"مجله علوم زراعي ايران"
جلد يازدهم، شماره ٤ زمستان ١٣٨٨

اثر گرادیان تنش خشکی بر صفات زراعی نمونه‌های کلکسیون هسته نخود تیپ کابلی
Effect of drought stress gradient on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection

معصومه پوراسماعیل[۱]، مهدی اکبری[۲]، شاهین واعظی[۳] و شکیبا شاهمرادی[۴]

چکیده

پوراسماعیل، م.، م. اکبری، ش. واعظی و ش. شاهمرادی.۱۳۸۸. اثر گرادیان تنش خشکی بر صفات زراعی نمونه‌های کلکسیون هسته نخود تیپ کابلی. **مجله علوم زراعی ایران: ۱۱ (٤): ۳۲٤-۳۰۷.**

نخود یکی از حبوبات مهم دیم در نواحی غرب آسیا و شمال آفریقا می باشد. تنش خشکی خصوصا خشکی انتهای فصل، مهم ترین عامل کاهش عملکرد نخود در این نواحی شناخته شده است. از این رو توجه به تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم نخود به منظور افزایش احتمال انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل و درک روابط بین صفات مرتبط با تحمل خشکی، ضروری به نظر می‌رسد. با این هدف، عکس‌العمل ۱۰۳ نمونه کلکسیون هسته نخود کابلی همراه با سه رقم جم، آرمان و هاشم در قالب طرح کرت‌های حجیم (آگمنت) در سال زراعی ۸۵-۸٦ در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج، در معرض چهار شرایط آبی مطلوب (T_1)، کم (T_2)، متوسط (T_3) و محدود (T_4) با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مربوط به ارزیابی صفات زراعی، فنولوژیکی و مورفولوژیکی نشان داد که بین ژنوتیپ‌های نخود از نظر صفات تعداد شاخه‌های فرعی، وزن بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت، وزن صد دانه و عملکرد بذر تک بوته، در تیمارهای مورد بررسی تنوع قابل ملاحظه‌ای وجود داشت. در کلیه تیمارها، صفت عملکرد تک بوته بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی را دارا بود. برآورد شاخص‌های مقاومت و حساسیت به تنش در سطوح مختلف تیماری نیز نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها تنوع وجود داشت. تحلیل همبستگی بین عملکرد در شرایط مطلوب و عملکرد در تیمارهای آبیاری با شاخص‌های تحمل نشان داد که شاخص‌های STI و GMP مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال ژنوتیپ‌های نخود در کلیه تیمارهای آبیاری بودند. ترسیم نمودار چند متغیره بای پلات گابریل و بررسی نمونه‌های واقع در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی و مقایسه نتایج آن با نمودار سه بعدی نشان داد که ژنوتیپ‌های ٦٧،٦٨ و ٧٤ در تیمار T۳ و ژنوتیپ‌های ٤٥، ٤٧، ١٠٥ و ١١٠ در تیمار T٤ متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند.

واژه‌های کلیدی : تجزیه بای پلات، تنش خشکی، شاخص تحمل به تنش ، عملکرد دانه و نخود کابلی.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۵/۲۸

۱- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (مکاتبه کننده)
۲- استادیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
۳- استاد یار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
۴- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

مقدمه

خشکسالی و تنش ناشی از آن از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت مواجه ساخته و بازده استفاده از اراضی مناطق خشک را کاهش می دهد. کشاورزی در زمین‌های حاشیه ای مناطق بیابانی و نیمه بیابانی به بارندگی وابسته بوده و عمدتا با مشکل کمبود آب مواجه می‌باشد. شدت و دوره زمانی که این مناطق با خشکی روبرو می شوند در طول زمان و بین نواحی آب و هوایی متفاوت متغیر است (Kumar, 2005). تنش خشکی عملکرد گیاهان زراعی را از طریق ممانعت از تولید بالقوه محصول آنها محدود می کند. اثرات خشکی روی یک گیاه پیچیده و متغیر است و به وسیله عوامل متعددی از جمله نوع خاک، الگوی ریشه دهی، تراکم بوته و عوامل بیماری‌زا تحت تاثیر قرار می گیرد (Boyer , 1996)، بعلاوه الگوی ریزش باران و پراکنش آن، شدت باد، میزان تبخیر، گونه گیاه و مرحله رشدی گیاه نیز از جمله عوامل تاثیر گذار بر شدت تاثیر تنش خشکی می باشند (Werry *et al.*, 1994).

نخود در مقایسه با سایر حبوبات در کشور از سطح زیر کشت، تولید و اهمیت بیشتری برخوردار است. به علاوه این گیاه نسبت به سایر حبوبات سازگاری بیشتری با شرایط اقلیمی کشور داشته و با توجه به محدودیت‌های موجود در تامین پروتئین های حیوانی می تواند بخشی از پروتئین مورد نیاز کشور را تامین نماید (Bagheri *et al.*, 1997). بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۸۵-۱۳۸۴ سطح زیر کشت آبی و دیم نخود در کل کشور به ترتیب ۱۳۷۴۳ و ۵۸۸۸۱۴ هکتار و میزان تولید آن ۱۶۱۵۹ و ۳۰۸۶۲۶ تن می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان می دهند که سطح زیر کشت نخود نسبت به گذشته افزایش داشته است، اما عملکرد آن به ازای هر هکتار کاهش یافته است. از عمده‌ترین دلایل این کاهش، اختصاص اراضی حاشیه‌ای و کم بازده به تولید نخود است. تفاوت بین عملکرد بالقوه و بالفعل در درجه اول به عوامل نامساعد محیطی مربوط می شود. بر اساس مطالعات به عمل آمده، از بین عوامل مختلف ایجاد تنش مانند بیماری ها، آفات، علف های هرز، خشکی، غرقابی، شوری، گرما و سرما، عامل خشکی به تنهایی مسبب ۴۵ درصد از کاهش عملکرد محصول در نخود است (Sadri and Banai, 1996). مرحله گلدهی در نخود به کمبود آب بسیار حساس است و از این مرحله تا غلاف رفتن، بوته‌ها باید از آب کافی برخوردار باشند (Bagheri *et al.*, 1997). رحمان و اودین (Rahman and Uddin, 2000) با ارزیابی عملکرد ۲۸ رقم نخود تحت تنش خشکی گزارش نمودند که تنش خشکی باعث تاخیر آغاز گلدهی، کاهش وزن خشک ریشه و ساقه، تعداد غلاف، تعداد شاخه و اجزای عملکرد در کلیه ارقام نخود می‌شود. دیویس و همکاران (Davies *et al.*, 1999) نیز نشان دادند که در گیاهان نخود کشت شده در شرایط دیم، تعداد غلاف، وزن دانه و عملکرد، به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد. چایی‌چی و همکاران (Chaichi *et al.*, 2004) نیز در بررسی اثر تیمار خشکی بر گیاه نخود، کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه های فرعی، وزن خشک شاخه و برگ، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه را گزارش کردند. بخش و همکاران(Bakhsh *et al.*, 2007) نشان دادند که با اجرای آبیاری، عملکرد و اجزای آن در نخود بهبود پیدا می کند. آنها ۴۸ درصد افزایش در تعداد غلاف در بوته، ۳۶درصد افزایش در وزن خشک بوته و ۱۷ درصد افزایش در عملکرد دانه را با اعمال آبیاری گزارش نمودند. ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2000) نیز نشان دادند که آبیاری تکمیلی تاثیر معنی داری روی عملکرد دانه نخود داشته و یک یا دو نوبت آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه، عملکرد دانه را تا ۹۲ درصد افزایش می‌دهد. نامشخص بودن میزان بارندگی در مراحل گلدهی، غلاف بندی و پر شدن دانه، پیش‌بینی مقدار عملکرد نخود را مشکل می سازد، بنابراین این گیاه بسته به نوع خاک و عمق آن،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

میـزان بارنـدگی سـالیانه و پـراکنش آن و سـایر شـرایط اقلیمی مانند دما، میزان تبخیر و ... با درجات متفـاوتی از تنش خشکی مواجـه مـی‌شـود (Johansen *et al.*, 1996). بنابراین جستجو بـرای دسـتیابی بـه ژنوتیـپ هـای برتـر و تعیین صفات مرتبط با سازگاری بیشتر با شرایط دیـم کـه افزایش و ثبات عملکرد نخـود را بـه دنبـال داشـته باشـد، بسیار حائز اهمیت است. با این هدف و با توجه به اهمیت نمونه های بومی برای یافتن ژن هـای مقاومـت، پـژوهش حاضر به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

