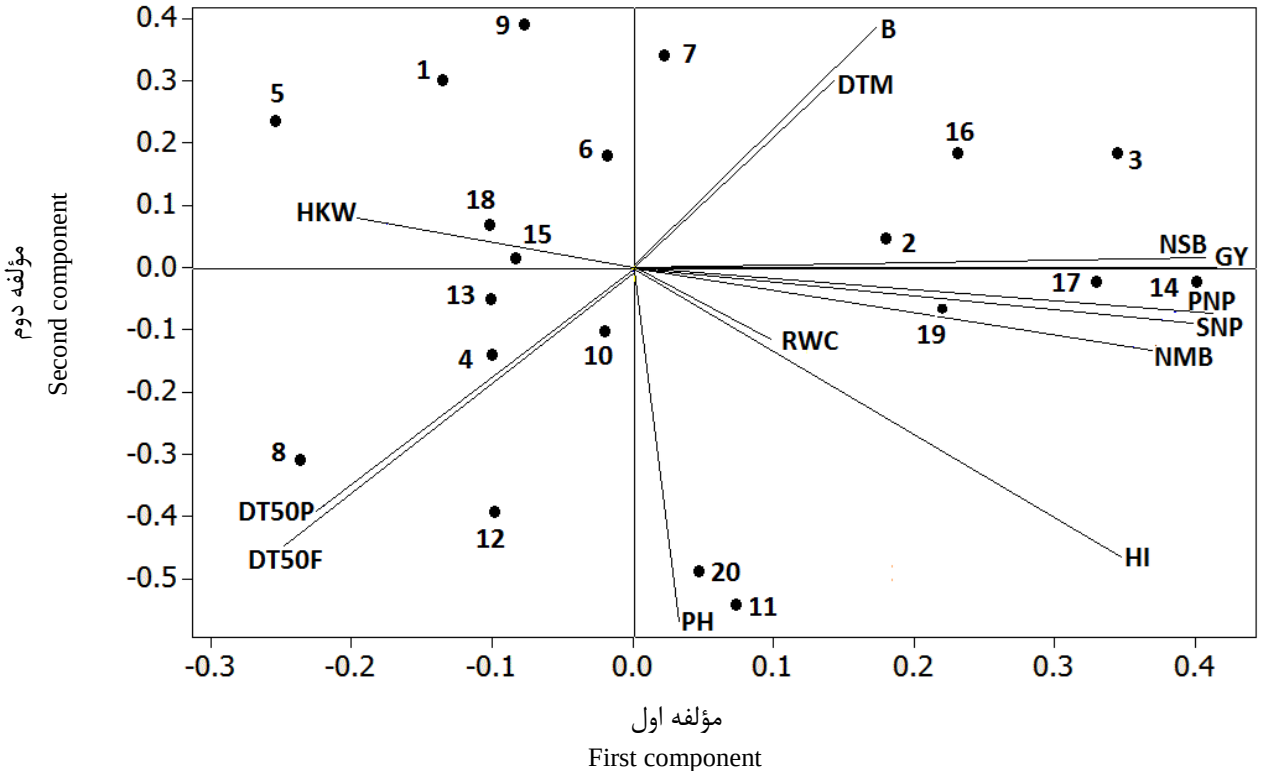
پس از انجام گروه‌بندی زنوتیپ‌ها براساس تجزیه خوشه‌ای، از روش تجزیه تابع تشخیص برای بررسی صحت گروه‌های حاصله استفاده شد. طبق نتایج تجزیه تابع تشخیص (جدول ۹) گروه‌بندی‌های انجام شده توسط تجزیه خوشه‌ای به‌طور صد در صد تأیید شد. *احمد خان*[1] (2009) جهت تأیید گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای، از تجزیه تابع تشخیص استفاده کرد که میزان تأیید آن‌را ۷۹/۴ درصد گزارش نمود. محققین مختلف (موسوی و همکاران (۱۳۹۲)؛ *صفری* و همکاران، 2008؛ *رابی* و همکاران، 2009 و *صبوری* و همکاران، 2008) از روش تجزیه تابع تشخیص، در گیاهان مختلف استفاده کرده‌اند.

