دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله اکوفیزیولوژی گیاهی
سال چهارم، شماره دوم، ۱۳۹۱

تعیین مناسب‌ترین شاخص مقاومت به خشکی در ژنوتیپ های 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 ۱۳۸۷-۱۳۸۶در 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 خوشه ای 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 ژنوتیپ های 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

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 ٤۷۱ 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(گروهB)، ۳) ژنوتیپ-هایی که عملکرد بالایی را تنها در شرایط تنش(گروه C) و ٤) 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[1] (TOL)، شاخص میانگین بهره‌وری [2] شاخص حساسیت به تنش [3] (SSI) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری[4] (GMP)، شاخص تحمل تنش [5](STI) و شاخص عملکرد [6](YI)، شاخص پایداری عملکرد[7] (YSI) و شاخص معیار برتریت[8] (P) که در شرایط گوناگون محیطی بکار گرفته شده‌اند.

در بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی در عدس صالحی و همکاران (۱۳۸٤) 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 (۱۳۸٤) در بررسی تأثیر تنش خشکی در کشت دیر هنگام ٤۱ لاین نخود بهاره، از شاخص تحمل به خشکی استفاده کردند و نشان دادند که لاین های دارای شاخص تحمل به خشکی پایین‌تر (متحمل‌تر)، دارای عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با لاین های حساس‌تر بودند. نتایج تحقیق دیگری روی ژنوتیپ-های نخود کابلی، فرایدی (۱۳۸٤) 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 لاین های 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 لاین های مقاوم به خشکی می‌باشند.

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

[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

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 ۸۵-۸٤ و ۸٦-۸۵ به ترتیب در موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود واقع در کیلومتر ۱۷جاده 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 ۱۳۵۱/٦ متر و طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب برابر ٤۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی می‌باشد. حداکثر و حداقل دمای مطلق این منطقه به ترتیب برابر ٤٤+ و ۲۷- درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه آن ٤۷۸ میلی‌متر است. تیمارهای آزمایش در هر دو شرایط کشت ۲۰ رقم یا ژنوتیپ نخود بود که در ٤ 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 کرت چهار متر بود. فاصله بین دو کرت در هر تکرار با عدم کاشت در ردیف ٦۰ 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.

جدول ۱- ژنوتیپ های 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
٤	FLIP.97-50	۱٤	X96. TH3K1
۵	Sel.95TH1716	۱۵	FLIP.99-66
٦	آرمان	۱٦	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

آماده سازی زمین محل اجرای آزمایش در سال اول در پاییز ۱۳۸٤ با انجام شخم آغاز گردید و عملیات تکمیلی تهیه زمین شامل شخم توسط گاوآهن برگردان دار، دیسک، سوئیپ و کرت بندی در اسفند ۱۳۸٤ انجام گرفت. بذرهای هر ژنوتیپ پس از ضد عفونی با سم کاپتان به نسبت دو در

هزار، در عمق ۵ سانتی متری خاک کشت شدند. کاشت سال اول در تاریخ ۲۲ اسفند ۱۳۸٤ 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 وجین گردیدند. به منظور مبارزه با آفت کرم پیله خوار نخود(هلیوتیس)، گیاهان در مرحله آغاز گل‌دهی با سم سوین به نسبت دو در هزار سم‌پاشی گردیدند. با ورود گیاهان به مرحله گل‌دهی در اوایل خرداد ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦، 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 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 فرمولSI شدت تنش، $\bar{Ys}$ میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ ها در آزمایش دیم (دارای تنش) و $\bar{Yp}$ میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ ها در محیط آبی (بدون تنش) می‌باشند.

باشد.

$\frac{1-\frac{Ys}{Yp}}{1-\frac{\bar{Ys}}{\bar{Yp}}}$ = شاخص حساسیت به تنش (SSI) که $1-(\frac{Ys}{Yp})$ نشان دهنده شدت تنش است.

