ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های عدس (*Lens culinaris* Medik)

محمد صالحی[۱]، علی حق‌نظری[۲] و فرید شکاری[۲]

چکیده

به منظور ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی، آزمایشی با استفاده از طرح اسپیلت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط دارای تنش و بدون تنش خشکی روی ۲۰ ژنوتیپ عدس در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی زنجان در سال زراعی ۱۳۸۳ اجرا گردید. بر اساس عملکرد در شرایط بدون تنش(Y_P) و دارای تنش (Y_S)، شاخص‌های کمی تحمل به خشکی از قبیل: میانگین بهره‌وری (MP)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، میانگین هارمونیک (HARM)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص معیار برتر بود (P) و شاخص تحمل تنش (STI) محاسبه و تجزیه واریانس به‌طور جداگانه بر اساس طرح بلوکی صورت گرفت. اختلاف بسیار معنی‌داری بین کلیه شاخص‌ها و عملکردهای بدون تنش و دارای تنش وجود داشت. مطالعه همبستگی شاخص‌های مورد بررسی و عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که شاخص‌های STI، HARM، MP و GMP در جداسازی ژنوتیپ‌های گروه A (ژنوتیپ‌هایی که هم در شرایط تنش و هم در شرایط بدون تنش عملکرد بالاتری دارا هستند) از سایر گروه‌ها برتر می‌باشند. همچنین در محیط دارای تنش و بدون تنش بیش‌ترین عملکرد و بیش‌ترین مقادیر شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI متعلق به ژنوتیپ TN-1768 بود. با توجه به این چهار شاخص و عملکرد بالا در محیط تنش و بدون تنش بهترین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی ژنوتیپ‌های TN-1768، Flip-97-8 و رقم زیبا تشخیص داده شدند. نمودار چند متغیره بای‌پلات نشان داد که ژنوتیپ‌های مذکور در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی یعنی GMP، MP، HARM و STI قرار دارند. هم‌چنین توزیع ژنوتیپ‌ها در فضای بای‌پلات وجود تنوع ژنتیکی را بین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی نشان داد. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مقاوم TN-1768 و Flip-97-8 را در یک گروه و ژنوتیپ‌های حساس TN-1778 و ILL-7135 را در گروه دیگر قرارداد.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، تجزیه خوشه‌ای، شاخص‌های تحمل به خشکی، عدس

۱. کارشناس ارشد اصلاح نباتات و عضو باشگاه پژوهشگران جوان

۲. استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین تنش غیریستی نقش مهمی در کاهش تولید محصولات زراعی در جهان دارد (معروفی، ۱۳۷۷). کشور ما دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک است و کمبود آب یکی از مشکلات اساسی کشاورزی ایران می‌باشد، لذا وقوع تنش خشکی در دوره رشد گیاهان امری اجتناب ناپذیر است. عکس العمل گیاهان مختلف و حتی رقم‌های مختلف از یک گیاه نسبت به تنش خشکی متفاوت است (سمیع زاده لاهیچی، ۱۳۷۵؛ ویرا و همکاران، ۱۹۹۱).

در حال حاضر قسمت اعظم تولید حبوبات در مناطق دیم صورت می‌گیرد و عملکرد بالقوه پایین ارقام کنونی، به‌کارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی، اتخاذ روش‌های نامناسب تولید و وقوع تنش‌های زیستی و غیرزیستی طی فصل رشد از عوامل مهم کاهش تولید و نوسان عملکرد این گیاهان محسوب می‌شود (بایزید، ۱۳۷۷).

عدس یکی از گیاهان مهم در سیستم کشت دیم در غرب آسیا، شبه قاره هند و جنوب افریقا و یک منبع با کیفیت پروتئین بالا برای بشر می‌باشد. در شرایط آب و هوای مدیترانه‌ای این گیاه به‌طور معمول در مناطقی با میزان بارندگی پایین ($400\text{-}300 mm y^{-1}$) رشد می‌کند (رائو و همکاران، ۱۹۸۸). کمبود آب و خشکی در دوره‌های بحرانی رشد و عدم وجود ارقام مقاوم به خشکی در این گیاه باعث کاهش عملکرد و عدم صرفه اقتصادی این زراعت شده است. تنوع موجود در میان ژنوتیپ‌های مختلف گیاهان زراعی از نظر تحمل به خشکی، امید به اصلاح ارقام زراعی مقاوم را افزایش داده است. در اغلب آزمایشات گزینش مزرعه‌ای گیاهان از نظر مقاومت به خشکی تنها بر اساس عملکرد انجام و توجهی به سایر صفات و شاخص‌هایی که می‌توانند در تحمل خشکی و در نتیجه افزایش عملکرد دانه موثر واقع شوند، نشده است (نورمند موید و همکاران، ۱۳۸۰). عملکرد در شرایط تنش به‌دلیل وجود اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط نتوانسته است ملاک مناسب و دقیقی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی باشد و همواره هدف از تهیه ارقام متحمل به خشکی ارقامی بوده که به‌طورنسبی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها تنش را بهتر تحمل کرده و در شرایط محیطی یکسان افت عملکرد کمتری نشان می‌دهند (ضابط و همکاران، ۱۳۸۲).

متخصصان فیزیولوژی معتقدند برای موفقیت بیشتر در اصلاح ارقام متحمل به خشکی باید شاخص‌هایی را که در شناسایی پایداری عملکرد ارقام در شرایط تنش موثرند شناسایی و آن‌ها را علاوه بر عملکرد دانه به‌عنوان معیارهای انتخاب مورد استفاده قرار داد (نورمند موید و همکاران، ۱۳۸۰). بسیاری از آزمایشاتی که جهت شناسایی شاخص‌های تحمل به خشکی به اجرا در می‌آیند در دو محیط دارای تنش و بدون تنش اجرا می‌شوند. هدف اصلی این آزمایشات انتخاب ژنوتیپ‌هایی است که به هر دو محیط فوق سازگار باشند. برای انتخاب گیاهان بر اساس عملکرد شاخص‌های متفاوتی پیشنهاد شده است. شاخص حساسیت به تنش[1] (SSI) (فیشر و موير، ۱۹۷۸)، شاخص تحمل[2] (TOL) (روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۱)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری[3] (GMP) (فرناندز، ۱۹۹۲)، شاخص میانگین هارمونیک[4] (HARM)، شاخص معیار برتریت[5] (P)، شاخص تحمل تنش[6] (STI) و شاخص میانگین بهره‌وری[7] (MP) از جمله شاخص‌های مورد استفاده در ارزیابی تحمل به تنش خشکی است که در گیاهان مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. سمیع‌زاده لاهیچی (۱۳۷۵)، در تعیین مناسب‌ترین شاخص‌های حساسیت به خشکی در ارقام نخود سفید بر اساس همبستگی بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های تحمل به خشکی نتیجه گرفت که شاخص‌های میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل خشکی (STI) شاخص مناسبی برای برآورد و پایداری عملکرد و دستیابی به ارقام با عملکرد بالا می‌باشد. پرویزی آلمانی (۱۳۷۷)، در بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی در چغندرقند شاخص تحمل خشکی (STI) را به‌عنوان

1. Stress Susceptibility Index.
2. Stress Tolerance.
3. Geometric Mean Productivity.
4. Harmonic mean.
5.Superority Measure.
6. Stress Tolerance Index.
7. Mean Productivity.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخصی مناسب برای شناسایی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مقاوم معرفی نمود. فرناندز (۱۹۹۲)، شاخص‌های STI و GMP را به‌عنوان شاخص‌های تحمل خشکی در گیاهان معرفی نمود. نتایج مشابهی توسط نورمند موید و همکاران (۱۳۸۰)، در گندم نان گزارش گردید که طی آن شاخص‌های STI و GMP به‌عنوان بهترین شاخص‌ها برای ارزیابی تحمل خشکی انتخاب شدند. فرشادفر و همکاران (۱۳۸۰) طی یک بررسی جهت انتخاب لاین‌های متحمل به خشکی، مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال کردن لاین‌های نخود را شاخص‌هایGMP، MP، HARM و STI معرفی نمودند. در این بررسی بهترین لاین‌های متحمل به خشکی بر اساس روش بای پلات انتخاب شدند.