1. Ahmed Khan

جدول ۱: مشخصات ژنوتیپ‌های مورداستفاده

Table 1: The characters of the used genotypes

شجره ژنوتیپ Gen. pedigree	نام ژنوتیپ Gen. name	شماره ژنوتیپ Gen. number	شجره ژنوتیپ Gen. pedigree	نام ژنوتیپ Gen. name	شماره ژنوتیپ Gen. number
ICCV92311 × ICC17109	ICCV10314	11	ICCV2 × ICC17109	ICCV10302	1
ICCV92311 × ICC17109	ICCV10315	12	ICCV2 × ICC17109	ICCV10303	2
ICCC37 × ICC12451	Jam (Check)	13	ICCV2 × ICC17109	ICCV10304	3
ICCC37 × ICC12451	ICCV10105	14	ICCV2 × ICC17109	ICCV10305	4
ICCC37 × ICC12451	ICCV10111	15	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10307	5
ICCC37 × ICC12451	ICCV10112	16	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10308	6
ICCC37 × ICC12451	ICCV10114	17	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10309	7
ICCC37 × ICC12451	ICCV10115	18	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10310	8
ICCV93954 × ICC11321	ICCV10117	19	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10311	9
ICCV93954 × ICC11321	Pirouz (Check)	20	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10312	10

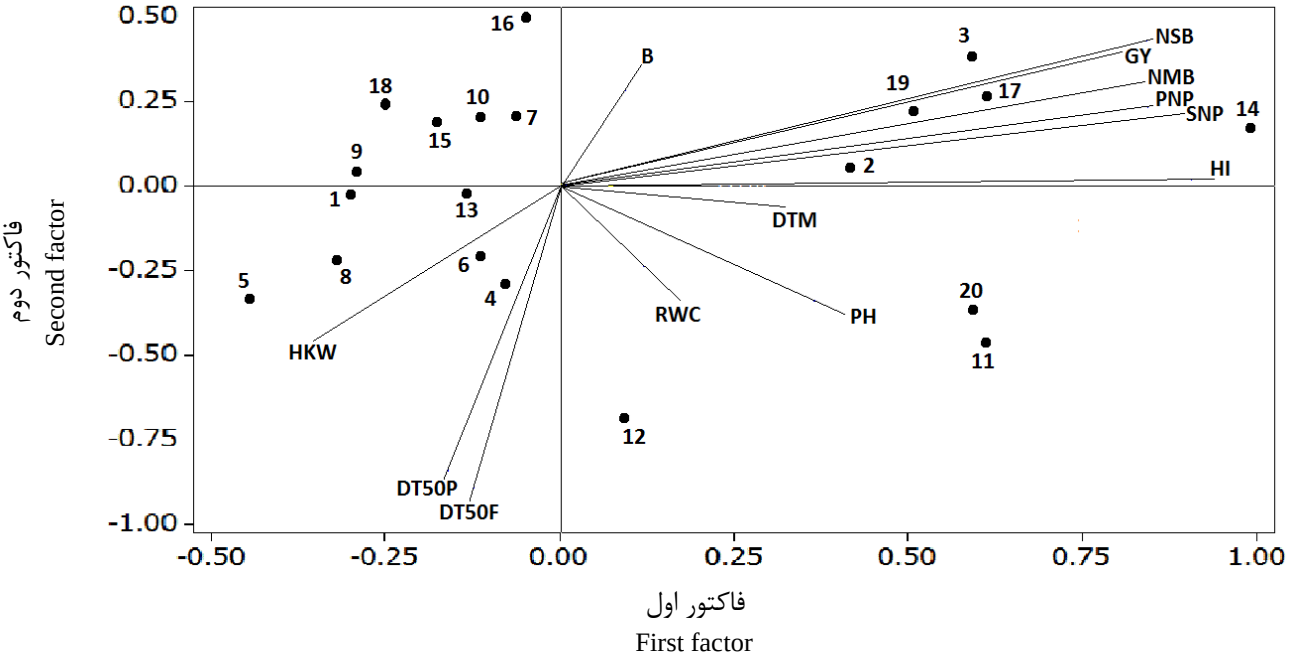


شکل ۱: نمودار بای پلات ۲۰ ژنوتیپ نخود و ۱۳ صفت موردبررسی

Fig. 1: Bi-plot graph of 20 chickpea genotypes and 13 traits

*: اختصارات نمودار: محتوای نسبی آب (RWC)، تعداد شاخه‌های فرعی (NSB)، تعداد شاخه‌های اصلی (NMB)، تعداد بذر در بوته (SNP)، تعداد غلاف در بوته (PNP)، ارتفاع بوته (PH)، وزن صددانه (HKW)، شاخص برداشت (HI)، زیست‌توده (B)، عملکرد دانه (GY)، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (DTM)، روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی (DT50P)، روز تا ۵۰٪ گل‌دهی (DT50F)

*: The abbreviations of the graph : Relative Water Content (RWC), Number of Sub-Branches (NSB), Number of Main-Branches (NMB), Seed Number per Plant (SNP), Pod Number per Plant (PNP), Plant Height (PH), 100- Kernel Weight (HKW), : Harvest Index (HI) and harvest index (HI), : Biomass (B), Grain Yield (GY), Days to physiologic Maturity (DTM), : Days to 50 % Podding (DT50P) and Day to 50 % Flowering (DT50F)