در سال زراعی ۸۵-۸۶ در مزرعـه موسسه تحقیقـات اصـــلاح و تهیـــه نهـــال وبـــذر در کـــرج، ۱۰۳ نمونـــه تحـت عنـوان " کلکـسیون هـسته نخـود کـابلی" از بـین ۱۶۰۰ نمونـه کلکـسیون اصـلی نخـود کـابلی موجـود در بانک ژن گیاهی ملی ایران انتخاب و بـه همـراه سـه رقـم شاهد (جم ، آرمان و هاشم) در خطوط ۲ متری با فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر در قالب طـرح کـرت هـای حجـیم (آگمنـت) کـشت شـدند. آبیـاری بـر اسـاس یکنـواختی پاشش از روی منحنی پاشـش آبپـاش هـای Nelson F33 تمام دور (با شعاع پراکنش ۱۲ متر و فواصل ۶ متـر)، در چهار فاصله ۳- ۱/۵ متـری (T_1) ، ۷/۵- ۶ متـری (T_2)، ۱۲- ۱۰/۵ متـــــری (T_3) و ۱۶/۵- ۱۵ متـــــری (T_4) از خط لوله در طرفین خـط لولـه سیـستم آبیـاری بـارانی تـک شـاخه‌ای (Sprinkler Irrigation Line Source System) اعمـــال شـــد (Hanks *et al.*, 1976; Mahalakshmi *et al.*, 1990 ; Serraj *et al.*, 2003) بـه طوری که تیمار T_4 حداقل مقـدار آب را دریافـت کنـد. برای تعیین میزان ریزش آب ، در فواصل مختلف از خط پاشش، هر کرت در طول بـه فواصـل یـک و نـیم متـری تفکیک شد و در هر قسمت ظروف جمع‌آوری آب قرار داده شد، به این ترتیب میزان آب رسـیده بـه هـر قـسمت بعد از هر آبیاری اندازه‌گیری شد. در ابتدای رشـد بـرای سبز شدن کامل بوتـه هـا آبیـاری بـه صـورت یکنواخـت انجام شد و پس از آن تا اواسط اردیبهشت ماه که مقارن با زمان گلدهی اغلب نمونه‌ها بود، آبیـاری انجـام نـشد و تنها منبع تامین آب بـرای گیاهـان، بارنـدگی طـی فـصل رشد بود. از این زمان به بعد، آبیاری با استفاده از سیـستم آبیاری بارانی تک شاخه‌ای انجام گرفت. در زمان اعمال تیمارها، میزان آب آبیاری در تیمار T_1 بر اساس ظرفیـت نگهداری خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری و زمان آبیاری بر اساس تخلیه ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک تعیین شد. به منظور تعیین یکنواختی زمین آزمایش، با انتخاب شاهدها به عنوان تیمار، تجزیه واریانس به صورت طـرح بلوک های کامل تصادفی بـا ۶ تکـرار انجـام گرفـت.۶۰ روز پس از کاشت چهار نوبت آبیاری با سیـستم آبیـاری بـارانی انجـام شـد. ایـن سیـستم در مجمـوع۸۳/۶، ۶۶/۵، ۲۰/۵ و ۵ میلی‌متر آب به ترتیب برای تیمارهـای T_1، T_2 ، T_3 و T_4 تـامین نمـود کـه بـا احتـساب ۲۱۸/۶ میلیمتـر بارندگی در طی فـصل رشـد، مقـدار آب دریافـت شـده توسط هر تیمار (مجموع بارندگی و آبیاری) بـه ترتیـب ۳۰۲/۲ ، ۲۸۵/۱، ۲۳۹/۱ و ۲۲۳/۶ میلی‌متر بـود. عملیـات زراعـــی شـــامل وجـــین علـــف هـــای هـــرز و تنک نمـودن بوتـه هـا بـه منظـور ایجـاد تـراکم مناسـب (فاصله بوتـه هـا در روی خـط در حـدود ۷ سـانتی متـر) صورت گرفت.

در این آزمـایش از صـفات زراعـی و مورفولـوژیکی شامل تعداد روز تا آغازگلدهی، تعداد روز تا رسـیدگی، تعداد برگچه در هر برگ ، طول و عرض برگچه، تعـداد شاخه در بوتـه، ارتفـاع و عـرض پوشـش گیـاهی، تعـداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوتـه، عملکرد تک بوته، وزن صد دانه، وزن بوته، عملکرد دانه در واحد سطح و شاخص برداشت یادداشت برداری شـد (IBPGRI, 1993). بـه منظـور تعیـین عملکـرد در واحـد سطح، با حذف بوته های انتها و ابتـدای خطـوط کـشت، طول هر کرت به طور جداگانه محاسبه شده و با احتساب فاصله خطوط کاشت، سـطح برداشـت تعیـین شـد. بـرای محاسبه عملکرد تک بوته، عملکـرد در واحـد سـطح بـه

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

تعداد بوته در هر خط تقسیم شد. آمار توصیفی صفات کمی و کیفی بر اساس محاسبه نما، میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات فنوتیپی برآورد شد. همچنین علاوه بر محاسبه ضرایب همبستگی ساده صفات، از روش تجزیه رگرسیون گام به گام نیز به منظور تعیین نقش صفات مختلف و اهمیت آنها در میزان عملکرد بذر تک بوته (Upadhyaya, 2005 ; Naghavi and Jahansouz, 2005 ; Upadhyaya *et al*., 2002; Chaichi *et al*., 2004) استفاده شد. به منظور تعیین سهم هر صفت در تنوع کل، کاهش حجم داده ها و تفسیر بهتر روابط، از روش تجزیه به مولفه های اصلی (Sneath and Sokal, 1993) استفاده شد.

بر اساس داده‌های مربوط به عملکرد بالقوه در شرایط T_1 (Y_p) و عملکرد در سطوح مختلف تنش T_2، T_3، T_4 (Y_s) و $\bar{Y}_p$: میانگین عملکرد در شرایط بدون تنش و $\bar{Y}_s$: میانگین عملکرد در هر سه سطح تنش محاسبه و بر اساس آن ها شاخص‌های مقاومت و حساسیت به تنش بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شدند.

(۱) شدت تنش

$$\text{Stress Intensity (SI)} = 1- (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)$$

(۲) تحمل

$$\text{Tolerance (TOL)} = (Y_p- Y_s)$$

(۳) شاخص حساسیت به تنش

$$\text{Stress Susceptibility Index (SSI)} = [1- (Y_s/ Y_p)]/SI$$

(۴) شاخص تحمل تنش

$$\text{Stress Tolerance Index (STI)} = (Y_s\times Y_p)/(\bar{Y}_p)^2$$

(۵) میانگین هندسی عملکرد

$$\text{Geometric Mean Productivity (GMP)} = (Y_s\times Y_p)^{½}$$

(۶) میانگین حسابی عملکرد

$$\text{Mean Productivity (MP)} = (Y_s+ Y_p)/2$$

برای تعیین بهترین شاخص‌ها، از همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های مختلف استفاده شد و شاخصی که همبستگی بالا و معنی‌داری با عملکرد دانه در هر دو شرایط را داشت، به عنوان بهترین شاخص تعیین شد (Farshadfar, 2001) و گروه‌بندی ژنوتیپ ها بر اساس شاخص(ها) انجام شد. تجزیه به مولفه‌های اصلی برای شاخص‌های مورد مطالعه انجام گرفت و با توجه به روابط مولفه‌ها و شاخص‌های مورد بررسی، بای پلات (Gabriel, 1971) برای شناسایی ارقام متحمل به خشکی ترسیم گردید. به منظور گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی ودارای عملکرد بالا در شرایط تنش، از روش رسم نمودار سه بعدی استفاده شد (Fernandez, 1992) و با انطباق نتایج این دو بخش، ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل تحمل خشکی انتخاب شدند. برای گروه بندی ژنوتیپ ها از روش تجزیه خوشه‌ای نیز استفاده گردید. کلیه محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS12 و Statgraphics انجام گرفت.

نتایج و بحث

مقدار شاخص شدت تنش(SI) در تیمار T_2 (۰/۴۳) از سطوح بالاتر تنش(T_3و T_4 به ترتیب با مقادیر ۰/۶۷ و۰/۷۵) کمتر بود، بنابراین برای اجتناب از طولانی شدن مقاله از ارائه این بخش از نتایج خود داری شد و نتایج ارائه شده مربوط به سطوح آبی T_1، T_3و T_4 می‌باشد.

