



ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های نخود دسی

معصومه پوراسماعیل^{۱*}، مهدی زهراوی^۱

۱- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۲

چکیده

نخود اهمیت ویژه‌ای در تأمین پروتئین رژیم غذایی انسان دارد و خشکی مهم‌ترین تنش غیر زنده در نخود می‌باشد. به منظور بررسی تحمل به خشکی در ژرم‌پلاسما نخود دسی، ۳۰۰ ژنوتیپ از کلکسیون نخود بانک ژن گیاهی ملی ایران، با منشاء مناطق گرم و خشک کشور مورد بررسی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مذکور در قالب دو آزمایش جداگانه با آبیاری نرمال و قطع آبیاری از مرحله گلدهی، در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در قالب طرح آگمنت و با در نظر گرفتن ارقام شاهد، کشت شدند. عملکرد دانه در دو شرایط نرمال و تنش اندازه‌گیری و شاخص‌های تحمل به تنش محاسبه شد. نتایج نشان داد که تعداد ۱۳۲ و ۶۷ ژنوتیپ دارای عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم شاهد پیروز به ترتیب در شرایط نرمال و تنش خشکی بودند. تعداد ۷۷ ژنوتیپ با عملکرد دانه بالاتر در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی در ناحیه A از تقسیم‌بندی فرناندز قرار گرفتند. ژنوتیپ شماره ۲۶۵ دارای بیشترین مقدار شاخص‌های STI، GMP، HM و MP بود و به عنوان متحمل‌ترین نمونه ژنتیکی نسبت به تنش خشکی شناسایی شد. شاخص‌های STI و GMP براساس همبستگی با عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی به عنوان معیار مناسب‌ترین برای تحمل به تنش خشکی پیشنهاد شدند. مجموع نتایج تحقیق پتانسیل بالای ژرم‌پلاسما نخود دسی بومی ایران را در تحمل به تنش خشکی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ژرم‌پلاسما، تنوع ژنتیکی، بانک ژن

مقدمه

حبوبات نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی انسان ایفا می‌کنند و در بین حبوبات، نخود سومین محصول جهانی است که در ۴۸ کشور جهان با سطحی معادل ۱۱/۵۵ میلیون هکتار و تولید ۱۰/۴۶ میلیون تن کشت می‌شود (FAO, 2009). نخود با برخورداری از ۱۵ تا ۲۰ درصد پروتئین در تغذیه انسان اهمیت ویژه‌ای دارد (Saxena *et al.*, 1996). ایران از نظر تولید نخود چهارمین رتبه جهانی را پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه دارا می‌باشد. ۶۵ درصد از سطح زیر کشت حبوبات در کشور متعلق به نخود است. ۹۶ درصد سطح زیر کشت نخود در ایران در شرایط دیم است (صباغ پور، ۱۳۸۵). براساس گزارش فائو، ۹۰ درصد از کشور ایران با متوسط بارندگی ۲۴۰ میلی متر در نواحی خشک و نیمه خشک قرار دارد. تنش خشکی مهم ترین تنش غیر زنده در نخود گزارش شده است و بسته به منطقه جغرافیایی و شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد از ۳۰ الی ۶۰ درصد عملکرد را کاهش می‌دهد (Kanouni *et al.*, 2003). تنش خشکی

خصوصاً خشکی انتهای فصل، عمده‌ترین عامل کاهش عملکرد نخود در این نواحی شناخته شده است. خشکی انتهایی، حاصل تخلیه رطوبت ذخیره شده خاک و افزایش میزان تبخیر اتمسفری قبل از مرحله پرشدن غلاف‌ها می‌باشد. از آنجایی که تحمل به تنش‌های محیطی به ویژه خشکی یکی از اهداف اصلاحی نخود می‌باشد، لذا شناسایی و معرفی نمونه‌های متحمل به خشکی جهت انجام کارهای به‌زرایی و به‌نژادی قدم مؤثری در راه استفاده بهینه از منابع آب و خاک می‌باشد.

نخود دسی که اغلب برای تولید لپه در کشور مورد استفاده می‌باشد. یک چهارم سطح زیر کشت نخود در کشور را به خود اختصاص داده است. اگرچه آمار رسمی در خصوص سطح زیر کشت تیپ‌های مختلف نخود در کشور وجود ندارد. اما استان‌های کردستان، آذربایجان غربی و شرقی عمده کشت نخود تیپ دسی را در کشور دارا هستند. مصرف لپه در کشور ۴۵۰ هزار تن است. ۲۵۰ هزار تن با خرید محصول نخود از استان‌های مختلف کشور فراهم می‌شود و ۲۰۰ هزار تن نخود از کشورهای استرالیا، ایتوپیی،

عملکرد را به میزان ۵۰ تا ۸۰ درصد کاهش داده است و این کاهش عمدتاً به کاهش تعداد دانه و اندازه دانه نسبت داده شده است. (Zhang *et al* 2000) براساس تحقیقی که بر روی دو گیاه نخود و عدس انجام دادند، اعلام داشتند، آبیاری تکمیلی تأثیر معنی‌دار روی عملکرد دانه نخود داشته و یک یا دو نوبت آبیاری در مرحله گلدهی و پرشدن دانه، عملکرد دانه را تا ۹۲ درصد افزایش می‌دهد. همچنین آنان معتقدند، نامشخص بودن میزان بارندگی در مراحل گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه پیش‌بینی مقدار عملکرد نخود را مشکل می‌سازد. بنابراین این گیاه بسته به نوع خاک و عمل آن، میزان بارندگی سالیانه و پراکنش آن و سایر شرایط اقلیمی مانند دما و میزان تبخیر و تعرق با درجات متفاوتی از تنش خشکی مواجه می‌شود.