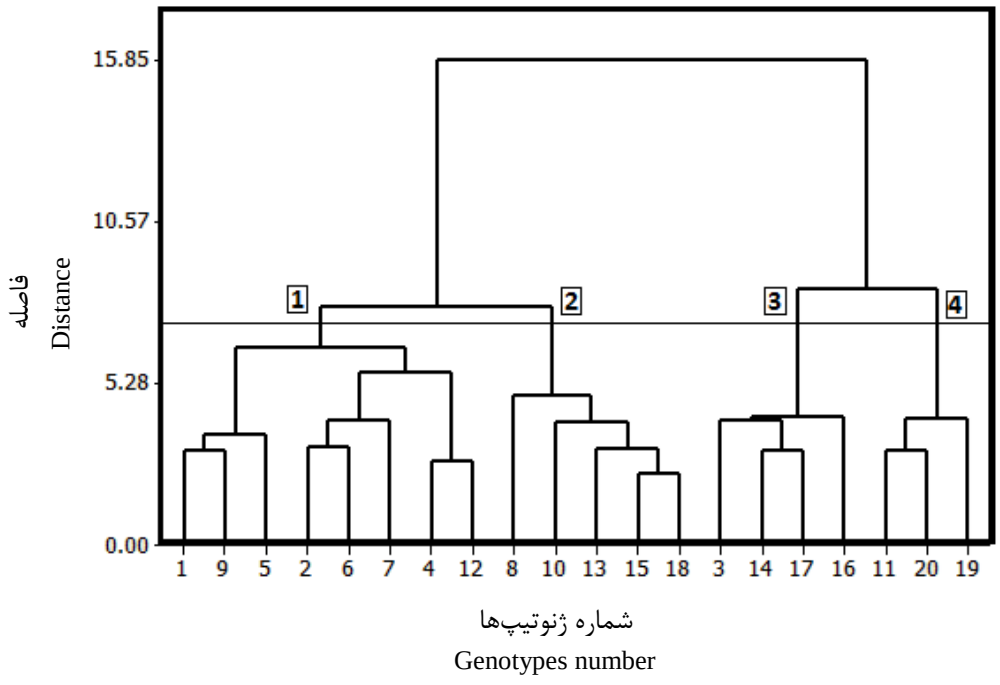


شکل ۲: نمودار بای پلات تجزیه به عامل‌ها در ۲۰ ژنوتیپ نخود و ۱۳ صفت موردبررسی

Fig. 2: Bi-plot graph of factors analysis in 20 chickpea genotypes and 13 traits

*: اختصارات نمودار: محتوای نسبی آب (RWC)، تعداد شاخه‌های فرعی (NSB)، تعداد شاخه‌های اصلی (NMB)، تعداد بذر در بوته (SNP)، تعداد غلاف در بوته (PNP)، ارتفاع بوته (PH)، وزن صددانه (HKW)، شاخص برداشت (HI)، زیست‌توده (B)، عملکرد دانه (GY)، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (DTM)، روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی (DT50P)، روز تا ۵۰٪ گل‌دهی (DT50F)

*: The abbreviations of the graph : Relative Water Content (RWC), Number of Sub-Branches (NSB), Number of Main-Branches (NMB), Seed Number per Plant (SNP), Pod Number per Plant (PNP), Plant Height (PH), 100- Kernel Weight (HKW), : Harvest Index (HI) and harvest index (HI), : Biomass (B), Grain Yield (GY), Days to physiologic Maturity (DTM), : Days to 50 % Podding (DT50P) and Day to 50 % Flowering (DT50F)



شکل ۳: گروه‌بندی ۲۰ ژنوتیپ نخود با استفاده از روش وارد و ماتریس فاصله پیرسون

Fig. 3: Grouping of chickpea genotypes using Ward’s method and Pearson’s matrix distance

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس برای صفات مختلف

Table 2: Results of analysis of variance for different traits

میانگین مربعات Mean of squares								
وزن صددانه 100-kernel weight	ارتفاع‌بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد بذر در بوته Number of seed per plant	تعداد شاخه‌های اصلی Number of main branches	تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub-branches	محتوای آب نسبی Relative water content	درجه آزادی df	منبع تغییر Source of variation
1.05^{ns}	10.38^{ns}	16.87^{ns}	40.30*	0.52^{ns}	1.13^{ns}	13.61^{ns}	2	بلوک Block
264.53*	14.83*	28.35*	28.72*	1.04*	9.69*	28.03*	19	ژنوتیپ Genotype
3.22	8.04	11.99	12.36	0.56	5.02	15.02	38	خطا Error
5.43	11.34	13.28	13.30	20.03	15.88	12.5		ضریب تغییرات Coefficient of variation

ns و ❋: به‌ترتیب نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد

ns and *: Indicate not significant and significant at 5% of probability level respectively

