Archive of SID

کاربرد شاخص‌های تحمل به خشکی در ارزیابی برخی ژنوتیپ‌های گندم نان، تریتیکاله و تریتی‌پایروم

مهدی شانظری[۱]، پوراندخت گلکار[۲ و ۳*]، سید علی‌محمد میرمحمدی میبدی[۴] و حسین شاهسوند حسنی[۵]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۱۳)

چکیده

به‌منظور ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گندم نان، تریتی‌پایروم و تریتیکاله، ۲۷ ژنوتیپ مختلف طی سال‌های زراعی ۱۳۹۵و ۱۳۹۶ در دو منطقه جغرافیایی (اصفهان و شیراز) با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو تیمار آبیاری در دو ناحیه (اصفهان و شیراز) کشت و مورد مطالعه قرار گرفتند. بر اساس عملکرد دانه، شاخص تحمل به خشکی (STI)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص حساسیت به خشکی (SSI)، شاخص میانگین تولید (MP) شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP) شاخص حساسیت به تنش خشکی (SDI)، شاخص خشکی نسبی (RDI)، درصد حساسیت به تنش خشکی (SSPI)، شاخص میانگین هارمونیک (HARM) و شاخص پایداری عملکرد (YSI) محاسبه شد. بر اساس نتایج رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در منطقه اصفهان، لاین‌های تریتیکاله بیشترین مقدار شاخص‌های MP، GMP و STI را داشتند و در منطقه شیراز لاین‌های تریتیکاله (۴۱۱۵ و ۴۱۱۶) بیشترین میزان شاخص‌های گفته شده را در هر دو سال داشت. با توجه به دو شاخص SSI و TOL ژنوتیپ‌های تریتیکاله ۴۱۰۸ و ژنوتیپ‌های گندم شامل بم، امید و الوند در دو سال ارزیابی در منطقه اصفهان و ژنوتیپ‌های الوند و KaCr4 در منطقه شیراز به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شدند. مطابق با نتایج همبستگی، شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه در دو محیط تنش و بدون تنش در هر دو منطقه اصفهان و شیراز داشتند. از ژنوتیپ‌های برتر متحمل می‌توان در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور افزایش تحمل به تنش خشکی در گونه‌های گندم و تریتیکاله استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تریتی‌پایروم، تریتیکاله، تنش خشکی، عملکرد دانه، شاخص‌های تحمل

۱ و ۴. به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.
۲ و ۳. به‌ترتیب استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و پژوهشکده زیست فناوری و مهندسی زیستی دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.
۵. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران.
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: poorangolkar@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم معمولی یا نان (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی ایران و مهم‌ترین محصول زراعی تأمین کننده بخش قابل توجه پروتئین و انرژی مردم دنیاست (۷). ایجاد ارقام گندم با عملکرد بیشتر و تحمل بیشتر در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی مستلزم دسترسی به تنوع بیشتر در خزانه ژنی اولیه و همین‌طور بهره‌برداری از گونه‌های آمفی‌پلوئید موجود برای اصلاح صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک است (۷). تولید آمفی‌پلوئیدهای مصنوعی مانند تریتیکاله و تریتی‌پایروم از نمونه‌های موفق غلات جدید هستند که ساخته دست بشر بوده و نسبت به شرایط نامساعد محیطی تحمل خوبی دارند (۱۸) و می‌توانند جایگزین مناسبی برای غلات (به‌ویژه گندم نان) در مناطق حاشیه‌ای که از نظر کشاورزی نامناسب و کم بازده هستند شوند (۱۳). اکبریان و همکاران (۵) با بررسی واکنش لاین‌های تریتیکاله به تنش خشکی نشان دادند که لاین‌های تریتیکاله از نظر صفات عملکرد دانه و اکثر صفات فیزیولوژیکی دارای برتری قابل توجهی نسبت به ارقام گندم بودند. نتایج مطالعه لنبانی و ارزانی (۲۹) حاکی از برتری عملکرد ارقام تریتیکاله در شرایط بدون تنش و تنش خشکی نسبت به ارقام گندم زراعی بود.

کاهش منابع آب درنتیجه استفاده بیش از حد آب برای آبیاری و تغییر وضعیت آب و هوا در نتیجه گرمایش جهانی یک تهدید جدی جهانی برای امنیت غذایی است. تنش خشکی (۱۰) از عوامل محدود کننده ۲۵ درصد از زمین‌های زراعی کشاورزی در جهان و تولید و عملکرد گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود و موجب کاهش رشد و عملکرد دانه گندم این مناطق به میزان ۵۰ تا ۹۰ درصد می‌شود (۳۴). ایران نیز کشوری است که در زمره مناطق خشک جهان قرار دارد و به‌همین دلیل توجه پژوهشگران بخش کشاورزی به مطالعه اثرات تنش خشکی روی عملکرد گیاهان زراعی از جمله گندم و تعیین معیارهای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی گندم بیشتر شده است (۳۳). با توجه به اینکه یکی از روش‌های پایدار برای کاهش تأثیر منفی اثرات تنش کمبود آب بر تولید و بهره‌وری گندم، ایجاد ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و اصلاح برای تحمل به خشکی با استفاده از منابع ژنتیکی جدید است (۳۷)، شناخت مکانیسم تحمل و نحوه پاسخ گیاهان در شرایط کمبود آب ضروری است و به‌عنوان یک استراتژی مهم به‌وسیله مرکز بین‌المللی اصلاح ذرت و گندم (CIMMYT) پیشنهاد شده است (۳۰).

فرایند اصلاح برای افزایش تحمل خشکی به‌دلیل پیچیدگی کنترل ژنتیکی صفت تحمل به تنش خشکی و عدم وجود روش‌های مؤثر برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی بسیار کند است (۱۰ و ۳۱). با این‌حال از عملکرد دانه و میزان پایداری آن، به‌عنوان دو معیار مهم برای گزینش و معرفی ارقام استفاده شده است (۱، ۲، ۱۴ و ۱۷). در این رابطه شاخص‌های تحمل (TOL) و میانگین تولید (MP) برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و متحمل به تنش در شرایط تنش خشکی به‌وسیله فرناندز (۲۱) پیشنهاد شده است. شاخص MP قادر به تفکیک ژنوتیپ‌هایی با مقدار عملکرد بالا در شرایط بدون تنش و عملکرد به‌نسبت کم در شرایط تنش (گروه B در تقسیم‌بندی فرناندز) است، اما عیب عمده این شاخص ناتوانی تشخیص بین گروه A و B فرناندزی است (۲۱). علاوه بر این دو شاخص شاخص حساسیت به خشکی (SSI) با محاسبه شاخص شدت تنش (SI) برای تعیین میزان حساسیت ژنوتیپ‌ها به خشکی پیشنهاد شده است (۲۲). مقادیر پایین‌تر شاخص TOL نمایانگر تحمل بیشتر ژنوتیپ به تنش است (۴۰). برخلاف شاخص TOL، در شاخص MP، مقادیر پایین‌تر دلالت بر حساسیت بیشتر ژنوتیپ‌ها به شرایط تنش دارد (۳۹). شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی عملکرد (GMP) برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی توسط فرناندز (۲۱) معرفی شدند. شاخص STI قادر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالقوه بالا در شرایط تنش و بدون تنش است و مقادیر بالای این شاخص بیانگر پایداری بیشتر عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش خشکی است. طبق نظر فرناندز (۲۱)، بر اساس شاخص STI

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند (گروه A) برای گزینش مناسب هستند. شاخص YSI (۱۱)، عملکـرد یک رقم در شرایط تنش را نسبت به عملکرد رقم مربوطه در شرایط بدون تنش ارزیـابی می‌کند، بنابراین انتظار می‌رود ارقامی که YSI بالاتری دارند، در هر دو شرایط (تنش و غیرتنش) عملکرد بالاتری داشته باشند. موسوی و همکاران (۳۴) شاخص درصد حساسیت به تنش خشکی (SSPI) را برای غربالگری ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در شرایط تنش و بدون تنش پیشنهاد کردند. بر اساس شاخص پایداری عملکرد (YSI)، ژنوتیپ‌هایی که مقدار شاخص بالاتری دارند، میزان عملکرد بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش از خود نشان می‌دهند (۲۲).

سـی‌وسـه مـرده و همکـاران (۴۰) گزارش کردند که ارقامی که YSI بالاتری داشتند، دارای حداقل عملکرد در شرایط بدون تنش و بیشترین میزان عملکرد در شرایط تنش بودند. بر اساس شاخص درصد کاهش عملکرد (RDI) (۲۲)، ژنوتیپ‌هایی که مقادیر بزرگ‌تر از یک ندارند، دارای تحمل به خشکی هستند. ارزیابی تحمل به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های انتخاب در گیاهان مختلف از جمله کلزا (۳۲)، گلرنگ (۸) گندم دوروم (۲۳ و ۴۲)، گندم نان (۳، ۹، ۲۴، ۲۵، ۳۵ و ۳۸)، آفتابگردان (۱۹)، ذرت (۲۶) نخودفرنگی (۲۰)، جو (۳۶)، سیب‌زمینی (۱۲) و کتان (۱۵) انجام شده است. در بسیاری از مطالعات شاخص‌های MP، GMP وSTI به‌عنوان شاخص‌های مناسب شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی معرفی شده است (۲۳، ۲۵، ۲۷، ۲۸، ۳۵، ۳۶ و ۴۰). بنابراین یافتن ژنوتیپ‌هایی با میزان تحمل بیشتر به خشکی و خسارت کمتر در عملکرد و معرفی روش‌های مناسب انتخاب در شرایط تنش و بدون تنش برای مطالعات به‌نژادی آینده در گندم و خویشاوندان آن امری ضروری است. به‌طور کلی شناسایی و اصلاح ارقام پرمحصول گندم و جایگزین آن، که تحمل خوبی نسبت به تنش‌های محیطی داشته باشند، در اولویت برنامه‌های اصلاحی قرار دارد. این مطالعه با هدف اصلاح و معرفی ژنوتیپ‌های جدید گندم با تحمل بالا نسبت به تنش خشکی، تعیین میزان تحمل به خشکی در بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان، تریتیکاله و تریتی‌پایروم با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل و تجزیه‌های همبستگی بین این شاخص‌ها در شرایط تنش و بدون تنش به‌منظور انتخاب لاین‌های امیدبخش این گیاهان و استفاده از غلات جایگزین گندم برای کشت و کار کشاورزان به‌ویژه در زمین‌های دارای تنش خشکی در دو منطقه جغرافیایی مختلف کشور (اصفهان و شیراز) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶با هدف ارزیابی تحمل به تنش خشکی ۲۷ ژنوتیپ مختلف گندم نان، تریتیکاله و تریتی‌پایروم، در دو منطقه جغرافیایی اصفهان (مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در منطقه لورک (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۶۳۰ متر) و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه (عرض جغرافیایی شمالی ۲۹ درجه و ۳۲ دقیقه و طول جغرافیایی شرقی ۵۲ درجه و ۳۵ دقیقه، ۱۸۱۰ متر ارتفاع از سطح دریا) انجام شد. مواد ژنتیکی مورد استفاده در این پروژه شامل ۲۷ ژنوتیپ (۱۳ لاین اولیه و ترکیبی تریتی‌پایرم، ۵ لاین امیدبخش تریتیکاله و ۹ رقم اصلاح شده گندم نان ایرانی) بود. لاین‌های تریتی‌پایروم از مرکز JIC در کشور انگلستان، و لاین‌های گندم و تریتیکاله از مرکز تحقیقات دیم در مراغه تهیه شدند (جدول ۱). در هر مکان جغرافیایی، و در هر محیط (تنش و بدون تنش)، هر ژنوتیپ به صورت دو ردیفه با طول ۲ متر، با فاصله بین ردیفی ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ای ۲ سانتی‌متر کشت شد. این آزمایش در هر دو سال در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. مدیریت‌های زراعی (مراحل کاشت، داشت و مراقبت‌های مربوط به این دوره) و آبیاری تا مرحله خوشه‌دهی در هر دو سال به‌صورت یکسان اعمال شد. در زمان شروع تنش خشکی، با اندازه‌گیری رطوبت خاک و محاسبه عمق آبیاری، تمام کرت‌ها از نظر محتوای رطوبتی یکسان شدند. ضریب مدیریت مزرعه (MAD) متوسط کسری از

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. اسامی مواد ژنتیکی مورد بررسی در این پژوهش