فرشادفر و جوادی‌نیا (۱۳۹۰) واکنش ۲۰ ژنوتیپ نخود را نسبت به تنش خشکی در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی مورد بررسی قرار دادند. ضرایب تغییرات ناشی از تنش خشکی نشان داد که بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی مربوط به میزان عملکرد دانه بود که

تانزانیا و پاکستان تأمین می‌شود. افزایش تولید این نوع محصول نه تنها موجب قطع وابستگی خواهد شد، بلکه امکان صادرات آن را هم فراهم خواهد ساخت. به طوری که در سال‌های اخیر تجار ایرانی لپه را به کشورهای جمهوری آذربایجان و عراق صادر نمودند. یکی از مسیرهای افزایش تولید استفاده از ژنوتیپ مناسب در راستای بهره‌گیری از مدیریت کشت می‌باشد. 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 (پوراسماعیل و همکاران، ۱۳۸۸).

(Silim *et al* 1993) با بررسی اثر تنش خشکی بر گیاه نخود و براساس شاخص پاسخ به خشکی، ژنوتیپ‌هایی از نخود را معرفی کردند که ضمن اینکه متحمل به خشکی بودند از عملکرد بالایی نیز در شرایط کمبود آب برخوردار بودند. (Leport *et al* 1999) براساس آزمایشی که بر روی پنج ژنوتیپ نخود تیپ دسی و کابلی که در معرض تنش خشکی انتهای فصل قرار گرفته بودند، اعلام داشتند، تنش خشکی انتهای،

محدود شده در ایستگاه تحقیقات دیم خراسان شمالی مورد بررسی قرار دادند. با بررسی شاخص‌های تنش خشکی و نتایج حاصل از تجزیه بای‌پلات، لاین‌های FLIP 01 64C، SEL93TH24469 و FLIP 98 38C به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها و FLIP 93 255C به عنوان حساس‌ترین لاین شناخته شدند.

کلکسیون نخود دسی بانک ژن گیاهی ملی ایران با حدود ۳۳۶۵ نمونه، حاوی تنوع ژنتیکی وسیعی می‌باشد که لزوم بررسی تنوع از نظر صفات با ارزشی نظیر تحمل نسبت به تنش‌های زنده و غیر زنده را چند برابر می‌کند. در این تحقیق منابع ژرم پلاسما کلکسیون نخود دسی موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران که از مناطق گرم و خشک کشور جمع‌آوری شده بودند به منظور شناسایی نمونه‌های متحمل تنش خشکی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

تعداد ۳۰۰ ژنوتیپ از کلکسیون نخود تیپ دسی جمع‌آوری شده از مناطق گرم و خشک کشور، در قالب طرح آگمنت در نیمه دوم اسفندماه (۱۵ اسفند) سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ در مزرعه

نسبت به شرایط بدون تنش ۶۲/۴۶ درصد کاهش نشان داد. روزرخ و همکاران (۱۳۹۱) بیست ژنوتیپ نخود زراعی را در شرایط جداگانه آبی و دیم مورد بررسی قرار دادند. سه ژنوتیپ آزاد، ILC.482 و ILC.1799 در یک گروه از تجزیه خوشه‌ای جای گرفته و به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی شناسایی شدند. فرایدی (۱۳۹۱) واکنش ۴۰ ژنوتیپ نخود کابلی را نسبت به تنش خشکی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه مورد ارزیابی قرار داد. نتایج این بررسی نشان داد که در شرایط آبی، بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ FLIP 87-59C و در شرایط دیم مربوط به ژنوتیپ FLIP 02-70C به ترتیب با ۲۱۱۲ و ۱۲۶۸ کیلوگرم در هکتار بود. ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های تحمل به تنش نشان داد که از نظر چهار شاخص GMP، STI، MP و HM، ژنوتیپ‌های FLIP 87-59C، FLIP02-69C و FLIP 02-70C و FLIP 02-84C برتر بودند و به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی تعیین شدند. سیدی و همکاران (۱۳۹۲) شاخص‌های تحمل به خشکی را در ۴۹ لاین پیشرفته نخود در دو سطح آبیاری مناسب و

برداشت شد. یادداشت برداری‌ها از خط میانی و با حذف طرفین کرت انجام شد. به منظور تعیین میزان عملکرد در واحد سطح، با حذف بوته‌های ابتدا و انتهای خطوط کشت طول هر کرت جداگانه محاسبه شده و با احتساب فاصله خطوط کاشت، سطح برداشت تعیین شد و سپس عملکرد بر حسب گرم در متر مربع تعیین شد. عملیات زراعی شامل وجین علف‌های هرز به صورت دستی و سه بار در طی مرحله رشدی گیاه انجام شد و از هیچ نوع کود شیمیایی در طی مراحل رشد استفاده نشد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. تنش خشکی به صورت آبیاری از ابتدای کشت تا آغاز زمان گلدهی گیاهان و طریق قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد اعمال شد. شرایط نرمال به صورت کشت معمولی گیاه و آبیاری منظم گیاهان در طول فصل اعمال گردید. آبیاری به صورت روش معمول جوی و پشته‌ای صورت پذیرفت.

