ارزیابی تحمل به تنش شوری در لاین‌های جو بدون پوشینه

محمدرضا داداشی *

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۹ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۲

چکیده

به‌منظور ارزیابی عملکرد دانه در لاین‌های جو بدون پوشینه در شرایط تنش شوری این بررسی طی دو سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان و با استفاده از ۱۰ لاین در قالب دو آزمایش جداگانه و با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در چهار تکرار در شرایط بهینه رشد (بدون تنش) و تنش شوری (EC_{soil}=12/1-18/2 ds/m) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش شوری وجود تنوع ژنتیکی در بین لاین‌ها را نشان داد. برای ارزیابی واکنش لاین‌ها نسبت به تنش، از شاخص‌های تحمل به تنش (STI)، حساسیت به تنش (SSI)، میانگین بهره‌وری (MP)، تحمل (TOL)، میانگین هارمونیک (Harm) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) استفاده گردید. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین لاین‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در شرایط تنش، سال و اثر ساده لاین بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری دارد و در شرایط بدون تنش نیز اثرات سال و لاین بر عملکرد دانه از نظر آماری معنی‌دار بود. با محاسبه شاخص‌های مختلف مورد مطالعه مشخص گردید که لاین‌های شماره ۵ و ۶ بر اساس شاخص GMP، Harm و STI از بالاترین تحمل نسبت به شوری برخوردارند. همچنین با محاسبه ضرایب همبستگی عملکرد با شاخص‌های تحمل مشاهده شد که شاخص‌های SSI و Harm در شرایط تنش شوری و شاخص‌های MP، GMP، TOL، SSI و STI در شرایط بدون تنش بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند و به همین لحاظ به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی و گزینش لاین‌های حساس و متحمل معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: شوری، عملکرد دانه، جو بدون پوشینه، تحمل.

* نویسنده مسوول مکاتبات، mdadashi730@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

شوری خاک یکی از مشکلات عمده تولید محصولات کشاورزی در جهان است و بیش از ۹۰۰ میلیون هکتار از اراضی جهان تحت تاثیر شوری است که این رقم تقریباً معادل سه برابر اراضی قابل کشت می‌باشد. گستره خاک‌های شور روند رو به افزایش داشته، به طوری که حدود یک‌سوم از زمین‌هایی که قابل کشت هستند کم و بیش تحت تاثیر شوری قرار دارند (Binzed & Reuveni, 1994). در حال حاضر استفاده از ارقام متحمل به شوری یکی از مهمترین روش‌های موثر در بهره‌برداری و افزایش عملکرد در زمین‌های شور و کم شور نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود (Ekiz & yilmaz, 2003). جو از غلات سردسیری و یکی از قدیمی‌ترین گیاهان می‌باشد و به‌علت تحمل در مقابل ناسازگاری‌های محیطی و نیز به سبب نیاز کم به رطوبت، تحمل به شوری و تطابق با مناطق آب و هوایی مختلف، دوره رشد سریع و فصل رشد کوتاه می‌تواند گیاه مناسبی جهت تولید باشد (Matus & Hayes, 2002) و (Tabeidian & Toghyani, 2005). جو بدون پوشینه یکی از گیاهان خانواده غلات و از ژنوتیپ‌های جو محسوب می‌شود که به‌منظور استفاده در تغذیه انسان، دام، طیور و صنعت مالت‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Newman *et al*., 1998; Pan *et al*., 2007). جو بدون پوشینه از لحاظ پایین بودن درصد فیبر و بالا بودن میزان پروتئین و ارزش غذایی و همچنین میزان زیاد آمینواسیدها به‌ویژه لایزین نسبت به ذرت می‌تواند جایگزین مناسبی جهت تغذیه طیور باشد (Rosemary & Newman, 1998). نتایج بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در نتیجه بروز تنش شوری عملکرد و اکثر صفات مرتبط با آن کاهش می‌یابد. ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، نسبت سدیم به پتاسیم، تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در سنبله از صفاتی هستند که بیشتر تحت تاثیر تنش قرار می‌گیرند (Demiral *et al*., 2005; Nasser, 2001). حساسیت جو به شوری در طی دوره رویشی و مراحل اولیه محصول بیشتر از مرحله گلدهی و آن هم بیشتر از مرحله پر شدن دانه است (Pandya *et al*., 2004). شوری منجر به کاهش رشد، تعداد پنجه، ارتفاع گیاه، محتوی کلروفیل برگ و کاهش ماده خشک می‌شود (Demiral *et al*., 2005). شوری سطح برگ و عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (Choudhary *et al*.,1996). یک فرآیند کاهشی در رشد و اجزاء عملکرد با افزایش سطح شوری حادث می‌شود (Nasser, 2001). عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح شوری خاک است (EL-Sayed & Khodier, 2000). محتوی نسبی آب برگ (RWC) با افزایش شوری کاهش می‌یابد (EL-Tayeb, 2005).