ردیف	گونه	ژنوتیپ
۱	تریتیکاله	۴۱۰۳
۲	تریتیکاله	۴۱۰۸
۳	تریتیکاله	۴۱۱۵
۴	تریتیکاله	۴۱۱۶
۵	تریتی‌پایروم	لاین (Ka/b)(Cr/b) $F_۳$:$KaCr_۳$
۶	تریتی‌پایروم	لاین (Ka/b)(Cr/b) $F_۶$:$KaCr_۶$
۷	تریتی‌پایروم	لاین (Ka/b)(Cr/b) $F_۴$:Ka $Cr_۵$
۸	تریتی‌پایروم	لاین (Ma/b)(Cr/b) $F_۳$:$MaCr_۳$
۹	تریتی‌پایروم	لاین (Ma/b)(Cr/b) $F_۴$:$MaCr_۴$
۱۰	تریتی‌پایروم	لاین (St/b)(Cr/b) $F_۴$:$StCr_۴$
۱۱	گندم	الوند
۱۲	تریتی‌پایروم	لاینAz/b
۱۳	گندم	بم
۱۴	تریتی‌پایروم	لاین Cr/b
۱۵	ارقام گندم	DH (هاپلوئید مضاعف)
۱۶	تریتی‌پایروم	لاین Ka/b
۱۷	گندم	کویر
۱۸	تریتی‌پایروم	لاین La(۴B.۴D)/b
۱۹	تریتی‌پایروم	لاین La/b
۲۰	تریتیکاله	لاین M۴۵
۲۱	گندم	MV۵۷
۲۲	گندم	نیک نژاد
۲۳	گندم	امید
۲۴	گندم	روشن
۲۵	تریتیی‌پایروم	لاین St/b
۲۶	تریتیی‌پایروم	لاین (Ka/b)(Cr/b) $F_۴$: $KaCr_۴$
۲۷	گندم	بافت بهاره

کل آب قابل استفاده در خاک است، که بدون اعمال تنش رطوبتی به گیاه، از عمق توسعه ریشه، توسط گیاه تخلیه می‌شود. مقدار MAD برای تیمار شاهد ۵۰ درصد و برای تیمار تنش رطوبتی برابر ۸۵ درصد درنظر گرفته شد (۴). برای اطمینان از شرایط بدون تنش در تیمار شاهد و اطمینان از وجود تنش رطوبتی در تیمار تنش، نمونه‌برداری خاک در هر تکرار از تیمارها و در دو محل و در سه عمق مختلف از عمق توسعه ریشه صفر تا ۲۰ سانتی‌متر، ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر و ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر صورت گرفت و درصد رطوبت خاک محاسبه شد. عملکرد دانه در واحد سطح بر اساس کیلوگرم در هکتار، بعد از رسیدگی کامل ردیف‌های کشت و بر اساس برداشت و بوجاری خوشه‌ها در هر واحد آزمایشی تعیین شد. Y_s و Y_p به‌ترتیب عملکرد هر ژنوتیپ در محیط تنش و محیط بدون تنش و $\bar{Y}_s$ متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و. $\bar{Y}_p$ برابر متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش است. شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها به‌شرح زیر محاسبه شد (جدول ۲). پس از محاسبه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. شاخص‌های انتخاب برای ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف گندم، تریتیکاله و تریتی‌پایروم به تنش خشکی

نام شاخص	معادله شاخص
میانگین عملکرد	$MP = \frac{Y_s + Y_p}{2}$
شاخص تحمل	$TOL = Y_p - Y_s$
میانگین هندسی عملکرد	$GMP = \sqrt{(Y_p)(Y_s)}$
شاخص حساسیت به تنش	$SSI = \frac{1-(\frac{Y_s}{Y_p})}{1-(\frac{\overline{Y_S}}{\overline{Y_p}})}$
شاخص تحمل به تنش	$STI = \frac{Y_s \times Y_p}{\overline{Y_p^2}}$
شاخص پایداری عملکرد (۹)	$YSI = \frac{Y_s}{\overline{Y_p}}$
شاخص تحمل به تنش خشکی (۲۷)	$DI = \frac{Y_s \times (\frac{Y_s}{Y_p})}{\overline{Y_s}}$
میانگین هندسی (۲۶)	$HARM = 2(Y_p \times Y_s) / (Y_p + Y_S)$
شاخص درصد حساسیت به تنش (۳۲)	$SSPI = \left[\frac{Y_p - Y_s}{2 \times Y_p}\right] \times 100$
شاخص درصد کاهش عملکرد	$RDI = \frac{Y_s / Y_p}{\overline{Y_s} / \overline{Y_p}}$
شاخص حساسیت به تنش خشکی	$SDI = \frac{Y_p - Y_s}{Y_p}$

شاخص‌های تحمل به خشکی شاخص‌های مناسب برای انتخاب لاین‌های متحمل به خشکی و دارای پتانسیل عملکرد بالا بر اساس محاسبه همبستگی آنها با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش انتخاب و معرفی شدند. تجزیه واریانس به‌روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. برای ترسیم بای‌پلات و تجزیه خوشه‌ای از نرم‌افزار Stat Graphics استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش در مدت دو سال زراعی۹۶-۱۳۹۵ در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه و شاخص‌های انتخاب در ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان، تریتیکاله و تریتی‌پایروم در دو منطقه شیراز و اصفهان در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

منابع تغییرات	D.F[ns]	Y_P	Y_S	TOL	MP	GMP	STI	YSI	SSI	HARM	SDI	RDI	SSPI
مکان	۱	۷[ns]	۱۰۳۷/۷۳**	۱۱۸۴/۹۸**	۵۳۸/۴۸**	۲۱۴۲/۱۴*	۲/۵۰**	۱/۹۵**	۸/۲۹**	۱۹۰۲/۱۳**	۰/۰۴[ns]	۰/۰۷[ns]	۸۲۱/۱۶**
سال	۱	۴۳۴/۷۱**	۸۶۱/۸۰**	۷۲/۳۶**	۱/۲۴**	۷۵۰/۴۵**	۰/۶۸**	۰/۰۷[ns]	۹/۰۴**	۸۵۴/۹۳**	۱/۰۵**	۰/۲۳[ns]	۱۵۷۱/۲۵**
مکان × سال	۱	۱۰۸/۶۸**	۷۳۹/۴۵**	۲۸۱/۱۵**	۵۴/۹۳**	۴۳۳/۲۱**	۱/۳۴**	۱/۳۷**	۱۴/۰۹**	۵۰۳/۶۸**	۰/۳۸**	۰/۰۰۲[ns]	۷۲۹/۷۸**
سال × مکان (تکرار)	۸	۸/۱۱	۴/۴۱	۷/۹۱	۶۶۰/۸۶	۴/۷۱	۳۰	۰/۰۱	۰/۳۱	۵/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۳۹/۱۷
ژنوتیپ	۲۶	۲۷۹/۳۹	۲۱۲/۲۳**	۴۳/۸۷**	۱۸۹/۰۹*	۲۲۷/۵۵**	۳/۱۷**	۰/۱۶**	۱/۳۰**	۲۲۸/۸۱**	۰/۰۶**	۰/۲۶**	۳۴۱/۴۵**
ژنوتیپ × مکان	۲۶	۱۰۳/۷۶**	۹۶/۳۶**	۷۲/۸۱**	۷۶/۲۲*	۸۳/۷۶**	۱/۶۳**	۰/۲۵**	۲/۰۷**	۹۶/۹۸**	۰/۰۹**	۰/۴۳**	۳۷۵/۴۴**
ژنوتیپ × سال	۲۶	۸۲/۵۶**	۶۷/۹۰**	۴۹/۳۴**	۴۲/۰۱۷*	۶۵/۰۶[ns]	۰/۴۹**	۰/۱۱**	۲/۶**	۶۸/۹۹**	۰/۰۷**	۰/۲۲**	۱۷۷/۶۰**
ژنوتیپ × سال × مکان	۲۶	۷۷/۶۷**	۶۱/۲۴**	۴۰/۲۲*	۴۲/۵۱*	۶۰/۷۴**	۰/۴۸*	۰/۰۹[ns]	۲/۴۳**	۶۴/۳۳*	۰/۰۹**	۰/۱۸**	۲۷۶/۰۷**
خطا	۲۰۸	۱۱/۸۹	۷/۵۸	۱۵/۱۶۱۰۹	۱۰/۷۵	۵/۶۵	۰/۰۸	۰/۰۶۱	۰/۶۶	۶/۱۳	۰/۰۳۶	۰/۱۰۹	۷۲/۷۵

ns *و **به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

#DF: درجه آزادی، Yp: عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، YS: عملکرد دانه در شرایط تنش، TOL: شاخص تحمل، MP: میانگین عملکرد، GMP: میانگین هندسی عملکرد، STI: شاخص تحمل به تنش، SSI: شاخص حساسیت به تنش، YSI: شاخص پایداری عملکرد، HARM: میانگین هارمونیک عملکرد، SDI: شاخص حساسیت به تنش خشکی، RDI: شاخص درصد کاهش عملکرد، SSPI: شاخص درصد حساسیت به تنش.

www.SID.ir

Archive of SID

نشان داد که اثر مکان بر همه شاخص‌های تحمل خشکی به‌جز SDI و RDI معنی‌دار بود (جدول ۳)، که بیانگر تأثیر متفاوت مکان‌های جغرافیایی بر عملکرد ژنوتیپ‌ها بوده است. سال تأثیر معنی‌داری بر همه شاخص‌ها به‌جز RDI و YSI نشان داد. همچنین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد (در شرایط تنش و غیرتنش) و همین‌طور همگی شاخص‌های تحمل (جدول ۳) نشان دادند. اثر متقابل مکان × سال برای همه شاخص‌ها به‌جز شاخص RDI تفاوت معنی‌داری نشان داد، همچنین اثر متقابل ژنوتیپ × سال و ژنوتیپ × مکان برای همه شاخص‌های تحمل خشکی معنی‌دار بود که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های تحمل در دو سال زراعی متوالی بود. این نتیجه بیانگر این است که تحت شرایط تنش بین ژنوتیپ‌ها و محیط اثرات متقابل تشدید می‌شود. اثر متقابل سه‌گانه مکان × سال × ژنوتیپ برای همه شاخص‌ها به‌جز شاخص YSI تفاوت معنی‌داری نشان داد. بنانی و همکاران (۹) تفاوت معنی‌دار بین شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی شامل GMP، HARM، MP، SSPI، STI و TOL در سطوح مختلف تنش را ناشی از پایداری بالای این شاخص‌ها دانستند.

بررسی ژنوتیپ‌ها با استفاده از رتبه میانگین شاخص‌ها در دو منطقه

رتبه‌بندی میانگین شاخص‌ها با ژنوتیپ‌ها در دو منطقه اصفهان و شیراز برای دو سال در جدول‌های ۴ تا ۷ ارائه شده است. بر اساس شاخص SSI در منطقه اصفهان، برای سال اول ژنوتیپ امید و الوند دارای رتبه ۲۶ و ۲۷، در سال دوم ژنوتیپ‌های امید و St/b با دارا بودن بیشترین میزان شاخص و با داشتن رتبه ۲۶ و ۲۷ به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی شناخته شدند (جدول ۴). در منطقه شیراز برای شاخص SSI، در سال اول ژنوتیپ الوند و در سال دوم ژنوتیپ $KaCr_{۴}$ بیشترین میزان این شاخص را داشتند و رتبه ۲۷ را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۶). در همین منطقه ژنوتیپ‌های ۴۱۱۵ و DH در سال اول و ژنوتیپ‌های $MaCr_{۳}$ و کویر در سال دوم با دارا بودن کمترین میزان این شاخص و با داشتن رتبه‌های ۱ و۲، به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته شدند (جدول ۶). با توجه به اینکه در انتخاب بر اساس شاخص SSI، ژنوتیپ‌ها بدون توجه به پتانسیل عملکرد آنها شناسایی می‌شوند، انتخاب بر اساس SSI می‌تواند منجر به کاهش عملکرد در محیط‌های مساعد شود (۱۶). بر اساس شاخص TOL ژنوتیپ‌های بم و ۱۴۰۸ با بیشترین کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی، کمترین تحمل را به شرایط تنش خشکی در منطقه اصفهان در سال‌های اول و دوم نشان دادند و به‌ترتیب رتبه‌های ۲۷ و ۲۶ را کسب کردند. در سال دوم بر اساس شاخص TOL، ژنوتیپ ۴۱۱۵ با کمترین میزان کاهش در عملکرد دانه در شرایط تنش، به‌عنوان ژنوتیپ متحمل بر اساس شاخص TOL شناخته شد و رتبه اول را ناحیه اصفهان و در هر دو سال به‌خود اختصاص داد (جدول ۴). همچنین، ژنوتیپ‌های $MaCr_{۳}$ و Az/b در سال اول و ژنوتیپ‌های کویر و بم در سال دوم با کمترین میزان کاهش در عملکرد دانه در منطقه شیراز به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل در این منطقه، بر اساس شاخص TOL شناخته شدند (جدول ۶). در منطقه شیراز، ژنوتیپ MV۵۷ در سال اول و ژنونیپ ۴۱۱۵ درسال دوم در رتبه ۲۷ قرار گرفتند و لذا به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی شناخته شدند (جدول ۶). شاخص TOL به‌نوعی بیانگر تغییر حاصل از اعمال تنش است. مقادیر کمتر TOL، نشان‌دهنده تغییرات کمتر رقم مربوطه در محیط تنش است (۴۱). با این‌حال تنها پایین بودن مقادیر شاخص TOL برای یک ژنوتیپ به منزله مناسب بودن کشت آن ژنوتیپ در شرایط تنش نیست، زیرا ممکن است ژنوتیپ‌هایی یافت شوند که دارای حساسیت پایین به خشکی باشند ولی دارای عملکرد پایین در هر دو شرایط محیط بدون تنش و تنش باشند (۱۷). با توجه به این دو شاخص می‌توان بیان کرد که ژنوتیپ ۴۱۱۵ در منطقه اصفهان متحمل بود ولی در منطقه شیراز بیشتر ژنوتیپ‌های گندم تحمل بیشتری دادند. بر اساس شاخص HARM، ژنوتیپ‌های ۴۱۱۶ و ۴۱۰۸ در منطقه اصفهان در هر دو سال دارای رتبه‌های ۱ و ۲ و بیشترین مقدار برای این شاخص بودند (جدول ۴) اما در منطقه شیراز ژنوتیپ‌های $MaCr_{۳}$ و MV۵۷ به‌ترتیب دارای رتبه‌های اول و دوم در سال اول بودند. در سال دوم ژنوتیپ‌های ۴۱۱۵ و La/b رتبه‌های اول و دوم را به‌خود اختصاص دادند و بیشترین میزان را برای این شاخص