صبا و همکاران (۱۳۷۹)، طی آزمایشی توارث پذیری شاخص‌های مقاومت به خشکی را در گندم مورد بررسی و وراثت‌پذیری خصوصی برای SSI را بسیار پایین، برای TOL پایین و برای GMP، MP، SP، P و STI متوسط به‌دست آوردند.

هدف از پژوهش حاضر ارزیابی تنوع ژنتیکی ارقام عدس از نظر تحمل به خشکی، انتخاب بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی و شناسایی ارقام مقاوم به خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۲۰ ژنوتیپ عدس (جدول۳) به‌صورت طرح اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط بدون تنش و دارای تنش خشکی در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در ۴۸ درجه و ۴۹/۵ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع ۱۶۳۳ متر از سطح دریا مورد ارزیابی قرار گرفتند و تجزیه واریانس بر اساس عملکرد در محیط بدون تنش و دارای تنش و نیز شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی به‌طور جداگانه بر اساس طرح بلوکی صورت گرفت. E.C خاک محل آزمایش برابر ۲/۲۳ و pH آن ۸/۷ بود.

عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد جوی پشته طبق زراعت معمول منطقه انجام گرفت. قبل از کاشت ضدعفونی بذرها به‌وسیله سم قارچ‌کش تیمیدین انجام شد و طی مرحله داشت چندین بار عملیات وجین انجام گردید. مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌صورت سرک در مرحله گیاهچه‌ای به زمین داده شد. هر کرت حاوی دو ردیف کاشت به طول ۲ متر و فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود. فاصله بین ردیف‌ها ۳۵ سانتی‌متر و فاصله بین هر تکرار ۱ متر در نظر گرفته شد. در ابتدا و انتهای تکرارها یک خط حاشیه کاشته شد. در مرحله کاشت در هر کپه ۲ بذر کشت و پس از ظهورگیاهچه عملیات تنک انجام شد. اولین پس از کاشت در تاریخ ۱۳۸۳/۰۱/۰۵ انجام و به‌عنوان تاریخ کاشت برای کل آزمایش منظور گردید. در تیمارهای بدون تنش خشکی، تمام کرت‌ها به‌طور هم‌زمان در سه مرحله رشدی گیاه شامل: قبل از گلدهی، مرحله گلدهی، مرحله پر شدن نیام‌ها آبیاری شدند و در تیمارهای حاوی تنش تا انتهای فصل رشد آبیاری صورت نگرفت. برداشت زمانی انجام شد که در حدود ۹۰ درصد بوته‌ها رسیده بودند. عملکرد دانه حاصل از ۱۰ بوته از هر کرت در آزمایش آبی و دیم اندازه‌گیری و در محاسبات و تجزیه‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت.

ابتدا با استفاده از عملکرد گیاهان در آزمایش بدون تنش (Y_p) و آزمایش با تنش (Y_s) شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی به شرح زیر محاسبه گردید:

۱- شاخص تحمل (TOL) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP) فرناندز، ۱۹۹۲).

$$Tol=Y_P-Y_S,\ MP=(Y_S+Y_P)/2$$

۲- شاخص حساسیت به تنش (SSI) (فرناندز، ۱۹۹۲).

$$SSI=1-(Y_S/Y_P)/SI,\ SI=1-(Y_S/Y_P)$$

در این فرمول SI شدت تنش، Y_S میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط تنش و Y_P میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش است.

۳-شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل تنش (STI) (کریستین، ۱۹۹۷؛ فرناندز، ۱۹۹۲) .

$$GMP=\sqrt{Y_s\times Y_P},\ STI=(Y_S)(Y_P)/(Y_P)^2$$

۴- میانگین هارمونیک (HARM) (۳).

$$HARM=2(Y_P\times Y_S)/(Y_P+Y_S)$$

۵- شاخص معیار برتریت (P) (فرناندز، ۱۹۹۲).

$$P_I=[\Sigma^n{}_{j=}1-([X_{ij}-M_j)^2/2n]$$

Archive of SID

www.SID.ir

در فرمول فوق n، تعداد محیط، xij عملکرد ژنوتیپ iام در محیط jام و Mj عملکرد ژنوتیپ با بیش‌ترین عملکرد در محیط jام می‌باشد.

پس از محاسبه شاخص‌ها و اندازه‌گیری صفات جهت تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار MSTAT_C و برای تعیین همبستگی و تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه کلاستر از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. همچنین نمودارهای سه بعدی و بای پلات به‌وسیله نرم افزار STATGRAPH ترسیم شد.

نتایج و بحث

ارقام از نظر کلیه شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی و نیز عملکرد در محیط بدون تنش و دارای تنش اختلاف بسیار معنی‌داری (P< ۱)% نشان دادند (جدول ۱). این امر بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای تحمل به خشکی است. وجود تفاوت معنی‌دار و تنوع ژنتیکی بین ارقام مختلف از نظر شاخص‌های تحمل خشکی در نخود نیز مورد تایید قرار گرفته است (امام جمعه، ۱۳۷۸؛ پوستینی و یزدی صمدی، ۱۳۷۱؛ پرویزی آلمانی، ۱۳۷۷).

جدول ۱: تجزیه واریانس شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی و عملکرد در شرایط بدون تنش و دارای تنش در عدس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		GMP	HARM	MP	TOL	STI	SSI	P	Y_S	Y_p
ژنوتیپ	**۱۹**	۴۲/۴۴**	۴۴/۷۸**	۴۰/۴۵**	۲۱/۰۳**	۰/۲۱۹**	۰/۵۷**	۲۹۱۲/۴۵**	۵۱/۵۸**	۴۴/۱۴**
تکرار	**۲**	۳۰/۴۴**	۲۶/۰۳**	۳۵/۶۵**	۴۴/۶۳**	۰/۱۱۵**	۰/۵۲**	۲۱۲۲۷/۸**	۷/۰۸	۷۳/۰۲**
خطا	**۳۸**	۶/۶۹	۶/۶۱	۷/۰۵	۸/۱۳	۰/۰۳۶	۰/۱۴	۵۹۳/۳۵	۵/۹۲	۱۳/۵۵

** معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی

با استفاده از تحلیل همبستگی بین عملکرد در محیط بدون تنش و دارای تنش و شاخص‌های کمی تحمل به خشکی می‌توان شاخص‌های مقاومت را غربال و مناسب‌ترین شاخص را انتخاب نمود (صفایی، ۱۳۸۵). مناسب‌ترین شاخص آن است که در هر دو محیط بدون تنش و دارای تنش دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد باشد (امام جمعه، ۱۳۷۸؛ معروفی، ۱۳۷۷؛ بلوم و همکاران، ۱۹۸۰). در همین راستا و با توجه به نتایج همبستگی شاخص‌های مختلف و عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش، ملاحظه می‌شود که شاخص‌های STI، HARM، MP و GMP دارای ویژگی‌های ذکر شده می‌باشند (جدول۲). این شاخص‌ها با عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط فاقد تنش (به‌ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۸۹، ۰/۸۷، ۰/۸۳ و ۰/۹) و دارای تنش (به‌ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۹۳، ۰/۸۴، ۰/۹۵و ۰/۹۳) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد نشان می‌دهند. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که از نظر عدد بیش‌ترین مقدار شاخص‌ها را دارا باشند، به‌عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته می‌شوند. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق ضابط و همکاران (۱۳۸۲)، در ماش؛ و فرشادفر و همکاران (۱۳۸۲)، در نخود مطابقت دارد. احمدی و همکاران (۱۳۷۹)، نیز در بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی در هیبریدهای ذرت دانه‌ای، شاخص‌های کمی GMP و STI را به‌عنوان شاخص‌های کمی مناسب برای جداسازی ژنوتیپ‌های گروه A (ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش برتری خود را نشان می‌دهند) از ژنوتیپ‌هایی که هم در شرایط تنش و هم در شرایط بدون تنش عملکرد پایین‌تری دارا هستند، معرفی نمودند. همچنین انتخاب دو شاخص STI و GMP به‌عنوان بهترین شاخص‌ها با نتایج احمدزاده (۱۳۷۶)، در ذرت و نورمند موید (۱۳۸۰)، در گندم مطابقت دارد. در رابطه با سایر شاخص‌ها، ملاحظه می‌شود که شاخص TOL

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد در محیط بدون تنش ($r_=$ ۰/۴۶) و همبستگی منفی و معنی‌دار با عملکرد در محیط تنش ($r_=$-۰/۳۱) نشان داد. از آن-جایی‌که ژنوتیپ های با مقادیر کمتر این شاخص، بعنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته می‌شوند، لذا انتخاب بر اساس این شاخص موجب برگزیدن ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکرد بالایی در محیط دارای تنش و عملکرد پایینی در محیط بدون تنش دارند. این یافته‌ها با نتایج امام جمعه (۱۳۷۸)، در نخود و کریستین و همکاران (۱۹۹۷)، در ارقام لوبیا مطابقت می‌کند. شاخص SSI همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری با عملکرد در شرایط بدون تنش ($r_=$ ۰/۲) و همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار با عملکرد ($r_=$ -۰/۵۵) در شرایط تنش نشان داد. با توجه با اینکه مقادیر کمتر این شاخص، ویژگی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی است، لذا بر اساس شاخص SSI نیز ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در محیط دارای تنش و عملکرد پایین در محیط بدون تنش انتخاب می-گردد. این نتایج نیز با نتایج نورمند موید (۱۳۸۰)، سمیع‌زاده (۱۳۷۵) و پرویزی آلمانی (۱۳۷۷)، مطابقت دارد. شاخص P همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری با عملکرد در هر دو محیط دارای تنش ($r_=$-۰/۳۸) و بدون تنش ($r_=$ -۰/۳) نشان داد، لذا بر اساس این شاخص ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در هر دو محیط انتخاب می‌شود. بنابراین شاخص‌های SSI، TOL و P نمی‌توانند در شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی مورد استفاده قرارگیرند ولی می‌توان با استفاده از شاخص‌های STI، HARM، MP و GMP ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی را انتخاب نمود.

جدول ۲: ضرایب همبستگی ساده بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد در محیط‌های دارای تنش و بدون تنش در عدس

شاخص‌ها	STI	HARM	SSI	MP	TOL	GMP	P	Yp
HARM	۰-/۹۹۰**							
SSI	-۰/۲۳۰	-۰/۲۹۲*						
MP	۰/۹۱۹**	۰/۹۰۷**	-۰/۱۷۹					
TOL	۰/۰۲۵	-۰/۰۲۹	۰/۹۴۶**	۰/۰۵۶				
GMP	۰/۹۹۲**	۰/۹۹۸**	۰/۲۳۷	۰/۹۱۱**	۰/۰۳۱			
P	-۰/۶۸۱**	-۰/۷۰۶**	۰/۲۳۲	-۰/۶۶۴**	۰/۰۳۷	-۰/۷۰۴**		
Y_p	۰/۸۹۱**	۰/۸۷۲**	۰/۲۰۰	۰/۸۳۲**	۰/۴۶۲**	۰/۹۰۱**	-۰/۳۰۹**	
Y_s	۰/۹۳۳**	۰/۹۵۷**	-۰/۵۵۲**	۰/۸۴۶**	-۰/۳۱۵*	۰/۹۳۹**	-۰/۳۸۱**	۰/۶۹۶**

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۱٪

تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی با استفاده از بهترین شاخص‌ها

جدول۳، نتایج حاصل از بررسی میزان مقاومت ژنوتیپ‌های عدس را نشان می‌دهد. این نتایج نشان داد که شاخص‌های STI، GMP، MP و HARM مناسب-ترین شاخص‌ها بوده و گزینش بر اساس آن‌ها می‌تواند ژنوتیپ‌های مقاوم را شناسایی نماید. این نتیجه با نتایج کارگر و همکاران (۱۳۸۳)، در سویا و نورمند موید و همکاران (۱۳۸۰)، در گندم مطابقت دارد. با توجه به جدول ۳، مشاهده می‌شود که در محیط بدون تنش و دارای تنش بیش‌ترین عملکرد متعلق به ژنوتیپ شماره ۵ (TN-1768) با گرم در بوته $Y_{P=}$ ۳۴/۵۳ و گرم در بوته $Y_{S=}$ ۳۰ /۰۰۳ می‌باشد و کمترین عملکرد دانه در محیط بدون تنش را ژنوتیپ شماره ۷ (ILL-7135) با (گرم در بوته) $Y_{P=}$ ۲۱ /۲۹ به خود اختصاص داده و در محیط دارای تنش این مقدار متعلق به ژنوتیپ شماره ۹ (ILL-6030) با عملکرد ۲۲/ ۱۳ گرم می‌باشد.

در مجموع در این پژوهش هفت شاخص مختلف که جهت تشخیص مقاومت به کار می‌روند مورد محاسبه قرار گرفتند. لازم به ذکر است شدت تنش وارده در این آزمایش معادل $SI_=$ ۰/۲۳۵ بود. اولین شاخص محاسبه

Archive of SID

www.SID.ir

شده TOL یا شاخص تحمل می‌باشد که بیانگر تفاوت بین عملکرد در هر دو شرایط است.

