

بررسی ژنوتیپ‌های نخود زراعی در شرایط آبی و دیم

مهدی روزخ^{۱*}، حسین حیدری شریف‌آباد^۲، سیدحسین صباغ‌پور^۳، قربان نورمحمدی^۲ و اسلام مجیدی هروان^۲

چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی تأثیر تنش خشکی در بیست ژنوتیپ نخود زراعی از طریق بررسی صفات اکوفیزیولوژیک در شرایط مزرعه‌ای انجام شد. کشت مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۸۵-۸۶ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه در دو شرایط جداگانه آبی و دیم و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عملکرد و صفات تعداد دانه در نیام، تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته، وزن هزار دانه، شاخص سطح برگ، فاصله پایین‌ترین نیام تا سطح خاک، تعداد شاخه اصلی، ارتفاع شاخه اصلی، تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی و شاخص برداشت در هر آزمایش به طور جداگانه اندازه‌گیری شدند و شاخص‌های مقاومت به خشکی MP, MH, YSI, SSI, YI, GMP, TOL, STI بر پایه عملکرد دانه در شرایط آبی و دیم محاسبه شدند. نتایج نشان داد که مقادیر صفات مورد بررسی در آزمایش دیم، کاهش قابل ملاحظه‌ای نسبت به آزمایش آبی داشتند. تعداد روز تا رسیدگی و فاصله پایین‌ترین نیام تا سطح خاک، به ترتیب بیشترین همبستگی مثبت و منفی را با عملکرد نشان دادند. در بین شاخص‌های مقاومت به خشکی، شاخص‌های MP, MH, GMP, STI به عنوان بهترین شاخص‌ها در گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی شدند. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس صفات یاد شده، نشان‌دهنده طبقه‌بندی آن‌ها به چهار گروه عمده بود که سه ژنوتیپ شماره آزاد، ILC.482 و ILC.1799 در یک گروه جای گرفته و معرف ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی بودند.

واژه‌های کلیدی: نخود، ژنوتیپ، تنش خشکی، عملکرد، شاخص‌های مقاومت به خشکی، عملکرد.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۱۹

۱- دانش آموخته دانشگاه آزاد اسلامی تهران، واحد علوم و تحقیقات.

۲- اعضای هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، واحد علوم و تحقیقات.

۳- عضو هیأت علمی مؤسسه دیم سرارود کرمانشاه

*: این مقاله نتایج بخشی از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد.

مقدمه و بررسی منابع

حبوبات از جمله محصولاتی هستند که ارزش غذایی زیادی دارند و یکی از مهم‌ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین می‌باشند، به نحوی که بعد از غلات دومین منبع مهم غذایی انسان به شمار می‌روند. در کشور ما، سطح زیر کشت نخود^۱ ۷۵۱۰۰۰ هکتار می‌باشد که از این نظر چهارمین رتبه جهان را به خود اختصاص داده است. ۹۵ درصد سطح زیر کشت نخود به صورت دیم کشت می‌شود و عملکرد آن حدود ۳۵۸ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که نسبت به میانگین جهانی و کشورهای مهم تولیدکننده نخود بسیار پایین می‌باشد (۲۵). با افزایش تولید و تجارت نخود، نیاز به بهبود روش‌های تولید آن روز به روز بیشتر احساس می‌شود، به طوری که در کشورهای تولیدکننده، تحقیقات به زراعی و به نژادی نخود توجه متخصصان را به خود جلب کرده است (۲). به دلیل کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، مطالعه در مورد اثرات تنش خشکی روی گیاهان زراعی از مهم‌ترین اهداف تحقیقات کشاورزی است. از این رو مقاومت به خشکی عبارت است از توانمندی گیاه در به دست آوردن و نگهداری آب و ادامه فعالیت‌های متابولیکی در بافت‌هایی است که در یک دوره خشکی و تحت تأثیر پتانسیل آب پایین قرار گرفته باشند (۱).

اصولاً کاهش عملکرد دانه ناشی از تنش خشکی به علت اثرات منفی این تنش روی سطح برگ، فتوسنتز پوشش گیاهی، سرعت رشد محصول و اجزای مختلف عملکرد می‌باشد (۲۲ و ۳۰). در یک آزمایش بر روی نخود مشاهده شد که دو نوبت آبیاری در مراحل قبل از گل‌دهی و تشکیل نیام در مقایسه با تیمار شاهد (بدون آبیاری) عملکرد دانه نخود را به میزان ۱۱۵/۲ درصد افزایش داد. در عین حال مشخص گردید که زمان گل‌دهی یک عامل اصلی در اختلافات بین عملکرد، در شرایط خشکی است (۱۶). بنابراین انتخاب ارقامی با گل‌دهی زود هنگام به عنوان یک استراتژی برای اصلاح ارقام نخود در محیط‌های خشک مد نظر قرار داده گرفته است (۲۸ و ۲۹). چنانچه صباغ‌پور^۲ و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که ارقام نخود با قدرت رشد بالای اولیه و