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

$Yp-Ys$: شاخص تحمل(TOL) ،

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

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

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

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

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

$\sum_{j=1}^{n}\frac{(X_{ij}-M_j)}{n}$ = شاخص معیار برتریت(Pi) که n تعداد محیط‌ها، X_{ij} عملکرد دانه ژنوتیپ i ام و jام و Mj عملکرد ژنوتیپی با حداکثر عملکرد در محیط jام 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

نمودارها توسط نرم افزار آماری EXCEL رسم شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس شاخص‌های مقاومت به خشکی با استفاده از داده های 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 شمارهٔ ۹ (۰/۰۵٤-) و شمارهٔ ۵ (۰/٤۵) و شمارهٔ ۳ (۰/٤۸۱) می‌باشد که با ژنوتیپ‌های شمارهٔ ٤،٦،۷،۸،۱۱،۱۵،۱٦،۱۸و۲۰ نیز اختلاف معنی داری ندارند و بیشترین مقدار شاخص حساسیت به تنش (SSI) متعلق به ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۱۹(۲/۱۱۱) و۱۰(۱/٦۱۸) است (جداول ۳ و٤). فیشر و مویر(۱۹۷۸) نشان دادند که ژنوتیپ-های 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.

جدول ۲- میانگین مربعات شاخص‌های تحمل به خشکی در نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		SSI*	STI	TOL	GMP	YI	YSI	MH	MP
سال	۱	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۳۸ ns	۵۳۳/۵ ns	۱۵۹۱٦٤/۱**	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰٦۸ ns	۱٦۵٦۷۰/٦ **	۱۵۰۷٦۸/۹ **
خطای a	٦	۱/۲٦	۰/۰۱٦	٤۳۵۳۱/۱	۱۷۳۳/٦	۰/۰۷۷	۰/۱۰۲	۲۳٤٤/۰	۱۷۲۹/۲
ژنوتیپ	۱۹	۱/۷۵**	۰/٦۳**	٤۰۵٦۰/۵**	۷٦٦۳۵/۱**	/۵۷۳**	۰/۱٤۸**	۸۳٤۲۲/٤**	٦۹۵۹۷/۲**
سال در ژنوتیپ	۱۹	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۱ ns	۲٤/۰۲ ns	۱٦/۰۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۱ ns	۳۵/۱ ns	۵/۸٦ ns
خطای b	۱۱٤	۰/۱۹	۰/۰۲۳	٦٤٤۲/٤	۲٤۵٤/۹	۰/۰۲۹	۰/۰۱٦	۳۰٤٤/۲	۱۹۸۷/۷

**، * و ns 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)

بیشترین میزان شاخص تحمل به تنش (STI) ، در ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۷(۱/۲۹٦)، شمارهٔ ۸ (۱/۱۳۷)، شمارهٔ ۱۱ (۱/۰۵٦) مشاهده شده و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۱۷ (۰/۲٦۷) و شمارهٔ ۱۹(۰/۳٤۱) و شمارهٔ ۱۳(۰/۳٤۸) بود (جداول ۳ و٤). سنگری و همکاران(۲۰۰۸) در آزمایش‌های خود از شاخص تحمل به خشکی برای

بررسی مقاومت به خشکی ۱٤۰ 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 شمارهٔ ۱۹(۳۲۱/٦) و شمارهٔ ۱۲(۲۷۱/۹) ، و کمترین آن‌ها درژنوتیپهای شمارهٔ ۹(۷/٦-) و شمارهٔ ۵(٦۹/۲) وجود داشت (جداول ۳ و٤). بیشترین شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، در ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۷ (٦٤۳/۱) و شمارهٔ ۸ (٦۰٤/٤) وجود داشت و کمترین مقدار آن متعلق به ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۱۷(۲۹٤/۲)، شمارهٔ ۱۹ (۳۲۸/۳) و شمارهٔ ۱۳ (۳۳۵/٦) بود (جداول ۳ و٤). ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۷(۱/٤٤) ، شمارهٔ ۹(۱/۳۳) و شمارهٔ ۸(۱/۳۰) بیشترین شاخص عملکرد (YI) رانشان دادند که ژنوتیپ¬های شمارهٔ ۳و۱۱ باآنها اختلاف معنی داری نداشتند و کمترین مقدار شاخص عملکرد (YI) درژنوتیپ‌های شمارهٔ ۱۹(۰/۵۱)، ۱۷ (۰/۵٤) و ۱۰ (۰/٦۲) مشاهده شد (جداول ۳ و٤).