ادامه جدول ۲: تجزیه واریانس برای صفات مختلف

Table 2 Continued: Results of analysis of variance for different traits

میانگین مربعات Mean of square							
روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50% flowering	روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی Days to 50% podding	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	عملکرد دانه Grain yield	زیست‌توده Biomass	شاخص برداشت Harvest index	درجه آزادی df	منبع تغییر Source of variation
1.85^{ns}	4.85^{ns}	9.01^{ns}	85.40^{ns}	762.01*	7.17^{ns}	2	بلوک Block
2.52*	3.45*	2.59*	136.01**	421.60*	24.31*	19	ژنوتیپ Genotype
1.25	1.74	1.33	50.11	186.84	12.76	38	خطا Error
2.10	1.97	1.26	7.09	6.51	7.45		ضریب تغییرات Coefficient of variation

ns، ❋❋ و ❋: به‌ترتیب نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار بودن درسطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد

ns, ** and *: Indicate not significant, significant at 5% and 1% probability level respectively

جدول ۳: نتایج مقایسه میانگین‌ها برای صفات مختلف

Table 3: Results of means comparison for different traits

وزن صددانه 100-kernel weight	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد بذر در بوته Number of seed per plant	تعداد شاخه‌های اصلی Main- branches no.	تعداد شاخه‌های فرعی Sub-branches no.	محتوای نسبی آب Relative water content	ژنوتیپ Genotype
38.66^{BC}	23.33^{ABC}	23.33^{BC}	25.33^{ABCD}	3.33^{BC}	11.73^{C}	27.66^{ABC}	1
40.66^{AB}	25.13^{ABC}	29.26^{AB}	30^{AB}	3.80^{ABC}	15.13^{ABC}	33.33^{ABC}	2
42^{AB}	25.66^{ABC}	30^{AB}	29.86^{AB}	4.20^{ABC}	17^{AB}	31.66^{ABC}	3
41.66^{AB}	23.73^{ABC}	26.46^{ABC}	25.46^{ABCD}	3.66^{BC}	13.06^{BC}	32^{ABC}	4
40^{AB}	22.26^{BC}	20.26^{C}	20.66^{D}	2.80^{C}	11^{C}	34.33^{A}	5
41.66^{AB}	25.13^{ABC}	25.40^{ABC}	26.73^{ABCD}	3^{C}	14.20^{ABC}	34.33^{A}	6
36^{C}	20.93^{C}	27.80^{AB}	28.06^{ABC}	3.60^{BC}	14.73^{ABC}	25.66^{C}	7
42.33^{A}	28.20^{A}	20.66^{C}	20.20^{D}	2.80^{C}	12^{C}	29^{ABC}	8
41.33^{AB}	20.46^{C}	24.46^{BC}	22.60^{CD}	3.60^{BC}	13.40^{ABC}	32.33^{ABC}	9
39.33^{AB}	26.80^{AB}	25^{ABC}	25^{ABCD}	3.66^{BC}	13.73^{ABC}	32.33^{ABC}	10
40.33^{AB}	27.66^{AB}	29.60^{AB}	29.80^{AB}	4^{ABC}	14.80^{ABC}	33.66^{AB}	11
41^{AB}	27.73^{AB}	25.06^{ABC}	25.26^{ABCD}	3.93^{ABC}	12.73^{BC}	35.33^{A}	12
23^{D}	27.60^{AB}	24.13^{BC}	24.20^{BCD}	3.73^{BC}	12.86^{BC}	30.33^{ABC}	13
19.33^{E}	25.80^{ABC}	31.80^{A}	31.80^{A}	4.66^{AB}	17.60^{A}	32.66^{ABC}	14
22.66^{ED}	23.66^{ABC}	24^{BC}	25.73^{ABCD}	3.20^{BC}	13.73^{ABC}	28.33^{ABC}	15
23.66^{D}	24.73^{ABC}	27.80^{AB}	27.73^{ABC}	4.13^{ABC}	15.33^{ABC}	34.66^{A}	16
21^{ED}	23.86^{ABC}	27.06^{AB}	27.86^{ABC}	5.20^{A}	16.86^{AB}	32^{ABC}	17
22^{ED}	25.66^{ABC}	24^{BC}	24.86^{ABCD}	3.33^{BC}	12.26^{C}	26.33^{BC}	18
22.66^{ED}	24.53^{ABC}	28.13^{AB}	28.40^{ABC}	4.13^{ABC}	15.06^{ABC}	26.33^{BC}	19
21.66^{ED}	27.33^{AB}	27.66^{AB}	29^{ABC}	3.93^{ABC}	14.80^{ABC}	28.33^{ABC}	20

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.05)