زودرس، به خوبی می‌توانند از خشکی آخر فصل فرار کنند (۲۳). برای بررسی شدت تأثیر تنش خشکی به منظور گزینش ارقام مقاوم و صفات مربوطه، از آزمایش‌های مزرعه‌ای که در آن‌ها آبیاری در مناطق خشک و مرطوب به کار می‌رود، استفاده می‌شود. در عین حال به نظر می‌رسد تلاش‌های آینده باید در جهت تکامل ارقامی باشد که دارای مقاومت به تنش چندگانه^۱ باشند (۳۰). نتایج بررسی محققان دیگر برای ارزیابی تحمل به خشکی در ۴۸۲ ژنوتیپ نخود، بیانگر تأثیر دو عامل افت آب از دست رفته از گیاه و استخراج رطوبت خاک، بر سازگاری این ژنوتیپ‌ها در شرایط خشکی می‌باشد (۵). طبق نظر فرناندز^۲ (۱۹۹۲) ژنوتیپ‌ها بر اساس پاسخ عملکرد آن‌ها به شرایط تنش می‌توانند به چهار گروه تقسیم شوند: ۱- ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی را هم در شرایط تنش و هم بدون تنش به دست می‌دهند (گروه A). ۲- ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی را تنها در شرایط بدون تنش به دست می‌دهند (گروه B)، ۳- ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی را تنها در شرایط تنش به دست می‌دهند (گروه C)، ۴- ژنوتیپ‌هایی که عملکرد پایینی را هم در شرایط تنش و هم بدون تنش به دست می‌دهند (گروه D). فرناندز بیان می‌دارد که بهترین معیار انتخاب برای تنش، معیاری است که گروه A را از سایر گروه‌ها تشخیص دهد (۱۴). به منظور تشخیص و تمایز ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی شاخص‌های چندی بر اساس یک رابطه ریاضی بین عملکرد در شرایط مطلوب و تنش پیشنهاد شده است (۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱).

با توجه به فراگیری شرایط کم آبی در کشور و لزوم درک بهتر از توانمندی‌های ذکر شده در این شرایط و نیز با توجه به اهمیت کشت نخود (در میان حبوبات) در ایران و به خصوص غرب کشور، این تحقیق به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی در بیست ژنوتیپ نخود در شرایط استان کرمانشاه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

شد. برداشت نهایی هر کرت، موقعی انجام گرفت که بیش از ۹۰ درصد نیام‌ها رنگ زرد مایل به قهوه‌ای به خود گرفته باشند. در این هنگام، از سطح مؤثر هر کرت، ابتدا ۱۰ بوته به طور تصادفی برای تعیین شاخص برداشت، ارتفاع شاخه اصلی، تعداد شاخه اصلی، فاصله پایین‌ترین نیام تا سطح خاک، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در نیام، برداشت شد و عملکرد دانه آن‌ها در عملکرد دانه حاصل از سطح مؤثر منظور گردید. به منظور تعیین وزن هزار دانه، از محصول دانه هر کرت، ۴ نمونه ۱۰۰ بذری به طور تصادفی جدا شده و پس از توزین، میانگین وزن صد دانه محاسبه و از روی آن وزن هزار دانه برآورد گردید. با استفاده از داده‌های ثبت شده در دو آزمایش آبی و خشکی و به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به خشکی، شاخص‌های مقاومت به خشکی به شرح زیر محاسبه و ثبت شد:

شاخص حساسیت به تنش^۱ (۱۵)، شاخص تحمل به تنش^۲ (۱۹ و ۱۴)، شاخص تحمل^۳ (۲۱ و ۱۱)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری^۴ (۱۹ و ۱۴)، شاخص عملکرد^۵ (۱۷)، شاخص پایداری عملکرد^۶ (۸)، شاخص بهره‌وری متوسط^۷ (۲۱)، شاخص میانگین هارمونیک^۸ (۲۱)، شاخص معیار برتری^۹ (۲۰ و ۱۲).

در تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها، از نرم‌افزارهای SPSS، MSTATC و EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در آزمایش آبی نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مختلف نخود، از نظر عملکرد دانه تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد که نشان‌دهنده وجود تنوع در بین آن‌هاست. بررسی

در این تحقیق از ۲۰ ژنوتیپ و رقم نخود زراعی که از بخش حبوبات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه تهیه شده بود، استفاده گردید. ارقام آرمان، آزاد هاشم و محلی بیونج در کنار شانزده ژنوتیپ دیگر، مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۸۶-۸۵ در مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود واقع در کیلومتر ۱۷ جاده کرمانشاه - همدان با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو آزمایش آبی و خشکی که از یکدیگر حدود دویست متر فاصله داشتند اجرا شد. هر آزمایش شامل چهار تکرار بود و هر تکرار شامل بیست کرت بود که در هر کدام از آن‌ها یک رقم یا ژنوتیپ کشت شد. فاصله بین خطوط کشت در هر کرت ۳۰ سانتی‌متر و طول هر خط کاشت در کرت چهار متر بود. بذرهای هر ژنوتیپ پس از ضد عفونی با سم کاپتان به نسبت دو در هزار، در عمق ۵ سانتی‌متری خاک و با در نظر گرفتن تراکم ثابت ۸۰ بذر برای هر کرت، کشت شدند. دو ردیف کناری و نیز ۲۵ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت، به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. در اوایل سبز شدن بوته‌ها، از علف‌کش سوپر گالانت برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ مزرعه استفاده شد. در ادامه نیز کلیه علف‌های هرز مزرعه در دو نوبت به طور کامل با دست و چین شدند. به منظور مبارزه با آفت کرم پیله خوار نخود (هلیوتیس)، گیاهان در مرحله آغاز گل‌دهی با سم سویین به نسبت دو در هزار سم‌پاشی گردیدند. با ورود گیاهان به مرحله گل‌دهی در اوایل خرداد ۱۳۸۵، آزمایش آبی با استفاده از روش آبیاری بارانی، انجام شد. آبیاری دوم به‌فاصله ۱۲ روز بعد و در هنگام مرحله پرشدن دانه در آزمایش آبی و به روش بارانی انجام شد. پس از اعمال دو نوبت آبیاری در آزمایش آبی مزرعه، در اواخر خرداد مقدار شاخص سطح برگ^۱ با استفاده از دستگاه SunScan Canopy Analysis System اندازه‌گیری شد. هم‌چنین صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، در طول دوره رشد در هر آزمایش اندازه‌گیری و یادداشت