از نظر شاخص پایداری عملکرد (YSI) ،بیشترین مقادیر در ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۹(۱/۰۲) ، ۳(۰/۸٦) و شمارهٔ ۵(۰/۸۷) و کمترین آن درژنوتیپ‌های شمارهٔ ۱۹ (۰/۳۹)، ۱۰ (۰/۵۳) و ۱۷ (۰/۵٦) وجود داشت. ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۷ (٦۳۳/۳) و شمارهٔ ۸ (۵۹۸/۲) و شمارهٔ ۱۱ (۵۷٦/۲) در شاخص میانگین هارمونیک (MH)، بیشترین مقادیر را دارا بودند و ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۱۷ (۲۸۱/۵)، ۱۹ (۲۹٤/۲) و۱۰(۳۱۷/۷)، کمترین مقدار را از این نظر داشتند و بالاخره با توجه به شاخص بهره‌وری متوسط (MP)، بیشترین میزان در ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۷ (٦۵۳/۲)، شمارهٔ ۸ (٦۱۰/٦) شمارهٔ ۱۱ (۵۹۲/۸) و کمترین آن در ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۱۷(۳۰۷/٦) ، شمارهٔ ۱۳(۳٤۸/٤) و شمارهٔ ۱۹ (۳٦۷/۵) مشاهده شد(جداول ۳ و٤). 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 STI، GMP، MH و MP و عملکرد در شرایط آبی و دیم با استفاده از تجزیه خوشه ای ودندروگرام مربوط در شکل ۱ نشان داده شده است . بر این اساس ژنوتیپ‌های۸،۱۱،۱۲،۱٤ و ۷ دریک گروه قرار گرفتند که همان گروه ژنوتیپ-های مقاوم به خشکی است.به عبارت دیگر لاین های X،ILC.3321 ،ILC.1799،ILC.482 96TH3K1 و رقم آزاد در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وبا 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 شمارهٔ ۱۰،۱۹،۲،۱۳و۱۷ یعنی ژنوتیپ‌های FLIP.97-111، FLIP.97-219 و FLIP.97-102، هاشم و X96.TH62K2 در گروه دیگری قرار گرفتند که همان گروه ژنوتیپ-های دارای Yp وYs پایین و در عین حال حساس به خشکی هستند(شکل۱) .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. فرایدی (۱۳۸٤) در آزمایش‌های خود به منظور بررسی واکنش بیست ژنوتیپ مختلف نخود نسبت به تنش خشکی و

تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم، ضمن اشاره به اینکه شاخص‌های GMP,STIوMP 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 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 لاین های مقاوم‌تر استفاده نمود.