نتایج حاصل از این شاخص نشان داد که حساس‌ترین رقم، ژنوتیپ شماره ۱۸ (قزوین) با میزان TOL =۱۱/۲ بوده و ژنوتیپ شماره ۷ (TLL-7135) با میزان TOL = ۱/۳۵ مقاوم‌ترین ژنوتیپ می‌باشد. دومین شاخص مورد بررسی شاخص بهره‌وری متوسط یا MP است. با توجه به ماهیت این شاخص هر چه مقدار آن برای ژنوتیپی بیش‌تر باشد آن ژنوتیپ مطلوب‌تر است. بنابراین ژنوتیپ شماره ۵ (TN-1768) با MP = ۳۲/۲۶ مقاوم‌ترین و ژنوتیپ شماره ۹ (ILL-6030) با میزان MP = ۱۸ /۰۷ حساس‌ترین ژنوتیپ می‌باشد. شاخص دیگر، شاخص بهره‌وری متوسط ژئومتریک فرناندز (GMP) است. نتایج به‌دست آمده بر اساس شاخص GMP بیانگر این است که ارقام ۵ (TN-1768) و ۹ (TLL-6030) به‌ترتیب با مقدار GMP=۳۲/۱۸ و GMP= ۱۷/۳۷ مقاوم‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها هستند. چهارمین شاخص محاسبه شده، شاخص حساسیت به تنش (SSI) است. مقادیر SSI نشان می دهد که رقم ۷ (ILL-7135) با SSI =۰/۲۳ مقاوم ترین ژنوتیپ و رقم ۹ (ILL-6030) با SSI = ۱/۷۶ حساس‌ترین ژنوتیپ می‌باشند.

شاخص محاسبه شده دیگر، شاخص تحمل به تنش فرناندز یا STI است. با توجه به ماهیت این شاخص

می‌توان دریافت که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ شماره ۵ (TN-1768) با STI = ۱/۴۹ مقاوم‌ترین و ژنوتیپ‌های شماره ۳ (TN-1778) و ۸ (Cabralia-inta) به‌ترتیب با STI =۰/۴۴ و STI =۰/۴۳ حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی می‌باشند. ششمین شاخص ارائه شده، شاخص میانگین هارمونیک یا HARM است که نشان می‌دهد ژنوتیپ شماره ۵ (TN- 1768) با HARM = ۳۲/۱۰ و ژنوتیپ شماره ۹ (ILL-6030) با HARM = ۱۶/۷۱ به‌ترتیب مقاوم‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها می‌باشند. انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر کمتر شاخص‌های تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (SSI) به‌عنوان شاخص‌های مناسب توسط اشنایدر و همکاران (۱۹۹۲ و ۱۹۹۷)، نیز گزارش شده است. انتخاب بر اساس مقادیر بالای GMP و عملکرد بالا در هر دو محیط توسط رامیرز (۱۹۹۸)، در مورد شناسایی لاین‌های مقاوم لوبیا و همچنین ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۰)، در ۶۰ رقم لوبیا نیز گزارش گردیده است. صبا (۱۳۷۹)، در مطالعه‌ای بر روی مشخصات ژنتیکی شاخص‌های تحمل به خشکی در گندم، وراثت پذیری خصوصی برای SSI را بسیار پایین، برای TOL پایین و برای GMP، MP ، P، SP و STI متوسط گزارش نموده‌اند. لذا با توجه به مطالب ذکر شده و نیز با استناد به اینکه ژنوتیپ شماره ۵ (TN-1768) در شرایط آبی و دیم نیز بالاترین عملکرد را داشته است. می‌توان آن را مناسب‌ترین ژنوتیپ برای کشت آبی و دیم در نظر گرفت.

بررسی نمودارهای سه‌بعدی (شکل‌های۱تا ۴) با شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI نشان داد که لاین‌های ۵، ۱، ۶، ۴، ۱۹ یعنی ژنوتیپ‌هایTN-1768، Flip-97-8، ILL-6439، TN-1751 و زیبا در گروه A قرار دارند. این ژنوتیپ‌ها هم مقاوم به کم آبی بوده و هم محصول آن‌ها در هر دو محیط بدون تنش و دارای تنش بالا می‌باشد. استفاده از نمودار سه‌بعدی برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها در نخود توسط امام جمعه (۱۳۷۸)، در لوبیا توسط فرناندز (۱۹۹۲)، در گندم توسط حق‌پرست (۱۳۷۴) و نورمند موید (۱۳۸۰) و در لاین‌های جایگزین شده کروموزومی توسط معروفی (۱۳۷۷) مورد بررسی و تایید قرار گرفته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: مقادیر شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی و عملکرد در محیط دارای تنش و بدون تنش در ژنوتیپ‌های مورد بررسی عدس