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. مقایسه شاخص‌های مختلف انتخاب برای ژنوتیپ‌های ارزیابی شده در منطقه اصفهان

STI			SSI			MP			TOL			Y_S			Y_P*			ژنوتیپ
رتبه	سال دوم	رتبه	رتبه	سال دوم	رتبه	رتبه	سال اول	رتبه	رتبه	سال دوم	رتبه	رتبه	سال اول	رتبه	رتبه	سال دوم	رتبه	سال اول	
۱۰	۱/۲۴	۹	۱۹	۲/۲۳	۱۹	۹	۱/۵۸	۸	۲۳	۶/۷۴	۲۳	۱۰	۱۱/۲۵	۹	۵	۱۸	۵	۱۹/۶۰	۴۱۰۳
۹	۱/۲۷	۷	۲۲	۲/۴۰	۲۰	۷	۱/۶۱	۷	۲۶	۷/۴۸	۲۶	۱۱	۱۱/۱۴	۸	۴	۱۸/۶۲	۴	۲۰/۹۹	۴۱۰۸
۲	۲/۱۶	۲	۲	۰/۱۳	۳	۲	۰/۱۱	۳	۱	۰/۱۰	۱	۳	۱۸/۶۸	۳	۳	۱۸/۶۰	۳	۲۱/۰۱	۴۱۱۵
۱	۳/۷۱	۱	۱۰	۰/۹۵	۶	۱	۰/۱۶	۱	۲۰	۴/۱۶	۱۸	۱	۲۲/۵۳	۲	۱	۲۶/۷۰	۱	۲۶/۵	۴۱۱۶
۱۹	۰/۴۲	۱۸	۱۱	۰/۹۶	۲۲	۱۸	۱/۷۵	۱۸	۱۳	۸/۴۱	۱۸	۱۷	۴/۰۵	۱۹	۲۱	۷/۴۹	۲۱	۶/۵۴	۱۸	۱۰/۶	KaCr۳
۱۱	۰/۹۷	۱۴	۸	۰/۷۱	۸	۱۵	۱/۰۴	۱۴	۴	۱۰/۶۲	۱۳	۹	۲/۸۷	۱۲	۱۲	۱۲/۵۶	۲۲	۹/۱۹	۱۴	۱۲/۰۶	KaCr۶
۱۸	۰/۵۲	۲۱	۳	۰/۳۸	۱۳	۲۱	۱/۲۶	۲۱	۲	۷/۶۶	۱۰	۱۴	۲/۴۵	۲۳	۲۰	۹/۴۱	۲۰	۶/۴۴	۲۱	۸/۸۹	KaCr۵
۲۶	۰/۱۹	۲۲	۱۸	۲/۱۲	۱۴	۲۲	۱/۲۷	۱۷	۱۲	۷/۵۳	۱۲	۲۶	۲/۷۵	۲۴	۲۶	۴/۴۶	۲۴	۶/۱۶	۲۶	۸/۹۱	MaCr۳
۱۶	۰/۵۶	۱۲	۲۳	۲/۴۴	۲۱	۱۳	۱/۶۵	۲۳	۲۰	۱۱/۴۸	۱۳	۲۰	۵/۰۶	۱۳	۱۳	۷/۳۵	۱۳	۸/۹۵	۱۳	۱۴/۰۱	MaCr۴
۲۴	۰/۲۹	۲۵	۵	۰/۴۲	۲	۲۵	۰/۱۵	۲۵	۶	۶/۸۴	۲	۲۳	۰/۳۵	۲۳	۲۴	۶/۶۴	۱۹	۶/۶۶	۲۴	۱۷/۰۲	StCr۴
۱۵	۰/۵۶	۱۷	۲۰	۲/۲۷	۲۶	۱۷	۱/۶۹	۱۷	۷	۹/۴۳	۱۸	۱۲	۴/۶	۱۸	۱۷	۱۰/۴۶	۱۷	۷/۱۳	۱۷	۱۱/۷۳	الوند
۲۵	۰/۲۸	۲۶	۱۶	۱/۷۹	۱۲	۲۶	۱/۲۳	۲۶	۱۵	۶/۵	۷	۲۵	۱/۹۹	۲۵	۲۶	۵/۶۷	۲۶	۵/۵۰	۲۳	۷/۵۰	Az/b
۴	۱/۸۲	۳	۲۴	۲/۵۹	۱۸	۳	۱/۵۶	۲	۲۷	۲۱/۲۰	۲۷	۸	۸/۶۷	۸	۶	۱۲/۹۶	۲	۱۶/۵۶	۲	۲۵/۵۴	بم
۲۰	۰/۳۷	۲۳	۱۳	۰/۹۸	۷	۲۳	۰/۸۸	۲۳	۱۲	۷/۳۹	۵	۲۲	۱/۶۶	۲۲	۲۲	۷/۱۲	۲۲	۶/۵۳	۲۲	۸/۴۶	۲۴	۸/۲	Cr/b
۱۳	۰/۶۸	۱۶	۱	۰/۱۱	۱۰	۱۶	۱/۱۷	۱۶	۱۵	۹/۸۴	۳	۱۳	۳/۱۸	۱۵	۱۵	۱۰/۲۱	۱۵	۸/۲۵	۱۶	۱۰/۵۲	۱۷	۱۱/۴۳	DH
۲۲	۰/۳۴	۱۹	۱۷	۲/۰۱	۱۱	۱۹	۱/۲۱	۱۹	۱۸	۸/۳۸	۱۱	۲۴	۲/۵۷	۲۴	۱۸	۶/۰۵	۱۸	۷/۱	۱۹	۹/۲۷	۱۹	۹/۶۷	Ka/b
۷	۱/۳۰	۱۰	۱۴	۱/۰۵	۲۵	۱۰	۱/۹۵	۱۰	۱۹	۱۴/۳۴	۲۲	۷	۷/۶۶	۷	۱۰	۱۳/۲۰	۷	۱۰/۵۱	۷	۱۶/۸۱	۶	۱۸/۱۷	کویر

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۴.

ژنوتیپ	Y_P		Y_S		TOL		MP		SSI		STI		
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	
La(۴B/۴D) /b	۸/۸۳	۷/۰۶	۶/۶۳	۷/۹۰	۲/۲۰	۰/۸۳	۷/۷۳	۷/۴۸	۱/۱۴	۰/۹۳	۰/۳۰	۰/۳۳	
La/b	۱۴/۵۱	۱۳/۰۶	۸/۸۳	۸/۰۵	۵/۶۸	۵	۱۱/۶۷	۱۰/۵۵	۱/۷۸	۲/۲۳	۰/۶۶	۰/۶۵	
M۴۵	۱۸/۱۳	۱۷/۱۶	۱۹/۸۷	۱۸/۱۰	۱/۷۳	۰/۹۴	۱۹	۱۷/۶۳	۰/۶۰	۰/۷۰	۱/۸۸	۱/۸۱	
MV۵۷	۱۷/۸۸	۱۵/۴۸	۱۷/۲۵	۱۴/۸۵	۰/۶۲	۰/۶۲	۷/۵۶	۱۵/۱۶	۰/۱۰	۰/۲۲	۱/۶۱	۱/۴۳	
نیک نژاد	۱۷/۳۳	۱۵/۴۰	۱۵/۰۵	۱۳/۱۵	۱/۲۷	۲/۲۴	۱۶/۱۹	۱۴/۲۸	۰/۵۶	۰/۷۵	۱/۳۸	۱/۲۸	
امید	۱۵/۴۶	۱۳/۵۶	۲۲/۴۱	۲۰/۵۸	۶/۹۵	۷/۰۱	۱۸/۹۴	۱۷/۰۷	۲/۰۶	۳/۱۰	۱/۷۹	۱/۷۱	
روشن	۱۶/۸۶	۱۴/۹۶	۹/۵۶	۷/۹۳	۷/۳۰	۷/۰۳	۱۳/۲۱	۱۱/۴۴	۱/۸۹	۲/۶۲	۰/۸۴	۰/۷۳	
St/b	۴/۰۲	۲/۹۳	۴/۷۷	۳/۷۳	۰/۷۴	۰/۸۰	۴/۴۰	۳/۳۵	۱/۳۲	۳/۱۸	۰/۱۰	۰/۰۶	
$Kacr_۴$	۸/۷۱	۸/۱۱	۵/۸۲	۷/۲۶	۲/۸۸	۰/۸۵	۷/۲۷	۷/۶۸	۱/۵۲	۰/۵۶	۰/۲۶	۰/۳۶	
بافت بهاره	۱۲/۰۶	۱۱/۲۰	۸/۲۵	۸/۲۸	۳/۸۱	۲/۹۲	۱۰/۱۶	۹/۷۴	۱/۳۳	۱/۶۳	۰/۵۰	۰/۵۹	

ژنوتیپ	Y_P		Y_S		TOL		MP		SSI		STI		
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	
La(۴B/۴D) /b	۲۵	۲۲	۲۰	۱۸	۸	۹	۲۰	۱۲	۲۰	۹	۱۲	۲۰	۲۳
La/b	۱۲	۱۲	۱۴	۱۶	۲۱	۲۱	۱۲	۱۲	۱۲	۲۳	۱۹	۱۳	۱۴
M۴۵	۶	۷	۴	۴	۶	۱۱	۴	۴	۴	۵	۷	۵	۳
MV۵۷	۸	۸	۵	۵	۳	۵	۶	۶	۶	۱	۴	۶	۶
نیک نژاد	۹	۹	۷	۶	۹	۱۴	۹	۸	۸	۴	۹	۸	۸
امید	۱۱	۱۱	۱	۲	۲۴	۲۴	۵	۵	۵	۲۷	۲۶	۴	۵
روشن	۱۰	۱۰	۱۱	۱۷	۲۵	۲۵	۱۱	۱۱	۱۱	۲۴	۲۵	۱۱	۱۲
St/b	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۸	۲۷	۲۷	۲۷	۱۵	۲۷	۲۷	۲۷
$Kacr_۴$	۲۳	۲۳	۲۵	۲۵	۱۴	۱۰	۲۴	۲۴	۲۴	۱۷	۶	۲۴	۲۱
بافت بهاره	۱۵	۱۴	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۵	۱۴	۱۴	۱۶	۱۵	۱۵	۱۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. مقایسه شاخص‌های مختلف انتخاب برای ژنوتیپ‌های ارزیابی شده در منطقه اصفهان