جدول۳- میانگین شاخص‌های مقاومت به خشکی درژنوتیپ‌های نخود

ردیف	ژنوتیپ	SSI	STI	TOL	GMP	YI	YSI	MH	MP
۱	X95.TH5K10	۱/۱۵b-e	۰/۵۸۳hi	۱۷۵/۱b-d	٤۳۰/۷gh	۰/۸۷fg	۰/٦۷c-g	٤۲۱/۳ef	٤٤۰/۵fg
۲	Flip.97-102	۱/۳٤ b-d	۰/٤۳۹ij	۱۸۹/۸b-d	۳۷۳/٦hi	۰/۷۲gh	۰/٦۱e-g	۳٦۱/٦fg	۳۸٦gh
۳	Flip.98-55	۰/٤۸f-h	۰/۸٦۲c-g	۷۹/۷de	۵۲۵/۹c-f	۱/۲۱a-e	۰/۸٦a-c	۵۲۲/۸b-d	۵۲۹c-e
٤	Flip.97-50	۰/۵٦ b-g	۰/۷۲۷e-h	۱۵۸b-d	٤۸۳/٤d-g	۱/۰۲d-f	۰/۷۲b-g	٤۷٦/٤c-e	٤۹۰/٦ef
۵	Sel.95TH1716	۰/٤۵gh	۰/٦۳۹g-i	٦۹/۲de	٤۵٤/۳fg	۱/۰۵c-f	۰/۸۷ab	٤۵۱/۷de	٤۵٦/۹f
٦	آرمان	۰/۷۰d-g	۰/۷۳d-h	۱۱٦/۹cd	٤۸٤/۲ d-g	۱/۰۷ c-f	۰/۸ b-e	٤۷۸/۸ c-e	٤۸۹/٦ ef
۷	آزاد	۰/٦٤e-h	۱/۲۹٦a	۱٤۲/٦ cd	٦٤۳/۱ a	۱/٤٤ a	۰/۸۱ b-d	٦۳۳/۳ a	٦۵۳/۲ a
۸	ILC.482	۰/۸۳b-e	۱/۱۳۷ab	۱٦۸/۷ b-d	٦۰٤/٤ ab	۱/۳۰ a-c	۰/۷٦ b-e	۵۹۸/۲ ab	٦۱۰/٦ ab
۹	یوشیج	-۰/۰۵h	۰/۸۸٤c-f	-۷/٦ e	۵۳۳/۳ c-e	۱/۳۳ ab	۱/۰۲ a	۵۳۲/٤ b-d	۵۳٤/۱ c-e
۱۰	Flip.97-111	۱/٦۰ab	۰/۳٦۸j	۲٤۱/۱ a-c	۳٤۱/٦ ij	۰/٦۲ h	۰/۵۳ gh	۳۱۷/۷ gh	۳۷۲/۱ h
۱۱	ILC.1799	۰/۸۷c-g	۱/۰۵٦bc	۱۷۸/۱ b-d	۵۸٤/٤ a-c	۱/۲۵ a-d	۰/۷۵ b-f	۵۷٦/۲ ab	۵۹۲/۸ a-c
۱۲	ILC.3321	۱/۳۲b-d	۰/۹۱۰c-e	۲۷۱/۹ ab	۵٤۰/۲ b-e	۱/۰۵ c-f	۰/٦۲ d-g	۵۲۰/۲ b-d	۵٦۱/٦ b-d
۱۳	هاشم	۱/۱۷۸b-e	۰/۳٤۸j	۱۵۵/۲ b-d	۳۵۵/٦ ij	۰/٦۷ gh	۰/٦٦ d-g	۳۲۳/٦ gh	۳۸٤/٤ hi
۱٤	X96.TH3K1	۱/۱۲۹b-f	۰/۹۵۵b-d	۲۲۱/۱ a-c	۵۵۱/۱ b-d	۱/۱۳ b-e	۰/٦۷ c-g	٤۵۳/۸ bc	۵٦٦/٦ b-d
۱۵	Flip.99-66	۰/۸۲۹d-g	۰/۷۷۱d-h	۱۷۲/۱ b-d	٤۹۹ d-g	۱/۰۸ b-f	۰/۷٦ b-e	٤۹۳/۹ c-e	۵۰٤/۲ d-f
۱٦	X96.TH62K1	۱/۰۵b-g	۰/٦۷٦f-h	۱۷٤/٦ b-d	٤٦٦ e-g	۰/۹٦ ef	۰/٦۹ b-g	٤۵٦/۹ de	٤۷۵/۵ ef
۱۷	X96.TH62K2	۱/۵۱bc	۰/۲٦۷j	۱۷۲/۱ b-d	۲۹٤/۲ j	۰/۵٤ h	۰/۵٦ f-h	۲۸۱/۵ h	۳۰۷/٦ i
۱۸	Flip.98-226	1۱/۰۲۲b-g	۰/۷٦۷d-h	۱۷٤/٦ b-d	٤۹۸ d-g	۱/۰۳ d-f	۰/۷۰ b-g	٤۹۰/۲ c-e	۵۰٦ d-f
۱۹	Flip.97-219	۲/۱۱۱a	۰/۳٤۱j	۳۲۱/٦ a	۳۲۸/۳ ij	۰/۵۱ h	۰/۳۹ h	۲۹٤/۲ gh	۳٦۷/۵ hi
۲۰	Flip.00-14	۰/۸٤e-g	۰/۸۷c-f	۱۵۱/۷ b-d	۵۲۹/۲ c-e	۱/۱٤ b-e	۰/۷۵ b-f	۵۲۳/۱ b-d	۵۳۵/٤ c-e