تاکنون روش‌های مختلفی برای ارزیابی واکنش گیاهان زراعی نسبت به انواع تنش‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

ابداع شده و مورد استفاده به‌نژادگران قرار گرفته است (Sadeghzadeh-ahari, 2006). گزینش بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط تنش و بدون تنش باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در شرایط تنش می‌گردد، چرا که آلل‌های مطلوب تحت شرایط تنش انتخاب می‌شوند و زمان پاسخ به انتخاب در شرایط بدون تنش به‌دلیل وراثت‌پذیری بالاتر عملکرد در این شرایط حداکثر است (Richards, 1996). گزینش بر اساس عملکرد یک رقم در شرایط تنش ممکن است مستقل از عملکرد آن در شرایط مطلوب باشد. جهت تعیین نحوه تظاهر و واکنش ژنوتیپ‌های مختلف در دو محیط تنش و بدون تنش، Fernandez (1992) چهار نوع واکنش را برای ژنوتیپ‌ها قایل شد:

الف) ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی در هر دو محیط بدون تنش و تنش دارند (گروه A)، ب) ژنوتیپ‌هایی که صرفاً عملکرد خوبی در شرایط بدون تنش دارند (گروه B)، ج) ژنوتیپ‌هایی که صرفاً عملکرد خوبی در شرایط تنش دارند (گروه C)، د) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی در هر دو محیط دارند (گروه D). از نظر Fernandez (1992) معیارهای گزینش مناسب، گروه A را از گروه‌های دیگر تشخیص دهد با وجود این شاخص‌های تحمل به تنش (TOL,MP,SSI,GMP) از تشخیص ژنوتیپ گروه A عاجزند. همچنین MP گروه A را از گروهB و شاخص‌های TOL و SSI گروه C را از گروه A نمی‌تواند تشخیص دهند. شاخص STI برای تشخیص گروه A از گروه B و گروه C مناسب است.

یکی از شاخص‌های مورد نظر، شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index) می‌باشد که برای اولین بار در سال ۱۹۷۸ توسط Fischer & Maurer (1978) ارایه شد، مقدار کم شاخص حساسیت به تنش، نشان‌دهنده حساسیت کم ژنوتیپ به تنش است. در واقع هر چه میزان این شاخص کمتر باشد، ژنوتیپ تحمل بالاتری نسبت به شوری دارد. انتخاب بر اساس این شاخص ژنوتیپ‌هایی را بر می‌گزیند که در محیط تنش عملکرد بالایی داشته، ولی در محیط بدون تنش عملکرد پایینی دارند. بنابراین این شاخص نمی‌تواند ژنوتیپ‌های گروه A و C را از یکدیگر جدا سازد و آن‌ها را با هم انتخاب می‌کند. Rosielle & Hamblin (1981) شاخص تحمل (ToL) و همچنین شاخص میانگین بهره‌وری (MP) را جهت ارزیابی لاین‌ها معرفی نمودند و بر این اساس هر چه شاخص تحمل کوچک‌تر باشد حساسیت به شوری لاین‌ها کمتر بوده و مطلوب‌تر است. گزینش بر اساس این شاخص سبب انتخاب لاین‌هایی می‌شود که تحت شرایط بدون تنش عملکرد پایین، ولی در شرایط تنش عملکرد بالقوه بالایی دارند، در نتیجه این شاخص نیز قادر به جداسازی گروه C از گروه A نمی‌باشد. شاخص میانگین بهره‌وری نیز باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکرد بالایی در شرایط مطلوب دارند و از عملکرد پایینی در شرایط نامطلوب برخوردارند. Fernandez (1992) شاخص STI را تحت عنوان شاخص تحمل به

Archive of SID

www.SID.ir

تنش ارایه نمود تا جهت شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش به کار گرفته شود. بیشتر بودن مقدار عددی این شاخص، نشانه تحمل بیشتر به تنش و پتانسیل عملکرد بالا در ژنوتیپ است. Fernandez (1992) شاخص دیگری را تحت عنوان میانگین هندسی عملکرد (GMP) نیز معرفی نمود که بیشتر بودن مقدار عددی این شاخص، نشانه تحمل بیشتر به تنش می‌باشد. این شاخص در مقایسه با شاخص MP، در تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها قدرت بیشتری داشته و بر همین اساس بود که Fernandez (1992) شاخص STI را نیز بر اساس GMP بنا گذاشت. GMP حساسیت کمتری به مقادیر مختلف Y_P و Y_S دارد، در صورتی که شاخص MP چون بر اساس میانگین حسابی می‌باشد زمانی که اختلاف نسبی زیادی بین Y_P و Y_S وجود داشته باشد، اریب زیادی به طرف Y_P خواهد داشت. شاخص‌هایی که در هر دو محیط تنش و نرمال همبستگی بالایی با عملکرد داشته باشند، به‌عنوان بهترین شاخص‌ها انتخاب می‌شوند (Fernandez, 1992). بنابراین با توجه به رشد روزافزون اراضی شور در کشور می‌توان با اصلاح و گزینش لاین‌های برتر جو از لحاظ کمی و کیفی نسبت به کشت این گیاه در مناطق شور اقدام نمود. هدف از این تحقیق، ارزیابی واکنش لاین‌های جو بدون پوشینه به تنش شوری، شناسایی لاین‌های متحمل و تعیین مناسب‌ترین شاخص تحمل به تنش شوری در شرایط منطقه گرگان بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری و شناسایی شاخص‌های گزینش برای عملکرد دانه ۱۰ لاین جو بدون پوشینه (جدول ۱) طی دو سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در ۱۵ کیلومتری شمال شهر گرگان واقع شده است که طول جغرافیایی آن ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۶ درجه و۴۵ دقیقه شمالی، با ارتفاع ۵/۵- متر از سطح دریا و متوسط میزان بارندگی آن ۴۰۰ میلی‌متر است. برای اعمال تنش شوری قطعه مزرعه در نظر گرفته شده دارای EC=12.1-18.2 بود. هر لاین در ۶ خط ۶ متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر کشت شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- پدیگری لاین‌های جو بدون پوشینه