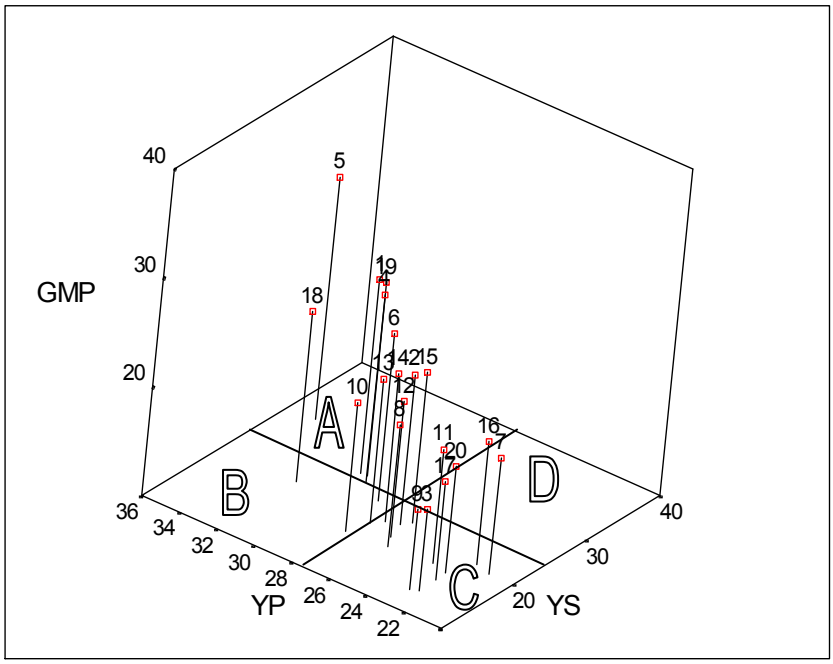
ردیف	ژنوتیپ	مبدا	Ys (بوته/گرم)		Y_p (بوته/گرم)		گروه	P		GMP		Tol		MP		SSI		HARM		STI
۱	Flip – 97-8	ایکاردا	۲۵/۵۶	ab	۳۰/۳۶	abc	de	۲۰/۳۴	b	۲۷/۸۱	cde	۴/۷۹	ab	۲۷/۹۶	defg	۰/۶۳	b	۲۷/۶۷	b	۱/۱۰
۲	TN-1772	زنجان	۲۱/۲۳	abcd	۲۶/۵۷	bcde	bcd	۵۳/۷۱	bcdef	۲۳/۷۳	bcde	۵/۳۳	bcdef	۲۳/۹۰	cdefg	۰/۷۹	bcde	۲۳/۵۶	bcdef	۰/۸۲
۳	TN- 1778	زنجان	۱۳/۶۳	cd	۲۲/۵۷	de	a	۱۰۷/۴۷	g	۱۷/۵۴	abc	۸/۹۴	g	۱۸/۱۰	ab	۱/۶۷	f	۱۷/۰۰۱	g	۰/۴۴
۴	TN-1751	زنجان	۲۴/۸۲	abc	۲۹/۷۹	abc	de	۱۸/۰۹	bc	۲۷/۱۹	cde	۴/۹۶	bc	۲۷/۳۰	defg	۰/۷۰	b	۲۷/۰۷	bc	۱/۰۵
۵	TN-1768	زنجان	۳۰/۰۰۳	a	۳۴/۵۳	a	e	۱/۵۸	a	۳۲/۱۸	cde	۴/۵۳	a	۳۲/۲۶	efg	۰/۵۶	a	۳۲/۱۰	a	۱/۴۹
۶	ILL – 6439	ایکاردا	۲۲/۸۶	abcd	۲۸/۳۹	abcd	cde	۲۷/۴۵	bcde	۲۵/۴۲	bcde	۵/۵۳	bcde	۲۵/۶۲	cdefg	۰/۸۰	bc	۲۵/۲۳	bcde	۰/۹۲
۷	ILL-7135	ایکاردا	۱۹/۹۴	abcd	۲۱/۲۹	e	ab	۸۷/۵۲	efg	۲۰/۵۸	e	۱/۳۵	efg	۲۰/۶۱	g	۰/۲۳	cdef	۲۰/۵۵	defg	۰/۶۲
۸	Cabralia inta	آرژانتین	۱۷/۵۲	bcd	۲۵/۸۰	bcde	bcd	۶۱/۱۸	defg	۲۱/۲۵	abc	۸/۲۷	defg	۲۱/۶۶	abcd	۱/۳۶	cdef	۲۰/۸۴	defg	۰/۴۳
۹	IIL-6030	ایکاردا	۱۳/۲۲	d	۲۲/۹۳	e	a	۱۱۱/۸۹	g	۱۷/۳۷	abc	۹/۷۱	g	۱۸/۰۷	a	۱/۷۶	f	۱۶/۷۱	g	۰/۶۷
۱۰	Flip – 82-1L	ایکاردا	۱۷/۱۶	bcd	۲۷/۹۰	bcde	bcd	۵۷/۰۷	defg	۲۱/۷۹	ab	۱۰/۷۳	cdefg	۲۲/۵۳	ab	۱/۵۸	cdef	۲۱/۰۷	defg	۰/۶۰
۱۱	TN-1758	زنجان	۱۷/۹۳	bcd	۲۳/۵۵	cde	ab	۷۶/۳۱	efg	۲۰/۵۳	bcde	۵/۶۲	efg	۲۰/۷۴	bcdef	۰/۹۸	cdef	۲۱/۰۷	defg	۰/۶۰
۱۲	ILL –590	ایکاردا	۱۹/۱۰	abcd	۲۶/۲۲	bcde	bcd	۵۱/۰۰۳	cdefg	۲۲/۳۵	abcd	۷/۱۲	cdefg	۲۲/۶۶	abcde	۱/۱۰	cde	۲۰/۳۲	cdefg	۰/۷۱
۱۳	Flip – 85-71	ایکاردا	۱۹/۶۲	abcd	۲۷/۵۷	bcde	bcd	۴۸/۷۰	bcdef	۲۳/۲۱	abc	۷/۹۴	bcdef	۲۳/۵۹	abcde	۱/۱۸	bcde	۲۲/۰۴	bcdefg	۰/۷۶
۱۴	TN-1758	زنجان	۲۰/۵۶	abcd	۲۷/۱۵	bcde	bcd	۴۸/۲۵	bcdef	۲۳/۶۱	abcde	۶/۵۸	bcdef	۲۳/۸۵	bcdef	۱/۰۰۵	bcde	۲۲/۸۳	bcdef	۰/۷۹
۱۵	TN-1756	زنجان	۲۱/۹۶	abcd	۲۶/۲۲	bcde	bcd	۴۵/۱۹	bcdef	۲۳/۹۵	cde	۴/۲۶	bcdef	۲۴/۰۹	defg	۰/۶۳	bcd	۲۳/۳۶	bcdef	۰/۸۲
۱۶	ILL –6002	ایکاردا	۲۰/۴۶	abcd	۲۲/۱۸	de	abc	۷۰/۶۵	defg	۲۱/۲۸	de	۱/۷۲	defg	۲۱/۳۲	fg	۰/۳۱	cdef	۲۳/۸۱	defg	۰/۶۴
۱۷	TN-1773	زنجان	۱۶/۰۸	bcd	۲۲/۶۳	de	ab	۹۰/۱۶	fg	۱۹/۰۰۵	abcde	۶/۵۵	fg	۱۹/۳۵	abcde	۱/۱۵	ef	۲۱/۲۴	fg	۰/۵۲
۱۸	رقم قزوین	مرکز تحقیقات دیم مراغه	۲۰/۷	abcd	۳۱/۹۲	ab	cde	۲۳/۴۲	bcd	۲۵/۶۸	a	۱۱/۲۲	bcd	۲۶/۳۱	abc	۱/۴۹	bc	۲۵/۰۶	bcd	۰/۹۵
۱۹	رقم زیبا	مرکز تحقیقات دیم مراغه	۲۵/۶۱	ab	۳۲۰/۰۴	abc	de	۱۸/۱۲	b	۲۷/۷۳	cde	۴/۴۳	ab	۲۷/۸۲	efg	۰/۶۱	b	۲۷/۶۴	b	۱/۰۹
۲۰	رقم گچساران	مرکز تحقیقات دیم مراغه	۱۷/۴۲	bcd	۲۲/۲۶	de	ab	۸۱/۲۵	fg	۱۹/۸۴	bcde	۵/۲۳	fg	۲۰/۰۴	bcdef	۰/۹۸	def	۱۹/۶۵	efg	۰/۵۶

- بین ژنوتیپ‌هایی که با حروف مشترک مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌داری وجود ندارد

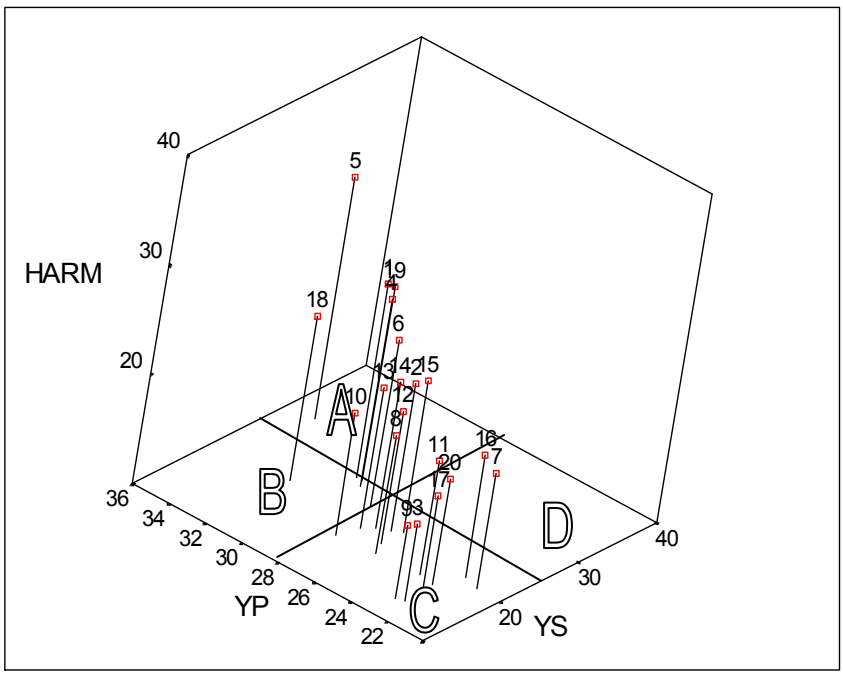
- **Ys** عملکرد در شرایط تنش، Y_p عملکرد در محیط بدون تنش، P شاخص معیار برتریت، GMP میانگین هندسی بهره‌وری، Tol تحمل تنش، MP میانگین بهره‌وری، SSI شاخص حساسیت به تنش، HARM میانگین همساز، STI شاخص تحمل تنش