بر اساس داده‌های مربوط به عملکرد بالقوه در شرایط نرمال (Yp) و عملکرد در تیمار تنش (Ys)، میانگین عملکرد در شرایط بدون تنش

تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج (۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا) کشت شدند. اطلاعات تجزیه خاک این مزرعه پژوهشی در جدول ۱ نشان داده شده است. برای برقراری شرط طرح آگمنت و امکان انجام تجزیه واریانس بر اساس شاهد‌ها، مبادرت به کاشت سه رقم هاشم، جم و پیروز به عنوان شاهد در هر بلوک گردید. ارقام هاشم و جو از رقم‌های نخود تیپ کابلی هستند و کشت آن‌ها در این آزمایش تنها برای فراهم شدن امکان انجام تجزیه واریانس و استخراج خطای بلوک‌ها بوده است. مقایسه عملکرد ژنوتیپ‌های بومی تیپ دسی با رقم پیروز که رقم نخود تیپ دسی است، صورت پذیرفت. کاشت بذور به صورت دستی و با فاصله ۷ سانتیمتر از همدیگر در هر کرت انجام شد. کشت هر ژنوتیپ در سه خط به طول یک متر انجام شد و فاصله بین بلوک‌ها نیم متر لحاظ شد. ژنوتیپ‌ها به صورت دو آزمایش جداگانه تحت شرایط تنش و بدون تنش کشت شدند. برای اندازه‌گیری صفات زراعی و مورفولوژیکی از هر خط ۵ بوته

$$(MP) = (Y_s + Y_p) / 2 \quad \text{شخص (۶)}$$

بهره‌وری متوسط

به منظور بررسی روابط بین شاخص‌های تحمل به تنش از تجزیه همبستگی استفاده شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به منظور کاهش ابعاد داده‌ها انجام گرفت و ژنوتیپ‌ها در بای‌پلات حاصل از مؤلفه‌های اصلی تفکیک شدند. همچنین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس مناطق چهارگانه تعریف شده توسط Fernandez (1992) گروه‌بندی شدند. محاسبه مقدار عددی شاخص‌ها در نرم افزار Excel و تجزیه‌های آماری توسط نسخه ۱۶ نرم افزار انجام شد.

$$(Y^-p) \text{ و میانگین عملکرد در تیمار تنش } (Y^-s)$$

محاسبه شد. شدت تنش با استفاد از رابطه $SI = (Y^-s / Y^-p) - 1$ بدست آمد و سپس شاخص‌های تحمل به تنش براساس روابط زیر محاسبه شدند:

$$(۱) \text{ شاخص تحمل } TOL = Y_p - Y_s$$

$$(۲) \text{ شاخص } SSI = [1 - (Y_s / Y_p)] / SI$$

حساسیت به تنش

$$(۳) \text{ شاخص تحمل } STI = (Y_s \times Y_p) / (Y^-p)^2$$

به تنش

$$(۴) \text{ شاخص } GMP = (Y_s \times Y_p)^{1/2}$$

میانگین هندسی

بهره‌وری

$$(۵) \text{ شاخص } HM = 2(Y_p \cdot Y_s) / (Y_p + Y_s)$$

میانگین هارمونیک

جدول ۱- اطلاعات تجزیه خاک مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

| SAR | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁻⁻ | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | پتاسیم | فسفر | کربن | عمق |
|------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|--------|-------|------|-----------------|
| | | | | | | | | قابل | قابل | pH | EC _e |
| | | | | | | | | جذب | جذب | آلی | (dS/m) |
| | | | | | | | | (ppm) | (ppm) | (%) | (cm) |
| | | | | | | | | | | | |
| ۱/۵۵ | ۳/۷ | ۵/۳ | ۳/۶ | ۶/۳ | ۳/۳ | ۳/۴ | ۰/۰۳ | ۲۲۸ | ۵/۲۹ | ۰/۴۷ | ۱/۲۶ |
| | | | | | | | lay.Loam | | | | ۰-۳۰ |

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ارقام شاهد، تفاوت معنی‌داری بین بلوک‌های طرح آگمنت نشان نداد که به معنی عدم لزوم به تصحیح مقادیر اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی است. با مقایسه عملکرد دانه‌ی ژنوتیپ‌ها در دو شرایط نرمال و تنش خشکی، میزان شدت تنش $SI=0/5$ برآورد شد که به مفهوم متوسط ۵۰ درصد کاهش عملکرد دانه می‌باشد و حاکی از اعمال تنش نسبتاً شدید است که برای حصول اطمینان از گزینش نمونه‌های ژنتیکی متحمل، مناسب می‌باشد. عملکرد دانه رقم شاهد پیروز در شرایط نرمال و تنش به ترتیب ۳۳۷/۳۴ و ۱۶۷/۴۵ گرم در متر مربع بود. تعداد ۱۳۲ و ۶۷ ژنوتیپ دارای عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم پیروز به ترتیب در شرایط نرمال و تنش خشکی بودند. ژنوتیپ شماره ۲۶۵ دارای بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط نرمال (۸۱۷/۴۱) گرم در متر مربع، و شاخص‌های STI، GMP، HM و MP بود و لذا به عنوان متحمل‌ترین نمونه ژنتیکی نسبت به تنش خشکی در این تحقیق قابل شناسایی می‌باشد. بیشترین عملکرد دانه در