تجزیه واریانس صفات برای ارقام شاهد نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین بلوک ها و در نتیجه یکنواختی زمین آزمایش بود، لذا داده ها بدون تغییر و تصحیح در تجزیه‌های بعدی به کار گرفته شدند (نتایج نشان داده نشده است). نتایج آمارتوصیفی (جدول ۱) نشان داد که در تیمار T_1 بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی به ترتیب به صفات عملکرد تک بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد کرت مربوط می‌باشد. در تیمار T_3 بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی با صفات عملکرد تک بوته، عملکرد کرت، شاخص برداشت، تعداد دانه در بوته،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

تعداد شاخه فرعی، وزن بوته و وزن صد دانه در ارتباط بود و در تیمار T_4 نیز بیشترین ضریب تغییرات به ترتیب با صفات عملکرد تک بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد شاخه های فرعی، وزن بوته و عملکرد مرتبط بود. این نتایج از یک طرف نشان دهنده پایدار بودن تنوع صفات مرتبط با عملکرد و اجزای آن در کلیه شرایط آزمایشی بوده و از طرف دیگروجود دامنه وسیع این صفات در بین ژنوتیپ های نخود و احتمال وجود اختلاف از نظر این صفات در بین نمونه های مورد بررسی در کلیه شرایط مورد آزمایش را تایید می کند. بر اساس اطلاعات جدول یک، با افزایش شدت تنش، کاهش ارتفاع و عرض پوشش گیاهی، تعداد شاخه های فرعی اولیه، وزن بوته، عملکرد تک بوته، وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت مشاهده شد. این نتایج با گزارشات رحمان و اودین (Rahman and Uddin, 2000)، دیویس و همکاران (Davies *et al.*, 1999) ، چایی‌چی و همکاران (Chaichi *et al.*, 2004)، بخش و همکاران (Bakhsh *et al.*, 2007) و ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2000) مطابقت داشت.

تجزیه همبستگی جداگانه صفات در تیمارهای آزمایشی، نشان دهنده وجود همبستگی مثبت معنی دار بین صفت ارتفاع پوشش گیاهی با صفات عرض پوشش گیاهی، روز تا رسیدگی، طول و عرض برگچه، وزن بوته، عملکرد تک بوته و عملکرد در کلیه تیمارها بود (جدول ۲). همبستگی مثبت معنی‌داری بین صفات طول برگچه، عرض برگچه، تعداد شاخه های فرعی، وزن بوته، عملکرد تک بوته، عملکرد و شاخص برداشت مشاهده شد و همبستگی مثبت معنی دار بین صفات وزن بوته، عملکرد تک بوته و عملکرد نیز مشاهده شد (جدول ۲)، همچنین همبستگی مثبت معنی‌داری بین صفات روز تا گلدهی و روزتا رسیدگی و همبستگی منفی معنی‌داری بین این صفت و صفات عملکرد تک بوته، عملکرد و شاخص برداشت مشاهده شد، این نتایج با گزارشات کانونی(Kanouni, 2003) و سیلیم و ساکسینا (Silim and Saxena, 1993) مطابقت دارد.

رحمان و اودین (Rahman and Uddin, 2000) بالاترین مقدار همبستگی مشاهده شده بین صفات را مربوط به همبستگی بین عملکرد و تعداد غلاف و سپس با شاخص برداشت عنوان نمودند. در این آزمایش، در تیمارهای T_1و T_3 بیشترین ضرایب همبستگی (r = 0.99**) بین صفات تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه مشاهده شد که با توجه به ارتباط نزدیک این دو صفت ، طبیعی بنظر می رسد (جدول ۲). بررسی ضرایب همبستگی در میان تیمارهای مختلف نشان داد که همبستگی طول و عرض برگچه و همبستگی بین وزن بوته با تعداد شاخه های فرعی با افزایش شدت تنش، کاهش یافت. در هر دو مورد اگر چه همبستگی دو صفت در هر سه تیمار در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود، اما مقدار ضریب همبستگی با افزایش شدت تنش کاهش یافت. عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته در تیمار T_1 همبستگی معنی داری نداشت، اما در تیمارهای تنش، همبستگی این دو صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. عملکرد با صفت وزن صد دانه در شرایط بدو تنش همبستگی نداشته اما با افزایش شدت تنش، ضریب همبستگی این دو صفت هم افزایش یافت . داده‌های موجود در جدول ۲ نشان می‌دهند که بین عملکرد با تعداد روز تاگلدهی همبستگی منفی وجود داردکه این همبستگی در تیمار T_1 معنی دار نبود، اما در شرایط تنش در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود که نشان می‌دهد در شرایط تنش ژنوتیپ‌های دیررس‌تر عملکرد پایین تری دارند. این موضوع نشان دهنده سازوکار فرار از خشکی می‌باشد که یکی از راهکارهای مهم برای مناطقی است که با تنش خشکی آخر فصل مواجه می‌باشند (Sabaghpour, 2006).

منابع متعددی به استفاده از ژنوتیپ‌های زودرس برای افزایش احتمال اجتناب از خشکی آخر فصل اشاره

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

جدول ١- پارامترهای آمار توصیفی صفات مورد بررسی در تیمارهای تنش خشکی در نمونه های کلکسیون هسته نخود کابلی

Table 1. Statistical parameters of Kabuli chickpea core collection in drought stress treatments

صفات (Traits) / پارامترها (Parameters)			میانگین (Mean)			انحراف معیار (Std Deviation)			واریانس (Variance)			دامنه (Rang)			ضریب تغییرات (C.V)		
			T1	T3	T4	T1	T3	T4	T1	T3	T4	T1	T3	T4	T1	T3	T4
NLL	(Leaflet No.Leaf $^{-1}$)	تعداد برگچه در برگ	13.5	14.0	14.2	0.9	0.9	0.8	0.84	0.81	0.58	4.0	5.0	4.0	0.07	0.06	0.05
CH	(Canopy height)	ارتفاع پوشش گیاهی	27.2	24.8	23.7	4.0	5.3	3.8	16.04	27.94	14.69	21.0	29.0	18.0	0.15	0.21	0.16
CW	(Canopy width)	عرض پوشش گیاهی	35.4	27.5	27.4	7.9	6.7	6.5	61.69	44.60	42.02	33.0	33.0	31.0	0.22	0.24	0.24
DF	(Days to 50% flowering)	روز تا گلدهی	75.9	75.9	75.4	6.2	4.2	4.4	37.85	17.84	19.40	54.0	16.0	15.0	0.08	0.06	0.06
DM	(Days to maturity)	روزتا رسیدن	101.9	99.6	97.0	4.6	4.0	3.7	21.05	15.92	13.72	25.0	13.0	10.0	0.05	0.04	0.04
LL	(Leaflet length)	طول برگچه	0.8	0.9	1.0	0.1	0.2	0.2	0.02	0.03	0.03	0.6	1.5	1.0	0.16	0.20	0.19
LW	(Leaflet weight)	عرض برگچه	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.01	0.01	0.02	0.4	0.6	0.7	0.21	0.25	0.24
PBN	(Primary branch No.)	تعداد شاخه های فرعی	2.5	1.7	1.4	1.2	0.9	0.8	1.49	0.83	0.62	5.5	5.0	3.3	0.49	0.53	0.57
PW	(Plant weight)	وزن بوته	3.5	2.1	2.0	1.7	1.0	1.0	2.78	1.06	1.05	11.1	5.3	6.1	0.48	0.50	0.53
GWP	(Grain weight.Plant^{-1})	عملکرد تک بوته	1.7	0.8	0.3	1.0	0.6	0.4	0.99	0.37	0.16	5.7	2.8	2.0	0.57	0.81	1.15
GNP	(Grain No.Plant^{-1})	تعداد دانه در بوته	5.6	4.3	2.4	2.3	2.3	2.5	5.22	5.31	6.24	15.0	11.0	12.0	0.41	0.54	1.04
GY	(Grain yeild g.m^{-2})	عملکرد دانه	111.0	38.4	15.0	45.5	26.2	7.4	2072.30	685.62	54.71	197.6	114.0	32.7	0.41	0.68	0.50
GNP	(Grain No.Pod^{-1})	تعداد دانه در غلاف	1.1	1.1	1.0	0.3	0.2	0.2	0.11	0.06	0.03	1.0	1.0	1.0	0.30	0.22	0.18
HI	(Harvest index)	شاخص برداشت	48.7	34.8	14.8	16.5	21.9	11.0	270.85	480.28	121.83	112.5	123.7	39.9	0.34	0.63	0.75
100 GW	(100 Grain weight)	وزن صد دانه	24.0	18.4	15.1	7.2	7.9	8.9	51.97	62.44	78.39	49.3	44.2	46.8	0.30	0.43	0.58

T1، T 3 و T4: به ترتیب تیمارهای آبی مطلوب، تنش متوسط و تنش شدید

T1, T3 and T4: Non stress, moderate and sever water stress, respectively

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

داشته اند که از آن جمله می‌توان به نتایج رز و همکاران (Rose *et al.*, 1992) اشاره کرد.