1. Stress Susceptibility Index (SSI)
2. Stress Tolerance Index (STI)
3. Tolerance Index (TI)
4. Geometric Mean Productivity (GMP)
5. Yield Index (YI)
6. Yield Stability Index (YSI)
7. Mean Productivity (MP)
8. Mean Harmonic (MH)
9. Superiority Measure (SM)

1. Leaf Area Index (LAI)

در شرایط دیم، تفاوت بیشترین و کمترین مقادیر تعداد دانه در بوته، در مقایسه با شرایط آبی، بزرگتر بود که تأثیر منفی وقوع خشکی را در این صفت نشان می‌دهد. به طوری که مقایسه این صفت در شرایط دیم نسبت به آبی، دامنه‌ای از افت شدید در ژنوتیپ شماره ۱۹ (FLIP.97-219) تا تغییرات کم (ژنوتیپ شماره ILC.1799:۱۱) و یا بدون تغییر (ژنوتیپ شماره ۹: بیونج) را نشان داد (جدول ۲) (۳۳). در عین حال نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۷ و ۸ (آزاد و ILC.482)، هم در شرایط دیم و هم در شرایط آبی ژنوتیپ‌های با پتانسیل بالا و دارای پایداری هستند و می‌توانند در گزینش ارقام مقاوم به خشکی مورد استفاده قرار گیرند (جدول ۲).

باتوجه به تنوع زیاد وزن هزاردانه ژنوتیپ‌های کشت شده در شرایط دیم و آبی و تغییرات اندک در مقادیر این صفت در دو محیط آبی و دیم برای هر ژنوتیپ، به نظر می‌رسد، این صفت کمتر تحت تأثیر محیط باشد (۳، ۷ و ۹). مقایسه تعداد روز تا رسیدگی ژنوتیپ‌ها در دو مزرعه آبی و دیم، بیانگر کاهش محسوس دوره رشد اکثر ژنوتیپ‌ها در شرایط دیم و تنش خشکی است (جدول ۱ و ۲) (۹ و ۶).

در بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در مزرعه دیم، در بین اجزای عملکرد، بیشترین همبستگی با عملکرد دانه متعلق به شاخص برداشت (۰/۸۶۹+) و تعداد دانه در بوته (۰/۸۷۵+) بود. فاصله پایین‌ترین نیام تا سطح خاک همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان داد که دلالت بر تأثیر نامناسب پابلندی بوته‌ها در شرایط دیم، بر عملکرد دانه دارد. صفات شاخص برداشت، تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی نیز همبستگی بالایی مثبت و معنی‌داری با عملکرد داشتند که بیانگر تأثیر زیاد این صفات در پیش‌بینی عملکرد مزرعه‌ای می‌باشد (۳، ۴، ۱۳، ۳۲، ۳۳ و ۳۴). با بررسی تجزیه واریانس شاخص‌های مقاومت به خشکی با استفاده از داده‌های مربوط به عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط آبی و دیم، نشان داده شد که اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه شاخص‌های مقاومت به خشکی وجود دارد، که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای مقاومت به خشکی است. مناسب‌ترین شاخص آن است که در هر

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در صفات مورد مطالعه در آزمایش آبی (جدول ۱)، نشان داد که رقم آزاد با ۶۸۲/۹۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را تولید نمود که حدود دو برابر ژنوتیپ ضعیف‌تر (شماره X96.TH62K2:۱۷) بود. از نظر تعداد دانه در نیام، ژنوتیپ‌های ۶، ۱۵ و ۱۸ بالاترین مقدار (بیش از یک) را نشان دادند.

از نظر تعداد دانه در بوته بالاترین مقدار متعلق به ژنوتیپ شماره ۸ (ILC.482) بود (جدول ۱) (۱۰). نکته مهم در رابطه با صفت تعداد دانه در بوته، اختصاص کمترین مقدار به ژنوتیپ شماره ۱۷ می‌باشد که باتوجه به مقدار تعداد نیام در بوته در این ژنوتیپ، بر نقش مهم صفت تعداد دانه در نیام بر عملکرد پایین این ژنوتیپ تأکید می‌نماید (جدول ۱) (۴، ۱۳، ۲۶، ۳۱، ۳۵ و ۳۶). بیشترین تعداد روز تا رسیدگی و گل‌دهی مربوط به رقم آزاد بود که از مهم‌ترین دلایل عملکرد بالای این ژنوتیپ در بین تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط آبی است (جدول ۱) (۲۴).