شرایط تنش خشکی (۲۹۹/۵۶ گرم در متر مربع) به نمونه ژنتیکی شماره ۱۶۰ اختصاص داشت. ژنوتیپ شماره ۲۹۰ کمترین مقدار شاخص‌های SSI و TOL را داشت و لذا از کمترین حساسیت نسبت به تنش خشکی برخوردار بود (جدول ۲). اگرچه عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش خشکی همبستگی معنی‌دار نشان داد (جدول ۳)، ولی میزان ضریب همبستگی کوچک ($r=0/2$) بود که نشان دهنده این است که ژنوتیپ‌های مورد بررسی واکنش متفاوتی در دو شرایط مذکور نشان داده‌اند و لذا از روی تظاهر نمونه‌ها در یک محیط نمی‌توان عملکرد آن‌ها را در محیط دیگر پیش‌بینی نمود. این نتایج، لزوم ارزیابی ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در دو محیط جداگانه و مطالعه واکنش اختصاصی آن‌ها را در هریک از شرایط نرمال و تنش خشکی نشان می‌دهد. عملکرد دانه در شرایط نرمال بزرگترین ضریب همبستگی معنی‌دار ($r=0/905$) را با شاخص MP دارا بود، در حالی‌که عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی بزرگترین ضریب همبستگی ($r=0/927$) را با شاخص HM داشت. شاخص‌های GMP و

STI با عملکرد دانه در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی دارای همبستگی مناسبی

جدول ۲ - مقادیر عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به تنش ۲۰ ژنوتیپ بومی نخود تیپ دسی برتر در شرایط

تنش خشکی در مقایسه با رقم شاهد پیروز

| شماره توده | Yp | Ys | TOL | STI | GMP | SSI | HM | MP |
|------------|--------|--------|--------|------|--------|------|--------|--------|
| ۲۶۵ | ۸۱۷/۴۱ | ۲۵۹/۲۹ | ۵۵۸/۱۱ | ۱/۸۹ | ۴۶۰/۳۸ | ۱/۳۷ | ۳۹۳/۷۰ | ۵۳۸/۳۵ |
| ۱۲۲ | ۵۸۳/۹۰ | ۲۸۰/۰۹ | ۳۰۸/۸۱ | ۱/۴۶ | ۴۰۴/۴۱ | ۱/۰۵ | ۳۷۸/۵۸ | ۴۳۲/۰۰ |
| ۱۵۵ | ۶۵۴/۸۳ | ۲۴۱/۹۱ | ۴۱۲/۹۲ | ۱/۴۲ | ۳۹۸/۰۱ | ۱/۲۷ | ۳۵۳/۳۰ | ۴۴۸/۳۷ |
| ۱۶۰ | ۵۲۶/۷۶ | ۲۹۹/۵۶ | ۲۲۷/۲۱ | ۱/۴۱ | ۳۹۷/۲۳ | ۰/۸۷ | ۳۸۱/۹۲ | ۴۱۳/۱۶ |
| ۱۸۱ | ۵۴۵/۶۴ | ۲۷۸/۵۸ | ۲۶۷/۰۷ | ۱/۳۶ | ۳۸۹/۸۸ | ۰/۹۸ | ۳۶۸/۸۴ | ۴۱۲/۱۱ |
| ۱۹۴ | ۴۱۸/۹۸ | ۲۹۶/۴۸ | ۱۲۱/۵۰ | ۱/۱۱ | ۳۵۳/۰۴ | ۰/۵۸ | ۳۴۷/۹۳ | ۳۵۸/۲۳ |
| ۲۶۲ | ۵۷۰/۸۷ | ۲۰۵/۲۶ | ۳۶۵/۶۱ | ۱/۰۵ | ۳۴۲/۳۱ | ۱/۲۹ | ۳۰۱/۹۵ | ۳۸۸/۰۶ |
| ۱۶۲ | ۵۳۲/۸۴ | ۲۰۶/۹۰ | ۳۲۵/۹۴ | ۰/۹۸ | ۳۲۳/۰۳ | ۱/۲۳ | ۲۹۸/۰۶ | ۳۶۹/۸۷ |
| ۱۷۴ | ۴۵۹/۵۰ | ۲۳۶/۳۶ | ۲۲۳/۱۴ | ۰/۹۷ | ۳۲۹/۵۶ | ۰/۹۸ | ۳۱۲/۱۶ | ۳۴۷/۹۳ |
| ۱۲۱ | ۴۸۱/۱۴ | ۲۱۹/۳۱ | ۲۶۱/۸۲ | ۰/۹۴ | ۳۲۴/۸۴ | ۱/۰۹ | ۳۰۱/۲۹ | ۳۵۰/۲۳ |
| ۲۱۱ | ۳۸۵/۹۶ | ۲۷۱/۶۴ | ۱۱۴/۴۲ | ۰/۹۴ | ۳۲۳/۷۹ | ۰/۶۰ | ۳۱۸/۸۶ | ۳۲۸/۸۰ |
| ۹ | ۴۹۸/۰۷ | ۲۰۶/۶۲ | ۲۹۱/۴۵ | ۰/۹۲ | ۳۲۰/۸۰ | ۱/۱۸ | ۲۹۲/۰۷ | ۳۵۲/۳۴ |
| ۱۲۷ | ۵۲۷/۲۹ | ۱۹۲/۹۷ | ۳۳۴/۳۱ | ۰/۹۱ | ۳۱۸/۹۹ | ۱/۲۷ | ۲۸۲/۵۴ | ۳۶۰/۱۳ |
| ۱۰۴ | ۴۰۱/۸۵ | ۲۵۹/۲۹ | ۱۴۹/۵۵ | ۰/۹۱ | ۳۱۸/۴۱ | ۰/۷۵ | ۳۰۹/۹۷ | ۳۲۷/۰۷ |
| ۱۱۱ | ۶۱۵/۳۶ | ۱۶۳/۲۲ | ۴۵۲/۱۳ | ۰/۹۰ | ۳۱۶/۹۲ | ۱/۴۸ | ۲۵۸/۰۱ | ۳۸۹/۲۹ |
| ۱۳۱ | ۴۲۲/۱۰ | ۲۲۵/۲۸ | ۲۱۶/۸۲ | ۰/۸۹ | ۳۱۵/۵۹ | ۰/۹۹ | ۲۹۸/۴۷ | ۳۳۳/۶۹ |
| ۶ | ۶۵۳/۵۰ | ۱۵۱/۵۱ | ۵۰۱/۹۹ | ۰/۸۸ | ۳۱۴/۶۶ | ۱/۵۴ | ۲۴۵/۹۹ | ۴۰۲/۵۱ |
| ۲۶۳ | ۳۸۲/۰۸ | ۲۵۷/۳۰ | ۱۲۴/۷۷ | ۰/۸۸ | ۳۱۳/۵۴ | ۰/۶۶ | ۳۰۷/۵۲ | ۳۱۹/۶۹ |
| ۲۵۲ | ۳۶۰/۸۳ | ۲۷۱/۲۳ | ۸۹/۶۱ | ۰/۸۷ | ۳۱۲/۸۴ | ۰/۵۰ | ۳۰۹/۶۸ | ۳۱۶/۰۳ |
| ۶۶ | ۵۰۱/۸۵ | ۱۹۳/۲۳ | ۳۰۸/۶۲ | ۰/۸۷ | ۳۱۱/۴۱ | ۱/۲۴ | ۲۷۹/۰۳ | ۳۴۷/۵۴ |
| پیروز | ۳۳۷/۳۴ | ۱۶۷/۴۵ | ۱۶۹/۸۹ | ۰/۵۰ | ۲۳۷/۶۸ | ۱/۰۱ | ۲۲۳/۸۱ | ۲۵۲/۴۰ |