شماره لاین	شجره
۱	MOLA / SHIRI // ARUPO * 2 /JET / 3 / CONDORBAR / 4/ …
۲	MOLA / SHIRI // ARUPO * 2 / JET / 3 / ATACO / 4 / ALELI
۳	ELDO / BERMEJO / 5 / CM 67-B / CETENO // CAM – B / 3 / …
۴	ICB//8305
۵	4679 // 05 // VEA / 32 TH / 3 / ALGER / CERE S 3682-11
۶	MOLA / ALEL // MORA
۷	NB 1054 / AALEI // HYOUGG / …
۸	MOLA / SHIRI // ARUPO * 2 / JET / ATACO
۹	LORIA – BAR / COPAL // SHIRI / OC – B13 / ALELI / 4 / …
۱۰	PEYGHAMBARI (LOCAL CHECK)

کلیه عملیات زراعی آزمایشات مانند تاریخ کاشت، تهیه زمین، تغذیه (بر اساس آزمون خاک)، مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها، آبیاری انجام گرفت. بر اساس نتایج تجزیه خاک ۱۵۰ کیلوگرم اوره که نیمی از آن در زمان کشت و مابقی به‌صورت سرک مصرف شد و ۷۵ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هر هکتار مصرف شد. قبل از کاشت بذرها با استفاده از قارچ‌کش کاربوکسین تیرام ضدعفونی شدند. طی دوره رویش گیاهان، مراقبت‌های لازم زراعی صورت گرفت. نحوه محاسبه شاخص‌ها به‌شرح زیر بود (Fernandez, 1992; Rosiell & Hamblin, 1981; Fischer & Maurer,1978):

$$Tol = Y_P - Y_S \qquad GMP = \sqrt{(Y_P)(Y_S)} \qquad SSI = \frac{1-\left[\frac{Y_S}{Y_P}\right]}{SI}$$

که در رابطه فوق:

$$STI = \frac{(Y_P)(Y_S)}{(\overline{Y}_P)^2} \qquad MP = \frac{Y_S + Y_P}{2} \qquad Harm = \frac{2(Y_S.Y_P)}{Yp+Ys} \qquad SI = 1-\left[\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P}\right]$$

در روابط فوق، Y_P= عملکرد دانه هر لاین در شرایط بدون تنش، Y_S= عملکرد دانه هر لاین در شرایط تنش، $\overline{Y}_P$ = میانگین عملکرد دانه لاین‌ها در شرایط بدون تنش، $\overline{Y}_S$ = میانگین عملکرد دانه لاین‌ها در شرایط تنش، MP= میانگین حسابی عملکرد، MP= میانگین هندسی، Harm= میانگین هارمونیک، TOL= شاخص تحمل، SSI= شاخص حساسیت به تنش، و STI= شاخص تحمل به شوری است. تجزیه آماری داده‌های حاصل، مقایسات

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین (به روش LSD) و محاسبه ضرایب همبستگی بین عملکرد و شاخص‌های تحمل با استفاده از برنامه نرم‌فزاری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

همان طور که از نتایج تجزیه واریانس ساده (یک‌ساله) عملکرد دانه (جدول ۲) مشاهده می‌گردد، در شرایط بدون تنش اثر لاین بر عملکرد دانه در هر دو سال زراعی بسیار معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱)، اما در شرایط تنش شوری در سال اول معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و در سال دوم بسیار معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین‌ها (جدول۳) به روش LSD نشان داد که در سال اول و در شرایط بدون تنش لاین شماره ۵ با میانگین عملکرد دانه ۵۱۸۰/۰۸ کیلوگرم در هکتار در بین لاین‌های مورد بررسی از بیشترین عملکرد دانه برخوردار بوده و در گروه A قرار گرفته است. لاین شماره ۹ در این محیط با عملکرد ۲۶۹۹/۱۵ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را نشان داد و در شرایط تنش شوری لاین شماره ۲ با میانگین عملکرد دانه ۲۱۵۲/۶۹ کیلوگرم در هکتار در بین لاین‌های آزمایش از بیشترین و لاین شماره ۱۰ با میانگین عملکرد دانه ۱۴۷۲/۴۶ کیلوگرم در هکتار از کمترین عملکرد دانه برخوردار بودند. همچنین نتایج این جدول (جدول ۳) نشان داد که در سال دوم اجرای آزمایش و در شرایط بدون تنش همچون سال اول لاین شماره ۵ با میانگین عملکرد دانه ۵۰۲۷/۲۷ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد بوده و لاین شماره ۹ با میانگین عملکرد دانه ۳۰۴۴/۵ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را نشان می‌دهد.