ادامه جدول ۳: نتایج مقایسه میانگین‌ها برای صفات مختلف

Table 3 continued: Results of means comparison for different traits

روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50 % flowering	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی Days to 50% podding	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	عملکرد دانه Grain yield	زیست‌توده Biomass	شاخص برداشت Harvest index	ژنوتیپ Genotype
53^{ABCD}	66.66^{ABCD}	92^{AB}	90.66^{ED}	206.6^{ABC}	43.89^{D}	1
53.33^{ABCD}	66^{CD}	91^{ABCD}	103.6^{ABCD}	217.3^{ABC}	47.60^{ABCD}	2
51.66^{CD}	64.66^{D}	92.66^{A}	109^{AB}	215.6^{ABC}	50.57^{ABCD}	3
54^{AB}	68.66^{AB}	90^{BCD}	99.33^{BCDE}	210.3^{ABC}	47.27^{ABCD}	4
53.66^{ABC}	67.66^{ABC}	91.66^{ABC}	87.66^{E}	200.6^{ABC}	44^{D}	5
53.33^{ABCD}	67^{ABCD}	92.66^{A}	99^{BCDE}	219.6^{AB}	44.97^{CD}	6
53^{ABCD}	66.66^{ABCD}	91^{ABCD}	103.3^{ABCD}	222.3^{AB}	46.45^{ABCD}	7
54^{AB}	67.66^{ABC}	89.33^{D}	94^{CDE}	202.3^{ABC}	46.64^{ABCD}	8
53^{ABCD}	66.66^{ABCD}	91.33^{ABCD}	98.33^{BCDE}	216.6^{ABC}	45.34^{CD}	9
52^{BCD}	66^{CD}	89.66^{CD}	97^{BCDE}	197^{BC}	49.21^{ABCD}	10
53.66^{ABC}	68^{ABC}	90.66^{ABCD}	101.6^{ABCD}	198.3^{BC}	52.92^{A}	11
54.66^{A}	69^{A}	91^{ABCD}	96.66^{BCDE}	219^{ABC}	48.01^{ABCD}	12
53.66^{ABC}	67^{ABCD}	91^{ABCD}	96^{BCDE}	214.6^{ABC}	44.89^{CD}	13
52^{BCD}	66.33^{BCD}	92^{AB}	114.6^{A}	221.6^{AB}	52.49^{AB}	14
52.66^{ABCD}	67^{ABCD}	90^{BCD}	96.66^{BCDE}	203^{ABC}	45.75^{ABCD}	15
51.33^{D}	65.66^{CD}	90^{BCD}	107.3^{ABC}	227.3^{A}	47.19^{ABCD}	16
53^{ABCD}	66.33^{BCD}	91^{ABCD}	109^{AB}	216^{ABC}	50.52^{ABCD}	17
53^{ABCD}	65.66^{CD}	90.66^{ABCD}	91.33^{DE}	200.3^{ABC}	45.64^{BCD}	18
52.33^{BCD}	66^{CD}	91.66^{ABC}	99.33^{BCDE}	192.3^{C}	51.64^{ABC}	19
54.66^{A}	67.66^{ABC}	91.23^{ABCD}	101.3^{ABCDE}	197^{BC}	51.46^{ABC}	20

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.05)

جدول ۴: برآورد ضریب تغییرات ژنوتیپی، ضریب تغییرات فنوتیپی و وراثتپذیری عمومی برای صفات مختلف

Table 4: Estimation of GCV, PCV, and broad sense heritability for different traits

واریانس ژنوتیپی Phenotypic variance	واریانس فنوتیپی Phenotypic variance	وراثت‌پذیری عمومی (درصد) Broad sense heritability (%)	ضریب تغییرات فنوتیپی (درصد) PCV (%)	ضریب تغییرات ژنوتیپی (درصد) GCV (%)	صفات Traits
23.01	38.06	60.46	19.85	15.43	محتوای آب نسبی Relative water content
8.01	13.03	61.49	25.60	20.08	تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub-branches
0.86	1.42	60.65	31.89	24.84	تعداد شاخه‌های اصلی Number of main branches
24.6	36.96	66.55	23	18.76	تعداد بذر در بوته Number of seed per plant
24.35	36.34	67	23.12	18.92	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant
12.15	20.19	60.17	17.96	13.93	ارتفاع بوته Plant height
263.45	266.67	98.80	49.44	49.14	وزن صددانه 100-kernel weight
20.05	32.81	61.11	11.95	9.34	شاخص برداشت Harvest index
359.32	546.16	65.80	11.13	9.02	زیست‌توده Biomass
119.30	169.41	70.42	13.04	10.94	عملکرد دانه Grain yield
2.14	3.47	61.74	2.04	1.60	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity
2.87	4.61	62.25	3.21	2.53	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی Days to 50% podding
2.10	3.35	62.72	3.44	2.73	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50% flowering