عددی پایین این شاخص‌ها برای گزینش

ژنوتیپ‌های دارای حساسیت کمتر به تنش خشکی می‌باشد.

روزرخ و همکاران (۱۳۹۱) با مطالعه بیست ژنوتیپ نخود زراعی تحت تنش خشکی، GMP، HM، MP و STIP را به عنوان بهترین شاخص‌ها

در گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی

بودند و لذا به عنوان بهترین شاخص‌ها برای

تحمل به تنش خشکی در توده‌های مورد ارزیابی

شناسایی شدند. شاخص‌های SSI و TOL دارای

ضریب همبستگی منفی با عملکرد دانه در شرایط

تنش بودند که به معنی مطلوب بودن مقادیر

تفکیک و شناسایی ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم به تنش توصیه شدند. سیدی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی تحمل به خشکی در ۴۹ لاین پیشرفته نخود STI، GMP، HARM و MP را به بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی پیشنهاد کردند.

نمودند. در ارزیابی تحمل به خشکی در ۴۰ ژنوتیپ نخود کابلی توسط فرایندی (۱۳۹۱) از بین شاخص‌های مورد مطالعه، چهار شاخص GMP، STI، MP و HM در دو محیط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و زیادی با عملکرد دانه داشته و به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای

جدول ۳ - ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به تنش در ژرم‌پلاسم نخود دسی در شرایط تنش خشکی

| | Yp | Ys | TOL | STI | GMP | SSI | HM |
|-----|---------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Ys | ۰/۲۰۰** | | | | | | |
| TOL | ۰/۸۶۵** | -۰/۳۱۹** | | | | | |
| STI | ۰/۷۵۱** | ۰/۷۶۶** | ۰/۳۳۳** | | | | |
| GMP | ۰/۷۱۸** | ۰/۸۱۵** | ۰/۲۷۶** | ۰/۹۷۶** | | | |
| SSI | ۰/۵۶۵** | -۰/۶۴۱** | ۰/۸۷۵** | -۰/۰۵۴ | -۰/۱۱** | | |
| HM | ۰/۵۲۰** | ۰/۹۲۷** | ۰/۰۲۸ | ۰/۹۲۷** | ۰/۹۶۸** | -۰/۳۳۲** | |
| MP | ۰/۹۰۵** | ۰/۵۹۷** | ۰/۵۷۰** | ۰/۹۴۷** | ۰/۹۴۱** | ۰/۱۸۴** | ۰/۸۲۸** |

*، ** و †: بترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

تنش خشکی است. نمونه‌های ژنتیکی شماره ۲۶۵، ۱۵۵، ۱۲۲، ۱۶۰ و ۱۸۱ دارای بیشترین مقدار از لحاظ مؤلفه اصلی اول بودند. ژنوتیپ ۲۶۵ همانطور که قبلاً اشاره شد، دارای بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط نرمال و شاخص‌های STI، GMP، HM و MP بود. ژنوتیپ ۱۵۵ در بین نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی از لحاظ شاخص‌های STI و GMP در رتبه سوم، از لحاظ شاخص HM در رتبه پنجم و از لحاظ شاخص