ژنوتیپ	GMP			YSI			HARM			SDI			RDI			SSPI		
	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم
۴۱۰۳	۱۵/۸۴	۹	۱۴/۲۱	۰/۶۵	۸	۰/۶۲	۱۵/۴۸	۹	۱۳/۸۱	۳۴,۰	۱۹	۰/۳۷	۰/۸۳	۲۰	۰/۷۳	۲۴/۳۴	۲۲	۲۶/۴۲
۴۱۰۸	۱۶/۸۹	۷	۱۴/۳۸	۰/۶۴	۷	۰/۵۹	۱۶/۵۰	۷	۱۳/۹۱	۰/۳۵	۸	۰/۴۰	۰/۸۲	۲۱	۰/۷۱	۲۶/۵۰	۲۵	۲۹/۳۲
۴۱۱۵	۲۱/۱۱	۲	۱۸/۶۱	۱/۰۲	۲	۱/۰۲	۲۱/۰۸	۲	۱۸/۵۹	۰/۰۲	۲	۰/۰۲	۱/۳۰	۶	۱/۲۲	۰/۸۶	۱۰	۰/۴۰
۴۱۱۶	۲۳/۷۴	۱	۲۴/۴۶	۰/۸۱	۱	۰/۸۴	۲۳/۴۷	۱	۲۴/۳۲	۰/۱۸	۶	۰/۱۵	۱/۰۳	۸	۱/۰۰۸	۱۷/۸۷	۱۳	۱۶/۳۰
$KaCr_3$	۸/۳۲	۱۸	۸/۲۹	۰/۶۱	۲۰	۰/۸۳	۸/۰۳	۱۴	۸/۸	۰/۳۸	۱۹	۰/۱۶	۰/۷۸	۱۱	۱/۰۰۷	۱۴/۶۰	۱۴	۷/۲۲
$KaCr_6$	۱۰/۵۰	۱۴	۱۲/۲۱	۰/۷۷	۱۱	۱/۱۱	۱۰/۳۸	۱۴	۱۲/۱۴	۰/۲۲	۱۱	۰/۱۱	۰/۹۸	۱۰	۱/۲۴	۱۰/۳۵	۸	۲/۱۶
$KaCr_5$	۷/۵۳	۲۱	۹/۲۱	۰/۷۳	۱۹	۱/۰۶	۷/۴۰	۲۱	۹/۱۷	۰/۲۷	۱۵	۰/۰۶	۰/۹۲	۱۶	۱/۲۷	۸/۸۱	۷	۱/۱۶
$MaCr_3$	۷/۳۳	۲۲	۵/۶۵	۰/۷۲	۲۶	۰/۶۴	۷/۱۴	۲۳	۹/۴۰	۰/۲۸	۲۶	۰/۳۵	۰/۹۲	۱۵	۰/۷۷	۹/۹۲	۲۱	۱۱/۴۶
$MaCr_4$	۱۱/۱۹	۱۲	۹/۵۴	۰/۶۳	۲۳	۰/۵۹	۱۰/۹۰	۱۳	۹/۲۰	۰/۳۶	۱۶	۰/۴۰	۰/۸۱	۲۲	۰/۷۱	۱۸/۲۲	۲۵	۱۹/۸۴
$StCr_4$	۶/۸۲	۲۵	۶/۹۲	۰/۹۶	۲۴	۰/۹۲	۶/۷۹	۲۵	۶/۸۹	۰/۰۳	۲۴	۰/۰۷	۱/۳۳	۴	۷/۱۱	۱/۲۹	۱۶	۲/۴۶
الوند	۹/۰۷	۱۶	۹/۵۴	۰/۶۳	۱۷	۱/۳۷	۸/۷۳	۳	۹/۰۵	۰/۳۶	۱۷	۰/۳۷	/۸۰	۱۹	۱/۶۵	۱۶/۵۵	۴	۲/۹۸
Az/b	۶/۴۲	۲۶	۶/۷۹	۰/۷۳	۲۵	۰/۷۰	۶/۳۴	۱۹	۶/۶۰	۰/۲۶	۲۵	۰/۲۹	۰/۹۳	۱۶	۰/۸۴	۷/۱۸	۱۹	۱۰/۳۴
بم	۲۰/۷۲	۳	۱۷/۱۸	۰/۶۵	۴	۰/۵۶	۲۰/۲۶	۲۶	۱۶/۴۴	۰/۳۴	۴	۰/۴۳	۰/۸۴	۲۴	۰/۶۸	۳۱/۲۱	۲۷	۳۹/۱۴
Cr/b	۷/۲۹	۲۳	۷/۷۴	۰/۸۰	۲۱	۰/۸۳	۷/۲۲	۱۷	۷/۷۰	۰/۱۹	۲۰	۰/۱۶	۱/۰۳	۱۳	۱/۰۰۳	۵/۹۹	۱۵	۵/۲۸
DH	۹/۶۶	۱۵	۱۰/۲۹	۰/۷۴	۱۳	۰/۹۸	۹/۴۸	۱۰	۱۰/۲۳	۰/۲۵	۱۲	۰/۱۸	۰/۹۵	۱	۱/۷۷	۱۱/۴۵	۳	۱/۲۲
Ka/b	۸/۲۷	۱۹	۷/۴۶	۰/۷۳	۲۲	۰/۶۶	۸/۱۷	۲۰	۷/۲۶	۰/۲۶	۲۳	۰/۳۳	۰/۹۴	۱۷	۰/۷۹	۹/۲۵	۲۰	۱۲/۵۶
کویر	۱۳/۸۰	۱۰	۱۴/۱۱	۰/۵۷	۱۰	۰/۸۲	۱۳/۲۸	۱۶	۱۳/۳۱	۰/۴۲	۱۰	۰/۱۷	۰/۷۳	۱۴	۰/۹۸	۲۷/۵۷	۱۷	۱۴/۱۶

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۵.

ژنوتیپ	GMP			YSI			HARM			SDI			RDI			SSPI		
	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال دوم	رتبه	سال اول	سال دوم	رتبه	سال اول	سال اول	رتبه	سال دوم
La(۴B/۴D)/b	۷/۶۳	۲۰	۷/۴۲	۰/۷۵	۱۱	۱/۱۵	۷/۵۲	۴	۷/۳۶	۰/۱۵	۱۱	۰/۲۴	۱/۳۸	۱۱	۰/۹۶	۷/۹۳	۷	۳/۲۷
La/b	۱۱/۳۱	۱۳	۱۰/۲۳	۰/۶۱	۱۴	۰/۶۲	۱۰/۶۹	۲۳	۹/۹۱	۰/۳۷	۲۲	۰/۳۸	۰/۷۵	۲۵	۰/۷۸	۲۰/۴۴	۲۱	۱۹/۶۳
M۴۵	۱۸/۸۷	۴	۱۷/۳۸	۱/۱۳	۳	۱/۱۱	۱۸/۷۴	۶	۱۷/۱۴	۰/۱۱	۵	۰/۱۳	۱/۳۴	۳	۱/۴۴	۶/۲۵	۵	۳/۷۰
MV۵۷	۱۷/۴۲	۶	۱۵	۱/۰۲	۶	۱/۰۳	۱۷/۲۹	۸	۱۴/۹۴	۰/۰۳	۱	۰/۰۲	۱/۲۴	۵	۱/۳۰	۲/۲۵	۹	۲/۴۵
نیک نژاد	۱۶/۱۲	۸	۱۴/۱۷	۰/۸۷	۹	۰/۸۷	۱۶/۰۴	۱۵	۱۴/۰۶	۰/۱۲	۴	۰/۱۲	۱/۰۴	۷	۱/۱۲	۸/۱۹	۱۱	۸/۷۹
امید	۱۸/۶۱	۵	۱۶/۷۰	۱/۴۴	۵	۱/۵۱	۱۸/۲۹	۲	۱۶/۳۴	۰/۴۴	۲۷	۰/۵۱	۱/۸۱	۱	۱/۸۵	۲۵/۰۲	۲	۲۷/۵
روشن	۱۲/۵۸	۱	۱۰/۷۲	۰/۵۸	۱۲	۰/۵۶	۱۲/۰۱	۲۷	۱۰/۰۸	۰/۴۱	۱۳	۰/۴۳	۰/۶۷	۲۶	۰/۷۵	۲۶/۲۹	۲۶	۲۷/۵۸
St/b	۴/۳۵	۲۷	۳/۲۵	۱/۲۸	۲۷	۱/۵۲	۴/۴۰	۱	۳/۱۸	۰/۲۸	۲۷	۰/۵۲	۱/۸۳	۲	۱/۶۴	۲/۶۹	۱	۳/۱۴
Kacr۴	۷/۱۲	۲۴	۷/۶۴	۰/۶۶	۱۸	۰/۹۰	۶/۹۷	۱۲	۷/۵۹	۰/۳۳	۲۱	۰/۰۹۳	۱/۰۸	۱۸	۰/۸۵	۱۰/۳۹	۱۲	۳/۳۵
بافت بهاره	۹/۸۸	۱۷	۹/۵۲	۰/۷۱	۱۶	۰/۷۲	۰/۶۲	۱۸	۹/۳۲	۰/۲۸	۱۸	۰/۲۷	۰/۸۷	۱۷	۰/۹۰	۱۳/۷۱	۸	۱۱/۴۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. مقایسه شاخص‌های مختلف انتخاب برای ژنوتیپ‌های ارزیابی شده در منطقه شیراز

ژنوتیپ	Y_p*			Y_s			TOL			MP			SSI			STI		
	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم
۴۱۰۳	۲۳/۸۷	۱۲	۱۵/۶۹	۱۵/۶۹	۱۸	۱۲/۷۴	۸/۱۸	۱۵	۲/۹۴	۰/۵۵	۷	۱۴/۲۲	۱۹/۷۸	۱۶	۰/۵۱	۰/۴۹	۵	۰/۵۲
۴۱۰۸	۲۸/۵۷	۶	۲۲/۷۶	۲۲/۷۶	۸	۱۳/۸۲	۵/۸۱	۱۱	۸/۹۴	۰/۰۶	۲۰	۱۸/۲۹	۲۵/۶۷	۹	۱/۰۸	۱/۵۰	۱۷	۰/۸۳
۴۱۱۵	۳۱/۷۶	۵	۳۶/۴۲	۱۵/۴۵	۱	۱۷/۵۵	۴/۶۸	۵	۱۸/۸۹	۰/۱۸	۲۷	۲۷	۳۴/۱۰	۱	۱/۴۳	۱/۶۱	۲۳	۱/۶۹
۴۱۱۶	۲۱/۱۰	۱۷	۲۴/۱۸	۲۶/۱۸	۷	۸/۰۶	۳/۰۸	۲۳	۱۶/۱۲	۰/۰۳۶	۲۶	۱۶/۱۲	۲۲/۶۴	۱۳	۱/۸۴	۰/۸۴	۲۵	۰/۵۱
KaCr۳	۲۳/۰۸	۱۳	۱۱/۸۸	۱۱/۸۸	۲۴	۱۹,۷	۱۱/۱۹	۲۴	۴/۶۹	۰/۳۲	۱۱	۹/۵۳	۱۷/۴۸	۲۶	۱/۰۹	۰/۷۱	۱۸	۰/۲۲
KaCr۶	۲۱/۰۳	۱۸	۱۱/۵۱	۱۱/۵۱	۲۶	۹/۰۶	۹/۵۲	۱۹	۲/۴۴	۰/۱۵	۴	۱۰/۲۸	۱۶/۲۷	۲۳	۰/۵۸	۰/۷۳	۶	۰/۲۷
KaCr۵	۲۷/۴۷	۸	۱۳/۳۸	۱۳/۳۸	۲۲	۹/۴۱	۱۴/۰۹	۱۸	۳/۹۶	۰/۱۵	۱۰	۱۱/۳۹	۲۰/۴۲	۱۹	۰/۸۱	۱/۲۶	۱۱	۰/۳۳
MaCr۳	۳۳/۸۵	۳	۲۱/۰۷	۲۱/۰۸	۱۰	۱۸/۷۱	۱۲/۷۶	۲	۲/۳۶	۰/۰۴	۳	۱۹/۸۹	۲۷/۴۶	۷	۰/۳۰	۲/۱۶	۲	۱/۰۴
MaCr۴	۱۵/۹۱	۲۱	۱۶/۲۶	۱۶/۲۶	۱۶	۱۳/۷۰	۰/۳۴	۱۲	۲/۵۵	۰/۵۲	۵	۱۴/۹۸	۱۶/۰۸	۱۴	۰/۴۳	۰/۲۳	۵	۰/۵۸
StCr۴	۲۵/۸۱	۱۰	۲۱/۸۶	۲۱/۸۶	۹	۱۲/۹۵	۳/۹۵	۱۴	۸/۹۱	۰/۴۹	۱۹	۱۷/۴۰	۲۳/۸۴	۱۱	۱/۱۲	۰/۶۶	۱۹	۰/۷۴
الوند	۱۳/۶۷	۲۳	۶/۷۲	۶/۷۲	۲۷	۲/۹۶	۶/۹۴	۲۷	۳/۶۶	۰/۴۴	۹	۴/۸۴	۱۰/۲۰	۲۷	۱/۵۴	۰/۲۰	۲۴	۰/۵۲
Az/b	۱۵/۰۳	۲۲	۱۳/۱۷	۱۳/۱۷	۲۳	۸/۲۷	۱/۸۵	۲۲	۴/۹	۰/۲۶	۱۲	۱۰/۷۲	۱۴/۱۰	۲۱	۱/۰۲	۰/۳۲	۱۴	۰/۲۸
بم	۳۲/۴۲	۴	۱۵/۳۲	۱۵/۳۲	۱۹	۱۳/۵۸	۱۷/۰۹	۱۳	۱/۷۳	۰/۱۴	۲	۱۴/۴۵	۲۳/۸۷	۱۵	۰/۳۱	۱/۷۸	۳	۰/۵۵
Cr/b	۱۰/۵۲	۲۷	۲۴/۹۳	۲۴/۹۳	۶	۱۶/۱۱	۱۴/۴۱	۷	۸/۸۲	۰/۱۴	۱۸	۲۰/۵۲	۱۷/۷۳	۶	۰/۹۷	۰/۱۸	۱۲	۱/۰۶
DH	۳۵/۵۶	۱	۳۱/۰۲	۳۱/۰۲	۴	۱۶/۸۷	۴/۵۴	۶	۱۴/۱۴	۰/۳۲	۲۵	۲۳/۹۴	۳۳/۲۹	۳	۱/۲۶	۱/۶۹	۲۰	۱/۳۸
Ka/b	۲۱/۱۳	۱۵	۱۵/۷۸	۱۵/۷۸	۱۷	۴/۶۲	۵/۳۴	۲۶	۱۱/۱۶	۰/۰۵۲	۲۱	۱۰/۲۰	۱۸/۴۵	۲۵	۱/۹۵	۰/۴۲	۲۶	۰/۱۹
کویر	۲۷/۷۸	۷	۱۹/۵۸	۱۹/۵۸	۱۲	۱۷/۹۷	۸/۲۰	۳	۱/۶۰	۰/۱۳	۱	۱۸/۷۷	۲۳/۶۸	۸	۰/۲۲	۱/۳۲	۱۷	۰/۹۳
La(۴B/۴D) /b	۲۴/۱۵	۱۱	۱۱/۶۸	۱۱/۶۸	۲۵	۸/۸۲	۱۲/۴۷	۲۰	۲/۸۶	۰/۵۱	۶	۱۰/۲۵	۱۷/۱۱	۲۴	۰/۶۷	۰/۵۵	۱۸	۰/۲۷

