



تعیین مناسب‌ترین شاخص مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف نخود

مهدی روزرخ^۱، سید حسین صباغ پور^۲، محمد آرمین^۳

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۱۲

چکیده

به منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص انتخاب مقاومت به خشکی در بیست ژنوتیپ نخود زراعی آزمایشی در سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه و دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه در شرایط جداگانه آبی و دیم با یک آزمایش مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. در این بررسی ژنوتیپ تازه معرفی شده مورد استفاده قرار گرفت. شاخص‌های کمی مقاومت و حساسیت به خشکی مانند شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص بهره‌وری متوسط (MP)، شاخص میانگین هارمونیک (MH) و شاخص معیار برتریت (Pi) بر اساس عملکرد گیاه در شرایط تنش آبی و شرایط بدون تنش محاسبه شد. نتایج بدست آمده نشان داد 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، نشان دهنده طبقه بندی آن‌ها به سه گروه عمده است که سه ژنوتیپ شماره ۷، ۸ و ۱۱ (آزاد، ILC.482 و ILC.1799) در یک گروه جای گرفته و معرف ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی بودند.

کلمات کلیدی: نخود، شاخص‌های مقاومت به خشکی، تجزیه کلاستر، تنش خشکی

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه. مسئول مکاتبات. پست الکترونیک mroozrokh@yahoo.com

۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

مقدمه

عملکرد^۷ (YSI) و شاخص معیار برتریت^۸ (P) که در شرایط گوناگون محیطی بکار گرفته شده‌اند.

در بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی در عدس صالحی و همکاران (۱۳۸۴) مشخص کردند که شاخص‌های میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص تحمل خشکی و شاخص بهره‌وری متوسط از مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال سازی ژنوتیپ-های عدس می‌باشند. محمودی و صباغ پور (۱۳۸۴) در بررسی تأثیر تنش خشکی در کشت دیر هنگام ۴۱ لاین نخود بهاره، از شاخص تحمل به خشکی استفاده کردند و نشان دادند که لاین‌های دارای شاخص تحمل به خشکی پایین‌تر (متحمل‌تر)، دارای عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با لاین‌های حساس‌تر بودند. نتایج تحقیق دیگری روی ژنوتیپ-های نخود کابلی، فرایدی (۱۳۸۴) نشان داد که شاخص تحمل به خشکی در دو محیط دارای تنش و بدون تنش از همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه برخوردار بوده و به عنوان مناسب‌ترین شاخص برای تفکیک ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به تنش توصیه می‌گردد.

فرشادفر و همکاران (۱۳۸۰) نیز به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی لاین‌های نخود با غربال کردن شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی، نشان دادند که شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و میانگین بهره‌وری، از جمله بهترین شاخص‌ها برای شناسایی لاین‌های مقاوم به خشکی می‌باشند.

با توجه به فراگیری شرایط کم آبی در کشور و لزوم درک بهتر از توانمندی‌های ذکر شده در این

سطح زیر کشت نخود (*Cicer arietinum*) (L. در جهان ۱۱/۹ میلیون هکتار می‌باشد که از این نظر چهارمین رتبه جهان را به خود اختصاص داده است. در ایران ۹۵ درصد سطح زیر کشت نخود به صورت دیم است و عملکرد آن حدود ۴۷۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که نسبت به میانگین جهانی و کشورهای مهم تولید کننده نخود بسیار پایین می‌باشد (فائو، ۲۰۱۲).

طبق نظر فرناندز (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 (گروه A)، ۲) ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی را تنها در شرایط بدون تنش (گروه B)، ۳) ژنوتیپ-هایی که عملکرد بالایی را تنها در شرایط تنش (گروه C) و ۴) ژنوتیپ‌هایی که عملکرد پایینی را هم در شرایط تنش و هم بدون دارند (گروه D).

به منظور تشخیص و تمایز ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی شاخص‌های مختلفی بر اساس رابطه ریاضی بین عملکرد در شرایط مطلوب و تنش پیشنهاد شده است از جمله شاخص تحمل^۱ (TOL)، شاخص میانگین بهره‌وری^۲ شاخص حساسیت به تنش^۳ (SSI) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری^۴ (GMP)، شاخص تحمل تنش^۵ (STI) و شاخص عملکرد^۶ (YI)، شاخص پایداری

¹ Tolerance

² Mean Productivity

³ Stress Susceptibility

⁴ Geometric Mean Productivity

⁵ Stress Tolerance Index

⁶ Yield Index

⁷ Yield Stability Index

⁸ Superiority Measure

و عرض جغرافیایی آن به ترتیب برابر ۴۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی می‌باشد. حداکثر و حداقل دمای مطلق این منطقه به ترتیب برابر ۴۴+ و ۲۷- درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه آن ۴۷۸ میلی‌متر است. تیمارهای آزمایش در هر دو شرایط کشت ۲۰ رقم یا ژنوتیپ نخود بود که در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. فاصله بین هر تکرار ۳ متر در نظر گرفته شد. فاصله بین خطوط کشت در هر کرت ۳۰ سانتی‌متر بود و طول هر خط کاشت در هر کرت چهار متر بود. فاصله بین دو کرت در هر تکرار با عدم کاشت در ردیف ۶۰ سانتی متر فاصله در نظر گرفته شد. مشخصات ۲۰ ژنوتیپ و رقم نخود زراعی (*Cicer arietinum* L) که از بخش حبوبات موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه تهیه شده بود در جدول ۱ گزارش شده است.