بیشترین مقادیر ضرایب همبستگی در بین صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه که همبستگی مثبت و معنی‌داری می‌باشد، به ترتیب مربوط به صفات روز تا رسیدگی (۰/۸۴۹+)، شاخص برداشت (۰/۸۲۶+)، و روز تا گل‌دهی (۰/۸۲+) بود که نشان‌دهنده اهمیت توجه به این صفات جهت بهبود عملکرد در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد (۶).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه مزرعه در شرایط دیم نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مختلف نخود از نظر عملکرد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. چنانچه عملکرد ژنوتیپ شماره ۱۹ (FLIP.97-219) از ۴۹۸/۸۹ کیلوگرم در هکتار در مزرعه آبی (جدول ۱) به ۱۷۵/۱۴ کیلوگرم در هکتار و عملکرد ژنوتیپ شماره ۱۰ (FLIP.97-111) از ۶۳۳/۱۶ کیلوگرم در هکتار در مزرعه آبی به کمتر از نصف کاهش یافت (جدول ۲). عملکرد رقم محلی بیونج در شرایط دیم در مقایسه با شرایط آبی، تفاوتی نداشت که بیانگر سازگاری خوب این رقم با شرایط دیم کرمانشاه می‌باشد (جدول ۲).

حال حساس به خشکی هستند (شکل ۱). با توجه به حداکثر فاصله ژنتیکی بین این دو گروه ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد و مقاومت به تنش، می‌توان به منظور مطالعات بیشتر در مورد ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی، از طریق ایجاد جمعیت در حال تفرق، ازدورگیری بین این ژنوتیپ‌ها استفاده نمود.

با توجه به وجود تنوع نسبتاً بالا در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، می‌توان از این مجموعه به عنوان یک خزانه ژنی مناسب در برنامه‌های اصلاحی جهت بهبود صفات مختلف در ارقام موجود و یا ایجاد ارقام با عملکرد بالا و پایدار برای شرایط تنش خشکی منطقه استفاده نمود. همچنین وجود کمترین تفاوت عملکرد در شرایط آبی و دیم در رقم محلی بیونج، لزوم رفع موانع ژنتیکی احتمالی از طریق انتقال صفات مناسب به منظور افزایش پتانسیل عملکرد در شرایط آبی را بیش از پیش نمایان می‌سازد.

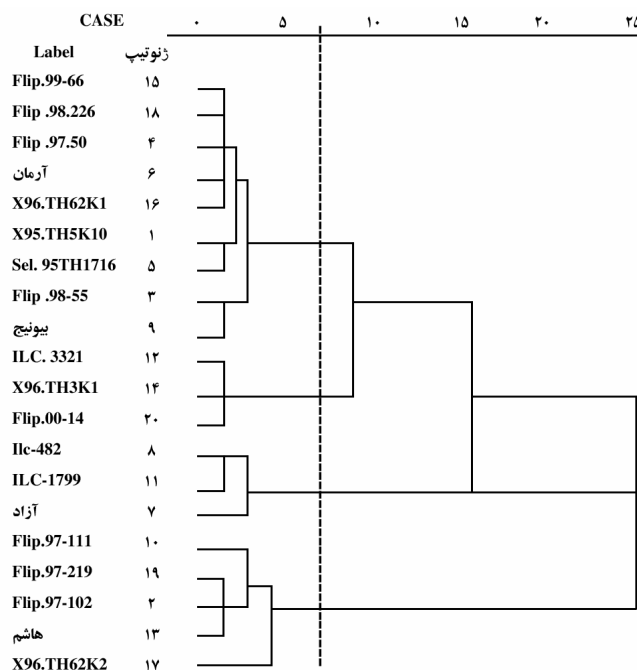
سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و مؤسسه تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه به خاطر مساعدت در اجرای این تحقیق تشکر می‌گردد

دو شرایط آبی و دیم دارای همبستگی بالا و معنی‌داری با عملکرد باشد (۱۴).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از همبستگی شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد در شرایط آبی و دیم نشان داد که از بین شاخص‌های مقاومت به خشکی، شاخص‌های STI، GMP، MH و MP همبستگی بالاتر و معنی‌داری با عملکرد در شرایط آبی و دیم وجود دارند (جدول ۳). بنابراین می‌توان شاخص‌های تحمل تنش، میانگین هندسی بهره‌وری، میانگین هارمونیک و بهره‌وری متوسط را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های مقاومت به خشکی برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی که در شرایط آبی و دیم نیز عملکرد بالایی دارند در نظر گرفت. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر مبنای شاخص‌های فوق و عملکرد در شرایط آبی و دیم با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و دندروگرام مربوط در شکل ۱ نشان داده شده است. براین اساس لاین‌های ILC.482، ILC.1799 و رقم آزاد در یک گروه قرار گرفتند که همان گروه ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی است. ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ۱۹، ۱۰ و ۱۷ در گروه دیگری قرار گرفتند که همان گروه ژنوتیپ‌های دارای عملکردهای پایین و در عین



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای ۲۰ ژنوتیپ نخود براساس داده‌های مربوط به MH, MP, GMP, STI و عملکرد در شرایط آبی و دیم

جدول ۱- میانگین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود در آزمایش آبی