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۶.

ژنوتیپ	Y_p*			Y_s			TOL			MP			SSI			STI		
	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم
La/b	۲۱/۱۲	۱۶	۲۳/۸۰	۳۲/۸۰	۲	۲۵/۰۵	۱۱/۶۷	۱۹	۷/۷۴	۰/۲۸	۱۸	۲۸/۹۲	۲۶/۶۹	۴	۰/۶۵	۰/۶۲	۸	۲/۱۷
M۴۵	۲۶/۱۸	۹	۱۷/۱۶	۱۷/۱۶	۱۳	۱۰/۶۸	۹/۰۲	۴	۶/۴۷	۰/۱۰	۵	۱۳/۹۲	۲۱/۶۷	۱۳	۱/۰۴	۱/۲۱	۱۵	۰/۴۸
MV۵۷	۳۵/۲۹	۲	۱۴/۴۹	۱۴/۴۹	۲۰	۱۷/۷۵	۲۰/۸۰	۲۷	۳/۲۶	۰/۱۱	۷	۱۶/۱۲	۲۴/۸۹	۷	۰/۶۲	۲/۱۸	۷	۰/۶۸
نیک نژاد	۱۸/۰۹	۱۹	۳۱/۸۸	۳۱/۸۸	۳	۱۶/۰۱	۱۳/۷۹	۲۳	۱۵/۸۶	۰/۰۹	۲۵	۲۳/۹۵	۲۴/۹۹	۶	۱/۳۷	۰/۵۸	۲۲	۱/۳۵
امید	۲۲/۸۳	۱۴	۱۶/۵۹	۱۶/۵۹	۱۵	۱۰/۶۳	۶/۲۳	۱۱	۵/۹۵	۰/۲۳	۱۵	۱۳/۶۱	۱۹/۷۱	۱۶	۰/۹۹	۰/۷۸	۱۳	۰/۴۶
روشن	۱۶/۴۹	۲۰	۲۸/۴۹	۲۸/۴۹	۵	۱۴/۹۴	۱۲	۲۰	۱۳/۵۴	۰/۵۱	۲۴	۲۱/۷۱	۲۲/۸۹	۲۳	۱/۳۱	۰/۸۱	۲۱	۱/۱۲
St/b	۱۲/۰۴	۲۴	۲۰/۳۲	۲۰/۳۲	۱۱	۱۴/۵۸	۸/۲۷	۱۵	۵/۷۳	۰/۱۷	۱۳	۱۷/۴۵	۱۶/۱۸	۱۲	۰/۷۸	۰/۲۳	۱۰	۰/۷۸
$Kacr_{\phi}$	۱۰/۶۹	۲۶	۱۶/۶۳	۱۶/۶۳	۱۴	۴/۷۲	۵/۹۳	۱۰	۱۱/۹۰	۰/۲۳	۱۶	۱۰/۶۷	۱۳/۶۶	۲۵	۱/۹۷	۰/۱۷	۲۷	۰/۲۰
باقت بهاره	۱۱/۳۶	۲۵	۱۳/۴۰	۱۳/۴۰	۲۱	۸/۳۲	۲/۰۴	۳	۵/۰۸	۰/۱۰	۶	۱۰/۸۶	۱۲/۳۸	۲۶	۱/۰۴	۰/۲۲	۱۶	۰/۲۹

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. مقایسه شاخص‌های مختلف انتخاب برای ژنوتیپ‌های ارزیابی شده در منطقه شیراز

ژنوتیپ	GMP			YSI			HARM			SDI			RDI			SSPI		
	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم	سال اول	رتبه	سال دوم
۴۱۰۳	۱۹/۳۵	۱۵	۱۴/۱۴	۰/۳۶	۲۰	۰/۶۵	۱۴/۶۱	۱۵	۱۴/۰۶	۰/۵۵	۲۷	۰/۱۸	۰/۵۶	۲۷	۱/۲۷	۲۷/۹۴	۶	۱/۲۷
۴۱۰۸	۲۵/۵۰	۵	۱۷/۷۳	۱/۱۸	۴	۰/۷۱	۲۷/۵۸	۶	۱۹/۱۷	۰/۰۶	۳	۰/۳۹	۱/۱۹	۴	۰/۹۵	۳/۳۶	۱۷	۰/۹۵
۴۱۱۵	۳۴/۰۲	۱	۲۵/۲۹	۱/۱۴	۵	۰/۹۰	۲۸/۴۴	۵	۲۳/۹۶	۰/۱۸	۱۴	۰/۵۱	۱/۰۳	۱۵	۰/۷۵	۹/۴۵	۲۳	۰/۷۵
۴۱۱۶	۲۲/۵۹	۱۰	۱۳/۹۶	۰/۹۰	۱۱	۰/۴۱	۲۰/۷۱	۲۳	۱۲/۰۹	۰/۰۳	۱	۰/۶۶	۱/۲۳	۲	۱/۵۲	۱/۸۱	۲۵	۰/۵۲
$KaCr_3$	۱۶/۵۶	۱۹	۹/۲۴	۰/۶۹	۱۵	۰/۳۶	۱۸/۶۰	۲۴	۸/۹۶	۰/۳۲	۱۹	۰/۳۹	/۸۶	۱۸	۰/۹۴	۱۶/۲۵	۱۸	۰/۹۴
$KaCr_6$	۱۵/۵۵	۲۳	۱۰/۲۱	۰/۷۸	۱۲	۰/۴۶	۱۹/۲۰	۱۹	۱۰/۱۴	۰/۱۵	۱۱	۰/۲۱	۱/۰۷	۶	۱/۲۳	۷/۹۹	۷	۱/۲۳
$KaCr_5$	۱۹/۱۷	۱۶	۱۱/۲۲	۱/۰۳	۱۰	۰/۴۸	۲۵/۲۲	۱۸	۱۱/۰۵	۰/۱۵	۱۲	۰/۲۹	۱/۰۸	۱۱	۱/۱۰	۷/۵۷	۱۱	۱/۱۰
$MaCr_3$	۲۶/۷۱	۳	۱۹/۸۵	۱/۴۳	۱	۰/۹۶	۳۳/۰۷	۲	۱۹/۸۲	۰/۰۴	۲	۰/۱۱	۱/۲۲	۳	۱/۳۹	۲/۲۴	۳	۱/۳۹
$MaCr_4$	۱۶/۰۸	۲۱	۱۴/۹۳	۰/۳۳	۲۷	۰/۷۰	۱۰/۲۲	۱۲	۱۴/۸۷	۰/۵۲	۱۳	۰/۱۵	۰/۶۴	۲۶	۱/۳۲	۲۶/۳۱	۵	۱/۳۲
$StCr_2$	۲۳/۷۵	۷	۱۶/۸۲	۰/۵۸	۱۷	۰/۶۶	۱۷/۳۵	۱۴	۱۶/۲۶	۰/۴۹	۲۲	۰/۴۰	۰/۶۴	۲۳	۰/۹۲	۲۴/۶۸	۱۹	۰/۹۲
الوند	۹/۵۹	۲۷	۴/۴۶	۰/۳۴	۲۶	۰/۱۵	۹/۸۰	۲۷	۴/۱۱	۰/۴۴	۲۱	۰/۵۵	۰/۷۱	۲۲	۰/۹۹	۲۲/۰۴	۲۴	۰/۹۹
Az/b	۱۴/۰۷	۲۴	۱۰/۴۴	۰/۴۹	۲۱	۰/۴۲	۱۲/۷۴	۲۱	۱۰/۱۶	۰/۲۶	۲۱	۰/۳۷	۰/۹۳	۱۸	۰/۹۸	۱۳/۲۴	۱۴	۰/۹۸
بم	۲۲/۲۸	۱۱	۱۴/۴۲	۱/۲۳	۱۴	۰/۶۹	۲۹/۹۴	۱۳	۱۴/۴۰	۰/۱۴	۹	۰/۱۱	۱/۰۹	۱۰	۱/۳۸	۷/۰۸	۴	۱/۳۸
Cr/b	۱۶/۲۰	۲۰	۲۰/۰۴	۰/۳۹	۶	۰/۸۲	۹/۶۷	۷	۱۹/۵۷	۰/۱۴	۷	۰/۳۵	۱/۰۸	۱۱	۱/۰۱	۷/۴۴	۱۲	۱/۰۱
DH	۳۳/۲۱	۲	۲۲/۸۸	۱/۰۷	۳	۰/۸۶	۲۸/۷۱	۶	۲۱/۸۶	۰/۳۲	۳	۰/۴۵	۰/۸۶	۲۰	۰/۸۵	۱۶/۱۳	۲۰	۰/۸۵
Ka/b	۱۸/۲۶	۱۷	۸/۵۴	۰/۴۴	۲۶	۰/۲۳	۱۳/۶۵	۲۰	۷/۱۵	۰/۵۲	۲۶	۰/۷۰	۰/۶۱	۲۵	۰/۴۵	۲۶/۱۳	۲۶	۰/۴۵
کویر	۲۳/۳۲	۸	۱۸/۷۵	۱/۰۶	۸	۰/۹۲	۲۵/۷۸	۳	۱۸/۷۴	۰/۱۳	۸	۰/۰۸	۱/۱۰	۹	۱/۴۳	۶/۷۱	۲	۱/۴۳
La(۴B/۴D) /b	۱۶/۷۹	۱۸	۱۰/۱۵	۰/۵۱	۲۳	۰/۴۵	۱۵/۶۷	۲۰	۱۰/۰۵	۰/۵۱	۲۳	۰/۲۴	۰/۶۱	۲۴	۱/۱۸	۲۵/۹۷	۹	۱/۱۸

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۷.