جدول ۵: بردار ویژه مؤلفه‌های اصلی و صفات موردبررسی

Table 5: Eigen-vector of principal components and the studied traits

وزن صددانه 100-kernel weight	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد بذر در بوته Number of seed per plant	تعداد شاخه‌های اصلی Number of main-branches	تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub-branches	محتوای نسبی آب Relative water content	درصد از واریانس کل Variance proportion	مؤلفه‌ها Components
-0.174	0.031	0.386	0.376	0.356	0.405	0.048	44.6	1
0.069	-0.542	-0.072	-0.083	-0.127	0	-0.056	14.7	2
0.443	-0.005	0.082	0.009	0.029	0.030	0.608	13.9	3

ادامه جدول ۵: بردار ویژه مؤلفه‌های اصلی و صفات مورد بررسی

Table 5 continued: Eigen-vector of principal components and the studied traits

شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی Days to 50% podding	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity	عملکرد دانه Grain yield	زیست‌توده Biomass	درصد از واریانس کل Variance proportion	مؤلفه‌ها Components
0.308	-0.226	-0.219	0.128	0.390	0.153	44.6	1
-0.412	-0.409	-0.383	0.268	0	0.339	14.7	2
-0.097	0.226	0.341	0.150	0.148	0.452	13.9	3

جدول ۶: نتایج تجزیه به عامل‌ها با چرخش اِکویی‌مکس برای صفات مختلف

Table 6: Factor analysis using Equamax rotation for different traits

تعداد بذر در بوته Number of seed per plant	محتوای نسبی آب Relative water content	وزن صددانه 100-kernel weight	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد شاخه‌های اصلی Number of main- branches	تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub-branches	درصد واریانس Variance (%)	فاکتورها Factors
0.886	0.118	-0.351	0.364	0.888	0.808	0.846	36.8	1
0.231	-0.239	-0.457	-0.341	0.243	0.298	0.430	19.4	2
0.037	0.830	0.428	-0.099	0.163	0.163	0.199	13.8	3
-0.224	0.127	-0.196	0.587	-0.189	0.056	-0.115	10.9	4

ادامه جدول ۶: نتایج تجزیه به عامل‌ها با چرخش اِکویی‌مکس برای صفات مختلف

Table 6 Continued: Factor analysis using Equamax rotation for different traits

روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی Days to 50% podding	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity	عملکرد دانه Grain yield	زیست توده Biomass	شاخص برداشت Harvest index	درصد واریانس Variance (%)	فاکتورها Factors
-0.126	-0.162	0.263	0.799	0.093	0.906	36.8	1
-0.897	-0.846	-0.054	0.393	0.278	0.017	19.4	2
-0.102	0.126	0.021	0.378	0.792	-0.155	13.8	3
0.074	0.187	-0.869	-0.045	-0.250	0.223	10.9	4

جدول ۷: تجزیه خوشه‌ای برای ۲۰ ژنوتیپ نخود

Table 7: Cluster analysis for 20 chickpea genotypes

خوشه چهارم Cluster4	خوشه سوم Cluster3	خوشه دوم Cluster2	خوشه اول Cluster1	صفات Traits
29.44	32.75	29.26	31.87	محتوای آب نسبی Relative water content
14.88	16.70	12.92	13.25	تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub-branches
4.02	4.55	3.34	3.46	تعداد شاخه‌های اصلی Number of main branches
24	31	29	25.51	تعداد بذر در بوته Number of seed per plant
28.46	29.16	23.44	25.25	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant
26.51	25	26.37	23.59	ارتفاع بوته Plant height
28.22	26.50	29.86	40.12	وزن صددانه 100-kernel weight
52.01	50.19	46.82	45.94	شاخص برداشت Harvest index
195.88	220.16	203.46	214.08	زیست توده Biomass
100.77	110	95	97.33	عملکرد دانه Grain yield
91.32	91.41	90.13	91.33	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity
67.22	65.75	66.66	67.37	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی Days to 50% podding
53.55	52	53.06	53.50	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50 % flowering

جدول ۸: ماتریس فاصله خوشه‌ها از یکدیگر در ۲۰ ژنوتیپ نخود

Table 8: The matrix distances of clusters in 20 chickpea genotypes

شماره خوشه Cluster number	1	2	3	4
1	0	15.70	21.25	23.70
2	15.70	0	24.92	13.32
3	21.25	24.92	0	26.50
4	23.70	13.32	26.5	0

جدول ۹: نتایج تجزیه تابع تشخیص برای ۲۰ ژنوتیپ نخود

Table 9: Result of decimation function analysis for 20 chickpea genotypes

شماره خوشه Number of cluster		اعضای پیش‌بینی شده برای هر خوشه Predicted group membership				کل Total
		1	2	3	4	
1	تعداد Count	8	0	0	0	8
2		0	5	0	0	5
3		0	0	4	0	4
4		0	0	0	3	3
1	درصد Percent	100	0	0	0	100
2		0	100	0	0	100
3		0	0	100	0	100
4		0	0	0	100	100