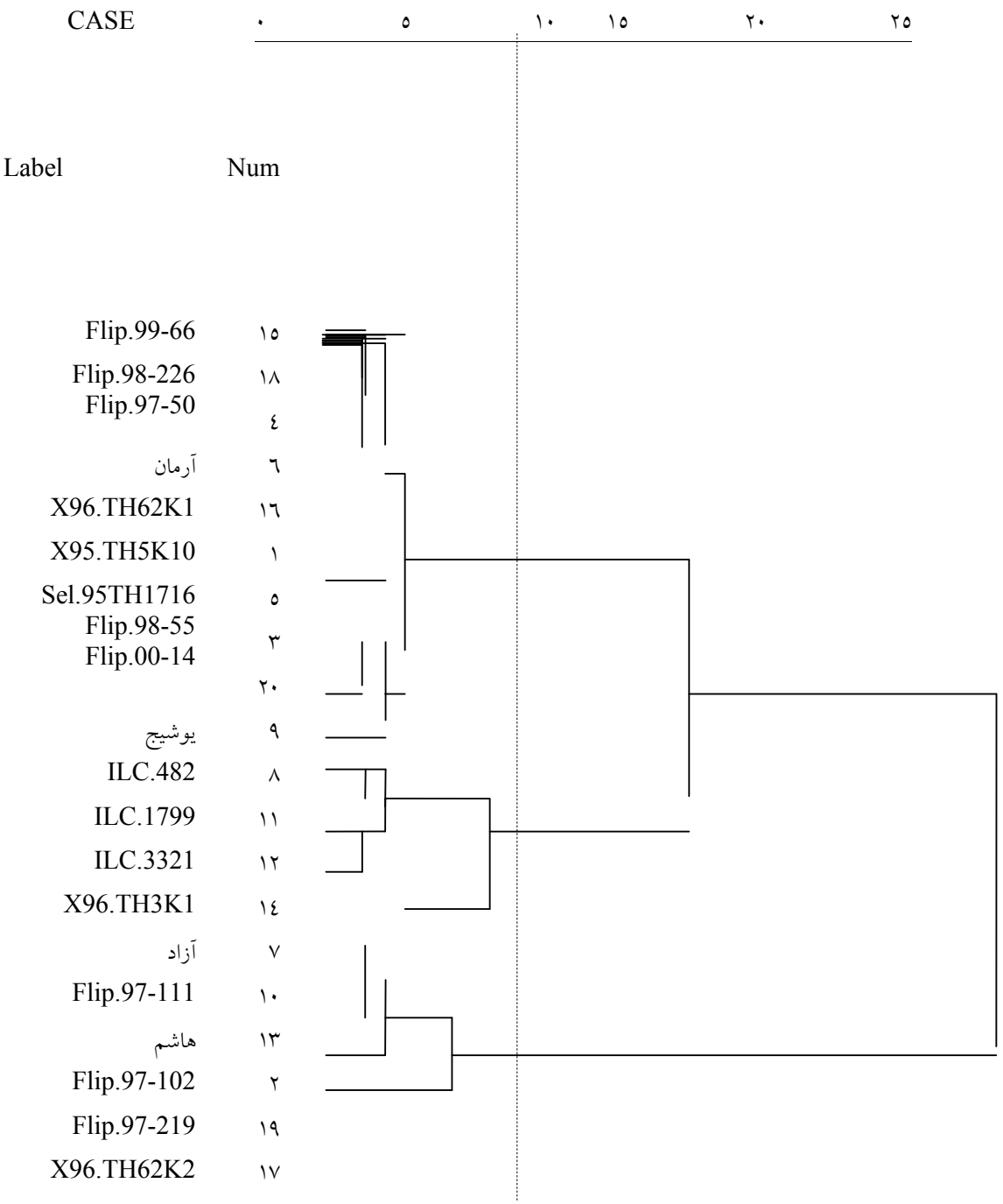
حروف غیرمشابه در هر ستون اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ رانشان می ده

*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 ٤- 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	۱٤	۱۵	۱۵
۲	Flip.97-102	٤	۱٦	۵	۱٦	۱٦	۱۷	۱٦	۱٦
۳	Flip. 98-55	۱۸	۸	۱۸	۸	۵	۳	٦	۸
٤	Flip.97-50	۱۱	۱۲	۱۲	۱۲	۱۳	۱۰	۱۲	۱۱
۵	Sel.95TH1716	۱۹	۱٤	۱۹	۱٤	۱۱	۲	۱٤	۱٤
٦	آرمان	۱٦	۱۱	۱۷	۱۱	۹	۵	۱۱	۱۲
۷	آزاد	۱۷	۱	۱۵	۱	۱	٤	۱	۱
۸	ILC.482	۱٤	۲	۱۱	۲	۳	٦	۲	۲
۹	یوشیج	۲۰	٦	۲۰	٦	۲	۱	۵	۷
۱۰	Flip.97-111	۲	۱۷	۳	۱۷	۱۸	۱۹	۱۸	۱۷
۱۱	ILC.1799	۱۲	۳	٦	۳	٤	۹	۳	۳
۱۲	ILC.3321	۵	۵	۲	۵	۱۰	۱٦	۸	۵
۱۳	هاشم	٦	۱۸	۱۳	۱۸	۱۷	۱۵	۱۷	۱۹
۱٤	X96.TH3K1	۸	٤	٤	٤	۷	۱۳	٤	٤
۱۵	Flip.99-66	۱۵	۹	۱٦	۹	۸	۷	۹	۱۰
۱٦	X96.TH62K1	۹	۱۳	۱۰	۱۳	۱٤	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	۱٤	۷	٦	۸	۷	٦