در تجزیه واریانس به مؤلفه‌های اصلی مبتنی بر شاخص‌های تحمل به تنش، دو مؤلفه اصلی اول ۹۸/۵۵ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۴). در مؤلفه اصلی اول تمام متغیرها دارای ضریب مثبت بودند. عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش و شاخص‌های تحمل به تنش STI، GMP، HM و MP در این مؤلفه اصلی از ضریب بالایی برخوردار بودند، لذا مقادیر عددی بالای مؤلفه اصلی اول نشان‌دهنده‌ی تحمل بیشتر به

MP در رتبه دوم قرار داشت. ژنوتیپ ۱۲۲ از لحاظ شاخص‌های STI و GMP دارای رتبه دوم و از لحاظ شاخص‌های HM و MP دارای رتبه سوم بود. ژنوتیپ ۱۶۰ در بین نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی از لحاظ شاخص‌های STI، GMP و MP در رتبه چهارم و از لحاظ شاخص HM در رتبه دوم قرار داشت. ژنوتیپ ۱۸۱ از لحاظ شاخص‌های STI، GMP و MP دارای رتبه پنجم و از لحاظ شاخص HM دارای رتبه چهارم بود. در مؤلفه اصلی دوم بزرگترین ضریب (۰/۹۸) به شاخص SSI اختصاص داشت و عملکرد دانه در

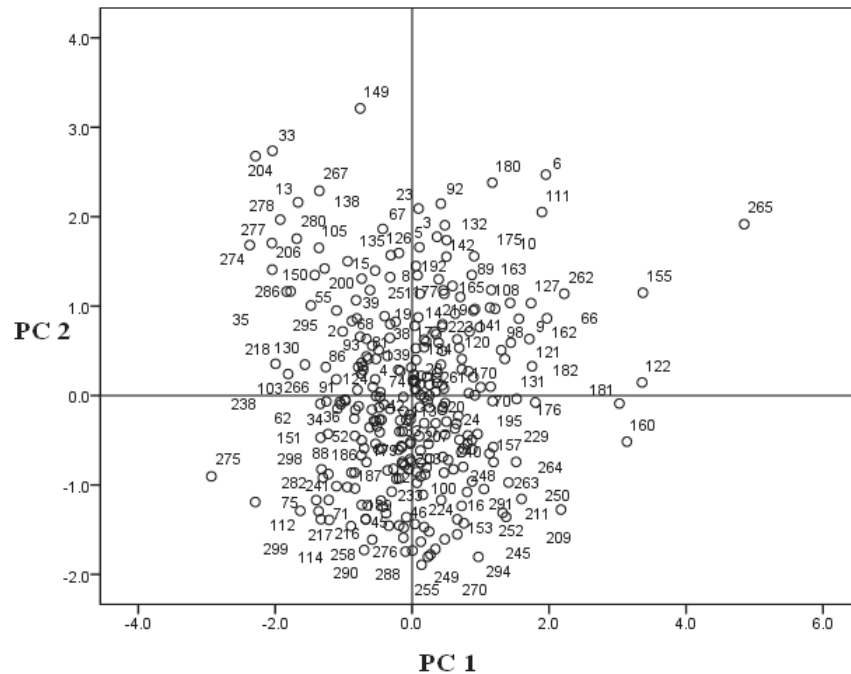
شرایط تنش دارای ضریب منفی (۰/۶۷-) بود، لذا مقادیر عددی کوچکتر از لحاظ این مؤلفه اصلی، ژنوتیپ‌های دارای حساسیت کمتر به تنش خشکی را متمایز می‌نماید. ژنوتیپ‌های شماره ۲۸۱، ۲۹۴، ۲۵۵، ۲۴۹ و ۲۸۸ دارای کمترین مقدار از لحاظ مؤلفه اصلی دوم بودند. ژنوتیپ شماره ۲۹۰ که دارای کمترین مقدار شاخص‌های SSI و TOL در بین نمونه‌های ژنتیکی بود، در زمره هشت ژنوتیپ با کمترین مقدار از لحاظ مؤلفه اصلی دوم قرار داشت.

جدول ۴- مقادیر و بردارهای ویژه مؤلفه‌های اصلی مبتنی بر شاخص‌های تحمل به تنش در ارزیابی ژرم‌پلاسم

نخود دسی در شرایط تنش خشکی

| مؤلفه اصلی | | شاخص تحمل به تنش |
|------------|-------|--------------------|
| اول | دوم | |
| ۰/۸۱ | ۰/۵۸ | Yp |
| ۰/۷۴ | -۰/۶۷ | Ys |
| ۰/۴۰ | ۰/۹۱ | TOL |
| ۰/۹۹ | -۰/۰۷ | STI |
| ۰/۹۹ | -۰/۱۳ | GMP |
| ۰/۰۱ | ۰/۹۸ | SSI |
| ۰/۹۲ | -۰/۳۷ | HM |
| ۰/۹۸ | ۰/۱۹ | MP |
| ۵/۱۱ | ۲/۷۷ | مقدار ویژه |
| ۶۳/۸۹ | ۹۸/۵۵ | درصد واریانس تجمعی |