جدول ۲ – تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه لاین‌های جو بدون پوشینه در دو شرایط تنش شوری و بدون تنش

منابع تغییر	درجه آزادی	تنش شوری		بدون تنش	
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
تکرار	۳	۱۹۰۸٤٦,٥٤ ns	٥۳٤۹٥,۲ ns	٥۷٤۹۹۹,۰۷ ns	۲۳۲۸۸,٤۱ns
لاین	۹	۱۷٦۰۹٦,٥ *	۱۳۷۷۱٦,۱۸**	۱٥٥۰٦٤۱,٥۷**	۱۰۷۸۰۰۷,۲٤**
خطا	۲۷	٥٦۳۰۳,۱۳	۲۲۸۰٥,٤٦	۱۸۲۳٦۹,۹۹	٦۲۳٤٤,٥٥
ضریب تغییرات		۱۳,۱٦	۷,٥٪	۱۱,۲۷٪	٦,٤٪

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۳ همچنین نشان می‌دهد که در سال دوم اجرای آزمایش در شرایط تنش شوری همانند سال اول لاین شماره ۲ با میانگین عملکرد دانه ۲۳۶۹/۷۷ کیلوگرم در هکتار از بیشترین و لاین شماره ۱۰ با میانگین عملکرد دانه ۱۷۵۴/۳ کیلوگرم در هکتار از کمترین

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد دانه برخوردار هستند. همان طوری که از نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۴) برمی آید طی دو سال آزمایش در شرایط تنش شوری اثرات ساده سال و لاین بر عملکرد دانه بسیار معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود، اما اثر متقابل سال × لاین از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

همچنین در شرایط بدون تنش نیز درحالی‌که اثرات ساده سال و لاین بر عملکرد دانه موجب ایجاد اختلاف آماری معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل سال × لاین بر عملکرد دانه معنی‌دار نیست که این مساله نشان می‌دهد لاین‌های مختلف در سال‌های متفاوت، تظاهر عملکرد یکسانی داشته‌اند. صفت عملکرد دانه در ۱۰ لاین جو بدون پوشینه هم در شرایط بدون تنش و هم در شرایط تنش شوری تفاوت بسیار معنی‌داری داشته (جدول ۴) و این امر نشان‌دهنده این واقعیت است که در بین ۱۰ لاین مورد بررسی از نظر مقاومت یا حساسیت به تنش، تنوع ژنتیکی متفاوتی وجود دارد. معنی‌دار بودن عملکرد دانه بیانگر این است که لاین‌ها از نظر تنوع ژنتیکی دارای پتانسیل متفاوتی هستند که امکان دستیابی به لاین‌هایی با صفات برتر جهت اصلاح عملکرد می‌باشند.

جدول ۳ – مقایسه میانگین عملکرد دانه لاین‌های جو بدون پوشینه در دو شرایط تنش شوری و بدون تنش طی دو سال زراعی (۱۳۸۵-۱۳۸۳)

میانگین عملکرد دانه در سال اول(kg/ha)				میانگین عملکرد دانه در سال دوم(kg/ha)				شماره لاین
بدون تنش		تنش شوری		بدون تنش		تنش شوری		
۱	bcd	۱۷۳۳,۰۵	c	۳٤۷۰,۷۲	cde	۱۹٤٦,۸۷	d	۳٦۰۲,۹۳
۲	a	۲۱۵۲,٦۹	bc	۳٦۳۱,۳٦	a	۲۳٦۹,۷۷	cd	۳٦۷٦,٦
۳	bcd	۱۷۸۱,۷۸	bc	۳۷۷۵,٤۲	cd	۱۹۹۸,۲۷	bc	٤۰۰۵,۷۵
٤	ab	۲۰٦۷,۸	bc	۳۸۹٦,۱۸	bc	۲۱٤٤,٤۷	bc	٤۰۳۵,۳
۵	abc	۱۸۷۵	a	۵۱۸۰,۰۸	bcd	۲۰۵۹	a	۵۰۲۷,۲۷
٦	cd	٦۷۵,۸۵	b	٤۲۰۵,۵۱	de	۱۸۸۷,۷	b	۵۷۸۰,۹
۷	cd	۱۷۰۹,۷۵	bc	۳٦۹۲,۸	de	۱۸۸۵,۳	cd	۳۸٦۰,۱۲
۸	cd	۱٦۱۰,۱۷	c	۳۵۸۰,۵۱	de	۱۸۸٤,۲۳	d	۳٦٤۳,٤
۹	abc	۱۹۵۱,۲۷	d	۲٦۹۹,۱۵	ab	۲۲۲۰,٦۲	e	۳۰٤٤,۵
۱۰	d	۱٤۷۲,٤٦	bc	۳۷٤۳,٦٤	e	۱۷۵٤,۳	cd	۳۹۱۵,۳

* بر اساس آزمون LSD میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه لاین‌های جو بدون پوشینه در شرایط تنش و بهینه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات در شرایط تنش شوری	میانگین مربعات در شرایط بدون تنش
سال	۱	۸۸۹۵۶۲,۸٤**	۳۳۳۲۵۸,۹۸*
خطای a	٦	۱۳۸۱٦٥,۸۹	۲۹۹۱٤۳,۷٤
لاین	۹	۳۱۱۹۰۲,٤۸**	۲٥۹٥۰۳٤,٥**
سال × لاین	۹	۱٥۰٦۳,۰٥ ns	۳۳٦۱٤,۳۲ns
خطای b	٥٤	۳۲٤۰۸,۸۸	۱۲۲۳٥۷,۲۷
		۹,۰۸٪	۹,۸۱٪ ضریب تغییر(CV%)

**, * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۵– مقایسه میانگین عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به تنش شوری در لاین‌های جو بدون پوشینه