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق، تنوع کافی در بین ژنوتیپ‌ها مطالعه شده از نظر تمامی صفات مشاهده شد که این بیانگر کارآیی این ژنوتیپ‌ها برای گزینش صفات مختلف، به‌ویژه عملکرد دانه می‌باشد. در بین صفات موردنظر، وزن صددانه دارای بیش‌ترین تنوع ژنتیکی با بالاترین وراثت پذیری بود که براساس این دو ویژه‌گی، یعنی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالا، می‌توان از آن در انتخاب غیرمستقیم جهت افزایش عملکرد دانه استفاده کرد. طبق نتایج تجزیه مؤلفه‌ها و تجزیه عاملی بهترین ژنوتیپ‌ها با بیش‌ترین عملکرد دانه شامل لاین‌های شماره ۱۴، ۱۷ و ۳ بود که در تجزیه خوشه‌ای هم در یک گروه مجزا قرار گرفتند. همچنین صفات تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و تعداد شاخه اصلی در بوته، جزء صفات مطلوب مؤثر بر عملکرد دانه شناسایی شدند.

منابع

باقری، آ.، زند، ی. و پارسا، م. ۱۳۸۶. لگوم دانه‌ای، محدودیت‌ها و استراتژی‌ها. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۸۶ صفحه.

چقامیرزا، س. ۱۳۸۶. ارزیابی تنوع ژنتیکی در نخود با استفاده از صفات زراعی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه آزاد واحد کرمانشاه. ۱۱۲ صفحه.

درگاهی، ح. ر. ۱۳۸۵. ارزیابی تنوع ژنتیکی موجود در برخی از ارقام و لاین‌های لوبیا سفید در ایران به روش تجزیه و تحلیل چند متغیره. خلاصه مقالات نهمین کنگره ژنتیک ایران. تهران. مرکز همایش‌های میلاد.

گل‌آبادی، م.، ارزانی، ا. و میرمحمد میبدی، س. ع. م. ۱۳۸۷. اثر تنش رطوبتی آخر فصل بر عملکرد و صفات مورفوفیزیولوژیک در خانواده F_3 گندم دوروم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۶ (۲): ۴۰۵-۴۱۸.

محمدعلی پوریامچی، ه.، قنادها، م. ر.، پیغمبری، س. آ و نقوی، م. ر. ۱۳۹۰. ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۳: ۳۹۳-۴۰۹.

مردی، م.، طالعی، ع. ر. و امیدی، م. ۱۳۸۲. مطالعه تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزاء عملکرد در نخود دسی. علوم کشاورزی، ۳۴ (۲): ۳۴۵-۳۵۱.

ملک‌شاهی، ف.، دهقانی، ح. و علیزاده، ب. ۱۳۸۸. مطالعه شاخص‌های تحمل به خشکی در برخی ارقام پاییزه کلزا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم. شماره ۴۸: ۸۹-۷۷.

موسوی، س. س.، کیان ارثی، ف. و عبداللهی، م. ر. ۱۳۹۲. کاربرد روش‌های آماری چندمتغیره در شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه گندم نان تحت شرایط تنش رطوبتی. تحقیقات غلات، ۳ (۲): ۱۱۹-۱۳۰.

یزدی صمدی، ب.، پیغمبری، س. آ. و مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۳. ارزیابی تنوع ژنتیکی در ۹۰ ژنوتیپ عدس در ناحیه کرج. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵ (۳): ۵۹۵-۶۰۱.

Adhikari, G. and Pandey, M. P. 1982. Genetic variability in some quantitative characters on scope for improvement in chickpea. Chickpea Newsletter, June Icn, 7: 4-5.

Ahmed Khan, T. 2009. Application of univariate and Multivariate Techniques in evaluation of Chickpea (*Cicer aretinum* L.) Genotypes. MSc. Thesis. Departement of Agriculture Statistics College of Agriculture, Dharwad university of Agriculture Sciences.

Arshad, M., Bakhsh, A., Bashir, M. and Haqqani, M. 2002. Determination the heritability and relationship between yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pak. J. Bot., 34: 237-245.

Avola, G. and Patane, C. 2010. Variation among physical chemical and technological properties in three Sicilian cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal Food Science Technology, 45, 2565- 2572.

Ciftci, V., Togay, N., Togay, Y. and Dogan, Y. 2004. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 3 (5): 632-635.

Falconer, D. S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. (3rd edition) Longman. New York. 415 p.

Food and Agricultural Organization of the United Nations 2014. Statistical Database. Rome, Italy (http//www.apps.fao.org).

Hallauer, A. R. and Miranda, J. B. 1998. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State Univ. Press, Ames Iowa.