ژنوتیپ	GMP			YSI			HARM			SDI			RDI			SSPI		
	سال اول	تا:	سال دوم	سال اول	تا:	سال دوم	سال اول	تا:	سال دوم	سال اول	تا:	سال دوم	سال اول	تا:	سال دوم	سال اول	تا:	سال دوم
La/b	۲۶/۳۲	۴	۲۸/۶۶	۰/۶۶	۱۶	۱/۲۸	۱۷/۵۶	۱۵	۲۸/۴۰	۰/۲۸	۱۸	۰/۲۳	۰/۹۰	۱۹	۱/۱۹	۱۴/۴۱	۱۸	۱۱/۸۱
M۴۵	۲۱/۱۹	۱۳	۱۳/۵۳	۱/۰۴	۹	۰/۵۴	۲۴/۷۲	۹	۱۳/۱۶	۰/۱۰	۶	۰/۳۷	۱/۱۴	۶	۰/۹۷	۵/۲۶	۶	۱۷/۸۷
MV۵۷	۲۲/۶۱	۹	۱۶/۰۳	۱/۳۹	۲	۰/۹۱	۳۳/۱۶	۱	۱۵/۹۵	۰/۱۱	۷	۰/۲۲	۱/۱۳	۸	۱/۹۱	۵/۶۹	۷	۱۱/۲۵
نیک نژاد	۲۴/۰۲	۶	۲۲/۶۰	۰/۷۲	۱۴	۰/۸۲	۱۷/۱۸	۱۷	۲۱/۳۲	۰/۰۹	۴	۰/۴۹	۱/۱۵	۵	۰/۷۸	۴/۷۷	۲۲	۲۴/۸۸
امید	۱۹/۴۶	۱۴	۱۳/۲۸	۰/۷۷	۱۳	۰/۵۴	۱۹/۷۶	۱۶	۱۲/۹۶	۰/۲۳	۱۷	۰/۳۵	۰/۹۷	۱۷	۱	۱۱/۸۳	۱۳	۱۷/۹۵
روشن	۲۱/۶۷	۱۲	۲۰/۶۳	۱/۱۱	۶	۰/۷۶	۱۹/۸۶	۹	۱۹/۶۰	۰/۵۱	۶	۰/۴۷	۱/۹۳	۱	۰/۸۲	۲۵/۷۲	۲۳	۲۳/۷۷
St/b	۱۵/۶۴	۲۲	۱۷/۲۱	۰/۴۳	۲۳	۰/۷۴	۱۰/۸۶	۱۰	۱۶/۹۷	۰/۱۷	۱۰	۰/۲۸	۱/۰۴	۱۴	۱/۱۲	۸/۹۵	۱۰	۱۴/۱۲
$Kact_{۴}$	۱۳/۳۳	۲۵	۸/۸۶	۰/۳۶	۲۵	۰/۲۴	۹/۲۴	۲۵	۷/۳۵	۰/۲۳	۲۵	۰/۷۱	۰/۹۷	۱۶	۰/۴۴	۱/۹۳	۲۷	۳۵/۷۹
بافت بهاره	۱۲/۳۴	۲۶	۱۰/۵۶	۰/۴۵	۲۰	۰/۴۲	۱۰/۷۴	۲۳	۱۰/۱۶	/۱۰	۲۱	۰/۳۷	۱/۱۴	۷	۰/۹۷	۵/۲۱	۱۶	۱۸/۹۷

www.SID.ir

Archive of SID

داشتند، بنابراین بر اساس شاخص HARM، این ژنوتیپ‌ها تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی از خود نشان دادند. در منطقه شیراز، ژنوتیپ KaCr۳ در سال اول و ژنوتیپ الوند در سال دوم کمترین میزان این شاخص را داشتند و تحمل کمی نسبت به تنش خشکی نشان دادند (جدول ۷). با توجه به اینکه شاخص MP، میانگین تولید در شرایط بدون تنش و تنش خشکی است، انتخاب بر مبنای آن منجر به افزایش عملکرد در هر دو شرایط محیطی می‌شود (۱۴)، در مواردی که همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی بسیار زیاد و منفی باشد، این قضیه منتفی است (۱۶). در منطقه اصفهان، ژنوتیپ‌های ۴۱۱۶، ۴۱۱۵ و بم داری رتبه‌های ۱، ۲ و ۳ برای شاخص MP بودند و بیشترین مقدار این شاخص را در هر دو سال به‌خود اختصاص دادند (جدول ۴). همچنین ژنوتیپ‌های ۴۱۱۶ و MaCr۳ در سال اول و ژنوتیپ‌های ۴۱۱۵ و La/b در سال دوم در منطقه شیراز بیشترین میزان MP و ژنوتیپ‌های St/b، Az/b و StCr۳کمترین مقدار این شاخص را با رتبه‌های ۲۵، ۲۶ و ۲۷ در هر دو سال به‌خود اختصاص دادند (جدول ۶). بر اساس شاخص‌های GMP و STI ژنوتیپ‌های۴۱۱۶ و ۴۱۱۵ از نظر این دو شاخص دارای میزان بیشتری بودند و رتبه‌های ۱و ۲ را در منطقه اصفهان در هر دو سال به‌خود اختصاص دادند (جدول ۴) و ژنوتیپ‌های St/b، Az/b و StCr۳ مقدار کمتری داشتند و رتبه‌های ۲۵، ۲۶ و ۲۷ را دارا بودند (جداول ۴ و ۵) و در منطقه شیراز ژنوتیپ‌های MaCr۳ و MV۵۷ در سال اول و ژنوتیپ‌های ۴۱۱۵ و La/b میزان بیشتر این دو شاخص را دارا بودند و به‌ترتیب در رتبه‌های اول و دوم قرار گرفتند. همچنین ژنوتیپ KaCr۳ در سال اول و ژنوتیپ الوند در سال دوم مقدار کمتری از این شاخص‌ها را به‌خود اختصاص دادند و در رتبه ۲۷ جای گرفتند (جدول‌های ۶ و ۷). با توجه به نتایج این دو شاخص می‌توان بیان کرد که در اصفهان ژنوتیپ‌های تریتیکاله و گندم متحمل و ژنوتیپ‌های تریتی‌پایروم ژنوتیپ‌های حساس بودند ولی در منطقه شیراز ژنوتیپ‌های گندم کمترین و تریتیکاله و تریتی‌پایروم بیشترین تحمل به تنش خشکی را داشتند. شاخص STI قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش است و مقادیر بالای آن نشانگر تحمل بیشتر گیاه به خشکی است (۲۹ و ۴۴). مطابق با گزارش محمد و همکاران (۳۵)، شاخص‌های MP، GMP و STI رتبه‌بندی مشابهی را در ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به تنش خشکی نشان دادند. بر اساس شاخص‌های YSI و RDI، در منطقه اصفهان، ژنوتیپ‌های امید و St/b دارای رتبه‌های ۱و ۲ برای هر دو سال بودند و ژنوتیپ روشن در هر دو سال در منطقه اصفهان برای شاخص YSI دارای رتبه ۲۷ بود (جدول ۵) و بر اساس شاخص YSI در منطقه شیراز، در سال اول ژنوتیپ‌های MaCr۳ و MV۵۷ و در سال دوم، ژنوتیپ‌های La/b و MaCr۳ به‌ترتیب دارای رتبه‌های اول و دوم بودند. ژنوتیپ‌های الوند و MaCr۳ دارای رتبه ۲۷ برای هر دو سال بود (جدول ۷) بر اساس شاخص پایداری عملکرد (YSI)، ژنوتیپ‌هایی که مقدار شاخص بالاتری دارند، میزان عملکرد بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش از خود نشان می‌دهند (۲۲). بر اساس شاخص SDI، لاین‌های با مقادیر کمتر از این شاخص، برای هر دو شرایط تنش و عدم تنش مناسب هستند (۲۰). در منطقه اصفهان بر اساس این شاخص ژنوتیپ‌های ۴۱۱۵ و MV۵۷ در سال اول و ژنوتیپ‌های ۴۱۱۵ و DH در سال دوم میزان کمتری از این شاخص را دارا بوده و متحمل‌تر بودند و به‌ترتیب در رتبه‌های اول و دوم قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های امید و St/b مقدار بیشتری از این شاخص‌ها را به‌خود اختصاص دادند و بیشتر حساس بودند و در رتبه ۲۷ قرار گرفتند (جدول ۵). در منطقه شیراز و بر اساس این شاخص، در سال اول ژنوتیپ‌های ۴۱۱۶ و MaCr۳ و در سال دوم ژنوتیپ‌های کویر و بم دارای رتبه‌های اول و دوم برای این شاخص بودند. در منطقه شیراز ژنوتیپ‌های ۴۱۰۳ و KaCr۴ برای شاخص‌های SSPI، RDI، SDI دارای رتبه ۲۷ بودند (جدول ۷). در مورد شاخص SSPI لاین‌های با مقادیر کمتر این شاخص مدنظر هستند بر اساس این شاخص در منطقه اصفهان در سال اول و دوم ژنوتیپ ۴۱۱۵ دارای رتبه اول و کمترین مقدار بودند و ژنوتیپ بم در هر دو سال دارای رتبه ۲۷ بود (جدول ۵) و در منطقه شیراز ژنوتیپ

www.SID.ir

Archive of SID

$MaCr_{۳}$ در هر دو سال دارای رتبه اول و ژنوتیپ ۴۱۰۳ و $KaCr_{۴}$ دارای رتبه ۲۷ بودند (جدول ۷). با توجه به نتایج مقایسه شاخص‌ها، می‌توان شاخص‌های TOL، YSI و SSI را از نظر تشخیص ارقام حساس و متحمل به خشکی در گروه اول و شاخص‌های STI، HARM، YI، MP و GMP را در گروه دوم قرار داد. شاخص‌های گروه اول را، با توجه به اختلاف کم عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش، می‌توان به‌عنوان شاخص‌هایی برای گزینش ارقامی معرفی کرد که با وجود تحمل خوب در شرایط تنش خشکی، عملکرد بالقوه پایینی دارند. درصورتی که، گروه دوم را می‌توان به‌عنوان شاخص‌های مناسب در تعیین ژنوتیپ‌های پرمحصول و متحمل به تنش خشکی معرفی کرد. نتایج رتبه‌بندی میانگین برای شاخص‌ها نشان داد که برای شاخص‌های HM، GMP، STI و MP ژنوتیپ‌های ۴۱۱۵، DH و La/b دارای رتبه‌های ۱، ۲ و ۳ و مقاوم به تنش خشکی و ژنوتیپ‌های بافت، $KaCr_{۴}$ و الوند حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. ژنوتیپ‌های Ka/b، $Kacr_{۴}$ و الوند برای شاخص‌های RDI، SDI، SSPIو YSI حساس‌ترین و ژنوتیپ‌های کویر روشن و بم به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها معرفی شدند.

همبستگی بین شاخص‌های انتخاب

ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در مناطق اصفهان و شیراز در جدول ۸ آورده شده است. شاخص‌هایی که همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند به‌عنوان بهترین شاخص برای انتخاب معرفی شدند (۴۳). از همبستگی بین شاخص‌های انتخاب برای تعیین ارتباط بین شاخص‌ها، در مطالعات مختلف از جمله تریتیکاله (۷، ۲۹ و ۴۱) و تریتی پایروم (۴۱) و گندم نان (۴۱) استفاده شده است. محاسبه ضرایب همبستگی نشان داد که شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه داشتند (جدول ۶)، که این همبستگی بیانگر کارآیی و همسویی این شاخص‌ها بوده و می‌تواند به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی به‌کار گرفته شود. در شیراز، شاخص TOL همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۴۸^{**}$) با Y_s نشان داد (جدول ۸) درصورتی که در منطقه اصفهان همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۴۸^{**}$) با Y_p نشان داد. بین شاخص‌های SSI و TOL با یکدیگر همبستگی مثبت و بالایی در شیراز ($r=۰/۷۱$) و اصفهان ($r=۰/۸۴$) مشاهده شد که انتخاب بر اساس این شاخص‌ها می‌تواند منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا در شرایط بدون تنش شود. شاخص SSI همبستگی منفی و معنی‌داری با شاخص‌های MP، HARM و STI داشت (جدول ۸). بررسی‌ها نشان داد که شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه در دو محیط رطوبتی تنش و عدم تنش داشتند (۴۲) .همچنین شاخص SSI با شاخص‌های SDI و SSPI همبستگی مثبت و بالایی در هر دو منطقه نشان داد (جدول ۸). شاخص HARM همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در هر دو محیط رطوبتی و در هر دو منطقه داشت. بنابراین ارقامی که بر اساس این شاخص انتخاب شوند ارقام به‌نسبت متحمل شناخته می‌شوند. در اصفهان، شاخص YSI همبستگی مثبت و معنی‌داری با Y_s ولی همبستگی غیرمعنی‌دار با Y_p داشت. همچنین همبستگی این شاخص در منطقه شیراز با شاخص‌های TOL منفی و معنی‌دار بود. شاخص SSPI با شاخص‌های TOL، SSI و SDI در هر دو منطقه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت و با شاخص‌های YSI و RDI نیز در هر دو منطقه همبستگی منفی نشان داد. همبستگی بین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش می‌تواند به‌عنوان معیاری مناسب برای انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌ها به‌کار رود (۲۴ و ۳۶). شاخصی که با عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش همبستگی بالا و یکسانی داشته باشد به‌عنوان بهترین معیار برای گزینش محسوب می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸. همبستگی بین میانگین شاخص‌های مختلف تحمل به تنش خشکی در دو منطقه شیراز(بالای قطر) و اصفهان(پایین قطر)