Archive of SID

www.SID.ir

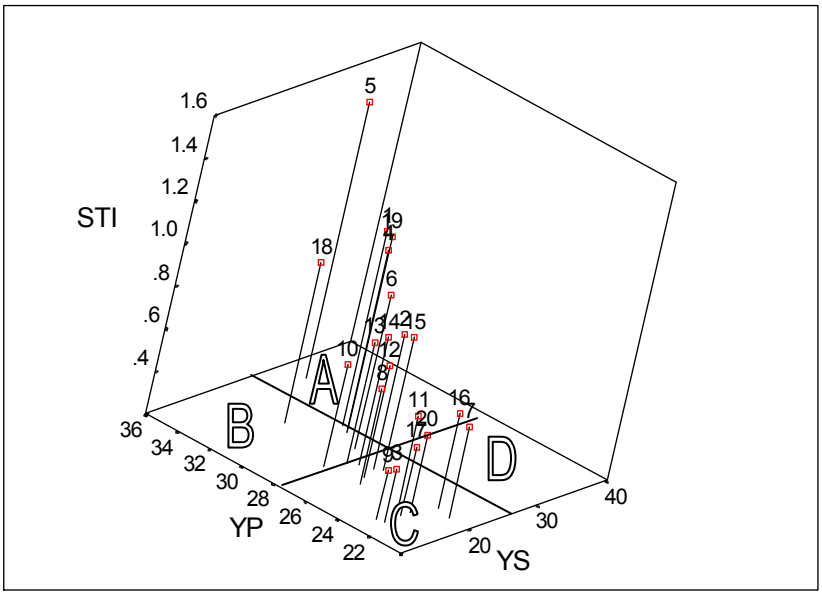


شکل ۱: نمودار سه‌بعدی تعیین ارقام مقاوم به خشکی بر اساس عملکرد دانه عدس در شرایط بدون تنش Y_p و عملکرد در شرایط تنش Y_S و شاخص GMP

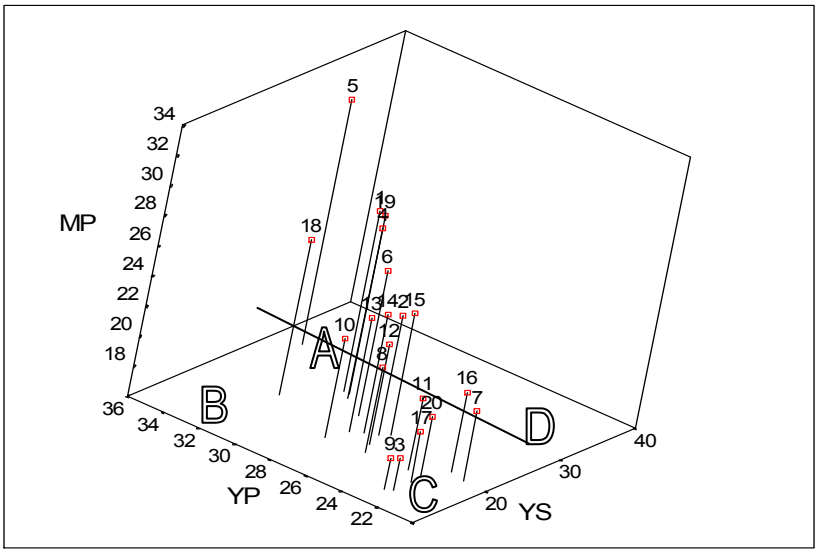


شکل ۲: نمودار سه‌بعدی تعیین ارقام مقاوم به خشکی بر اساس عملکرد دانه عدس در شرایط بدون تنش Y_p و عملکرد در شرایط تنش Y_S و شاخص HARM

www.SID.ir



شکل :۳: نمودار سه بعدی تعیین ارقام مقاوم به خشکی بر اساس عملکرد دانه عدس در شرایط بدون تنش Y_P و عملکرد در شرایط تنش Y_S و شاخص STI



شکل ۴: نمودار سه‌بعدی تعیین ارقام مقاوم به خشکی بر اساس عملکرد دانه عدس در شرایط بدون تنش Y_p و عملکرد در شرایط تنش Y_S و شاخص MP

در یک نمودار سه‌بعدی فقط روابط بین سه متغیر (عملکرد در محیط دارای تنش، عملکرد در محیط بدون تنش و یکی از شاخص‌ها) را می‌توان مطالعه کرد. برای مطالعه روابط بین بیش از سه متغیر، یک شکل (شکل ۵) حاصل از نمایش چند متغیره مانند بای پلات مفید می‌باشد (امام جمعه، ۱۳۷۸؛ کارگر و همکاران،۱۳۸۳؛ ساکسنا و واسیمی، ۱۹۸۰). در این شکل، اولین مولفه، ۷۲/۵۱ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه و همبستگی مثبت و بالایی با شاخص‌های MP، HARM، GMP، Y_S، Y_P و STI نشان داد. از این رو

www.SID.ir

می‌توان آن را به‌عنوان مولفه "پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش خشکی" نام‌گذاری کرد. از آن جا که مقادیر بالای این شاخص برای ما مطلوب است و با توجه به رابطه مثبت مولفه اول با این شاخص‌ها، اگر میزان مولفه اول را بالا انتخاب کنیم ژنوتیپ‌هایی را بر می‌گزینیم که دارای عملکرد بالا در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش هستند. از طرفی دومین مولفه ۲۶/۵۴ درصد از تغییرات موجود را به خود اختصاص و همبستگی مثبت با شاخص‌های SSI، TOL و P و همبستگی منفی با عملکرد در محیط دارای تنش نشان داد. از این رو این مولفه را به‌عنوان مولفه "حساسیت به تنش" می‌نامیم. از آن‌جا که مقادیر پایین این شاخص‌ها مورد نظر ماست و با توجه به رابطه مولفه دوم با این شاخص‌ها اگر میزان این مولفه را پایین بگیریم می‌توان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش را انتخاب نمود.