شرایط و نیز با توجه به اهمیت کشت نخود (در میان حبوبات) در ایران به خصوص غرب کشور، این تحقیق به منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص مقاومت به خشکی در بیست ژنوتیپ نخود در شرایط استان کرمانشاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی در ۲۰ لاین تازه معرفی شده نخود دو آزمایش مجزا در سال‌های زراعی ۸۵-۸۴ و ۸۶-۸۵ به ترتیب در موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود واقع در کیلومتر ۱۷ جاده کرمانشاه-همدان و مزرعه تحقیقاتی مجتمع کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه واقع در کیلومتر ۱۰ جاده کرمانشاه-همدان با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو شرایط آبی و خشکی اجرا شد. ارتفاع این مناطق از سطح دریا ۱۳۵۱/۶ متر و طول

جدول ۱- ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

شماره	ژنوتیپ / رقم	شماره	ژنوتیپ / رقم
۱	X95.TH5K10	۱۱	ILC.1799
۲	FLIP.97-102	۱۲	ILC.3321
۳	FLIP.98-55	۱۳	هاشم
۴	FLIP.97-50	۱۴	X96. TH3K1
۵	Sel.95TH1716	۱۵	FLIP.99-66
۶	آرمان	۱۶	X96. TH 62K1
۷	آزاد	۱۷	X96. TH 62K2
۸	ILC482	۱۸	FLIP.98-226
۹	محلی یوشیج	۱۹	FLIP.97-219
۱۰	FLIP.97-111	۲۰	FLIP.00-14

گاوا آهن برگردان دار، دیسک، سوئیپ و کرت بندی در اسفند ۱۳۸۴ انجام گرفت. بذره‌های هر ژنوتیپ پس از ضد عفونی با سم کاپتان به نسبت دو در

آماده سازی زمین محل اجرای آزمایش در سال اول در پاییز ۱۳۸۴ با انجام شخم آغاز گردید و عملیات تکمیلی تهیه زمین شامل شخم توسط

میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص عملکرد، شاخص پایداری عملکرد، شاخص بهره‌وری متوسط، شاخص میانگین هارمونیک و شاخص معیار برتریت با استفاده از عملکرد گیاهان در آزمایش آبی (Yp) و آزمایش دیم (Ys) با استفاده از فرمول‌های موجود به شرح زیر محاسبه شدند. در این فرمول SI شدت تنش، \bar{Ys} میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در آزمایش دیم (دارای تنش) و \bar{Yp} میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط آبی (بدون تنش) می‌باشند.

$$\text{شاخص حساسیت به تنش (SSI)} = \frac{1 - \frac{Ys}{Yp}}{1 - \frac{\bar{Ys}}{\bar{Yp}}}$$

نشان دهنده شدت تنش است.

$$\text{شاخص تحمل تنش (STI)} = \frac{Yp * Ys}{\bar{Yp}^2}$$

شاخص تحمل (TOL): $Yp - Ys$

شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP): $\sqrt{Ys * Yp}$

$$\text{شاخص عملکرد (YI)} = \frac{Ys}{\bar{Ys}}$$

$$\text{شاخص پایداری عملکرد (YSI)} = \frac{Ys}{Yp}$$

$$\text{شاخص بهره‌وری متوسط (MP)} = \frac{Yp + Ys}{2}$$

$$\text{شاخص میانگین هارمونیک (MH)} = \frac{2Yp * Ys}{(Yp + Ys)}$$

$$\text{شاخص معیار برتریت (Pi)} = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)}{n}$$

n تعداد محیط‌ها، X_{ij} عملکرد دانه ژنوتیپ i ام و M_j عملکرد ژنوتیپی با حداکثر عملکرد در محیط j ام می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله نرم افزار آماری MSTATC انجام و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام و

هزار، در عمق ۵ سانتی متری خاک کشت شدند. کاشت سال اول در تاریخ ۲۲ اسفند ۱۳۸۴ و سال دوم در تاریخ ۲۵ اسفند ۱۳۸۵ انجام پذیرفت. فاصله بین بوته‌ها در هر ردیف با در نظر گرفتن تراکم ثابت ۸۰ بذر برای هر کرت، ۲۰ سانتیمتر بود. دو ردیف کناری و نیز ۲۵ سانتیمتر از ابتدا و انتهای هر کرت، به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. بدین ترتیب در هر کرت آزمایشی ۲/۱ مترمربع به عنوان سطح موثر در نظر گرفته شد که کلیه صفات مورد بررسی از این سطح اندازه گیری شد. در اوایل سبز شدن بوته‌ها، از علف کش 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 جین گردیدند. 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 و ۱۳۸۶، آزمایش آبی با استفاده از روش آبیاری بارانی به روش کلاسیک ثابت، آبیاری شد. آبیاری دوم بفاصله دوازده روز بعد و در هنگامی که بوته‌ها در مرحله پر شدن دانه بودند در آزمایش آبی و به روش بارانی انجام شد. در سال دوم کلیه عملیات کشت و داشت مشابه سال اول (از جمله کشت در اواخر اسفند)، انجام شد.