اطلاعات جدول ۲ نشان دهنده وجود یک رابطه بسیار معنی دار بین متغیرها با وجود مقادیر همبستگی پایین در برخی موارد بود ، این موضوع را می‌توان به تعداد زیاد ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت داد و آنچه که می‌تواند در تبیین فیزیولوژیکی نتایج مورد استناد قرار گیرد، مقدار بالای ضریب همبستگی ($r > 0.7$) است و مقادیر پایین همبستگی هر چند معنی دار باشد، قابل بحث و استناد نیست (Skinner *et al.*, 1999) . عدم مشاهده همبستگی بالا بین عملکرد و اجزای آن را می‌توان به تنوع ژنتیکی نمونه های مورد بررسی، تکرار دار نبودن مشاهدات و بروز تنش وخروج گیاه از روند رشد طبیعی آن نسبت داد. مشاهده تناقض و ارتباط غیر منطقی بین عملکرد و اجزای آن در شرایط تنش، دور از انتظار نبوده و سایر محققان نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش نموده‌اند (Upadhyaya *et al.*, 2002; Upadhyaya, 2005; Mozafarian *et al.*, 2006)

نتایج مربوط به تجزیه به مولفه های اصلی در تیمارها در جدول ۳ ارائه شده است. در تیمار یک تجزیه به مولفه های اصلی با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی متغیرهای کمی و با توجه به مقادیر ویژه بزرگتر از یک (Lezzoni and Prites, 1991) منجر به معرفی ۵ مولفه اصلی گردید که در مجموع ۷۴/۱ درصد از واریانس صفات را توجیه می کرد. مولفه اول ۲۸/۲۴ درصد از تغییرات را به خود اختصاص داده و بزرگترین ضرایب آن مربوط به صفات تعداد شاخه های فرعی، وزن بوته، عملکرد تک بوته بود. به عبارتی این مولفه با صفات اجزای عملکرد مرتبط بود. مولفه دوم، که با صفات فنولوژیک و مورفولوژیک مرتبط بود ۱۷/۶۴ درصد از تغییرات را توجیه کرده و بزرگترین ضرایب به ترتیب مربوط به تعداد روز تا رسیدگی، روز تا گلدهی، ارتفاع و عرض پوشش گیاهی بود. در تیمار سوم، چهار مولفه اصلی در مجموع با توجیه ۶۵ درصد از واریانس صفات معرفی شدند. مولفه اول و دوم در مجموع ۴۷/۲ درصد از تغییرات را به خود اختصاص داده و بزرگترین ضریب آنها مربوط به صفات تعداد شاخه های فرعی، وزن بوته، عملکرد تک بوته و تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه بود یعنی صفات مربوط به اجزای عملکرد به تنهایی توجیه کننده حدود نیمی از تغییرات می باشد. در تیمار چهارم نیز تجزیه به مولفه های اصلی با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی متغیرهای کمی و با توجه به مقادیر ویژه بزرگتر از یک منجر به معرفی چهار مولفه اصلی گردید که در مجموع ۶۵/۷۶ درصد از واریانس صفات را توجیه می کردند. مولفه اول با توجیه ۲۸/۴۲درصد از تغییرات با اجزای عملکرد مرتبط بودند در حالی که در مولفه دوم که مرتبط با صفات فنولوژیک بود و بیشترین ضرایب را تعداد روز تا رسیدگی و تعداد روز تا گلدهی به خود اختصاص داده بودند، ۱۹/۷۸ درصد تغییرات قابل توجیه بود. با افزایش شدت تنش، روند نزولی واریانس تبیین شده تغییرات صفات اندازه‌گیری شده، مشاهده شد ولیکن در بیشتر موارد الگوی مولفه‌های شرکت کننده در هر تیمار مشابه بود، به طوری که صفات وزن بوته و عملکرد تک بوته در کلیه تیمارهای مورد بررسی، بیشترین میزان تغییرات را توجیه کردند. چایی چی و همکاران (Chaichi *et al.*, 2004) صفت تعداد غلاف و تعداد بذر در بوته را از مهم‌ترین اجزا در تعیین عملکرد دانه نخود معرفی نمودند.

به منظور بررسی تغییرات عملکرد دانه با استفاده از صفات کمی مورد استفاده در این آزمایش و تعیین اهمیت این صفات در تغییرات مربوط به عملکرد، از روش آماری رگرسیون چند متغیره گام به گام استفاده شد. در تشکیل معادله‌ای که در آن عملکرد تک بوته به عنوان متغیر وابسته و کلیه صفات مورد بررسی به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند، در تیمار اول، وزن بوته، اولین صفتی بود که در مدل وارد شد و به تنهایی ۸۰ درصد از تغییرات را توجیه نمود. صفات بعدی که

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

جدول ۲- ضرایب همبستگی ساده بین صفات در نمونه های کلکسیون هسته نخود کابلی در تیمارهای تنش خشکی

Table 2. Correlation coefficients for plant characteristics in Kabuli chickpea core collection in drought stress treatments

Plant characteristics	صفات گیاهی	سطوح تنش خشکی Drought stress	تعداد برگچه Leaflet.leaf $^{-1}$	ارتفاع پوشش گیاهی Canopy height	عرض پوشش گیاهی Canopy width	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	طول برگچه Leaflet length	عرض برگچه Leaflet width	شاخه های اولیه Primary branches No.	وزن بوته Plant weight	عملکرد تک بوته Grain weight. Plant $^{-1}$	تعداد دانه در بوته Grain. Plant $^{-1}$	عملکرد دانه Grain yeild	تعداد دانه غلاف Grain. Pod $^{-1}$	شاخص برداشت Harvest index	وزن صد دانه 100Grain weight
		T1	-														
Leaflet.Leaf $^{-1}$	تعداد برگچه در برگ	T3	-														
		T4	-														
		T1	-0.101														
Canopy height	ارتفاع پوشش گیاهی	T3	0.054	-													
		T4	-0.102														
		T1	0.108	0.529**													
Canopy width	عرض پوشش گیاهی	T3	0.018	0.583**	-												
		T4	-0.162	0.527**													
		T1	0.065	0.460**	0.250**												
Days to flowering	روز تا گلدهی	T3	0.225*	0.003	-0.095	-											
		T4	0.263**	0.103	0.048												
		T1	0.255**	0.361**	0.256**	0.532**											
Days to maturity	روز تا رسیدن	T3	0.171	0.090	-0.016	0.681**	-										
		T4	0.240*	0.234*	0.205*	0.567**											
		T1	-0.138	0.513**	0.370**	0.253**	0.175										
Leaflet length	طول برگچه	T3	-0.097	0.259**	0.274**	-0.365**	-0.328**	-									
		T4	-0.133	0.300**	0.250**	-0.085	0.007										
		T1	-0.200*	0.520**	0.277**	0.184*	0.154	0.796**									
Leaflet width	عرض برگچه	T3	0.042	0.366**	0.444**	-0.173	-0.177	0.500**	-								
		T4	-0.182	0.206*	0.257**	-0.111	-0.013	0.347**									
		T1	-0.201*	0.304**	0.333**	0.032	-0.051	0.260**	0.204**								
Primary branches No.	تعداد شاخه های اولیه	T3	-0.050	0.311**	0.244**	-0.200**	-0.165	0.277**	0.469**	-							
		T4	-0.052	0.031	0.224**	0.004	0.091	0.187*	0.200**								

T1، T3 و T4 : به ترتیب تیمارهای آبی مطلوب، تنش متوسط و تنش شدید

T1, T3 and T4: Non stress, moderate and sever water stress, respectively

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

ادامه جدول ۲- ضرایب همبستگی ساده بین صفات در نمونه های کلکسیون هسته نخود کابلی در تیمارهای تنش خشکی

Table 2. Correlation coefficients for plant characteristics in Kabuli chickpea core collection in drought stress T3 treatments.