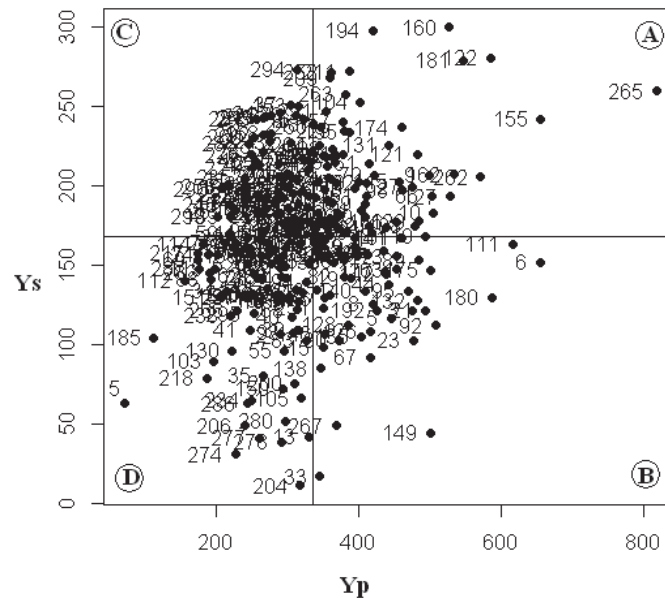
به منظور تفکیک ژنوتیپ‌ها براساس تمام شاخص‌های مورد مطالعه، از بای‌پلات مبتنی بر مؤلفه‌های اصلی استفاده شد (شکل ۱). براساس ضریب مؤلفه‌های اصلی نمونه‌های دارای مقدار بیشتر از لحاظ مؤلفه اصلی اول (با تحمل بیشتر به تنش خشکی) و دارای مقدار کمتر از لحاظ مؤلفه اصلی دوم (با حساسیت کمتر به تنش خشکی) در ربع سمت راست پایین بای‌پلات قرار می‌گیرند. رقم هاشم به همراه ۷۱ ژنوتیپ شامل نمونه‌های ژنتیکی شماره ۱۱، ۱۶، ۲۴، ۲۹، ۳۲، ۳۷، ۴۸، ۵۱، ۵۴، ۵۷، ۷۲، ۷۹، ۱۰۰، ۱۰۲، ۱۰۴، ۱۱۳، ۱۱۸، ۱۲۵، ۱۳۱، ۱۵۳، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۶۰، ۱۷۴، ۱۷۸، ۱۸۱، ۱۸۴، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۷، ۱۹۸، ۲۰۱، ۲۰۳، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۵، ۲۲۰، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۶، ۲۴۰، ۲۴۵، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۲، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۸، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۸۱، ۲۸۹، ۲۹۱، ۲۹۲ و ۲۹۴ در این ناحیه قرار گرفتند.



شکل ۱- تفکیک ژرم پلاسِم نخود دسی در بای‌پلات مؤلفه‌های اصلی مبتنی بر شاخص‌های تحمل به تنش در ارزیابی تحت شرایط تنش خشکی

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه همچنین در مناطق چهارگانه تعریف شده توسط (Fernandez 1992) تفکیک شدند (شکل ۲). ژنوتیپ‌های دارای عملکرد دانه بالاتر در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی در ناحیه A قرار می‌گیرند. تعداد ۷۷ نمونه ژنتیکی شامل ژنوتیپ‌های شماره ۹، ۱۰، ۱۱، ۲۰، ۲۲، ۲۴، ۲۷، ۲۹، ۴۸، ۴۹، ۵۱، ۵۴، ۶۶، ۷۰، ۷۲، ۷۹، ۸۴، ۹۶، ۹۸، ۱۰۲، ۱۰۴، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۸، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۴۵، ۱۵۲، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۶۰، ۱۶۲، ۱۶۶، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۴، ۱۷۶، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۷، ۱۹۸، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۵، ۲۲۰، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۴۳، ۲۵۰، ۲۵۲، ۲۵۶، ۲۵۹، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۷۲ و ۲۹۱ در این ناحیه قرار گرفتند و به عنوان نمونه‌های ژنتیکی مطلوب و متحل به تنش خشکی شناسایی شدند. از بین این نمونه‌های ژنتیکی، تعداد ۳۸ ژنوتیپ شامل نمونه‌های ژنتیکی شماره ۱۱، ۲۴، ۲۹، ۴۸، ۵۱، ۵۴، ۷۲، ۷۹، ۱۰۲، ۱۰۴، ۱۱۸، ۱۲۵، ۱۳۱، ۱۵۷، ۱۶۰، ۱۷۴، ۱۸۱، ۱۹۳

۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۷، ۱۹۸، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۵، ۲۲۰، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۴۳، ۲۵۰، ۲۵۲، ۲۵۶، ۲۵۹، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۷۲ و ۲۹۱ با ربع سمت راست پایین مؤلفه‌های اصلی (شکل ۱) که در فوق اشاره شد مشترک بودند. ناحیه B به نمونه‌های ژنتیکی با عملکرد دانه بالاتر در شرایط نرمال و عملکرد دانه پایین‌تر در شرایط تنش یا به عبارتی نمونه‌های ژنتیکی حساس اختصاص دارد. رقم پیروز و ۵۹ ژنوتیپ در این ناحیه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های دارای عملکرد دانه بالاتر در شرایط تنش و عملکرد دانه پایین‌تر در شرایط نرمال در ناحیه C قرار گرفتند، لذا این ژنوتیپ‌ها دارای مکانیسم‌های اختصاصی برای تحمل به خشکی می‌باشند. رقم هاشم به همراه ۷۶ نمونه ژنتیکی در ناحیه C واقع شدند. ناحیه D به ژنوتیپ‌های دارای عملکرد دانه پایین‌تر در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی اختصاص دارد. رقم جم به همراه ۸۸ نمونه ژنتیکی در این ناحیه قرار گرفتند که به عنوان ژنوتیپ‌های نامطلوب از لحاظ تحمل به تنش خشکی شناسایی می‌شوند.