برداشت نهایی هر کرت، موقعی انجام گرفت که بیش از ۹۰ درصد نیام‌ها رنگ زرد مایل به قهوه ای به خود گرفته بودند. برداشت نهایی بر اساس حذف اثر حاشیه ای در هر کدام از آزمایشات آبی و دیم انجام شد و در آن عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی اندازه گیری شد. شاخص‌های مقاومت به خشکی، شاخص حساسیت به تنش، شاخص تحمل تنش، شاخص تحمل، شاخص

ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ۱۸، ۱۶، ۱۵، ۱۱، ۸، ۷، ۶، ۴ و ۳ نیز اختلاف معنی داری ندارند و بیشترین مقدار شاخص حساسیت به تنش (SSI) متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ (۲/۱۱۱) و ۱۰ (۱/۶۱۸) است (جدول ۳ و ۴). فیشر و مویر (۱۹۷۸) نشان دادند که ژنوتیپ‌های گندم با شاخص حساسیت به خشکی کمتر از یک، مقاوم‌تر به خشکی هستند و افت عملکرد آنها در شرایط خشکی، کمتر از میانگین افت عملکرد همه ژنوتیپ‌ها است.

نمودارها توسط نرم افزار آماری EXCEL رسم شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس شاخص‌های مقاومت به خشکی با استفاده از داده‌های مربوط به عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط آبی و دیم نشان داد که اختلاف معنی داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه شاخص‌های مقاومت به خشکی وجود دارد (جدول ۲) که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای مقاومت به خشکی است. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های مقاومت به خشکی نشان داد که کمترین شاخص حساسیت به تنش (SSI) مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۹ (۰/۰۵۴-) و شماره ۵ (۰/۴۵) و شماره ۳ (۰/۴۸۱) می‌باشد که با

جدول ۲- میانگین مربعات شاخص‌های تحمل به خشکی در نخود

میانگین مربعات								درجه آزادی	منابع تغییر
MP	MH	YSI	YI	GMP	TOL	STI	SSI*		
۱۵۰۷۶۸/۹ **	۱۶۵۶۷۰/۶ **	۰/۰۶۸ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۱۵۹۱۶۴/۱ **	۵۳۳/۵ ns	۰/۰۳۸ ns	۰/۰۰۹ ns	۱	سال
۱۷۲۹/۲	۲۳۴۴/۰	۰/۱۰۲	۰/۰۷۷	۱۷۳۳/۶	۴۳۵۳/۱	۰/۰۱۶	۱/۲۶	۶	خطای a
۶۹۵۹۷/۲ **	۸۳۴۲۲/۴ **	۰/۱۴۸ **	۰/۵۷۳ **	۷۶۶۳۵/۱ **	۴۰۵۶۰/۵ **	۰/۶۳ **	۱/۷۵ **	۱۹	ژنوتیپ
۵/۸۶ ns	۳۵/۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۱۶/۰۱ ns	۲۴/۰۲ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۱۹	سال در ژنوتیپ
۱۹۸۷/۷	۳۰۴۴/۲	۰/۰۱۶	۰/۰۲۹	۲۴۵۴/۹	۶۴۴۲/۴	۰/۰۲۳	۰/۱۹	۱۱۴	خطای b

ns و **، * به ترتیب معنی دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

* شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص بهره‌وری متوسط (MP)، شاخص میانگین هارمونیک (MH) و شاخص معیار برتریت (Pi)

(۰/۲۶۷) و شماره ۱۹ (۰/۳۴۱) و شماره ۱۳ (۰/۳۴۸) بود (جدول ۳ و ۴). سنگری و همکاران (۲۰۰۸) در آزمایش‌های خود از شاخص تحمل به خشکی برای

بیشترین میزان شاخص تحمل به تنش (STI)، در ژنوتیپ‌های شماره ۷ (۱/۲۹۶)، شماره ۸ (۱/۱۳۷)، شماره ۱۱ (۱/۰۵۶) مشاهده شده و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۷

شماره ۱۷ (۳۰۷/۶)، شماره ۱۳ (۳۴۸/۴) و شماره ۱۹ (۳۶۷/۵) مشاهده شد (جداول ۳ و ۴). نتایج سایر محققان نیز نشان داده است که استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی، شاخص‌های مناسبی برای انتخاب و شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به خشکی می‌باشد.