Plant characteristics	صفات گیاهی	سطوح تنش خشکی Drought stress	تعداد برگچه Leaflet.leaf $^{-1}$	ارتفاع پوشش گیاهی Canopy height	عرض پوشش گیاهی Canopy width	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی maturity Days to	طول برگچه Leaflet length	عرض برگچه Leaflet width	شاخه های اولیه Primary branches No.	وزن بوته Plant weight	عملکرد تک بوته Grain weight. Plant $^{-1}$	تعداد دانه در بوته Grain. Plant $^{-1}$	عملکرد دانه Grain yeild	تعداد دانه غلاف Grain. Pod $^{-1}$	شاخص برداشت Harvest index	وزن صد دانه 100Grain weight
		T1	-0.228**	0.489**	0.410**	0.108	-0.007	0.456**	0.399**	0.667**							
Plant weight	وزن بوته	T3	-0.147	0.567**	0.538**	-0.190*	-0.123	0.354**	0.492**	0.614**	-						
		T4	-0.052	0.490**	0.551**	0.066	0.303**	0.446**	0.290**	0.290**							
		T1	-0.288**	0.355**	0.393**	-0.059	-0.171	0.324**	0.289**	0.581**	0.866**						
Grain weight.Plant^{-1}	عملکرد تک بوته	T3	-0.250**	0.376**	0.452**	-0.371**	-0.223*	0.342**	0.425**	0.495**	0.718**	-					
		T4	-0.140	0.307**	0.439**	-0.172	0.182*	0.300**	0.241**	0.307**	0.772**						
		T1	-0.059	-0.062	0.088	-0.124	-0.056	0.150	0.125	0.078	0.124	0.256**					
Grain.Plant^{-1}	تعداد دانه دربوته	T3	-0.089	0.315**	0.280**	-0.184	-0.081	0.414**	0.370**	0.196*	0.403**	0.297**	-				
		T4	-0.076	0.268**	0.401**	-0.025	0.220*	0.244**	0.106	0.238**	0.711**	0.682**					
		T1	-0.021	0.214*	0.621**	-0.125	-0.168	0.084	0.096	0.259**	0.119*	0.491**	0.177				
Grain Yeild	عملکرد دانه	T3	-0.108	0.339**	0.499**	-0.458**	-0.303**	0.278**	0.304**	0.255**	0.526**	0.615**	0.300**	-			
		T4	-0.168	0.217*	0.346**	-0.518**	-0.126	0.213*	0.281**	0.155	0.362**	0.597**	0.348**				
		T1	-0.014	0.006	0.097	-0.020	-0.094	0.063	0.085	0.154	0.120	0.117	0.097	0.160			
Grain.Pod $^{-1}$	تعداد دانه در غلاف	T3	-0.042	0.009	0.234*	-0.112	-0.177	0.045	0.125	0.213*	0.316**	0.236*	0.035	0.204*	-		
		T4	0.147	-0.030	0.031	0.102	0.144	-0.011	-0.031	0.112	0.118	-0.061	0.152	-0.015			
		T1	-0.122	0.010	0.207*	-0.296**	-0.304**	-0.082	-0.118	0.066	0.137	0.519**	0.231*	0.411**	0.142		
Harvest index	شاخص برداشت	T3	-0.067	0.105	0.259**	-0.036	0.151	0.117	0.067	0.010	0.068	0.443**	-0.029	0.162	0.074	-	
		T4	-0.301**	0.216*	0.277**	-0.496**	-0.157	0.228*	0.184*	0.204*	0.399**	0.739**	0.444**	0.686**	-0.146		
		T1	-0.026	-0.071	-0.154	-0.170	-0.004	0.137	0.178	0.110	0.181	0.204*	0.988**	0.000	0.072	0.065	
100 Grain weight	وزن صد دانه	T3	-0.004	0.401**	0.360**	-0.165	-0.001	0.423**	0.406**	0.219*	0.442**	0.402**	0.989**	0.343**	0.007	0.271**	-
		T4	-0.206*	0.290**	0.233*	-0.400**	-0.062	0.347**	0.290**	0.149	0.329**	0.425**	0.311**	0.631**	-0.094	0.408**	

T1,T3 and T4: Non stress, moderate stress and sever water stress respectively

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

T1، 3 T و T4 : به ترتیب تیمارهای آبی مطلوب، تنش متوسط و تنش شدید

*,**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

جدول ۳- مقادیر ویژه، بردارهای ویژه و واریانس‌های نسبی چهار مولفه اصلی اول در تیمارهای تنش خشکی در نمونه های کلکسیون هسته نخود کابلی

Table 3. PCA analysis of Kabuli chickpea core collection in drought stress treatments

	سطوح تنش خشکی Drought stress	تعداد برگچه Leaflet. Leaf $^{-1}$	ارتفاع پوشش گیاهی Canopy height	عرض پوشش گیاهی Canopy width	طول برگچه Leaflet length	عرض برگچه Leaflet width	شاخه های اولیه Primary branches No.	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	وزن بوته Plant weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield	تعداد دانه در بوته Grain. Plant $^{-1}$	وزن صد دانه 100 Grain weight	عملکرد تک بوته Grain weight.Plant $^{-1}$	تعداد دانه غلاف Grain.Pod $^{-1}$	مقادیر ویژه Eigen value	درصد از واریانس کل % of Total variance
		صفات گیاهی Plant characteristics																
مولفه اول PCA1	T1	-0.409	0.278	0.419	0.181	0.108	0.848	0.064	-0.072	0.855	0.005	0.430	0.089	0.077	0.753	0.158	4.24	28.24
	T3	0.060	0.571	0.623	0.226	0.571	0.758	-0.150	-0.108	0.844	0.141	0.505	0.110	0.140	0.686	0.492	5.14	34.29
	T4	-0.183	0.495	0.673	0.467	0.398	0.376	0.069	0.364	0.877	0.521	0.549	0.807	0.342	0.876	0.026	4.26	28.42
مولفه دوم PCA2	T1	0.499	0.698	0.606	0.289	0.186	0.032	0.694	0.812	0.152	-0.249	0.088	-0.070	-0.067	-0.040	-0.233	2.64	17.64
	T3	0.101	0.381	0.212	0.572	0.465	0.106	-0.178	-0.010	0.244	0.170	0.154	0.928	0.928	0.223	-0.271	1.94	12.92
	T4	0.414	0.368	0.254	-0.057	-0.268	0.027	0.860	0.767	0.297	-0.622	-0.622	0.225	-0.426	-0.149	0.279	2.97	19.78
مولفه سوم PCA3	T1	0.258	-0.177	-0.145	0.055	0.123	0.060	-0.197	0.078	0.121	-0.009	-0.018	0.970	0.973	0.112	0.013	2.04	13.60
	T3	0.229	0.326	0.207	-0.359	-0.128	-0.180	0.821	0.860	-0.099	0.028	-0.329	-0.023	-0.026	-0.295	-0.186	1.55	10.34
	T4	0.488	-0.399	-0.079	-0.426	-0.498	-0.069	-0.146	-0.033	0.065	0.284	0.262	0.396	-0.357	0.265	0.282	1.45	9.60
مولفه چهارم PCA4	T1	-0.160	0.254	0.260	0.844	0.898	0.091	0.086	0.023	0.227	0.021	0.107	0.085	0.090	0.239	0.390	1.12	7.45
	T3	-0.608	0.212	0.377	0.115	-0.198	-0.178	-0.222	-0.040	0.123	0.739	0.460	0.070	0.065	0.408	0.052	1.22	8.16
	T4	0.244	-0.347	-0.249	0.215	0.276	0.611	-0.049	-0.021	0.040	-0.227	-0.015	-0.014	0.253	-0.049	0.57	1.18	7.90
مولفه پنجم PCA5	T1	0.153	0.185	0.412	0.056	0.083	-0.045	-0.322	-0.317	0.226	0.803	0.668	-0.023	0.001	0.458	0.011	1.07	7.15
	T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

T1، T3 و T4: به ترتیب تیمارهای آبی مطلوب، تنش متوسط و تنش شدید

T1,T3 and T4: Non stress, moderate and sever water stress, respectively

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

در مدل قرار گرفتند به ترتیب، شاخص برداشت و روز تا رسیدگی بودند که این سه صفت در مجموع، ۹۰ درصد از تغییرات عملکرد تک بوته را توجیه کردند. نتایج این تجزیه با نتایج همبستگی صفات مطابقت داشت. در تیمار سوم صفات وزن بوته، شاخص برداشت و عملکرد در واحد سطح و روز تا رسیدگی به ترتیب در مدل وارد شدند. نتایج مربوط به همبستگی ساده صفات، همبستگی مثبت و معنی دار بین وزن بوته با صفات شاخص برداشت و عملکرد را نشان می‌داد اما همبستگی منفی و معنی‌دار بین صفت وزن بوته و روز تا رسیدگی وجود داشت که در تجزیه رگرسیون گام به گام این همبستگی به صورت مثبت و معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۴). در تیمار چهارم نیز صفات وزن بوته، شاخص برداشت و وزن صد دانه و تعداد برگچه در هر برگ به ترتیب در مدل وارد شده و در مجموع توجیه کننده ۸۶ درصد از تغییرات بودند.

بررسی نتایج مربوط به تجزیه رگرسیون گام به گام، اهمیت بالای صفات وزن بوته و شاخص برداشت را به عنوان معیارهایی برای گزینش ژنوتیپ های با عملکرد بالا در سطوح مختلف تنش خشکی را نشان داد (جدول۴). جمشیدی مقدم و همکاران (Jamshidimoghadam *et al*., 2007) نیز وزن صد دانه ، تعداد غلاف در بوته و درصد پوکی غلاف را دارای بیشترین تاثیر برعملکرد تک بوته معرفی نمودند که ۹۰ درصد کل تغییرات عملکرد بوته را توجیه می‌کنند.