جدول ۴: مقادیر ویژه، واریانس، درصد تجمعی واریانس و بردارهای ویژه برای ۷ شاخص مقاومت به خشکی و عملکرد در محیط دارای تنش و بدون تنش در ژنوتیپ‌های مورد بررسی عدس (با روش تجزیه به مولفه‌های اصلی)

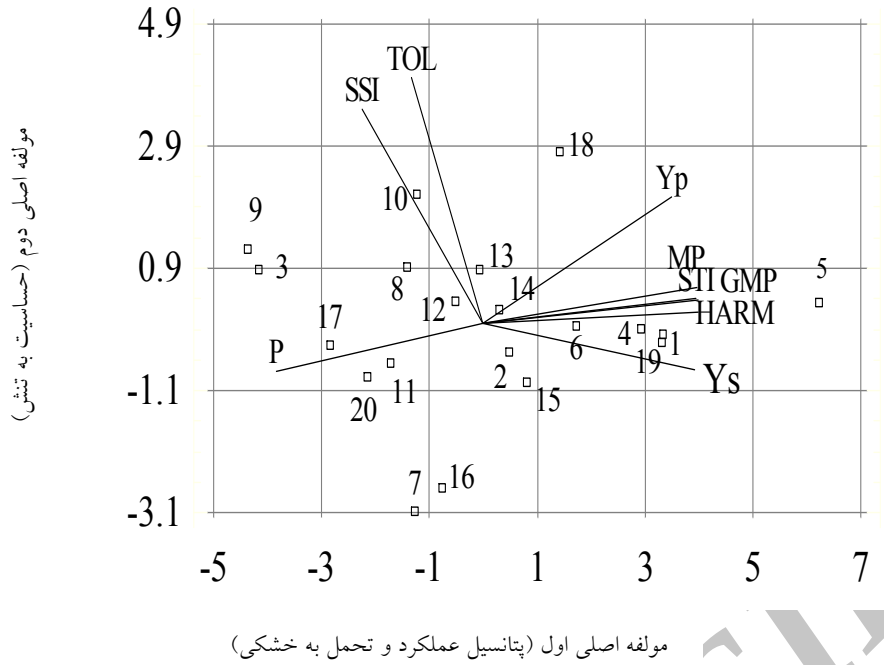
مولفه-های اصلی	مقادیر ویژه	واریانس	درصد تجمعی واریانس	Ys	Yp	MP	TOL	STI	HARM	SSI	P	GMP
۱	۶/۵۲	۷۲/۵۱	۷۲/۵	۰/۸۸	۰/۹۸	۰/۹۸	-۰/۰۲	۰/۹۷	۰/۹۶	-۰/۲۷	-۰/۹۶	۰/۹۷
۲	۰/۳	۲۶/۵۴	۹۹/۰۶	-۰/۴۷	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۹۹	-۰/۲۱	-۰/۲۷	/۹۵	۰/۱۲	-۰/۲۲
۳	۰/۰۷۱	۰/۷۹	۹۹/۸۶	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۱	-۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۲۳	۰/۰۰
۴	۰/۰۱۱	۰/۱۲	۹۹/۹۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰
۵	$۹/۱\times۱۰^{-۴}$	۰/۰۱۰	۹۹/۹۹	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۶	$۳/۱\times۱۰^{-۴}$	۰/۰۰۳	۱۰۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۷	$۳/۷\times۱۰^{-۷}$	$۴/۲\times۱۰^{-۷}$	۱۰۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۸	$۴/۸\times۱۰^{-۱۰}$	$۴/۸\times۱۰^{-۱۰}$	۱۰۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

با توجه به این نکات، قسمت مطلوب بای پلات ناحیه بالا و سمت راست آن می باشد که ژنوتیپ‌های برتر نیز در همین قسمت قرار می‌گیرند. توزیع ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت به خشکی نیز بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای این صفت می‌باشد که زمینه‌ای مناسب برای اصلاح را فراهم می‌نماید.

همان‌طور که در شکل ۵ ملاحظه می‌شود با توجه به زوایای خطوطی که شاخص‌ها را نمایش می‌دهند می‌توان استنباط نمود که شاخص‌های MP، GMP، STI و HARM به‌عنوان بهترین شاخص‌ها می‌باشند که همبستگی مثبت و بالایی با یکدیگر و نیز با عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنش و بدون تنش نشان می‌دهند. این نتایج به‌علاوه نتایج مربوط به سایر شاخص‌ها در این زمینه با اطلاعات حاصل از جدول ۳، مطابقت کامل دارد. لازم به ذکر است نتایج این قسمت با یافته‌های نورمند موید (۱۳۸۰)، احمدی و همکاران (۱۳۷۹) و ضابط و همکاران (۱۳۸۲)، مطابقت دارند. از آنجایی که ژنوتیپ-های شماره ۵، ۱ و ۱۹ جز ژنوتیپ‌های انتخاب شده از طریق بهترین شاخص‌ها می‌باشند و از طرفی در ناحیه مطلوب بای پلات نیز قرار گرفته‌اند لذا این ژنوتیپ‌ها به-عنوان ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد بالا در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش معرفی می‌گردند. از میان این ۳ ژنوتیپ، ژنوتیپ شماره ۵ به‌عنوان بهترین ژنوتیپ با پتانسیل عملکرد بالا در هر دو محیط بدون تنش و دارای تنش شناخته می‌شود.

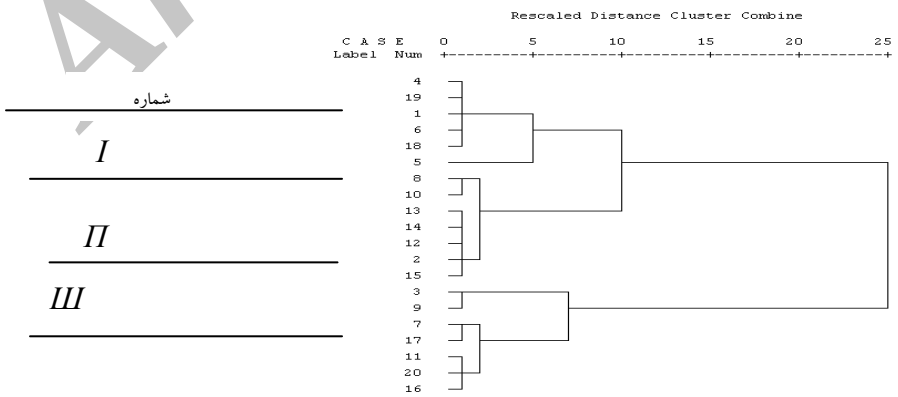
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵: نمایش بای پلات ۲۰ ژنوتیپ عدس در ۷ شاخص مقاومت به خشکی بر اساس اولین و دومین مولفه اصلی

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی با روش تجزیه خوشه‌ای و بر اساس شاخص‌های کمی تحمل به خشکی انجام شد. شکل (۶)، نمودار دندروگرام حاصل از این تجزیه را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج حاصله، ژنوتیپ‌ها در سه گروه قرار گرفتند. در مجموع از دندروگرام نتیجه گرفته می‌شود که ژنوتیپ‌های گروه اول را می‌توان جز ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی جهت کشت دیم معرفی نمود. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی توسط فرشاد فر و محمدی (۱۳۸۲)، در اگروپیرون نیز مورد استفاده قرار گرفته است. در این پژوهش تنها از دو شاخص STI و MSI استفاده شد که نتایج به‌دست آمده در این بررسی حاضر بر اساس تجزیه کلاستر و نمودارهای سه‌بعدی با نتایج آن‌ها به طور کامل مطابقت می‌کند، به‌طوری‌که ژنوتیپ‌هایی که در ناحیه A در نمودار سه بعدی قرار داشتند در تجزیه کلاستر نیز در یک گروه قرار گرفتند.