گروه بندی ژنوتیپ‌ها بر مبنای شاخص‌های مقاومت به خشکی *MP*، *MH*، *GMP*، *STI* و عملکرد در شرایط آبی و دیم با استفاده از تجزیه خوشه ای و دندروگرام مربوط در شکل ۱ نشان داده شده است. بر این اساس ژنوتیپ‌های ۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۷ در یک گروه قرار گرفتند که همان گروه ژنوتیپ-های مقاوم به خشکی است. به عبارت دیگر لاین های *X.ILC.3321*، *ILC.1799*، *ILC.482* و *96TH3K1* و رقم آزاد در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و با در نظر داشتن شاخص‌های مقاومت به خشکی معیار و عملکرد بالایی که در مزرعه آبی و دیم نشان می‌دهند، مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها به خشکی معرفی می‌شوند.

ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ۲، ۱۹، ۱۰ و ۱۷ یعنی ژنوتیپ‌های *FLIP.97-219*، *FLIP.97-111* و *FLIP.97-102*، هاشم و *X96.TH62K2* در گروه دیگری قرار گرفتند که همان گروه ژنوتیپ-های دارای *Yp* و *Ys* پایین و در عین 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، از دو رگ گیری بین این ژنوتیپ‌ها استفاده نمود. فرایندی (۱۳۸۴) در آزمایش‌های خود به منظور بررسی واکنش بیست ژنوتیپ مختلف نخود نسبت به تنش خشکی و

بررسی مقاومت به خشکی ۱۴۰ لاین بادام زمینی استفاده کردند.

از نظر شاخص تحمل (TOL)، اختلاف معنی داری بین اکثر ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد، ولی در عین حال بیشترین مقدار این شاخص در ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ (۳۲۱/۶) و شماره ۱۲ (۲۷۱/۹)، و کمترین آن‌ها در ژنوتیپ‌های شماره ۹ (۷/۶-) و شماره ۵ (۶۹/۲) وجود داشت (جداول ۳ و ۴). بیشترین شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (*GMP*)، در ژنوتیپ‌های شماره ۷ (۶۴۳/۱) و شماره ۸ (۶۰۴/۴) وجود داشت و کمترین مقدار آن متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۱۷ (۲۹۴/۲)، شماره ۱۹ (۳۲۸/۳) و شماره ۱۳ (۳۳۵/۶) بود (جداول ۳ و ۴). ژنوتیپ‌های شماره ۷ (۱/۴۴)، شماره ۹ (۱/۳۳) و شماره ۸ (۱/۳۰) بیشترین شاخص عملکرد (*YI*) را نشان دادند که ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۱۱ با آنها اختلاف معنی داری نداشتند و کمترین مقدار شاخص عملکرد (*YI*) در ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ (۰/۵۱)، ۱۷ (۰/۵۴) و ۱۰ (۰/۶۲) مشاهده شد (جداول ۳ و ۴).

از نظر شاخص پایداری عملکرد (*YSI*)، بیشترین مقادیر در ژنوتیپ‌های شماره ۹ (۱/۰۲)، ۳ (۰/۸۶) و شماره ۵ (۰/۸۷) و کمترین آن در ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ (۰/۳۹)، ۱۰ (۰/۵۳) و ۱۷ (۰/۵۶) وجود داشت. ژنوتیپ‌های شماره ۷ (۶۳۳/۳) و شماره ۸ (۵۹۸/۲) و شماره ۱۱ (۵۷۶/۲) در شاخص میانگین هارمونیک (*MH*)، بیشترین مقادیر را دارا بودند و ژنوتیپ‌های شماره ۱۷ (۲۸۱/۵)، ۱۹ (۲۹۴/۲) و ۱۰ (۳۱۷/۷)، کمترین مقدار را از این نظر داشتند و بالاخره با توجه به شاخص بهره‌وری متوسط (*MP*)، بیشترین میزان در ژنوتیپ‌های شماره ۷ (۶۵۳/۲)، شماره ۸ (۶۱۰/۶) و شماره ۱۱ (۵۹۲/۸) و کمترین آن در ژنوتیپ‌های

ژنوتیپ‌های نخود بومی اتیوپی، این موضوع را مورد تاکید قرار دادند که با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی و گروه بندی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس، می‌توان از آن‌ها برای گزینش و معرفی لاین‌های مقاوم‌تر استفاده نمود.

تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم، ضمن اشاره به اینکه شاخص‌های MP, GMP, STI در دو محیط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه داشتند، ژنوتیپ ILC.1799 را به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ به خشکی معرفی نمود. آنابسا و بیجیگا (۲۰۰۲) در ارزیابی مقاومت به خشکی

جدول ۳- میانگین شاخص‌های مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های نخود

ژنوتیپ	SSI	STI	TOL	GMP	YI	YSI	MH	MP
۱ X95.TH5K10	۱/۱۵b-e	۰/۵۸۳hi	۱۷۵/۱b-d	۴۳۰/۷gh	۰/۸۷fg	۰/۶۷c-g	۴۲۱/۳ef	۴۴۰/۵fg
۲ Flip.97-102	۱/۳۴ b-d	۰/۴۳۹ij	۱۸۹/۸b-d	۳۷۳/۶hi	۰/۷۲gh	۰/۶۱e-g	۳۶۱/۶fg	۳۸۶gh
۳ Flip.98-55	۰/۴۸f-h	۰/۸۶۲c-g	۷۹/۷de	۵۲۵/۹c-f	۱/۲۱a-e	۰/۸۶a-c	۵۲۲/۸b-d	۵۲۹c-e
۴ Flip.97-50	۰/۵۶ b-g	۰/۷۲۷e-h	۱۵۸b-d	۴۸۳/۴d-g	۱/۰۲d-f	۰/۷۲b-g	۴۷۶/۴c-e	۴۹۰/۶ef
۵ Sel.95TH1716	۰/۴۵gh	۰/۶۳۹g-i	۶۹/۲de	۴۵۴/۳fg	۱/۰۵c-f	۰/۸۷ab	۴۵۱/۷de	۴۵۷/۹f
۶ آرمان	۰/۷۰d-g	۰/۷۳d-h	۱۱۶/۹cd	۴۸۴/۲ d-g	۱/۰۷ c-f	۰/۸ b-e	۴۷۸/۸ c-e	۴۸۹/۶ ef
۷ آزاد	۰/۶۴e-h	۱/۲۹۶a	۱۴۲/۶ cd	۶۴۳/۱ a	۱/۴۴ a	۰/۸۱ b-d	۶۳۳/۳ a	۶۵۳/۲ a
۸ ILC.482	۰/۸۳b-e	۱/۱۳۷ab	۱۶۸/۷ b-d	۶۰۴/۴ ab	۱/۳۰ a-c	۰/۷۶ b-e	۵۹۸/۲ ab	۶۱۰/۶ ab
۹ یوشیج	-۰/۰۵h	۰/۸۸۴c-f	-۷/۶ e	۵۳۳/۳ c-e	۱/۳۳ ab	۱/۰۲ a	۵۳۲/۴ b-d	۵۳۴/۱ c-e
۱۰ Flip.97-111	۱/۶۰ab	۰/۳۶۸j	۲۴۱/۱ a-c	۳۴۱/۶ ij	۰/۶۲ h	۰/۵۳ gh	۳۱۷/۷ gh	۳۷۲/۱ h
۱۱ ILC.1799	۰/۸۷c-g	۱/۰۵۶bc	۱۷۸/۱ b-d	۵۸۴/۴ a-c	۱/۲۵ a-d	۰/۷۵ b-f	۵۷۶/۲ ab	۵۹۲/۸ a-c
۱۲ ILC.3321	۱/۳۲b-d	۰/۹۱۰c-e	۲۷۱/۹ ab	۵۴۰/۲ b-e	۱/۰۵ c-f	۰/۶۲ d-g	۵۲۰/۲ b-d	۵۶۱/۶ b-d
۱۳ هاشم	۱/۱۷۸b-e	۰/۳۴۸j	۱۵۵/۲ b-d	۳۵۵/۶ ij	۰/۶۷ gh	۰/۶۶ d-g	۳۲۳/۶ gh	۳۸۴/۴ hi
۱۴ X96.TH3K1	۱/۱۲۹b-f	۰/۹۵۵b-d	۲۲۱/۱ a-c	۵۵۱/۱ b-d	۱/۱۳ b-e	۰/۶۷ c-g	۴۵۳/۸ bc	۵۶۶/۶ b-d
۱۵ Flip.99-66	۰/۸۲۹d-g	۰/۷۷۱d-h	۱۷۲/۱ b-d	۴۹۹ d-g	۱/۰۸ b-f	۰/۷۶ b-e	۴۹۳/۹ c-e	۵۰۴/۲ d-f
۱۶ X96.TH62K1	۱/۰۵b-g	۰/۶۷۶f-h	۱۷۴/۶ b-d	۴۶۶ e-g	۰/۹۶ ef	۰/۶۹ b-g	۴۵۶/۹ de	۴۷۵/۵ ef
۱۷ X96.TH62K2	۱/۵۱bc	۰/۲۶۷j	۱۷۲/۱ b-d	۲۹۴/۲ j	۰/۵۴ h	۰/۵۶ f-h	۲۸۱/۵ h	۳۰۷/۶ i
۱۸ Flip.98-226	1/۰۲۲b-g	۰/۷۶۷d-h	۱۷۴/۶ b-d	۴۹۸ d-g	۱/۰۳ d-f	۰/۷۰ b-g	۴۹۰/۲ c-e	۵۰۶ d-f
۱۹ Flip.97-219	۲/۱۱۱a	۰/۳۴۱j	۳۲۱/۶ a	۳۲۸/۳ ij	۰/۵۱ h	۰/۳۹ h	۲۹۴/۲ gh	۳۶۷/۵ hi
۲۰ Flip.00-14	۰/۸۴e-g	۰/۸۷c-f	۱۵۱/۷ b-d	۵۲۹/۲ c-e	۱/۱۴ b-e	۰/۷۵ b-f	۵۲۳/۱ b-d	۵۳۵/۴ c-e