شکل ۲- تفکیک ژرم پلاسما نخود دسی در بای پلات عملکرد دانه در شرایط نرمال (Y_p) و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی (Y_s)

افزایش تولید این نوع محصول، قطع وابستگی و حتی ظرفیت سازی برای امکان صادرات آن را فراهم ساخت.

منابع

پوراسماعیل، م.، ش. واعظی، م. اکبری، و ش. شاهمرادی. ۱۳۸۸. اثر گرادیان تنش خشکی بر صفات زراعی نمونه‌های کلکسیون هسته نخود تیپ کابلی. مجله علوم زراعی ایران، ۳۲۴-۳۰۷: ۱۱(۴).

روزرخ، م.، س.ح. صباغ‌پور، و م. آرمین. ۱۳۹۱. تعیین مناسب‌ترین شاخص مقاومت به خشکی در

نتایج این تحقیق در مجموع منجر به شناسایی تعداد زیادی ژنوتیپ نخود دسی با تحمل به تنش خشکی و عملکرد دانه بالاتر نسبت به رقم شاهد پیروز شد. این نتایج خصوصا با توجه به شدت تنش اعمال شده ($SI=0/5$) پتانسیل این مجموعه از ژرم پلاسما نخود برای تحمل به تنش خشکی را نشان می‌دهد. نتایج تجزیه‌های مختلف تا حدود زیادی با یکدیگر در تطابق بود و لذا از ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شده در این مطالعه می‌توان به عنوان والد دارای ژن‌های تحمل به خشکی در برنامه‌های اصلاحی بدین منظور استفاده نمود و به این ترتیب قدم مثبتی در مسیر

- Fernandez, G.C. 1992.** Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Eds). Proceedings of the International Symposium on "Adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress. AVRDC Publication. Tainan. Taiwan.
- FAO.** Statistics. Agriculture statistics of Iran 2009. www.fao-rap-ascas.org.
- Kanouni, H., M.K. Ahmadi, S.H. Sabaghpour, R.S. Malhotra, and H. Ketata. 2003.** Evaluation of spring sown chickpea varieties for drought tolerance. International chickpea conference. Raipur, Chhattisgrah, India.
- Leport, L., N.C. Turner, R.J. French, M.D. Barr, R. Duda, S.L. Davies, D. Tennant, and K.H.M. Siddique. 1999.** Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type of environment. European Journal of Agronomy. 11: 279-291.
- Saxena, N.P., M.C. Saxena, C. Johansen, S.M. Virmani, and H. Harris. 1996.** Future research priorities for chickpea in WANA and SAT. Pp. 257-263. In: Saxena, N.P. (Eds). Adaptation of chickpea in the west Asia and north Africa region. ICARDA, Aleppo, Syria.
- ژنوتیپ‌های مختلف نخود. اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴(۱۱): ۲۵-۳۶.
- سیدی، ج.، ع. نبی‌پور و س. وزان. ۱۳۹۲. تعیین شاخص‌های تحمل به خشکی در نخود زراعی تحت شرایط استرس کم آبی انتهای فصل رشد. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۹۸-۱۱۴: ۵(۱۱).
- صباغ‌پور، س.ح. ۱۳۸۵. شاخص‌ها و مکانیزم‌های مقاومت به تنش خشکی در گیاهان. کمیته ملی خشکی و خشکسالی، معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی.
- فرایدی، ی. ۱۳۹۱. ارزیابی تحمل به تنش خشکی در لاین‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) نوع کابلی. پژوهش در علوم زراعی، ۸۳-۱۰۰: ۴(۱۵).
- فرشادفر، ع. و ج. جوادی‌نیا. ۱۳۹۰. ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) از نظر تحمل تنش خشکی. مجله به‌نژادی نهال و بذر (نهال و بذر)، ۵۳۷-۵۱۷: ۴(۲۷)-۱.

Zhang, H., M. Pala, and T. Oweis. 2000.
Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Science*. 51: 295-304.

Silim, S.N. and M.C. Saxena. 1993.
Adaptation of spring-sown chickpea to the mediterranean basin. Factors in influencing yield under drought. *Field Crops Research*. 34: 137-146.

Evaluation of drought tolerance in desi chickpea landraces of Iran

M. Pouresmael^{1*}, M. Zahravi¹

1. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Abstract

Chickpea plays an important role in protein supply of human diet. Drought stress is the most serious abiotic stress which reduces chickpea yield. In order to investigate drought tolerance in desi chickpea germplasm, a total of 300 landraces originating from arid and semi arid regions across the country and belonging to chickpea collection of National Gene Bank of Iran were studied. The accessions were planted at two different water availability conditions; normal irrigation (control) and drought treatment through standing irrigation since flowering. The experiment was set up as augmented design with check cultivars in research field of Seed and Plant Improvement Institute. Grain yield was measured and stress tolerance indices were calculated. The results indicated that 132 and 67 genotypes had higher grain yield than desi check cultivar (Piroz) under normal and drought stress conditions, respectively. A total of 77 genotypes with higher grain yield in both normal and drought stress conditions were located in a region of Fernandez grouping. Genotype 265 had the highest values of STI, GMP, HM and MP and was identified as the most drought tolerant accession. GMP and STI were suggested as the best selection indices based on correlations with grain yield at both normal and drought stress conditions. The total results of the study indicated high potential of desi local chickpea germplasm in drought tolerance.

Key words: Gene Bank, Genetic diversity, Germplasm

* Corresponding author (masoumehpouresmael@yahoo.com)