شکل ۶: دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی بر روی ۲۰ ژنوتیپ عدس

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

ابراهیمی، م. ۱۳۸۰. مطالعه عکس العمل تعدادی از ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز و سفید نسبت به آبیاری محدود. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

احمدی، ج.، زینالی خانقاه، ح.، رستمی، م، ع.، و چوگان، ر. ۱۳۷۹. بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی و استفاده از روش بای پلات در هیبریدهای ذرت دانه‌ای. مجله علوم کشاورزی ایران. ج۳۱، ش ۳ .ص ۵۲۳-۵۱۳.

امام جمعه، ع. ۱۳۷۸. تعیین فاصله ژنتیکی توسط RAPRD-PCR ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی و تحلیل سازگاری در نخود ایرانی پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه.

احمدزاده، ا. ۱۳۷۶. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در لاین‌های برگزیده ذرت. پایان‌نامه (کارشناسی ارشد) دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران.

باقری، ع. ۱۳۷۷. به‌نژادی حبوبات برای تحمل تنش‌های زیستی و غیرزیستی، خلاصه مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران.

بایزید، ب . ۱۳۷۴. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام نخود زراعی تحت دو سطح رطوبت و تجزیه همبستگی صفات زراعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

پرویزی آلمانی، م. ۱۳۷۷. بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی برای صفات مهم چغندرقند. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. ص۲۸۵.

پوستینی، ک. و یزدی صمدی، ب. ۱۳۷۱. بررسی عملکرد ارقام نخود در شرایط دیم. مجله علوم کشاورزی ایران . ج۲۳، ش۲. ص ۱۷-۱۱.

حق پرست، ر.۱۳۷۴. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

خدابنده، ن. و جلیلیان، ع. ۱۳۷۶. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی بر جوانه‌زنی و قدرت بذر سویا. مجله علوم کشاورزی . ج ۲۸، ش ۱، ص ۱۹ـ۱۱.

سمیع زاده لاهیچی، ح. ۱۳۷۵. بررسی تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی وکیفی و همبستگی آنها با عملکرد نخود سفید. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، کرج.

صبا، جلال. ۱۳۷۹. وراثت شاخص‌های مقاومت به خشکی و صفات مرتبط با آن در گندم. پایان‌نامه دکتری اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. ش ۵.

صفایی، ه. ۱۳۸۵. ارزیابی صفات کمی و کیفی توده‌های بومی عدس *(Lens culinaris)* استان فارس، مجله نهال و بذر، ج ۷، ش ۳ : ۵۷ـ۴۹.

ضابط، م.، حسین‌زاده، ع.، احمدی، ع. و خیال‌پرست، ف. ۱۳۸۲. مطاله اثرات تنش خشکی بر صفات مختلف و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در ماش. مجله علوم کشاورزی ایران. ج ۳۴، ش ۴. ص ۸۸۹-۸۹۸.

فرشاد فر.، ع.، زمانی، م.، مطلبی، م. و امام جمعه، ع. ۱۳۸۰. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران. ج۳۲ ،ش۱، ص۷۷-۶۵.

فرشاد فر، ع. و محمدی، ر. ۱۳۸۲. ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در اگروپیرون با استفاده از شاخص انتخاب چندگانه. مجله علوم کشاورزی ایران. ج ۳۴، ش ۳، ص ۶۴۶ ـ ۶۳۵.

کارگر، س.، قنادها، م، ر.، بزرگی‌پور، ر.، خواجه احمد عطاری، ر. ا. ع. و بابایی، ج. ر. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران، ج ۳۵. ش۱،ص ۱۴۲ ـ ۱۲۹.

معروفی، ا. ۱۳۷۷. تعیین محل کروموزومی شاخص‌های مقاومت به خشکی در گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه.

Archive of SID

www.SID.ir

نورمند موید، ف.، رستمی، م. ع. و قنادها، م. ر. ۱۳۸۰. ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی در گندم نان. مجله علوم کشاورزی ایران. ج۳۲، ش ۴، ص ۸۰۵-۷۹۵.

Blume, A., Sinmena, B. and Ziv. O. 1980. An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening in wheat. Euphytica 29: 727 – 736.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effecttive selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: 19th Symposium on Crop Physiology, Taiwan, 13 - 18 Aug. pp . 257 – 277.

Fisher, R. A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. A gric. Res 29: 897 – 912.

Kristin, A. S., Serna, R. R., Perez, F. I., Enriquez, B. C., Gallegos, J. A. A., Vallejo, P. R., Wassimi, N. and Kelley, J. D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.

Rao, S. K. and Yadav, S. P. 1988. Genetic analysis of biological yield, harvest index and seed yield in lentil. Lens News Letter. 15 (1): 3 – 5.

Ramires, V. and Kelly, J. D. 1998. Triats related to drought resistance in common bean. Euphytica. 99: 127-136.

Rosielle, A. A. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non – stress environments. Crop Sci. 21: 943 – 946.

Saxena, M. C. and Wassimi, N. 1980. Plasticity of lentil genotypes as affected by moisture supply and soil fertility. Lens. 7 : 29 – 31.

Schneider, K., Rosales, A. R., Iarra-peres, F. B., Cazares, E. J. A., Acosta, G. P., Ramires, V., Wassimi, N. and Kelly, J. D. 1997. Impoving common bean performance under drought stress. Crop Sci : 37: 43.

Schneider, A. A., Jonson, B. L. and Handerson, T. L. 1992. Rooting depth and water use of different sunflower phenotypes. Proc. 13th Int. sunflower conf. Pisa. Italy 13 - 18 Aug. pp. 25 - 27

Vieira, D. D., Teerong, D. M. and Egli, D. B. 1991. Effect of drought stress on soyabean seed germination and vigor. J. Seed Technol. 16: 12-21.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of Drought Resistance Indices in Lentil (*Lens culinaris* Medik)

Salehi[1], M., Haghnazari[2], A. and Shekari[2], F.

Abstract

In order to evaluating drought resistance indices in lentil (*Lens culinaris* Medik) twenty lentil genotypes were evaluated in a split plot design with three replications under two levels of irrigation (with stress and without stress) at research farm of Zanjan University in spring of 2004. To evaluate drought tolerant genotypes on the basis of yield performance in stressed (Y_s) and non-stressed (Y_p) environments, quantitative measures of drought tolerance *i.e* mean productivity (MP), stress tolerance (TOL), geometric mean productivity (GMP), harmonic mean (HARM), stress susceptibility index (SSI), stress tolerance index (STI) and superority measure (P), were computed and studied in RCBD design baise. Results indicated significant differences among all genotypes with respect to drought indices and yield performance in both environments. The highest amounts of STI, HARM, GMP and MP were related to the genotype TN-1768 in both stressed and non-stressed conditions. Correlation analysis between yield and indices revealed that STI, HARM, GMP and MP are the best indices for screening of drought tolerant genotypes. Accordingly, genotypes TN-1768 and Ziba were selected as drought tolerant genotypes. Biplot multivariate technique located the genotypes TN-1768, Flip-97-8 and Ziba near the vectors related to STI, HARM, GMP and MP. Cluster analysis located tolerant genotypes TN-1768 and Flip-97-8 in one group and susceptible genotypes TN-1778, ILL-7135 in another group as well.

Keywords: Biplot, Cluster analysis, Drought tolerant, Indices, Lentil

Archive of SID

1. Former post graduate student of Plant Breeding,Young Researchers club
2. Assistant professors, Faculty of Agriculture,University of Zanjan

www.SID.ir