لاین	عملکرد دانه		شاخص‌های تحمل					
	Yp	Ys	MP	GMP	Harm	TOL	SSI	STI
۱	۳٥۳٦,۸۳ d	۱۸۳۹,۹٦ c	۲٦۸۸,۳۹	۲٥٥۱	۲٤۲۰,٦٤	۱٦۹٦,۸۷	۰,۹٤	۰,٤۲
۲	۳٦٥۳,۹۸ cd	۲۲٦۱,۲۳ a	۲۹٥۷,٦	۲۸۷٤,٤٥	۲۷۹۳,٦٤	۱۳۹۲,۷٥	۰,۷٥	۰,٥٤
۳	۳۸۹۰,٥۹ cd	۱۸۹۰,۰۲ bc	۲۸۹۰,۳	۲۷۱۱,۷	۲٥٤٤,۱۲	۲۰۰۰,٥۷	۱,۰۱	۰,٤۸
٤	۳۹٦٥,۷٤bc	۲۱۰٦,۱۳ ab	۳۰۳٥,۹۳	۲۸۹۰,۰٥	۲۷٥۱,۱۷	۱۸٥۹,٦۱	۰,۹۲	۰,٥٤
٥	٥۱۰۳,٦۷ a	۱۹٦۷ bc	۳٥۳٥,۳۳	۳۱٦۸,٤۳	۲۸۳۹,٥۹	۳۱۳٦,٦۷	۱,۲	۰,٦٥
٦	٤۹۹۳,۲b	۱۷۸۱,۷۷ cd	۳۳۸۷,٤۸	۲۹۸۲,۷٤	۲٦۲٦,۳٥	۳۲۱۱,٤۳	۱,۲٦	۰,٥۸
۷	۳۷۷٦,٤٦cd	۱۷۹۷,٥۲ cd	۲۷۸٦,۹۹	۲٦۰٥,٤۳	۲٤۳٥,۷	۱۹۷۸,۹٤	۱,۰۳	۰,٤٤
۸	۳٦۱۱,۹٥cd	۱۷٤۷,۲ cd	۲٦۷۹,٥۷	۲٥۱۲,۱۳	۲۳٥٥,۱٥	۱۸٦٤,۷٥	۱,۰۱	۰,٤۱
۹	۲۸۷۱,۸۲ e	۲۰۸٥,۹ ab	۲٤۷۸,۸۸	۲٤٤۷,٥٤	۲٤۱٦,٥۹	۷۸٥,۸۸	۰,٥٤	۰,۳۹
۱۰	۳۸۲۹,٤۷ cd	۱٦۱۳,۳۸ d	۲۷۲۱,٤۲	۲٤۸٥,٦٤	۲۲۷۰,۲۸	۲۲۱٦,۰۹	۱,۱۳	۰,٤

TOL= شاخص تحمل Ys= عملکرد در شرایط تنش Harm= میانگین هارمونیک Yp= عملکرد در شرایط بهینه
STI= شاخص تحمل به تنش GMP= میانگین هندسی بهره‌وری SSI = شاخص حساسیت به تنش MP= میانگین بهره‌وری

در جدول شماره ۵ نتایج مقایسه میانگین عمکرد دانه طی دو سال اجرای آزمایش (تجزیه مرکب) و میزان شاخص‌های حساسیت و تحمل به شوری آورده شده است. این جدول نشان می‌دهد که طی دو سال بررسی در شرایط تنش شوری (Ys) لاین شماره ۲ با میانگین عملکرد دانه ۲۲۶۱/۲۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه (کلاس a) را در بین لاین‌های مورد بررسی داشته و لاین شماره ۱۰ با میانگین عملکرد دانه ۱۶۱۳/۳۸ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه (کلاس d) را دارد و نیز در شرایط بدون تنش لاین شماره ۵ با متوسط عملکرد دانه ۵۱۰۳/۶۷ کیلوگرم در هکتار در کلاس a قرار گرفته و بیشترین عملکرد دانه را نشان داده و لاین شماره ۹ با متوسط عملکرد دانه ۲۸۷۱/۸۲ کیلوگرم در هکتار در کلاس e قرار گرفته و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده است. برای تعیین تحمل لاین‌های مورد بررسی به تنش شوری از عملکرد دانه لاین‌ها در محیط

www.SID.ir

بدون تنش (Yp) و محیط دارای تنش شوری (Ys) استفاده شد و **میزان شاخص‌های حساسیت و تحمل به شوری تعیین شد (جدول۶). محققان عقیده دارند بهترین شاخص برای غربال کردن ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شاخصی است که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد دانه** باشد (Blum,1988; Fernandez,1992).