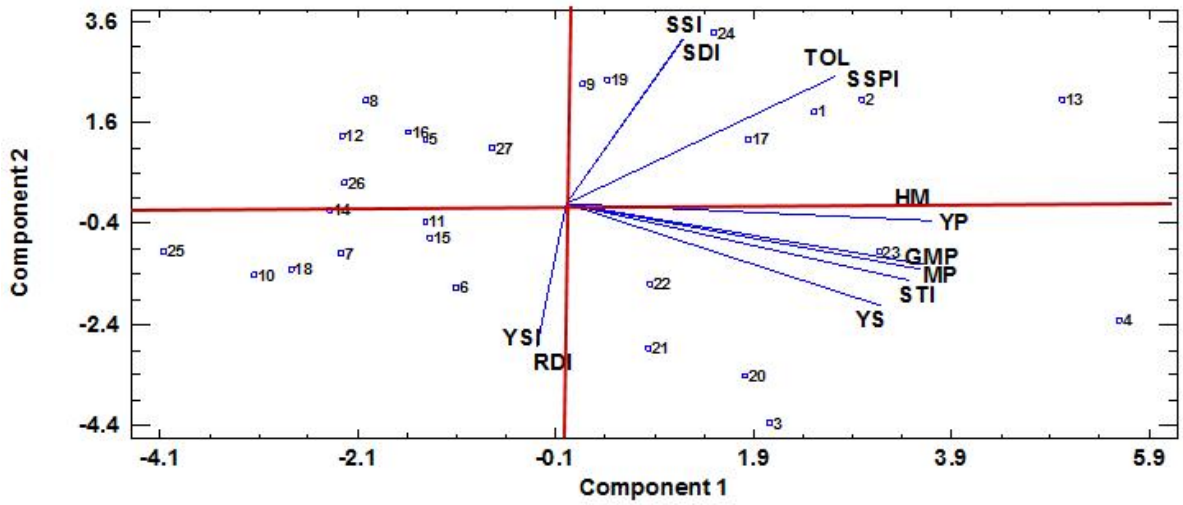
	Y_S¥	Y_P	TOL	MP	SSI	STI	GMP	YSI	HARM	SDI	RDI	SSPI
Y_S	۱	۰/۸۵**	۰/۴۸**	۰/۹۶**	۰/۲۳ns	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۲۳ns	۰/۹۳**	−۰/۲۳ns	۰/۲۳ns	−۰/۲۳ns
Y_P	۰/۸۱**	۱	−۰/۰۲ns	۰/۹۵**	۰/۶۸**	۰/۹۵**	۰/۹۷**	۰/۶۸**	۰/۹۸**	−۰/۶۸ns	۰/۶۸**	−۰/۶۸**
TOL	۰/۲۶ns	۰/۵۹**	۱	۰/۲۵ns	۰/۷۱**	۰/۲۴ns	۰/۲۰ns	−۰/۷۱**	۰/۱۵ns	۰/۷۱**	−۰/۷۱**	۰/۷۱**
MP	۰/۹۳**	۰/۹۵**	۰/۴۵*	۱	−۰/۴۶*	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۴۶*	۰/۹۹**	−۰/۴۶*	۰/۴۶*	−۰/۴۶*
SSI	۰/۱۱ns	۰/۱۳ns	۰/۸۴**	۰/۰۱ns	۱	−۰/۴۵*	−/۵۰**	−۱**	−۰/۵۵**	۱**	−۱**	۱**
STI	۰/۹۴**	۰/۹۱**	۰/۳۷*	۰/۹۷**	−۰/۰۵ns	۱	۰/۹۸**	۰/۴۵*	۰/۹۸**	−۰/۴۵*	۰/۴۵*	−۰/۴۵*
GMP	۰/۹۵**	۰/۹۴**	۰/۴۲*	۰/۹۹**	۰/۰۱ns	۰/۹۸**	۱	/۵۰**	۰/۹۹**	−/۵۰**	۰/۵۰**	−/۵۰**
YSI	۰/۴۰*	−۰/۱۶ns	۰/۳۸*	۰/۱۱ns	۰/۳۶ns	۰/۱۸ns	۰/۱۳ns	۱	۰/۵۵**	−۱**	۱**	−۱**
HARM	۰/۸۱**	۱**	۰/۵۹**	۰/۹۵**	۰/۱۳ns	۰/۹۱**	۰/۹۴**	−۰/۱۶ns	۱	−۰/۵۵**	۰/۵۵**	−۰/۵۵**
SDI	−۰/۱۱ns	۰/۱۳ns	۰/۸۴**	/۰۱ns	۱*	۰/۰۵ns	−۰/۰۱ns	−۰/۰۳۶ns	۰/۱۳ns	۱	−۱**	۱**
RDI	۰/۴۰*	−۰/۱۶ns	−۰/۳۸*	۰/۱۱ns	۰/۳۶ns	۰/۱۸ns	۰/۱۳ns	۱**	−۰/۶ns	−۰/۳۶ns	۱	−۱**
SSPI	۰/۲۶ns	۰/۵۹**	۱**	۰/۴۵*	۰/۸۴**	۰/۳۷*	۰/۴۲*	−۰/۳۸**	۰/۵۹**	۰/۸۴**	−۰/۳۸*	۱

ns، * و ** به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

¥: Y_p: عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، Y_s: عملکرد دانه در شرایط تنش، TOL: شاخص تحمل، MP: میانگین عملکرد، GMP: میانگین هندسی عملکرد، STI: شاخص تحمل به تنش، SSI: شاخص حساسیت به تنش، YSI: شاخص پایداری عملکرد، HARM: میانگین هارمونیک عملکرد، SDI: شاخص حساسیت به تنش خشکی، RDI: شاخص درصد کاهش عملکرد، SSPI: شاخص درصد حساسیت به تنش.

www.SID.ir

Archive of SID



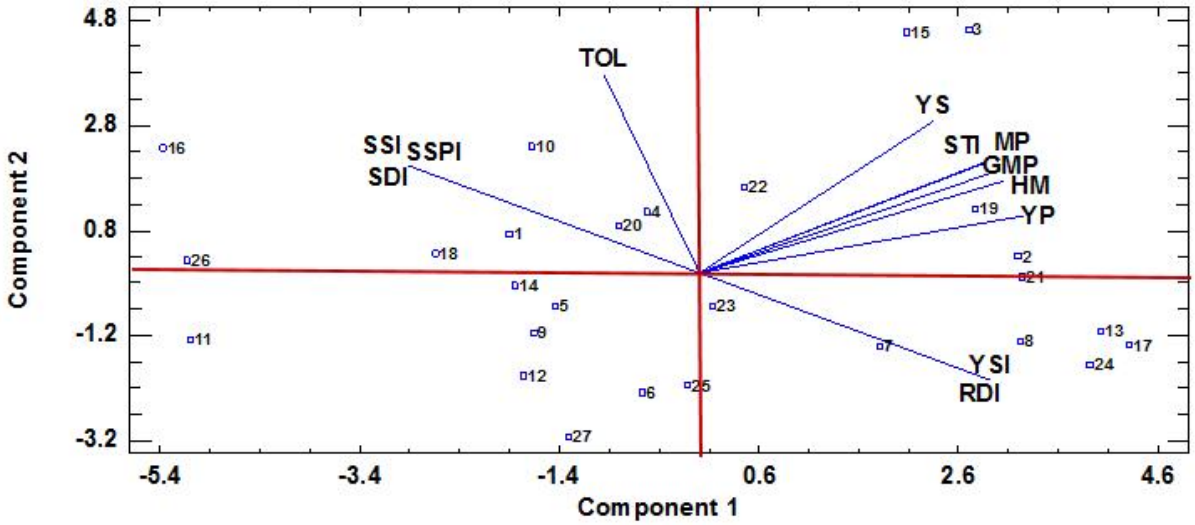
شکل ۱. نمودار بای‌پلات مربوط به شاخص‌های انتخاب به‌منظور تحمل به تنش خشکی برای ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان، تریتیکاله و تریتی‌پایروم در اصفهان (Y_p: عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، Y_S: عملکرد دانه در شرایط تنش، TOL: شاخص تحمل، MP: میانگین عملکرد، GMP: میانگین هندسی عملکرد، STI: شاخص تحمل به تنش، SSI: شاخص حساسیت به تنش، YSI: شاخص پایداری عملکرد، HARM: میانگین هارمونیک عملکرد، SDI: شاخص حساسیت به تنش خشکی، RDI: شاخص درصد کاهش عملکرد و SSPI: شاخص درصد حساسیت به تنش)

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

در این مطالعه از تجزیه بای‌پلات به‌منظور بررسی همزمان کلیه شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی و عملکرد دانه در هر دو محیط بدون تنش و تنش خشکی استفاده شد. از تجزیه بای‌پلات در ارزیابی میزان تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف تریتیکاله (۲۹) تریتی پایروم (۴۱) گندم نان (۴۱) و فسکیو (۴۳) استفاده شده است. مطابق با نتایج، دو مؤلفه اول و دوم در مجموع ۸۶/۰۵ و ۹۹/۰۵ درصد از کل تغییرات موجود برای مناطق اصفهان و شیراز را توجیه کردند. در منطقه اصفهان نتایج نشان داد که سهم مؤلفه اول در تعیین تغییرات کل شاخص‌ها برابر ۵۳/۲۱ درصد بود (شکل ۱). این مؤلفه با عملکرد دانه در شرایط رطوبتی بدون تنش و تنش خشکی با تمام شاخص‌ها به‌غیر از شاخص‌های YSI و RDI همبستگی مثبت نشان داد. در این مؤلفه، عملکرد در شرایط بدون تنش، تنش و همچنین شاخص‌های GMP، MP، STI و HARM سهم بیشتری داشتند. از آنجا که مقادیر بالای این شاخص‌ها مطلوب هستند و با توجه به همبستگی مثبت و بالای مؤلفه اصلی اول با این شاخص‌ها، اگر میزان مؤلفه اصلی اول بالا انتخاب شود، ژنوتیپ‌هایی انتخاب خواهند شد که دارای عملکرد بالا در هر دو محیط تحت تنش و بدون تنش هستند. بنابراین مؤلفه اول را به‌عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد و مقاومت به خشکی نامگذاری شد. هر چقدر مقادیر مؤلفه اول بالا باشد، مطلوب‌تر است و انتخاب بر اساس این مؤلفه منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی با تحمل بالا و مقاوم به خشکی می‌شود. مؤلفه دوم ۳۳/۳۳ درصد از تغییرات کل شاخص‌ها را توجیه کرد. این مؤلفه با شاخص‌های YSI و RDI همبستگی مثبتی داشته است و این شاخص‌ها در این مؤلفه سهم بیشتری را بر عهده داشتند، بنابراین مؤلفه دوم، مؤلفه حساسیت به تنش نامگذاری شد. در این حالت هر چقدر مقادیر این مؤلفه کمتر باشد مطلوب‌تر است و انتخاب بر اساس این مؤلفه موجب گزینش ژنوتیپ‌هایی با تحمل پایین و حساس به خشکی می‌شود. در بای‌پلات منطقه اصفهان ژنوتیپ‌های مطلوب در ناحیه پایین سمت راست (ژنوتیپ‌های تریتی‌پایروم) قرار گرفته است که به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی معرفی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. نمودار بای‌پلات مربوط به شاخص‌های انتخاب به‌منظور تحمل به تنش خشکی برای ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان، تریتیکاله و تریتی‌پایروم در شیراز (Yp : عملکرد دانه در شرایط تنش، YS: عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، TOL: شاخص تحمل، MP: میانگین عملکرد، GMP: میانگین هندسی عملکرد، STI: شاخص تحمل به تنش، SSI: شاخص حساسیت به تنش، YSI: شاخص پایداری عملکرد، HARM: میانگین هارمونیک عملکرد، SDI: شاخص حساسیت به تنش خشکی، RDI: شاخص درصد کاهش عملکرد، SSPI: شاخص درصد حساسیت به تنش)