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد دانه	تعداد نیام	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)	فاصله پایش		تعداد شاخه اصلی	ارتفاع شاخه اصلی	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز گل دهی	شاخص سطح برگ	صفت
					تعداد دانه	تعداد نیام						
۴۹/۶۱ d-f	۰/۹۴۷ b-d	۸۸/۳ g-j	۳۳۷/۲۱ b-d	۴۵/۱۷ef	۲۳۷b	۲/۷bc	۳۱/۳۳۰۰۷b	۷۶/۵hi	۴۹/۵h-j	۰/۹۱۳A	۱	
۴۵/۱۴۵ e-g	۰/۹۵۳a-d	۸۳/۳H	۳۴۷/۵۲a-d	۴۴/۴۴f	۳۳۷b	۲/۸abc	۳۴/۴d	۷۴/۷ohi	۴۷/۰Jk	۰/۸۷۵ea-d	۲	
۵۱/۴۳۲ de	۰/۹۲۸b-d	۹/۵۵e-i	۳۳۳/۰۲b-d	۴۶/۳۳ef	۲۴/۱۸b	۲/۶bc	۳۰/۶b	۸۱/۵e-g	۵۱/۷۵g-i	۰/۸۲۵b-d	۳	
۵۴/۲۰ de	۰/۹۴۳ b-d	۹/۴۴f-j	۳۳۴/۴۳b-d	۴۸/۴۸c-f	۲۲/۵b	۳/۰bc	۲۲/۴۸de	۸۷/۰cd	۵۳/۷ohg	۰/۸۳۷b-d	۴	
۴۲/۰۷e-g	۰/۸۷۵ cd	۱۱/۲۸c-e	۲۴۵/۴۸g	۴۸/۹۳c-f	۱۲/۱۳e	۴/۶ea	۳۳/۳h	۷۵/۷ohi	۴۹/۲۵lj	۰/۷۷c-f	۵	
۵۱/۸۵۲ de	۱/۰۴۲ ab	۱۰/۲۸d-g	۳۰۰/۳۲c-g	۴۷/۱۴d-f	۲۳/۲b	۲/۸۳bc	۳۲/۸b	۸۴/۰d-f	۵۲/۲ogh	۰/۸۸۸a-d	۶	
۶۸/۹۳ d	۰/۹۴۳ b-d	۱۳/۲۸b	۳۱۴/۵۳c-f	۱۴/۳۵a-d	۲۱/۵bc	۳/۴۲b	۲۷/۹abc	۱۰/۵ea	۶۳/۵a	۰/۸۳۷a-c	۷	
۶۶/۵۳ a-c	۰/۹۱۳ b-d	۱۵/۰a	۲۶۵/۸۹e-g	۵۶/۲۴ab	۱۸/۴۳cd	۳/۱bc	۲۹/۹g	۹۸/۰b	۶۰/۵b	۰/۸۲۵b-d	۸	
۵۰/۲۳۶ d-f	۰/۵۲ a-d	۷/۴۳Jk	۴۰۸/۳۵a	۵۰/۹۹a-f	۲۱/۵۲bc	۳/۱abc	۲۸/۵۳d-f	۸۰/۵fg	۵۷/۵c-e	۰/۸۱۲b-e	۹	
۴۳/۱۶ e-g	۰/۸۴۷ D	۷/۸۳i-k	۳۵۰/۲۱a-c	۴۷/۲d-f	۲۰/۸b-d	۲/۸۵bc	۲۸/۵۳fg	۷۶/۰hi	۴۷/۵j	۰/۶۶۲d-f	۱۰	
۶۵/۲۹ a-c	۰/۹۲۸ b-d	۱۰/۱۵c-h	۳۸۵/۳۲ab	۵۷/۶ea	۱۷/۹۳d	۳/۰bc	۲۸/۳۳fg	۹۶/۷ob	۵۹/۵bc	۰/۵۵ef	۱۱	
۶۶/۱۷ ab	۰/۹۷a-d	۱۲/۲bc	۳۳۰/۵۱b-e	۵۶/۳۷a-b	۱۸/۳۳cd	۳/۰bc	۲۹/۰e-g	۹۸/۵b	۶۱/۰ab	۰/۶۲۵d-f	۱۲	
۳۹/۲۳ fg	۰/۹۰۵ b-d	۸/۳۵h-i	۲۷۹/۸۴d-g	۳۵/۳۳g	۲۷/۹۳a	۲/۸۳bc	۳۶/۲a	۷۳/۰i	۴۷/۵j	۰/۸۷۵ab	۱۳	
۶۴/۱۹ a-c	۰/۹۹۷ a-c	۱۱/۹۳b-d	۳۲۷/۶b-f	۵۴/۵۹a-c	۲۳/۲ab	۳/۰۳bc	۳۳/۳b	۹۷/۰b	-d۵۹/۰b	۰/۸۷۵a-d	۱۴	
۵۴/۱۴۶ de	۱/۰۸۵ a	۱۰/۱۳e-h	۳۲۷/۶b-f	۵۱/۰۲a-f	۲۲/۸ab	۲/۲۳bc	۳۱/۲۳cd	۸۷/۰cd	۵۶/۲۵d-f	۰/۸۳۷a-c	۱۵	
۵۳/۰۸ de	۰/۹۸۳ a-d	۹/۵۵e-i	۳۳۷/۷b-f	۴۹/۳b-f	۲۱/۵bc	۲/۸bc	۳۰/۴۸de	۸۵/۰de	۵۳/۵fg	۰/۷۷c-f	۱۶	
۳۵/۴۶ g	۰/۶۳e	۹/۸۵e-h	۳۴۷/۰۲b-d	۳۷/۰۳g	۲۸/۱۳a	۲/۹۳bc	۳۷/۱۵a	۷۲/۷oi	۴۴/۵k	۰/۸۷۵a-d	۱۷	
۵۵/۹ c-e	۱/۰۳۷Ab	۱۲/۵ob-d	۲۳۳/۸fg	۴۹/۷b-f	۲۲/۴b	۳/۲۳bc	۳۱/۵۳cd	۸۵/۲c-e	۵۵/۲۵ef	۰/۸۸۸a-d	۱۸	
۴۹/۸۹ d-f	۰/۹۷ a-d	۸/۶g-j	۳۴۸/۳۳a-d	۴۴/۸۴ef	۲۱/۷bc	۳/۰abc	۳۰/۴۳de	۷۸/۰gh	۴۹/۸oh-j	۰/۶۸۸c-f	۱۹	
۵۸/۱۸ b-d	۰/۹۴۵ b-d	۱۱/۴۵c-f	۳۳۳/۹۱b-f	۵۷/۰۲a-c	۲۰/۹۳b-d	۲/۳۸c	۲۹/۹d-f	۸۹/۲۵c	۵۷/۰c-e	۰/۵۲۸F	۲۰	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