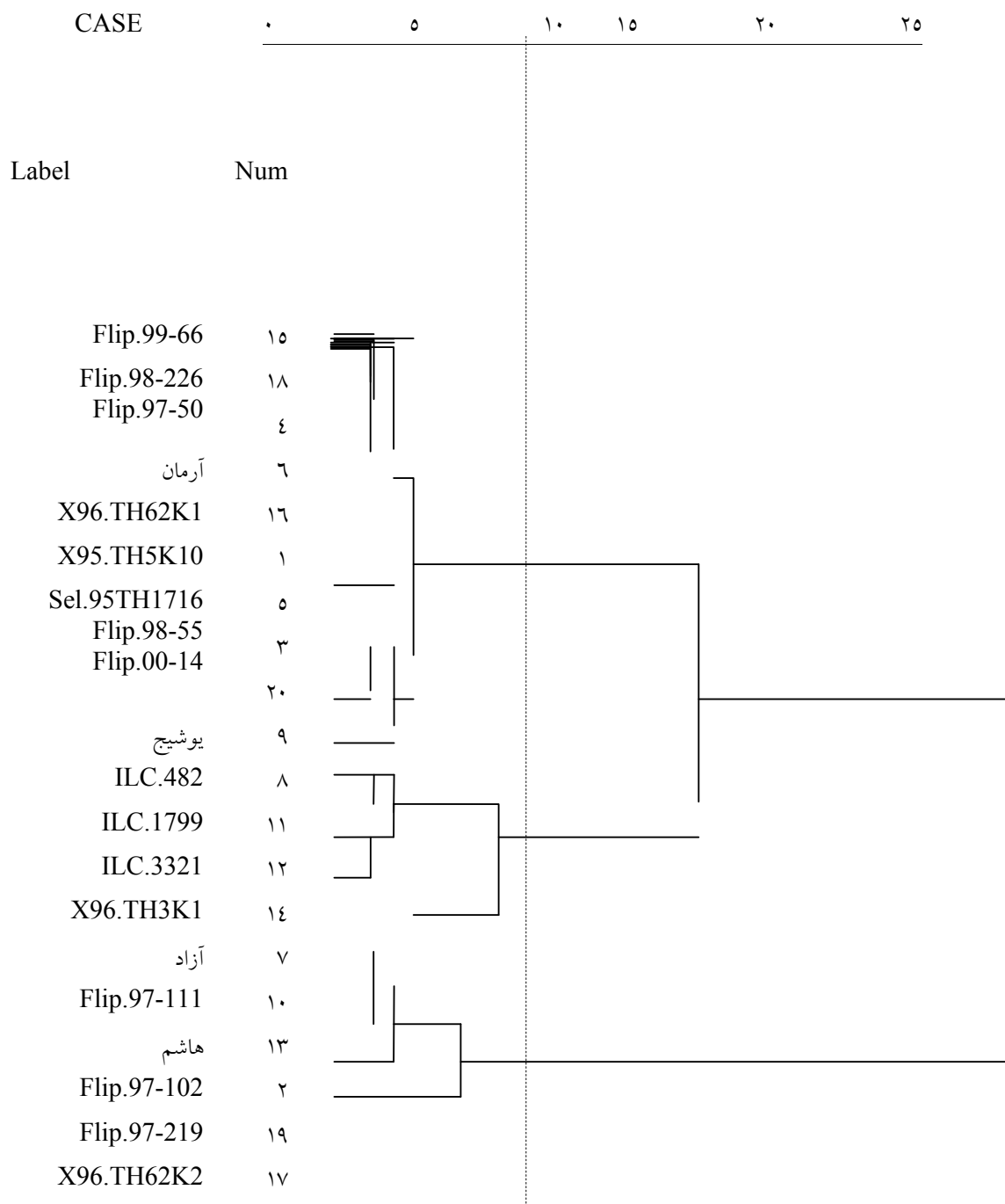
حروف غیرمشابه در هر ستون اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ را نشان می‌دهد

*شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص بهره‌وری متوسط (MP)، شاخص میانگین هارمونیک (MH) و شاخص معیار برتریت (Pi)