برای دسته بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مرتبط با عملکرد در محیط تنش T_2 ، T_3 و T_4 به ترتیب با شدت تنش ۰/۴۳، ۰/۶۷ و۰/۷۵ از شاخص‌های SSI، MP، TOL، GMP و STI استفاده شد. نتیجه همبستگی شاخص‌های مورد بررسی با عملکرد در شرایط مطلوب و تنش در تیمارهای T_3 و T_4 در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است. نتایج این جداول نشان می‌دهد

جدول ۴- تجزیه رگرسیونی گام به گام بین عملکرد تک بوته با سایر صفات گیاهی در تیمارهای تنش خشکی در نمونه‌های کلکسیون هسته نخود کابلی

Table 4. Stepwise regression between seed weight per plant and plant characteristics in drought stress treatments

Step Number	Drought stress	Regression equation معادله رگرسیونی	R2
Step 1	T1	Y = - 0.075 +0.54 (PW)	0.80
	T3	Y = -0.235 +0.47 (PW)	0.59
	T4	Y = - 230.5 +0.3 (PW)	0.58
Step 2	T1	Y = -0.95 +0.51 (PW) +0.02 (HI)	0.90
	T3	Y = 0.52- +0.24 (PW) +0.1(HI)	0.68
	T4	Y = -0.513+0.254 (PW) +0.022 (HI)	0.84
Step 3	T1	Y = 0.45+0.51 (PW) +0.17 (HI) – 0.013 (DM)	0.90
	T3	Y = - 0.56 +0.36 (PW) +0.008 (HI) + 0.007 (Y)	0.73
	T4	Y = -0.602+0.25 (PW) +0.02 (HI) +0.006 (SW)	0.85
Step 4	T1	-	-
	T3	Y = 1.57 +0.36(PW) +0.009(HI) + 0.005 (Y) - 0.02 (DM)	0.75
	T4	Y = -1.53 + 0.25 (PW) +0.02 (HI) + 0.007(SW) + 0.06 NLL	0.86

T1، T 3 وT4 : به ترتیب تیمارهای آبی مطلوب، تنش متوسط و تنش شدید

T1,T3 and T4: Non stress, moderate and sever water stress, respectively

که در هر دو تیمار تنش مورد بررسی، همبستگی مثبت و معنی‌داری ($P<0.01$) بین عملکرد در هر دو شرایط مطلوب و تنش با شاخص‌های تحمل تنش(STI) و میانگین هندسی عملکرد (GMP) وجود داشت. از آنجایی که شاخصی می‌تواند برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر کارا باشد که با عملکرد در شرایط

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

تنش و بدون تنش همبستگی بالاتری داشته باشد (Fernandez, 1992 ; Silim and Saxena,1993) و علاوه بر آن در همه سطوح تیماری با یک روند نسبتا پایدار، معرف ژنوتیپ های متحمل باشد، لذا از این شاخص‌ها برای دسته‌بندی ژنوتیپ های مورد بررسی استفاده شد.

دسته بندی ژنوتیپ ها بر اساس دو شاخص GMP و STI (نتایج نشان داده نشده است) نشان داد که رتبه تعلق گرفته به ژنوتیپ های مورد بررسی بر اساس این دو شاخص مشابه می‌باشد. البته با توجه به فرمول محاسباتی این دو شاخص، این نتیجه دور از انتظار نبود، بنابراین دقت گزینش این دو شاخص در انتخاب ژنوتیپ ها یکسان است. شاخص STI ارقام متحمل‌تر در شرایط تنش را مشخص ساخته و شاخص GMP قادر به شناسایی ژنوتیپ های با پتاسیل عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد (Fernandez, 1992). به منظور گزینش ژنوتیپ های متحمل به خشکی و با عملکرد بالا در هردو محیط تنش و محیط بدون تنش، از نمودار سه بعدی استفاده گردید (Fernandez, 1992; Jamshidimoghadam, 2007 ; Farshadfar, 2001) که در آن عملکرد در محیط تنش بر روی محور Yها و عملکرد در محیط بدون تنش بر روی محور Xها و شاخص STI بر روی محور Z ها نمایش داده شد. به منظور نشان دادن روابط بین این سه متغیر و جدا نمودن ژنوتیپ های گروه A از گروه های دیگر (B ، C و D) و همچنین تشخیص سودمندی شاخص مورد نظر به عنوان معیاری برای انتخاب ژنوتیپ‌های پر محصول و متحمل به خشکی، سطح نمودار X-Y به وسیله خطوط متقاطع به چهار گروه : A، B ، C و D تقسیم شد. بر اساس تعریف فرناندز (Fernandez, 1992) این چهار گروه شامل: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد خوبی دارند (A)، ژنوتیپ هایی که تنها در محیط بدون تنش تظاهر خوبی دارند (B)، ژنوتیپ هایی که در محیط تنش عملکرد خوبی دارند (C) و ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش تظاهر ضعیفی دارند (D). بر اساس نظر فرناندز، مناسب ترین معیار انتخاب برای تنش، معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از گروه‌های دیگر باشد. همانطور که در شکل یک مشاهده می شود، در تیمار T_3 ژنوتیپ‌های ۴۸، ۳۳، ۷۳، ۷۷، ۱۱ ، ۶۸و... در گروه A قرار گرفته (شکل ۱، الف) و در شرایط T_4 ژنوتیپ‌های ۳۳، ۶۸، ۶۶ ، ۱۰۶، ۱۱۱، ۴۵ ، ۴۷ و... در گروه A قرار گرفتند (شکل ۱، ب).

در صورت نیاز به بررسی روابط بیش از سه متغیر در یک جا، از ترسیم گرافیکی بای پلات استفاده می‌شود

جدول ۵- ضرایب مربوط به همبستگی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش با عملکرد نمونه های کلکسیون هسته نخود کابلی در شرایط مطلوب و تیمار تنش خشکی T_3

Table 5. Correlation between tolerance and susceptibility indices and yield in non stress and drought stress (T3) treatment

	YP	YS	STI	SSI	TOL	MP	GMP
YP	1	0.498**	0.760**	0.220*	0.593**	0.593**	0.772**
YS		1	0.912**	-0.613**	-0.364**	-0.364**	0.918**
STI			1	-0.347**	-0.043	-0.043	0.962**
SSI				1	0.848**	0.848**	-0.383**
TOL					1	1**	-0.038
MP						1	-0.038
GMP							1

*,**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

جدول ۶- ضرایب مربوط به همبستگی شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به تنش با عملکرد نمونه های کلکسیون هسته نخود کابلی در شرایط مطلوب و تیمار تنش خشکی T_4

Table 6.Correlation between tolerance and susceptibility indices and yield in non stress and drought stress (T4) treatment

	YP	YS	STI	SSI	TOL	MP	GMP
YP	1	0.293**	0.669**	0.361**	0.922**	0.922**	0.705**
YS		1	0.871**	-0.698**	-0.099	-0.099	0.874**
STI			1	-0.317**	0.344**	0.344**	0.975**
SSI				1	0.658**	0.658**	-0.318**
TOL					1	1**	0.380**
MP						1	0.380**
GMP							1

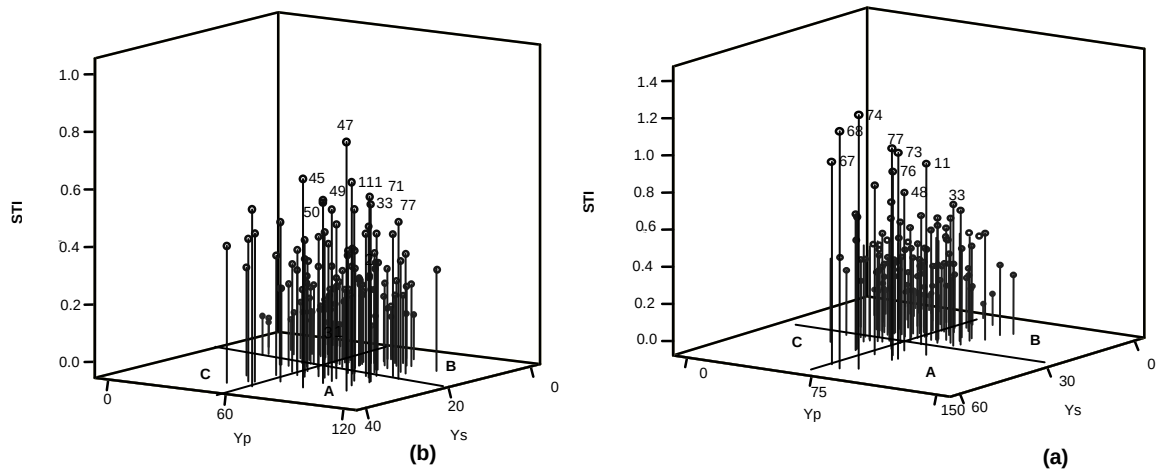
*,**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