برای شاخص MP که مقادیر بالاتر این شاخص تحمل نسبی به تنش را نشان می‌دهد لاین‌های ۵، ۶ و۴ به‌ترتیب با عملکرد ۳۵۳۵/۳۳، ۳۳۸۷/۴۸ و ۳۰۳۵/۹۳ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان لاین‌های متحمل به تنش تعیین شدند. شاخص MP در گزینش لاین‌هایی که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش هستند، مناسب نیست (Fernandez,1992). برای شاخص GMP که مقدار بالاتر این شاخص تحمل نسبی لاین‌ها را نشان می‌دهد، لاین‌های ۵، ۶، ۴ و ۲ به‌عنوان لاین‌های متحمل شناسایی شدند. از آنجایی که برای شاخص میانگین هارمونیک (Harm) مقادیر بالای این شاخص نشان‌دهنده تحمل نسبی لاین‌هاست، لاین‌های ۵، ۲ و ۴ به‌عنوان لاین‌های متحمل به تنش تعیین گردید. به علت آنکه بالاترین و پایین‌ترین میانگین عملکرد در شرایط نرمال و تنش متعلق به ژنوتیپ (های) ثابتی نبود، بنابراین محاسبه شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش در ارزیابی و شناسایی لاین‌های برتر ضروری می‌باشد. بر اساس شاخص تحمل به تنش (STI)، هر چه قدر اختلاف بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش بیشتر باشد، مقدار STI کوچکتر می‌شود و بنابراین بر خلاف SSI، مقادیر بالاتر STI نشان‌دهنده تحمل بیشتر لاین‌ها به تنش می‌باشد (Fernandez, 1992). محاسبه این شاخص برای لاین‌ها در تنش شوری بیانگر تحمل بیشتر لاین‌های ۵، ۶ و ۲ در مقایسه با سایر لاین‌ها بود. دو لاین ۹ و ۱۰ نیز بر اساس این شاخص به‌عنوان حساس‌ترین لاین‌ها شناخته شدند. Sarwat & EL-Sherif ،(2003) Ekiz & Yilmaz (2007) و Behzad (2008) قبلاً در ارتباط با مطلوبیت شاخص STI در گزینش لاین‌های متحمل گزارش‌هایی را ارایه نموده بودند. بهادری (۱۳۷۷) در آزمایشی با سه سطح شوری در ۱۸ رقم جو بهاره با محاسبه ۴ شاخص STI، MP، TOL و SSI پیشنهاد کرده است که گزینش از روی شاخص STI نسبت به سایر شاخص‌های ارزیابی در شرایط تنش بهتر است.

شاخص حساسیت به تنش (SSI) بیشتر جهت حذف لاین‌های حساس استفاده می‌شود و بر اساس آن هر لاینی که مقادیر بالاتری از این شاخص را به خود اختصاص دهد، در برابر تنش حساس‌تر می‌باشد (Fischer & Maurer, 1978). بر اساس این شاخص و با توجه به میانگین عملکرد در هر دو شرایط بدون تنش و تنش لاین‌های ۲ و ۹ در مقایسه با سایر لاین‌ها از وضعیت بهتری برخوردار بود و مقدار کمی از شاخص یاد شده را به خود اختصاص دادند. بالاترین عملکرد در شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

تنش شوری مربوط به لاین شماره ۲ با میانگین عملکرد ۲۲۶۱/۲۳ کیلوگرم در هکتار با شاخص حساسیت ۰/۷۵ بوده و لاین شماره ۱۰ با عملکرد ۱۶۱۳/۳۸ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد و حساسیت نسبتاً بالا (SSI=۱/۱۳) را در بین ۱۰ لاین داشت (جدول ۵). با مراجعه به ستون شاخص حساسیت به تنش (SSI) در جدول شماره ۵ مشخص می‌گردد که تنوع ژنتیکی زیادی در بین این لاین‌ها موجود می‌باشد. در این بررسی از مجموع ۱۰ لاین ۴ لاین شاخص حساسیت به تنش کمتر از یک داشتند و به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته می‌شوند. بنابراین ژنوتیپ‌های مختلف دارای آستانه حساسیت به تنش متفاوتی هستند. Ehdaei (1988) نیز قبلاً به همبستگی میان شاخص حساسیت به تنش با عملکرد دانه در شرایط تنش اشاره کرده بودند. دو لاین ۶ و ۱۰ نیز به‌ترتیب بر اساس این شاخص به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

بر اساس شاخص تحمل (TOL) که به‌صورت اختلاف بین عملکرد تحت شرایط نرمال و تنش تعریف شده است، ژنوتیپ‌هایی متحمل‌تر محسوب می‌گردند که مقادیر کمتری از شاخص فوق را به خود اختصاص دهند (Rosielle & Hamblin, 1981). بررسی میزان تحمل لاین‌ها با استفاده از این شاخص حاکی از برتری لاین‌های ۹ و ۲ در مقایسه با سایر لاین‌ها بود، زیرا که این دو لاین مقادیر کمی از شاخص مذکور را به خود اختصاص دادند. دو لاین ۶ و ۵ با کسب بالاترین مقادیر شاخص فوق به‌عنوان حساس‌ترین لاین‌ها شناسایی گردیدند. لاین ۹ در شرایط بدون تنش از عملکرد مناسبی برخوردار نبود، همچنین لاین ۲ در شرایط تنش شوری نسبت به سایر لاین‌ها از عملکرد مناسبی برخوردار بود، اما در شرایط نرمال به نسبت دارای عملکرد مناسبی نبود. به نظر می‌رسد که شاخص یاد شده در گزینش ژنوتیپ‌هایی موفق می‌باشد که عملکرد آن‌ها در شرایط تنش مناسب است. ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص حساسیت محیطی (SSI) مواد آزمایش را صرفا براساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی می‌کند و به عبارت دیگر با استفاده از این شاخص می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص کرد و به‌منظور یافتن ژنوتیپ‌های متحمل این شاخص کارایی بسیار بالایی دارد (Naderi *et al.*, 1999).