جدول ۴- رتبه ژنوتیپ‌ها برای شاخص‌های مقاومت به خشکی

ژنوتیپ	صفت								
	SSI	STI	TOL	GMP	YI	YSI	MH	MP	
۱	X95.TH5k10	۷	۱۵	۸	۱۵	۱۵	۱۴	۱۵	۱۵
۲	Flip.97-102	۴	۱۶	۵	۱۶	۱۶	۱۷	۱۶	۱۶
۳	Flip. 98-55	۱۸	۸	۱۸	۸	۵	۳	۶	۸
۴	Flip.97-50	۱۱	۱۲	۱۲	۱۲	۱۳	۱۰	۱۲	۱۱
۵	Sel.95TH1716	۱۹	۱۴	۱۹	۱۴	۱۱	۲	۱۴	۱۴
۶	آرمان	۱۶	۱۱	۱۷	۱۱	۹	۵	۱۱	۱۲
۷	آزاد	۱۷	۱	۱۵	۱	۱	۴	۱	۱
۸	ILC.482	۱۴	۲	۱۱	۲	۳	۶	۲	۲
۹	یوشیج	۲۰	۶	۲۰	۶	۲	۱	۵	۷
۱۰	Flip.97-111	۲	۱۷	۳	۱۷	۱۸	۱۹	۱۸	۱۷
۱۱	ILC.1799	۱۲	۳	۶	۳	۴	۹	۳	۳
۱۲	ILC.3321	۵	۵	۲	۵	۱۰	۱۶	۸	۵
۱۳	هاشم	۶	۱۸	۱۳	۱۸	۱۷	۱۵	۱۷	۱۹
۱۴	X96.TH3K1	۸	۴	۴	۴	۷	۱۳	۴	۴
۱۵	Flip.99-66	۱۵	۹	۱۶	۹	۸	۷	۹	۱۰
۱۶	X96.TH62K1	۹	۱۳	۱۰	۱۳	۱۴	۱۲	۱۳	۱۳
۱۷	X96.TH62K2	۳	۲۰	۹	۲۰	۱۹	۱۸	۲۰	۲۰
۱۸	Flip.98-226	۱۰	۱۰	۷	۱۰	۱۲	۱۱	۱۰	۹
۱۹	Flip.97-219	۱	۱۹	۱	۱۹	۲۰	۲۰	۱۹	۱۸
۲۰	Flip.00-14	۱۳	۷	۱۴	۷	۶	۸	۷	۶

*شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص بهره‌وری متوسط (MP)، شاخص میانگین هارمونیک (MH) و شاخص معیار برتریت (Pi)



شکل ۱- تجزیه خوشه ای ۲۰ ژنوتیپ نخود بر اساس داده های مربوط به STI ، GMP ، MP ، MH و عملکرد در شرایط آبی

و دیدم

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد در شرایط آبی و دیم

YP									
۰/۵۹۹**	YS								
۰/۰۰۳ ^{ns}	-۰/۷۸۵**	SSI							
۰/۷۸۶**	۰/۹۱۵**	-۰/۵۵۳**	STI						
۰/۲۸۵**	-۰/۵۹۵**	۰/۹۴۲**	-۰/۳۰۸**	TOL					
۰/۸۱۸**	۰/۹۴۱**	-۰/۵۵۶**	۰/۹۶۱**	-۰/۳۱۳**	GMP				
۰/۵۴۵**	۰/۹۶۵**	-۰/۸۰۵**	۰/۹۳۴**	-۰/۶۰۹**	۰/۹۰۲**	YI			
۰/۰۳۰ ^{ns}	۰/۸۰۶**	-۰/۹۹۳**	۰/۵۵۴**	-۰/۹۳۵**	۰/۵۸۵**	۰/۸۰۵**	YSI		
۰/۷۶۹**	۰/۹۶۴**	-۰/۶۱۳**	۰/۹۵۶**	-۰/۳۸۳**	۰/۹۹۶**	۰/۹۲۲**	۰/۶۴۱**	MH	
۰/۸۷۳**	۰/۹۱۳**	-۰/۴۷۶**	۰/۹۵۷**	-۰/۲۱۸ ^{ns}	۰/۹۹۲**	۰/۸۶۵**	۰/۵۰۶**	۰/۹۷۷**	MP

YP: عملکرد در شرایط آبی و YS: عملکرد در شرایط دیم و SSI: شاخص حساسیت به تنش و STI: شاخص تحمل و GMP: شاخص میانگین هندسی بهره‌وری YI: شاخص عملکرد YSI: شاخص پایداری عملکرد MH: شاخص میانگین هارمونیک MP: شاخص بهره‌وری متوسط

** و *** معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns: غیر معنی دار

نتیجه گیری کلی

داشته‌اند (فرایندی، ۱۳۸۴؛ محمودی و صباغ پور، ۱۳۸۴؛ جوانشیر و همکاران، ۲۰۰۳). در عین حال این شاخص‌ها همبستگی معنی داری با یک دیگر نیز دارند (جدول ۵). بنابراین می‌توان شاخص‌های تحمل تنش (STI)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، میانگین هارمونیک (MH) و بهره‌وری متوسط (MP) 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. فرشادفر و همکاران، (۱۳۸۰) در مطالعات خود به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی لاین‌های نخود، نشان دادند که شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و میانگین بهره‌وری، بهترین شاخص‌ها برای شناسایی لاین‌های مقاوم به خشکی بودند.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از طرح پژوهشی انجام شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه می‌باشد که