و بای پلات گابریل (Gabriel, 1979) ابزار مفیدی برای تجزیه اطلاعات و ارزیابی نظری ساختار یک ماتریس بزرگ دو طرفه می‌باشد. بدین منظور ماتریسی متشکل از ژنوتیپ‌های مختلف و شاخص‌های محاسبه شده در دو شرایط آبی T_3 و T_4 از طریق تجزیه به مولفه‌های اصلی مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج حاصل از این تجزیه با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی شاخص‌ها با عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش و با توجه به مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک (Lezzoni and Prits, 1991) نشان داد که در تیمار T_3 بیشترین تغییرات بین داده‌ها توسط دو مولفه اول به ترتیب با توجیه ۶۱/۷۴ و ۳۳/۸۵ درصد از واریانس صفات توجیه می‌شود. مولفه اول که به تنهایی ۶۱/۷۴ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می کرد، همبستگی مثبت و بالایی با عمکرد دانه در شرایط تنش و شاخص‌های STI، GMP و MP و همبستگی منفی با شاخص‌های TOL و SSI نشان داد. لذا این مولفه که تحت عنوان مولفه تحمل به خشکی نام گذاری شده است (Farshadfar *et al.*, 2001; Kanouni *et al.*, 2002 and Zabet *et al.*, 2003) می‌تواند ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و با عملکرد بالا را از ژنوتیپ‌های حساس تفکیک نماید. مولفه دوم با توجیه ۳۳/۸۵ درصد از تغییرات کل همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش و همبستگی مثبت و معنی دار با SSI و TOL نشان داده و لذا شاخص حساسیت به تنش نام گرفت. کم تر بودن این مولفه نشان دهنده مطلوب تر بودن ژنوتیپ از نظر تحمل خشکی می‌باشد (Farshadfar *et al.*, 2001; Kanouni *et al.*, 2002 and Zabet *et al.*, 2003). در تیمارT_4 نیز دو مولفه اول به ترتیب با توجیه ۶۰/۵۳ و ۳۴/۷۴ درصد از تغییرات کل توجیه کننده بیشترین درصد از واریانس صفات بودند و از الگویی همانند نظیر تیمار T_3 پیروی می‌کردند. بردارهای ویژه مولفه‌های اول و دوم بر اساس شاخص‌ها در هر دو تیمار در جدول ۷ نشان داده شده است. رسم نمودار بای پلات نمونه های مورد بررسی بر اساس اولین و دومین مولفه در هر دو تیمار تنش نشان داد که شاخص‌های STI، GMP و MP بهترین شاخص‌ها و ژنوتیپ‌های ۴۸، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۷۰، ۷۳، ۷۴، ۷۶ و ۷۷ در تیمار T_3 (نمودار ۲، الف) و ژنوتیپ‌های۴۵، ۴۷،۴۹ ، ۵۰، ۶۶، ۶۷، ۶۸،۱۰۵ و ۱۱۰ در تیمار T_4 (نمودار ۲، ب)، به دلیل دارا بودن مولفه اول بالاتر و مولفه دوم پایین‌تر (ربع دوم، سمت راست و پایین نمودار) جزء متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها می‌باشند. نمودار تجزیه خوشه‌ای به روش WARD و با در نظر گرفتن خط برش ۴ ژنوتیپ‌ها را در ۴ کلاستر دسته‌بندی کرد که در هر دو تیمار T_3 و T_4

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

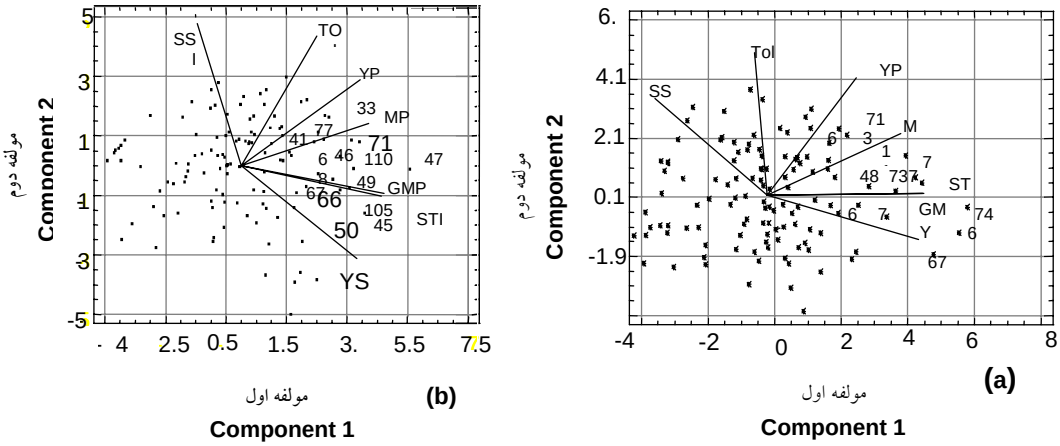
[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]



شکل ۱- نمودار سه بعدی عملکرد بالقوه (YP)، عملکرد درشرایط تنش (YS)، شاخص تحمل تنش (STI) و گروه بندی ژنوتیپ‌ها ی مورد بررسی در شرایط تنش خشکی T_3 (a)، T_4 (b)

شماره های مشخص شده در شکل، ژنوتیپ های دارای عملکرد بالا در شرایط تنش و شرایط مطلوب را نشان می‌دهد (گروهA)

Fig.1. The 3 D plot among STI, Yp and Ys under T3 (a) and T4 (b) treatments .The number of the genotypes with higher yield in both control and stress conditions (group A) are shown.



شکل ۲- نمودار بای پلات ۱۰۳ نمونه کلکسیون هسته نخود کابلی در پنج شاخص تحمل به خشکی بر اساس اولین ودومین مولفه در شرایط تنش خشکی T_3 (a)، T_4 (b)

Fig 2. The bioplot display of stress tolerance attributes and chickpea genotypes yield in drought stress T3 (a) and T4 (b) treatments

نمونه‌های قرار گرفته در گروه A ی نمودار سه بعدی در کلاستر چهارم قرار گرفتند (نمودار نشان داده نشده است) که در تیمار T_3 این گروه شامل ۳۰ درصد از ژنوتیپ‌ها و در تیمار T_4 شامل ۲۴ درصد ار ژنوتیپ‌ها بود.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش که گام نخست در بررسی تنوع ژنتیکی نمونه های کلکسیون هسته نخود کابلی می باشد، تنوع ژنتیکی بالقوه ای در میان نمونه های این کلکسیون مشاهده شد. این تنوع امکان انتخاب و پیشبرد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

برنامه های تکمیلی تر و اصلاح برای تنش خشکی را فراهم می سازد. به طور کلی در کلیه تیمارهای مورد بررسی، صفات عملکرد تک بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد شاخه های فرعی، وزن بوته و عملکرد دانه بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی را داشتند که نشان دهنده پایدار بودن تنوع صفات مرتبط با عملکرد در کلیه شرایط آزمایش می باشد. تبیین اهمیت صفات کمی مختلف بر تغییرات عملکرد بذر با استفاده از رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات وزن بوته و شاخص برداشت می‌توانند به عنوان معیاری برای گزینش ژنوتیپ های با عملکرد بالا مورد توجه قرار بگیرند. تجزیه به مولفه های اصلی نیز نشان داد که الگوی مولفه‌های شرکت کننده در تیمارهای مختلف مشابه می باشد به طوری که صفات وزن بوته و عملکرد تک بوته در کلیه تیمارهای مورد بررسی بیشترین میزان تغییرات را توجیه می‌کنند . از این‌رو در نظر گرفتن صفاتی مانند وزن بوته، شاخص برداشت و عملکرد تک بوته می تواند در دستیابی به ژنوتیپ های متحمل کمک موثری نماید. رسم نمودار بای پلات و بررسی همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط آبی مختلف نشان داد که بهترین شاخص ها برای انتخاب نمونه های متحمل شاخص های STI و GMP می باشند.

سپاسگزاری

این آزمایش با استفاده از امکانات و اعتبارات موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر و موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در قالب پروژه ۳--۰۱۱-۱۲۲۲۰۰-۸۶۰۰۶ در بانک ژن گیاهی ملی ایران به انجام رسیده است، لذا مولفین بر خود لازم می‌دانند تا قدردان مساعدت‌های به عمل آمده باشند.