با توجه به جدول شماره ۶، ضریب همبستگی بین SSI و عملکرد در شرایط نرمال (Yp) معنی‌دار شده و نشان می‌دهد که این معیارها اجزای مستقلی نبوده و در سازگاری به تنش‌های محیطی شرکت می‌کنند. شاخص SSI علاوه بر میزان عملکرد لاین‌ها در شرایط تنش به تغییر یا آسیب وارده به لاین‌ها در اثر تنش نیز عکس‌العمل نشان می‌دهد، یعنی اگر یک لاین در هر دو شرایط نرمال و تنش عملکرد بالایی نشان دهد، اما درصد تغییر بالایی داشته باشد به‌عنوان لاین متحمل معرفی نمی‌شود، لاین شماره ۴ که دارای عملکرد نسبتاً بالایی در

Archive of SID

www.SID.ir

هر دو شرایط تنش و نرمال بود، به‌علت درصد تغییر زیاد به‌عنوان لاین متحمل شناسایی نشد. به گزارش فیشر و مورر (1978) حساسیت به تنش به طور مثبت و معنی‌داری با Yp همبستگی دارد و بیانگر این است که تعدادی از صفات که در پتانسیل عملکرد سهم دارند، ممکن است برای افزایش حساسیت به تنش عمل کنند و لذا گزینش هم برای Yp و هم برای شاخص حساسیت به تنش ممکن است به خنثی شدن یکدیگر منجر شود که با نتایج سایرین مطابقت نشان می‌دهد (Khorshidi *et al.*, 2008).

جدول ۶ – همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به تنش و عملکرد دانه در دو شرایط تنش شوری و بدون تنش

	Yp	Ys	MP	GMP	Harm	TOL	SSI	STI
Yp								
Ys	۰,۵۸ *							
MP	۰,۹۵**	۰,۱۱ ns						
GMP	۰,۸٤**	۰,۳۷ ns	۰,۹٦**					
Harm	۰,۵۱ ns	۰,۷ *	۰,۷۷ **	۰,۹۲**				
TOL	۰,۹٦**	-۰,٤٤ ns	۰,۸٤**	۰,٦۷ *	۰,۳۲ ns			
SSI	۰,۸٤**	-۰,٦٦ *	۰,٦٥ *	۰,٤٤ ns	۰,۰۷ns	۰,۹٤ **		
STI	۰,۸۳**	۰,۳۷ns	۰,۹٦**	۰,۹۸**	۰,۹۱**	۰,٦۷ *	۰,٤٤ ns	

** , * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با کلیه شاخص‌ها به جز Harm همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد و بیشترین آن مربوط به همبستگی با TOL (r=٪۹۶**) می باشد. عملکرد دانه در شرایط تنش شوری با Harm همبستگی مثبت و معنی‌دار و با SSI همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نشان می‌دهد. نتایج دو سال (۸۶-۱۹۸۵) بررسی در مرکز بین‌المللی تحقیقات در مناطق خشک (ICARDA در سوریه) بر روی جو نشان داد که همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه در شرایط تنش و شاخص SSI وجود دارد (Ceccareli *et al.*, 1987)، که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت داشته و آن را تایید می‌نماید. با توجه به اینکه در مجموع سه شاخص GMP، Harm و STI بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد دانه در شرایط دارای تنش و بدون تنش دارند و به‌عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به شوری در این بررسی در نظر گرفته شدند و لاین‌های ۵ و ۶ که بالاترین مقدار را در این سه شاخص داشتند به‌عنوان متحمل‌ترین لاین‌ها شناسایی و انتخاب شدند. Behzad (2008) با بررسی تحمل به شوری چند لاین جو در استان گلستان گزارش کرد که همبستگی بسیار معنی‌داری بین شاخص‌های STI، MP و GMP با عملکرد دانه

Archive of SID

www.SID.ir

در هر دو شرایط تنش و بدون تنش وجود دارد. Fathebaheri *et al.* (2003) با ارزیابی برخی از شاخص‌های تحمل به تنش در چند ژنوتیپ جو بهاره همبستگی معنی‌داری بین شاخص STI با شاخص‌های Harm، MP و GMP در شرایط تنش و بدون تنش گزارش کردند.

به طور کلی شاخص‌های تحمل به تنش در شناسایی لاین‌ها از نظر تحمل به شوری نتایج متفاوتی ارایه دادند. شاخص‌های STI، GMP و MP در شناسایی لاین‌های متحمل به تنش دارای روند تقریباً یکسانی بودند و لاین‌های مشابهی را مانند ۵ و ۶ شناسایی کردند. با توجه به اینکه شاخص‌های TOL و SSI لاین‌هایی را گزینش می‌کنند که در شرایط بدون تنش حداقل عملکرد را دارا هستند، ولی در شرایط تنش عملکرد آنها بالا می‌باشد (مانند ۹ و ۲)، در نتیجه مناسب نیستند. شاخص‌های Harm، STI، GMP و MP با توجه به اینکه لاین‌های با عملکرد بالا را در هر دو محیط گزینش می‌نمایند و از طرف دیگر در این آزمایش هر سه شاخص با عملکرد دانه دارای همبستگی بالایی بودند، لذا به‌عنوان شاخص‌های برتر معرفی شدند.