با توجه به این که مقاومت به خشکی صفت پیچیده‌ای است و عوامل مختلفی در آن دخالت دارند، لذا قضاوت پیرامون ژنوتیپ‌ها از نظر یک صفت، پیچیده و گاهی اوقات با نتایج متناقض همراه است. بنابراین با استفاده از تحلیل همبستگی بین عملکرد در شرایط آبی و دیم و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی، شاخص‌های مقاومت غربال و مناسب‌ترین شاخص‌ها انتخاب می‌گردند. مناسب‌ترین شاخص آن است که در هر دو شرایط آبی و دیم دارای همبستگی بالا و معنی داری با عملکرد باشد (فزان‌دز، ۱۹۹۲). نتایج حاصل از همبستگی شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد در شرایط آبی (Yp) و دیم (Ys) نشان داد که از بین شاخص‌های مقاومت به خشکی، شاخص‌های STI، GMP، MH و MP همبستگی بالاتر و معنی‌دارتری با عملکرد در شرایط آبی و دیم داشتند (جدول ۵). محققان دیگر نیز به ارتباط این شاخص‌ها با عملکرد در شرایط آبی و دیم اشاره

هزینه آن توسط معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه تأمین شده است که بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- صالحی، م.، ع. حق نظری، ف. شکاری و ن. نعمتی. ۱۳۸۴. مطالعه شاخص‌های مقاومت به خشکی در عدس (*Lens culinaris Medik*). مجموعه مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ۲۹-۳۰ آبان. دانشگاه فردوسی مشهد.
- فرایندی، ی. ۱۳۸۴. ارزیابی و انتخاب برای مقاومت نسبت به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی. مجموعه مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ۲۹-۳۰ آبان. دانشگاه فردوسی مشهد.
- فرشادفر، ع.، م. ر. زمانی، م. مطلبی. و ع. امام جمعه. ۱۳۸۰. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران. ج ۳۲، شماره ۱: ۶۵-۷۷
- محمودی، ع. و س. ح. صباغ پور. ۱۳۸۴. بررسی و گزینش لاین های نخود بهاره در کشت دیر هنگام در شرایط دیم شمال خراسان. مجموعه مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ۲۹-۳۰ آبان. دانشگاه فردوسی مشهد.
- Anbessa ,Y. and G. Bejiga. 2002. Evaluation of ethiopian chickpea landraces for tolerance to drought . Gen. Reso. Crop Evol . 49:557-564(8).
- FAO. 2012. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>. Verivified: 22 October 2012.
- Fernandez , G.C.J.1992. Effective Selection criteria for assessing stress tolerance . In :C.G.KUO, Editor , Proceedings of the International Symposium on Adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress publication , Tainan , Taiwan.
- Fischer , R.A., and Maurer , R.1978. Drought resistance in spring wheat cultivars Part1 :grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 29:897-912.
- Javanshir, A., H. Kazemi, S.F. Baher and S. Aharizad. 2003. Evaluation of different drought tolerance indices in some Spring barley genotypes. Agric. Sci. 95-105.
- Sabaghpour, S.H., A.A. Mahmodi, A. Saeed, M. Kamel and R.S. Malhotra. 2006. Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. Indian J. Crop Sci. 1(1-2):70-73.
- Songari, P., S. Jogloy, T. Kesmala, N. Vorasoot, C. Kasaeng, A. Patanothai and C.C. Holbrooke. 2008. Heretibility of drought resistance and agronomic traits in peanut. Crop Sci.48:2245-2253.

Determining the best indices of drought tolerance in chickpea genotypes

M. Roozrok¹, S. H. Sabaghpour², M. Armin³
Received: 2012-3-7 Accepted: 2012-12-12

Abstract

In order to determine the best identifying indices of drought tolerance on 20 lines of chickpea, two separate experiments were conducted in two regions of research field in Dryland agriculture institute (Sararod) and Islamic Azad University, Kermanshah Branch Research Station in 2007 and 2008 growing season. The 20 new released genotypes were tested using a randomized complete block design under two irrigated (non stress) and rainfed (stress) conditions. Quantitative drought tolerance and susceptibility indices such as Stress Tolerance Index (STI), Stress Susceptibility Index (SSI), Tolerance Index (TOL), Geometric Mean Productivity (GMP), Yield Stability Index (YSI), Mean Productivity (MP), Harmonic Mean (HM) and Superiority Measure (Pi) based on yield in stress and non stress conditions were calculated. Results showed that MP, MH, GMP, STI, are the most suitable criteria for screening drought resistant genotypes. Cluster analysis of genotypes based on the above characteristics, indicates that they are classified into three major groups, three genotypes 7, 8 and 11 (Azad, ILC.482 and ILC.1799) located in the same group which presented Drought-resistant genotypes.

Key word: chickpea, drought tolerance index, cluster analysis, drought stress

1- Assistant Professor, Islamic Azad University, Kermanshah Branch

2- Academic Staff, Dryland Agriculture Institute (Sararod)

3- Assistant Professor, Islamic Azad University, Sabzevar Branch