جدول ۲- میانگین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخلود در آزمایش دیم

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد دانه در نیام	تعداد دانه در بوته	تعداد نیام در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)	فاصله پایین ترین نیام تا سطح خاک (سانتی‌متر)	تعداد شاخه اصلی	ارتفاع شاخه اصلی (سانتی‌متر)	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز گل‌دهی	شاخص سطح برگ	صفت
												ژنوتیپ
۳۳۱/۳۸۰-f	۰/۹۱۷۸-c	۵/۸۳۴-i	۷/۱۴-h	۳۲۹/۲۷-b-e	۴۰/۴۵ef	۲۴/۸۳c	۲/۷۰b-e	۳۳/۱۰-c-f	۷۱/۵۶g	۴۹/۰ef	۰/۲۷۵b-d	۱
۲۵۹/۲۹۹-d-g	۰/۹۹۵ab	۴/۹۳h	۴/۹۳h	۳۱۷/۴۸b-f	۳۷/۴۹fg	۲۴/۴۸c	۲/۸۵b-c	۳۰/۱۸۴f-h	۶۹/۷۶g	۴۵/۲۵gh	۰/۲۸۸b-d	۲
۴۵۷/۷۶۸-c	۰/۹۵۷۸-c	۷/۲۸۶-h	۸/۰b-f	۳۵۸/۷۹b	۴۷/۹۷۸-d	۳۳/۵۸cd	۲/۱۵e	۲۴/۷۵b	۸۱/۰c-e	۵۱/۵de	۰/۵۷۵c-f	۳
۳۸۰/۰۵b-d	۰/۹۸۷ab	۷/۱۵d-h	۷/۱۵d-g	۳۰۸/۷۸d-f	۴۸/۳۶۸-d	۲۰/۰۸ef	۲/۳۳c-e	۲۹/۲۳gh	۷۸/۵e	۵۴cd	۰/۲۱۳b-f	۴
۳۹۰/۷b-d	۰/۹۲۲۸-c	۹/۴۸۸-d	۹/۸۵۸-d	۲۴۸/۰۴hi	۴۵/۷۹b-e	۱۴/۷۳g	۴/۲۸	۲۴/۲۸i	۸۱/۰c-e	۴۹/۰ef	۰/۷b-d	۵
۳۹۹/۷b-d	۱/۱۰۵a	۸/۸۸-e	۷/۸۸b-f	۲۷۵/۰۷f-h	۴۷/۴۱۸-e	۲۲/۲۳c-e	۲/۲e	۳۲/۵۸b-e	۸۷/۵b-d	۵۱/۵de	۰/۵۸۸c-f	۶
۵۵۰/۳۳۸	۰/۹۵۸۸-c	۹/۸۸۸-c	۱۰/۲۸۸ab	۲۹۷/۸۴e-g	۵۰/۵۸۸-c	۳۳/۸۳c	۲/۲۳bc	۳۳/۷۵bc	۸۷/۰a	۶۰/۵a	۰/۵۷۵c-f	۷
۴۴۴ab	۰/۹۷ab	۱۱/۱۳۸a	۱۱/۵a	۳۶۶/۷۲g-i	۵۷/۲۲ab	۱۸/۲f	۳/۰۲b-d	۲۹/۴gh	۸۶/۵a	۵۹/۵a	۰/۲۵b-e	۸
۵۰۰/۲۹۹ab	۰/۹۴۸۸-c	۷/۳۵d-h	۷/۸۸c-g	۴۰۲/۳۳۸	۴۹/۵۹۸-d	۲۰/۲۵ef	۲/۹۳b-e	۳۰/۹۸d-h	۸۴/۰a-c	۵۸/۰ab	۰/۸۷۵a	۹
۲۲۰e-g	۰/۹۷۸cd	۳/۹۸ij	۴/۹۳h	۲۴۲/۲۹b-d	۳۳/۲۹g	۳۳/۸۸c	۲/۹۳b-e	۲۸/۸۸h	۷۷/۵gh	۴۷/۰f-h	۰/۴۷۵ef	۱۰
۴۷۲/۱۹۹ab	۰/۹۱۲bc	۸/۰۵b-g	۸/۸۳b-e	۳۵۰/۱۷۶bc	۵۲/۷۸	۱۸/۰۲f	۲/۹b-e	۲۹/۷۵f-h	۸۶/۰ab	۵۹/۵a	۰/۲۲۵b-f	۱۱
۳۹۴/۱۴b-d	۰/۹۴۸-c	۷/۵c-g	۷/۹b-g	۳۰۱/۴۹d-g	۴۷/۷۹۸-e	۲۰/۸۸d-f	۲/۷۰b-e	۳۱/۵۳c-g	۸۳/۵۸c-c	۵۹/۰a	۰/۲۵b-f	۱۲
۳۳۹/۲۴e-g	۱/۰۱۳ab	۵/۲۵g-i	۵/۵۵gh	۲۵۵/۲۵hi	۳۳/۲۹g	۲۸/۰b	۲/۲۳c-e	۲۴/۸۵b	۶۹/۰g	۴۷/۵fg	۰/۲۱۳b-f	۱۳
۴۲۸-c	۰/۹۵۳۸-c	۸/۵b-e	۸/۹۸b-e	۲۹۷/۲۵e-g	۴۹/۰۶۸-d	۲۵/۲۵c	۲/۸b-b-e	۳۳/۵۵bc	۸۴/۵a-c	۵۹/۰a	۰/۳۳۸۸-c	۱۴
۴۰۳/۴۸b-d	۱/۰۷ab	۸/۰۳b-g	۷/۱۵d-g	۳۰۱/۹۹d-g	۴۷/۱۸b-e	۲۴/۲۵c	۳/۱۵bc	۳۲/۹b-d	۸۷/۵b-d	۵۵/۷۵bc	۰/۷۵۸-c	۱۵
۳۵۷/۸۱b-e	۱/۰۱ab	۷/۷۸e-h	۷/۷e-h	۳۱۵/۱c-f	۴۷/۱۹d-f	۳۳/۷۳c	۲/۲۳c-e	۳۱/۸۸c-f	۷۴/۵f	۵۳/۰d	۰/۸۷۷ab	۱۶
۱۸۸۷/۱fg	۰/۶۴e	۳/۵۸ij	۵/۹۳f-h	۳۱۷/۹۹b-e	۳۶/۲۴h	۳۱/۰۸۸	۲/۱c-e	۳۹/۳۵a	۶۵/۵h	۴۵/۰gh	۰/۲۳۸b-e	۱۷
۳۸۶/۲۴b-d	۰/۹۹۵ab	۱۰/۰۲۸ab	۱۰/۱۳۸a-c	۳۳۱/۱۵i	۴۳/۲۶c-f	۲۴/۵۳c	۲/۴۳b	۳۳/۵۵bc	۷۹/۲۵de	۵۳/۵cd	۰/۲۸۵b-d	۱۸
۱۷۵/۱۴g	۰/۸۸de	۲/۲۲j	۴/۲۵h	۳۳۲/۲b-e	۳۳/۳۸h	۲۴/۲۳c	۲/۸b-b-e	۳۰/۴۵c-h	۶۶/۰i	۴۴/۵h	۰/۵۳۸d-f	۱۹
۴۲۷/۹۵۸-c	۰/۹۸۲ab	۸/۲b-f	۸/۵b-b-e	۳۹۷/۲d-f	۴۷/۳۳۸-e	۲۰/۱۲ef	۲/۲۵de	۲۹/۸۸f-h	۸۵/۰ab	۵۹/۰a	۰/۴۵f	۲۰