*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 دیم

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

	YP	YS	SSI	STI	TOL	GMP	YI	YSI	MH	MP
YP	۰/۵۹۹**									
YS	۰/۰۰۳ns	-۰/۷۸۵**								
SSI	۰/۷۸٦**	۰/۹۱۵**	-۰/۵۵۳**							
STI	۰/۲۸۵**	-۰/۵۹۵**	۰/۹٤۲**	-۰/۳۰۸**						
TOL	۰/۸۱۸**	۰/۹٤٦**	-۰/۵۵٦**	۰/۹٦۱**	-۰/۳۱۳**					
GMP	۰/۵٤۵**	۰/۹٦۵**	-۰/۸۰۵**	۰/۹۳٤**	-۰/٦۰۹**	۰/۹۰۲**				
YI	۰/۰۳۰ns	۰/۸۰٦**	-۰/۹۹۳**	۰/۵۵٤**	-۰/۹۳۵**	۰/۵۸۵**	۰/۸۰۵**			
YSI	۰/۷٦۹**	۰/۹٦٤**	-۰/٦۱۳**	۰/۹۵٦**	-۰/۳۸۳**	۰/۹۹٦**	۰/۹۲۲**	۰/٦٤۱**		
MH	۰/۸۷۳**	۰/۹۱۳**	-۰/٤۷٦**	۰/۹۵۷**	-۰/۲۱۸ns	۰/۹۹۲**	۰/۸٦۵**	۰/۵۰٦**	۰/۹۷۷**	
MP										

YP: عملکرد در شرایط آبی وYS : عملکرد در شرایط دیم وSSI : شاخص حساسیت به تنش وSTI : شاخص تحمل وGMP : شاخص میانگین هندسی بهره‌وری YI :شاخص عملکرد YSI: شاخص پایداری عملکردMH: شاخص میانگین هارمونیک MP: شاخص بهره‌وری متوسط

*و** معنی دار در سطح احتمال ۱و۵درصد، ns :غیر معنی دار

نتیجه گیری کلی

با توجه به این که مقاومت به خشکی صفت پیچیده ای 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 (فزناندز، 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 MH، GMP، STI و MP همبستگی بالاتر و معنی‌دارتری با عملکرد در شرایط آبی و دیم داشتند (جدول۵). محققان دیگر نیز به ارتباط این شاخص‌ها با عملکرد در شرایط آبی و دیم اشاره داشته‌اند (فرایدی ،۱۳۸٤؛ محمودی و صباغ پور ،۱۳۸٤؛ جوانشیر و همکاران، ۲۰۰۳). در عین حال این شاخص‌ها همبستگی معنی داری با یک دیگر نیز دارند (جدول۵). 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 لاین های نخود، نشان دادند که شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و میانگین بهره‌وری، بهترین شاخص‌ها برای شناسایی لاین‌های مقام به خشکی بودند.

سپاسگزاری

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

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. ۱۳۸٤. مطالعه شاخص‌های مقاومت به خشکی در عدس (*Lens culinaris* Medik). مجموعه مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ۳۰-۲۹ آبان. دانشگاه فردوسی مشهد.

فرایدی، ی. ۱۳۸٤. ارزیابی و انتخاب برای مقاومت نسبت به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی. مجموعه مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ۳۰-۲۹ 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 : ۷۷-٦٥

محمودی، ع. و س. ح. صباغ پور. ۱۳۸٤. بررسی و گزینش لاین های نخود بهاره در کشت دیر هنگام در شرایط دیم شمال خراسان . مجموعه مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ۳۰-۲۹ 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. Verivifed: 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 barlry 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. Roozrokh[1], S. H. Sabaghpour[2], M. Armin[3]
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. Quantitive 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