منابع مورد استفاده

References

Bagheri, A., A. Nezami, A. Ganjeali and M. Parsa.1997. The chickpea. Jihad-e Daneshgahi Mashhad Press. Pp 224 - 251 (In Persian).

Bakhsh, A., S. R. Malik, A. Mohammad, I. Umer and A. M. Haqqani. 2007. Response of chickpea genotypes to irrigated and rain-fed conditions. Int. J. of Agric. and Biol. 9:590-593.

Boyer, J. S. 1996. Advances in drought tolerance in plants. Adv. in Agron.56:187 – 218.

Chaichi, M., M. Rostamza, K. Sadat Esmaelian. 2004. Tolerance evaluation of chickpea accessions to drought stress under different irrigation system during generative growth stage. J. of Agric. Sci. and Nat. Res. 10: 55-63 (In Persian with English abstract).

Davies, S. L., N. C. Turner and K. H. M. Siddique. 1999. Seed growth of Desi & Kabuli chickpea n a short-season Mediterranean type environment. Aust. J. of Exp. Agric. 39:181-188.

Farshadfar, E., M. Zamani, M. Motalebi, and A. Imamjomeh. 2000. Selection for drought resistance in chickpea lines. Iranian J. of Agric. Sci. 32: 65-77 (In Persian with English abstract).

Fernandez, C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: proceedings of the International symposium on adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress. AVRDC publication, Taiwan, 13-18 Aug. Chapter 25. pp 257-270.

Fisher, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Aust. J. of Agric. Res. 29:897-912.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

Gabriel, K. R. 1971. The bioplot graphical display of matrices with applications to principal component analysis. Biometrika. 58:453-467.

Hanks, R. J., J. Keller, V.P. Rasmussen and G. D. Wilson. 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. Soil Sci. 40:426-429.

IBPGRI, ICRISAT and ICARDA.1993. Descriptors for chickpea. International Board for Plant Genetic Resources. Rome, Italy.

Jamshidimoghadam, M., H. Pakniyat and E. Farshadfar. 2007. Evaluation of drought tolerance of chickpea lines using agro-physiologic characteristics. Seed and Plant. 23:325-342 (In Persian with English abstract).

J**ohansen, C., N. P. Saxena, and M. C. Saxena.1996.** Comparisons of a biotic constraints to chickpea production in WANA and SAT. In Saxena, N. P., M. C. Saxena, C. Johansen, S. Virmani and H. Harris (ed.) Adaptation of chickpea in the west asia and north Africa region. Intrnational Crop Research Institute for Semi Arid Tropics and International Center for Agric. Research in Dry Areas. Alepo, Syria. pp 181-187.

Kanouni, H. 2003. Study of seed yield and some associated characteristics in chickpea under drought stress conditions of Kurdistan. Iranian J. of Crop Sci. 5:152-146 (In Persian with English abstract).

Kanouni, H., H. Kazemi Abrat, M. Moghaddam and M. R. Neyshabouri. 2002. Selection of chickpea entries for drought resistance. Agric. Sci.12:109-122 (In Persian with English abstract).

Kumar, D. 2005. Breeding for drought resistance. In Ashraf, M. and P. J. C. Harries (ed.) Abiotic stresses tolerance in plants .Internatinal Book Distributing Co. India. Pp 145- 175.

Lezzoni A. F. and M. P. Prits. 1991. Applications of principal component analysis to horticulture research. Hortic. Sci. 26:334-338.

Mahalakshmi, V., G. D. P. Rao and F. R. Bidinger. 1990. Line-source vs. irrigated/nonirrigated treatments for evaluation of genotype drought response. Agron. J. 82:841-844.

Mozafarian, K., and A. A. Asadi. 2006. Relationships among traits using correlation, principle components and path analysis in safflower mutants sown in irrigated and drought stress condition. Asian J. of Plant Sci. 5(6):977-983.

Naghavi, M. R. and M. R. Jahansouz. 2005. Variation in the agronomic and morphological traits of Iranian chickpea accessions. J. of Integrative Plant Biol. 47: 375-379.

Rahman, S. M. and A. S. M. Uddin.2000. Ecological adaptation of chickpea to water stress. Legume Res. 23:1-8.

Rose, I. A., K. S. McWhirter and R. A. Spurway. 1992. Identification of drought tolerance in early-maturing indeterminate soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.]. Aust. J. of Agric. Res. 43:645-657.

Sabaghpour, S. H. 2006. Parameters and mechanisms of drought tolerance in crops. National Committee of Agric. Aridity and Drought Management, Agron. Deputy, Ministry of Jihad-e Agriculture. (In Persian).

Sadri, B. and T. Banai. 1996. Chickpea in Iran. In Saxena, N. P., M. C. Saxena, C. Johansen, S. Virmani and H.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

Harris (ed.) Adaptation of chickpea in the west asia and north Africa region. Intrnational Crop Research Institute for Semi Arid Tropics and International Center for Agricultural Research in Dry Areas. Alepo, Syria. pp 23-33.

Serraj, R., F. R. Bidinger, Y.S. Chauhan, N. Seetharama, S. N. Nigam and N.P. Saxena. 2003. Management of drought in ICRISAT cereal and legume mandate crops. In Kijne, J. W., R. Barker and D. Molden (ed.) Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement. CAB International. Pp 127-144.

Silim, S. N. and M. C. Saxena. 1993. Adaptation of spring–sown chickpea to the Mediterranean basin. II Factors influencing yield under drought. Field Crops Res. 34:137-146.

Skinner, D. Z., G. R. Bauchan, G. Auricht and S. Hughes. 1999. A method for the efficient management and utilization of large germplasm collections. Crop Sci. 39:1237-1242.

Sneath P.H.A. and Sokal R.R. 1973. Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification. Freeman, San Francisco, CA. USA.

Werry, J., S. N. Silim and R. S. Knight. 1994. Screening techniques and sources of tolerance to extremes of moisture and air temperature in cool season food legumes. Euphytica. 73:73-83.

Upadhyaya, H. D. 2005. Variability for drought resistance related traits in the mini core collection of peanut. Crop Sci.45:1432-1440.

Upadhyaya, H. D., R. Ortiz, P. Bramel and S. Singh. 2002. Phenotypic diversity for morphological and agronomical characteristics in chickpea core collection. Euphytica. 123(3):333-342.

Zabet, M., A. H. Hosein-Zade, A. Ahmadi and F. Khialparast. 2003. Effect of water stress on different traits and determination of the best water stress index in Mung bean. Iranian J. of Agric. Sci. 34:889-898 (In Persian with English abstract).

Zhang, H., M. Pala and T. Oweis. 2000. Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. Aust. J. of Agric. Sci. 51: 295-304.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]

Effects of drought stress gradient on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection

Pouresmael[1], M. , M. Akbari[2], Sh. Vaezi[3] and Sh. Shahmoradi[4]

ABSTRACT

Pouresmael , M., M. Akbari Sh. Vaezi and Sh. Shahmoradi. 2009. Effects of drought stress gradient on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection**. Iranian Journal of Crop Sciences. 11 (4): 307-324 (in Persian).**

Drought stress is the most important limiting facor in rainfed agriculture all over the world. Generally, in the west Asia region, chickpea is cultivated as a rainfed crop, and its pod- filling phase often sufferes from late season drought which significantly reduces seed yield. To study the genetic variation and to determine the relationship between seed yield and some agro- morphological traits, the reaction of 103 accessions of Kabuli chickpea core collection of Natioanl Plant Gene Banak plus three improved cultivars (Jam, Arman and Hashem) was evaluated under four moisture conditions: normal (T_1), low (T_2), medium (T_3) and limited (T_4), using line source irrigation system. Experiment was conducted in Karaj Research Field Station Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran in 2006-07 cropping season. Different agro- morphological traits have been measured and recorded. Descriptive statistics nalysis revealed that there were significant variation in number of sub- branches, plant dry weight, number of seed per plant, harvest index, 100 seed weight and seed yield. Seed weight per plant had the most coefficience of variation. Variation in stress tolerance and susceptibility indices suggested a high genetic variation in studied Kabuli chieckpea genotypes. The correlation between seed yield, in stressed and non-stress conditions, and different drought tolerance indices indicated that STI and GMP were the more suitable indices for screening of Kabuli Chickpea genotypes for drought tolerance. Comparison of three dimension plot and bi-plot showed that in T3 condition, genotypes no. 67, 68 and 74 and in T4 conditions, genotypes no. 45, 47,105 and 110 were of higher drought tolerance.

Key words: Drought tolerance indices, Drought stress, Kabuli chickpea, Bi-plot analysis and Seed yield.

Received: April, 2008 Accepted: August, 2009

1- Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran (Corresponding author)
2- Assistant Prof., Agricultural Engineering Research Institue, Karaj, Iran
3- Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran
4- Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.1.7]