Hasan, H, Arshad, M., Ahsan, M. and Saleem, M. 2008. Genetic variability and interrelationship for grain yield and its various components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agricultural Research, 46: 109-116.

Hucl, P. and Scoles, J. 1985. Inter specific hybridization in common bean: A review hort science, 20(3):325-357.

Jackson, J. E. 1991. A user's guide to principal components. Wiley Interscience. New York, U.S.A.

Kanouni, H., Taleei, A. and Okhovat, M. 2011. Ascochyta blight (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab.) of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Breeding strategies for resistance. International Journal of Plant Breeding and Genetics, 5: 1-22.

Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., Upadhyaya, H. D., Gowda, C. L. L., Gaur, P. M., Singh, S., Purushothaman, R. and Varshney, R. K. 2013. Partitioning coefficient – a trait thatcontributes to drought tolerance in chickpea. Field Crops Research, 149: 354-365.

Naghavi, M. R. and Jahansouz, M. R. 2005. Variation in the agronomic and morphological traits of Iranian chickpea accessions. Journal of Integrative Plant Biology, 47 (3): 375-379.

Noor, F., Ashraf, M. and Ghafoor, A. 2003. Path analysis and relationship among quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 6 (6): 551-55.

Ozveran Yuce, D., Anlarsa, A. E. and Yuce, C. 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30: 183-188.

Rabii, B. and Rahimi, M. 2009. Evaluation methods of canola genotypes grouped using the Fisher Linear Detection Function. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 47: 529.

Ray chadhury, P., Tanveer, H. and Dixit, G. P. 2007. Identification and detection of genetic relatedness among important varieties of pea (*Pisum sativum* L.) grown in India. Genetica, 130: 183-191.

Sabokdast, M. and Khyalparast, F. 2008. A study of relationship between grain yield and yield components in Common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural of Resource, 11 (42A): 123-134.

Saburi, H., Nahvi, M., Torabi, A. and Kanoni, M. 2008. Classification of rice varieties at different levels from the osmotic potential of sorbitol based on cluster analysis and fisher linear functions. Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, 28-30 August, Karadj, Iran, Crop Science Societ., 7: 327-340.

Safari, P., Honarnejad, R. and Esfahani, M. 2008. Assessment of genetic variation in peanuts (*Arachis hypogaea* L.) cultivars using canonical discriminant analysis. Iranian Journal of Agricultural Research, 6 (2): 327-334.

Sharma, J. K. and Bullar, S. K. 1987. Path analysis on some drought tolerant line of maize. Crop Improvement Society of India, 18: 32-38.

Singh, R. J., Chung, G. H. and Nelson, R. L. 2007. Landmark research in legumes. Genome 50: 525-537.

Slafer, G. A. 1994. Genetic improvement of Field Crops. Pp. 47.

Toker, C. 2003. Evaluation of yield criteria with phenotypic correlations and factor analysis in chickpea. Soil and Plant Sciences, 54: 45-48.

Toker, G. and Cagirgan, M. I. 2004. The use of phenotypic correlations and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Hereditas, 140: 226-228.

Assessment of Genetic Diversity and Heritability of Agro-morphological Traits in Chickpea Promising Lines under Normal Moisture Conditions

Moosavi[1*], S. S., Abdolahi[2], M. R., Ghanbari[3], F.and Kanouni[4], H.

Abstract

High diversity and selection are base of each breeding program. The objectives of this research were assessing genetic diversity and clustering chickpea lines, estimating heritability and identification of the related traits to grain yield. The experiment carried out based on RCBD with three replications during 2012-13 growing season. The genotypes showed significant difference ($p<0.05$) for all traits and they distributed in four areas of bi-plot. The above results indicate that the lines had high genetic diversity. The broad sense heritability of traits varied from 60.17, for plant height, to 94.80, for 100-kernel weight. Three first main components recognized as "yield and yield component", "plant growth or vigor component "and "water retain component" respectively and explained 73.3 percent of total data variance. The four main factors were respectively named as "yield and yield components factor", "increasing generative period factor", "water retain factor" and "increasing growing period factor". Above-mentioned factors explained 80.90 percent of total data variance. Cluster analysis grouped the lines in four clusters and discrimination function analysis confirmed the cluster analysis results. The lines of first and third clusters, had minimum and maximum yield and yield components respectively. Therefore, crossing between first and there clusters can be useful for creating new divers genotypes.

Keywords: Discriminate faction analysis, Cluster analysis, Factor analysis, Principal component analysis, Yield

1, 2 and 3. Assistant Professor, Associate Professor and MSc Student, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

4. Assistant Professor, Kurdistan Agriculture and Natural Resources Research Center, Sanandaj, Iran

*: Corresponding author Email: s.moosavi@basu.ac.ir