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ندارند

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد در شرایط آبی و دیم

YP	YS	SSI	STI	TOL	GMP	YI	YSI	MH	MP
۰/۵۵۴**									
-۰/۲۰ ^{ns}	-۰/۸۲۱**								
۰/۷۹۱**	۰/۹۳۴**	-۰/۵۸۲**							
۰/۳۲۴**	-۰/۶۰۸**	۰/۹۱۴**	-۰/۳۰۷**						
۰/۷۸۷**	۰/۹۴۵**	-۰/۶۱۶**	۰/۹۸۹**	-۰/۳۲۴**					
۰/۵۵۴**	۱/۰۰**	-۰/۸۲۱**	۰/۹۳۴**	۰/۶۰۸**	۰/۹۴۵**				
۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۸۲۶**	۰/۹۸۱**	۰/۵۷۶**	-۰/۹۳۲**	۰/۶۰۹**	۰/۸۲۷**			
۰/۷۲۴**	۰/۹۶۶**	۰/۶۸۲**	۰/۹۷۹**	-۰/۴۰۷**	۰/۹۹۵**	۰/۹۶۶**	۰/۶۷۴**		
۰/۸۵۸**	۰/۹۰۳**	-۰/۵۱۶**	۰/۹۸۵**	-۰/۲۰۷ ^{ns}	۰/۹۸۹**	۰/۹۰۳**	۰/۵۱۳**	۰/۹۶۹**	

YP: عملکرد در شرایط آبی، YS: عملکرد در شرایط دیم، SSI: شاخص حساسیت به تنش، STI: شاخص تحمل، GMP: شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، YI: شاخص عملکرد، YSI: شاخص پایداری، MH: شاخص میانگین هارمونیک، MP: شاخص بهره‌وری متوسط
* و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد ns: غیر معنی‌دار