Refrences

1. Bahadori, M. 1998. The effects of irrigation with salinity levels on some morphologic traits of 18 barley cultivars. Thesis for M. Sc. in Plant Breeding, Islamic Azad University, Ardebil Branch. (In Farsi)
2. Behzad, A. 2008. Investigation salinity tolerance of different lines of barley in Golestan province. Thesis for M. Sc. in Plant Breeding, University of Mazandran. (In Farsi)
3. Binzed, M. L., and Reuveni, M. 1994. Cellular mechanisms of salt tolerance in plant cell. Hort. Rev., 16: 33-62.
4. Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environment. CRC Press. Boca Raton: 38-78.
5. Ceccarelli, S., Nachit, M. M., Ferrara, G. O., Mckin, M. S., Tahir, M., Leur, J. V., and Srivastava, J. P. 1987. Breeding strategies for improving cereal yield and stability under drought. In: J. P. Srivastava, E. procedure, E. Acevedo and S. Varma. (Eds). Drought Tolerance in winter cereals. USA: John Wiley and sons. Pp: 101-114.
6. Choudhary, O., Josan, A., and Bajwa, M. 1996. Rooting and yield relationship in different barley cultivars grown under increasing soil sodality stress condition. Crop Improvement, 23(1): 1-11.
7. Dadashi, M. R. 2006. Evaluation of morphophisiological characteristics in different line of barley and hull-less barley to salinity stress. Thesis for Ph. D. in Plant Breeding, Science and Research Tehran Branch, Islamic Azad University. (In Farsi)
8. Demiral, M. A., Aydin, M., and Yorulmaz, A. 2005. Effect of salinity on growth chemical composition and anti oxidative enzyme activity of two malting barley (*Hordeum vulgare L.*) cultivars. Turk. J. Bio., 29: 117-123.
9. Ehdaie, B., Wains, J. G., and Hall, A. E. 1988. Differential responses of landrace and improved spring wheat genotypes to stress environments. Crop Sci., 28: 838-842.
10. Ekiz, H., and Yilmaz, A. 2003. Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. Turk J. Agric For., 27: 253-260.

Archive of SID

www.SID.ir

11. El-Sayed, A. A., and Khodier, M. M. 2000. Field screening of some hull-less barley (*Hordeum vulgare L.*) against soil salinity in Egypt. Hull-less Barley Project, Field Crops Research Institute, ARC, 9EL, Gamma Str., 12619 Giza, Egypt. Pp: 157-161.
12. El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 45(3): 215-224.
13. Fathe-Baheri, S., Javanshir, A., Kazemi, H., and Aharizad, S. 2003. Evaluation of some drought tolerance indices in barley genotypes. University Of Tabriz. Agri Sci., 13(3): 95-105. (In Farsi)
14. Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan. 13-16 Aug. Pp: 257-270
15. Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yields responses. Aust. J. Agric. Res., 14: 742-754.
16. Khorshidi, M. B., Abdi, M., Iranipur, S., and Akbari, R. 2008. Effect of end season water stress on yield of nine rice cultivars and promising lines based on drought evaluation indices. Journal of new Agricultural Sciences, Islamic Azad University, Miyaneh Branch, 11: 17-29. (In Farsi)
17. Matus, I. A., and Hayes, P. M. 2002. Genetic diversity in three groups of barley germplasm assessed by simple sequence repeats. Genome, 45: 1095-1106.
18. Naderi, A., Majidi-Hervan, I., Hashemi-Dezfouli, A., Rezaei, A., and Nour-Mohammadi, G. 1999. Analysis of performance assessment indices tolerance crops to environmental stresses and to introduce a new index. J. Seed and Plant, 5(4): 390-402. (In Farsi)
19. Nasser, S. 2001. Response of barley (*Hordeum vulgare L.*) at various growth stages to salt stress. J. Bio. Sci., 1(5): 326-336.
20. Newman, R. K., Ore, K. C., Abbott, J., and Newman, C. W. 1998. Fiber enrichment of baked products with a barley milling fraction. Cereal Foods World, 43: 23-25.
21. Pan, Z. F., Deng, G. B., Zhai, X. G., Wu, F., and Yu, M. Q. 2007. Genetic diversity of Acid-Page monomeric prolamins in cultivated hulless barley (*Hordeum vulgare L.*) from Qinghai-Tibet platean in china. Genet. Res. Crop., 54: 1691-1699
22. Pandya, D. H., Parjith, P. K., and Pandey, A. N. 2004. Effect of salt stress and manganese supply on growth of barley seedling. J. Plant Nutrition, 27(8): 1363-1379
23. Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation, 20: 157-166.
24. Rosemary, K., and Newman, C. W. 1988. Nutritive value of a new hull-less barley cultivar in broiler chick diets. J. Poultry Sci., 67: 1573-1579.
25. Rosielle, A. T., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci., 21: 943-945.
26. Sadeghzadeh-Ahari, D. 2006. Evaluation for tolerance to drought stress in dryland promising durum wheat genotypes. Iranian Journal of Crop Science, 8(29): 30-45. (In Farsi)
27. Sarwat, M. I., and EL-Sherif, M. H. 2007. Increasing salt tolerance in some barley genotypes (Hordeum Vulgare) by using kinetin and benzyladenin.World J. Agri. Sci., 3(5): 617-629.
28. Tabeidian,S. A., and Toghyani, M. 2005. Effect of hulled and hull-less barley with and without beta-

Archive of SID

www.SID.ir

glucanase enzyme on performance of broiler chicks. Islamic Azad University, Khorasegan.

Archive of SID

www.SID.ir