منابع

- ۱- کوچکی، ع. ۱۳۶۸. زراعت در مناطق خشک (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۰۴ ص.
- ۲- باقری، ع.، نظامی، ا.، گنجعلی، ع.، و پارسا، م. ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح نخود (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۴۴ ص.
- ۳- صباغ پور، س. ح. ۱۳۸۲. توارث پذیری و سود ژنتیکی وزن صدانه در گیاه نخود. هشتمین کنگره ژنتیک ایران، بیمارستان میلاد تهران، ۹۸ ص.
4. Alan, O., and Geren, H. 2007. Evaluation of heritability and correlation for seed yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agronomy* 6 (3): 484-487.
5. Anbessa, Y., and Bejiga, G. 2002. Evaluation of Ethiopian chickpea landraces for tolerance to drought. *Genetic Resources and Crop Evolution* 49 (8): 557-564.
6. Berger, J. D., Ali, M., Basu, P. S., Chaudhary, B. D., Chaturvedi, S. K., Deshmukh, P. S., Dharmaraj, P. S., Dwivedi, S. K., Gangadhar, G. C., Gaur, P. M., Kumar, J., Pannu, R. K., Siddique, H. M., Singh, D. N., Singh, D. P., Singh, S. J., Turner, N. C., Yadava, H. S., and Yadav, S. S. 2006. Genotype by environment studies demontstrate the critical role of phenology in adaptation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to high and low yielding environments of india. *Field Crops Research* 98: 230-244.
7. Bicer, B. T. T., and Shaker, D. 2008. Heritability and gene effects for yield and yield components in chickpea. *Hereditas* 145 (5): 220-224.
8. Bouslama, M., and Schapaugh, W. T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1 :Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science* 24: 933-937.
9. Canci, H., and Toker, C. 2009. Evaluation of yield criteria for drought and heat resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 195 (1): 47-54.
10. Citcfi, 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.
11. Clarke, J. M., Townley-Smith, T. M., Mc Caig, T. N., and Green, D. G. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Science* 24: 537-541.
12. Clarke, J. M., De Pauw, R. M., and Towehley – Smith, T. M. 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. *Crop Science* 32: 728-732.
13. Farshadfar, M., and Farshadfar, E. 2008. Genetic variability and analysis of chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces and lines. *Journal of Applied Sciences* 8(21): 3951-3956.

14. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress, Tainan, Taiwan. Pp. 257-277.
15. Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part1 :grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research 29:897-912.
16. Gaur, B. L., and Choudhary, M. K. 1993. Effects of irrigation and moisture conserving substances on yield and water-use efficiency of gram (*Cicer arietinum*). Indian Journal of Agricultural Sciences 63(12): 833-835.
17. Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R. G., Ricciardi, G. L., and Borghi, B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Canadian Journal of Plant Science 72: 523-531.
18. Huang, B. 2000. Role of root morphology and physiology. In: Wilkinson, R. E., (ed.), Plant – Environment Interactions. Marcel Deccker Inc., New York, Pp. 39-64.
19. Kristin, A. S., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, F., Cazares-Enriquez, B., Acosta-Gallegos, J. A., Ramirez-Vallejo, P., Wassimi, N., and Relly, J. D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science 37: 43-50.
20. Lin, C. S., and Binns, M. R. 1988. A Superiority measure of cultivar performance for cultivar location data. Canadian Journal of Plant Science 68: 193-198.
21. Mccaig, T. N., and Clarke, J. M. 1982. Seasonal changes in nonstructural carbohydrate levels of wheat and oats grown in semiarid environment. Crop Science 22: 963-970.
22. Pannu, R. K., and Singh, D. P. 1993. Effect of irrigation on water use, water-use efficiency, growth and yield of mungbean. Field Crops Research 31: 87-100.
23. Sabaghpour, S. H., Kumar, J., and Nageshwar Rao, T. 2003. Inheritance of growth vigor and its association with other characters in chickpea. Plant Breeding 122(6): 542-544.
24. Sabaghpour, S. H., Mahmodi, A. A., Saeed, A., Kamel, M., and Malhotra, R. S. 2006. Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. Indian Journal of Crop Science 1(1-2): 70-73.
25. Sabaghpour, S. H., Sadeghi, E., and Malhotra, R. S. 2003. Present status and future prospects of chickpea cultivation in Iran. International chickpea conference, 20-22 January, 2003. Raipur, India.
26. Salehi, M., Haghazari, A., Shakeri, F., and Faramarzi, A. 2008. The study of seedyield and seed yield components of lentil (*Lens culinaris* Medik) under normal and drought stress conditios. Pakistan Journal of Biological Sciences 11(5): 758-762.
27. Saleem, M., Tahir, M. H. N., Kabir, R., Javid, M., and Shahzad, K. 2002. Interrelationships and path analysis of yield attributes in chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Agriculture and Biology 4(3): 404-406.
28. Silim, S. N., and Saxena, M. C. 1993. Adaptation of Spring-sown chickpea to the mediterranean basin. I. Response to moisture supply. Field Crops Research 34:121-136.
29. Silim, S. N., and Saxena, M. C. 1993. Adaptation of spring –sown chickpea to the mediterranean basin. II. Factors influencing yield under drought. Field Crops Research 34: 137-146.
30. Singh, K. B., Malhotra, R. S., Halila, M. H., Knights, E. J., and Verma, M. M. 1993. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica 73 (1-2): 137-149.
31. Talebi, R., Fayaz, F., and Baherian Jelodar, N. A. 2007. Correlation and path analysis of yield and yield components of chickpra (*Cicer arietinum* L.) under dryland condition in the west of Iran. Asian Journal of Plant Sciences 6 (7): 1151-1154.
32. Togay, N., Togay, Y., Yildirim, B., and Dogan, Y. 2008. Relationships between yield and some yield components in pea (*Pisum sativum* L.) genotypes by using correlation and path analysis. African Journal of Biotechnology 7(23): 4285-4287.
33. Woldemanuel, M. E., Hadad, N. I., and Abu-Awwad, A. M. 2005. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to soil moisture stress at different growth stages. Crop Research 30(3): 331-341.
34. Yadav, S. S., Kumar, J., Taher, N. C., Berger, J., Redden, R., McNeil, D., Materne, M., Knights, E. J., and Bahl, P. N. 2004. Breeding for improved productivity, multiple resistance and wide adaptation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization 2 (7):181-187.
35. Yucel, D. O., Anlarsal, A. E., and Yucel, C. 2006. Genetic varriability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Turk Journal of Agricultural Sciences 30: 183-188.