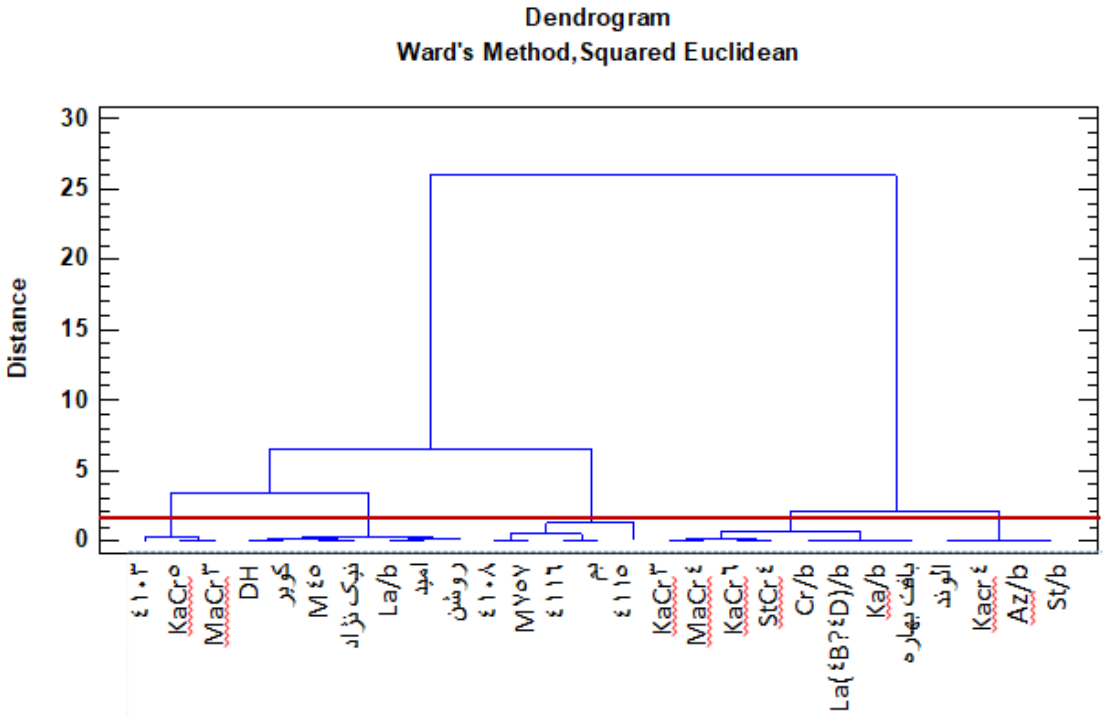
می‌شوند. در منطقه شیراز، سهم مؤلفه اول در تعیین تغییرات کل شاخص‌ها برابر ۶۸/۲۷ درصد بود (شکل ۲). این مؤلفه با عملکرد دانه در شرایط رطوبتی بدون تنش و تنش خشکی با تمام شاخص‌ها به‌غیر از شاخص‌های SSPI، TOL، SSI و SDI همبستگی مثبت نشان داد، بنابراین مؤلفه اول به‌عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد و مقاومت به خشکی نامگذاری شد. هرچقدر مقادیر مؤلفه اول بالا باشد، مطلوب‌تر است و انتخاب بر اساس این مولفه منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی با تحمل بالا و مقاوم به خشکی می‌شود. مؤلفه دوم ۳۱/۲۲ درصد از تغییرات کل شاخص‌ها را توجیه کرد. این مؤلفه با شاخص‌های SSPI، SSI، SDI و TOL همبستگی مثبتی نشان داد و این شاخص‌ها در این مؤلفه سهم بیشتری را بر عهده داشتند، بنابراین مؤلفه دوم، مؤلفه حساسیت به تنش نامگذاری شد. مطابق با شکل ۲، در بای‌پلات مربوط به منطقه شیراز، ژنوتیپ‌های برتر ($KaCr_4$، $KaCr_3$، Az/b و Ka/b و ژنوتیپ‌های گندم نیک‌نژاد و امید) در ناحیه A (تقسیم بندی فرناندز) قرار گرفتند.

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها در مناطق مختلف تحت ارزیابی

از تجزیه خوشه‌ای به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در تحمل تنش خشکی در مطالعات مختلف (۶، ۴۱ و ۴۴) استفاده شده است. به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفت عملکرد دانه در هر دو شرایط محیطی بدون تنش و تنش خشکی از تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد و با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله استفاده شد. برای تحمل به خشکی تنوع قابل توجهی در بین مناطق وجود دارد. بر اساس مجموع داده‌های به‌دست آمده از مناطق اصفهان و شیراز، تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را به پنج گروه تقسیم کرد (شکل ۳). در گروه اول ۳ ژنوتیپ که مربوط به ارقام گندم نان بودند قرار گرفتند. ارقام این گروه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد در سطح بالایی قرار داشتند اما این افزایش عملکرد در حد گروه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. نمودار تجزیه‌ای خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان، تریتیکاله و تریتی‌پایروم بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش خشکی

دوم نبود. گروه دوم شامل ۷ ژنوتیپ است که مربوط به لاین‌های تریتیکاله بوده و از نظر صفت عملکرد دانه میانگینی بالاتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها برخوردار بود. لذا لاین‌های موجود در این گروه دارای عملکرد و اجزای عملکرد بالایی بوده و می‌توانند در اهداف اصلاحی و انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب برای نسل‌های بعدی مورد توجه واقع شوند. به‌علاوه ژنوتیپ‌های این گروه به‌عنوان خانواده‌های زودرس و با توانایی فرار از خشکی انتهای فصل می‌تواند مدنظر باشد. گروه سوم دارای ۵ ژنوتیپ تریتی‌پایروم بود. ژنوتیپ‌های این گروه از نظرعملکرد دانه کمترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند. در گروه چهارم ۸ ژنوتیپ قرار گرفت. در گروه پنجم، ۴ ژنوتیپ مربوط به لاین‌های تریتی‌پایروم قرار گرفتند. اگرچه ژنوتیپ‌های این گروه دارای عملکرد دانه به‌نسبت قابل قبولی بودند ولی نسبت به گروه‌های اول و چهارم عملکرد پایین‌تری را از خود نشان دادند. به‌طور کلی هرچه گروه‌های حاصل دارای فاصله ژنتیکی بیشتر و رابطه خویشاوندی کمتری باشند امکان جمع‌آوری ژن‌های مطلوب را در نتاج فراهم می‌کنند (۶). نتایج این مطالعه با یافته‌های شانظری و همکاران (۴۱) مبنی بر برتری ارقام تریتیکاله و تریتی‌پایروم از نظر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی مطابقت داشت. ارزانی و اشرف (۷) اجداد وحشی گندم زراعی را منبع بسیار مناسبی برای انتقال ژن‌های مطلوب به گندم به‌منظور بهبود خصوصیات آرد و عملکرد در گندم دانسته‌اند. از ژنوتیپ‌های برتر ۴۱۱۶، KaCr۳ و KaCr۴ می‌توان به‌عنوان مخزن‌های ارزشمند برای انتقال ژن‌های تحمل به تنش خشکی به ارقام گندم نان استفاده کرد (۴۱).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج شاخص‌های MP، GMP و STI لاین‌های تریتیکاله (۴۱۱۵ و ۴۱۱۶) در هر دو سال از نظر این شاخص‌ها دارای میزان بیشتری در منطقه اصفهان بودند و در منطقه شیراز ژنوتیپ تریتیکاله ۴۱۱۵ دارای بیشترین میزان شاخص‌های مذکور در هر دو سال زراعی بود. با توجه به نتایج ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی، ژنوتیپ‌های تریتیکاله و گندم در

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه اصفهان از تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی برخوردار بودند و ژنوتیپ‌های تریتی‌پایروم به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس شناخته شدند. در منطقه شیراز ژنوتیپ‌های گندم کمترین و تریتیکاله و تریتی‌پایروم بیشترین میزان تحمل به تنش خشکی را بر اساس شاخص‌های انتخاب نشان دادند. با توجه به دو شاخص SSI و TOL، ژنوتیپ تریتی‌پایروم StCr۴ و تریتیکاله ۴۱۱۵ در منطقه اصفهان، ژنوتیپ‌های گندم (روشن و کویر) در منطقه شیراز به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته شدند بررسی نتایج حاصل از بای‌پلات و همچنین رتبه‌بندی شاخص‌ها در مناطق مختلف نشان داد شاخص‌های HM، GMP، MP و STI تحمل به خشکی به‌خوبی توانستند لاین‌ها را تفکیک کنند، بنابراین می‌توان از این شاخص‌ها برای تفکیک ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی و با عملکرد بالا از ژنوتیپ‌های حساس به تنش استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

1. Acevedo, E. 1989. Improvement of winter cereal cropsin Mediterranean environments: Use of yield, morphological and physiological traits. *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas* 273-305.
2. Ahmad, R., H. Saleem, Q. N. Ahmad and K. H. Shah. 2003. Yield potential and stability of nine wheat varieties under water stress conditions. *International Journal of Agriculture and Biology* 5(1): 7-9.
3. Ahmad, I., I. Khaliq, A. S. Khan and M. Farooq. 2014. Screening of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance on the basis of seedling traits. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 51: 367-372.
4. Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. *Irrigation and Drainage* 7-136.
5. Akbarian, A., A. Arzani, M. Salehi and M. Salehi. 2011. Evaluation of triticale genotypes for terminal drought tolerance using physiological traits. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 81(12): 1110-1115.
6. Anderberg, M. R. 1973. Cluster Analysis for Applications, Academic Press, New York.
7. Arzani, A. and M. Ashraf. 2017. Cultivated Ancient Wheats (*Triticum* spp.): A Potential Source of Health-Beneficial Food Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16(3): 477-488.
8. Bahrami, F., A. Arzani and V. Karimi. 2014. Evaluation of yield based drought tolerance indices for screening safflower genotypes. *Agronomy Journal* 106(4): 1219-1224.
9. Bennani, S., N. Nsarellah, M. Jlibene, W. Tadesse, A. Birouk and H. Ouabbou. 2017. Efficiency of drought tolerance indices under different stress severities for bread wheat selection. *Australian Journal of Crop Science* 11(04): 395-405.
10. Blum, A. 2011. Plant breeding for water-limited environments.Springer New York.
11. Bouslama, M. and W. T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybean. I: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science* 24: 933-937.
12. Cabello, R., F. D. Mendiburu, P. Monneveux and M. Bonierbale. 2013. Comparison of yield based drought tolerance indices in improved varieties, genetic stocks and landraces of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Euphytica* 193: 147-156.
13. Campuzano, G. E., D. I. Miralles and G. A. B. Slafer. 2008. Genotypic variability and response to water stress of pre- and post-anthesis phases in Triticale. *European Journal of Agronomy* 28: 171-177.
14. Cattivelli, L., F. Rizza, F. W. Badeck, E. Mazzucotelli, A. M. Mastrangelo, E. Francia, C. Mare, A. Tondelli and A. M. Stanca. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research* 105: 1-14.
15. Chandrashekhar, M., M. H. Rahman and C. Mahto. 1998. Genetic variability of some quantitative characters in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Research, Birsa Agricultural University* 10: 161-165.
16. Dencic, S., R. Kastori and B. Kobiljski. 2000. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica* 113: 43-52.
17. Ehdaie, B. and J. G. Waines. 1993. Variation in water use efficiency and its components in wheat. *Crop Science* 33: 294-299.
18. Farokhzad, S., H. Shahsavand Hasani and Gh. Mohammadinjad. 2014. Study of genetic diversity in early tritipyrum, triticale and bread wheat Genotypes. *Journal of Agronomy Scieneces* 6(9): 93-112.
19. Farshadfar, N., G. Jahanbakhsh, M. Gaffari and A. Ebadi. 2017. Evaluation of some agronomic traits and estimation of drought resistance indices for seed yield in sunflower inbred lines under with and without water stress. *Iranian Journal of Dryland Agriculture* 5(2): 225-239. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

20. Farshadfar, E. and J. Javadinia. 2011. Evaluation of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for drought tolerance. *Seed and Plant Improvment Journal* 27(4): 517-537. (In Farsi).
21. Fernandez. G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of the International Symposium Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress, Asian Vegetable Research and Development Center Publication. Tainan, Taiwan.
22. Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 897-912.
23. Golabadi, M., A. Arzani and S. A. M. Mirmohamadi Maibody. 2006. Assessment of drought tolerance in segregation population in durum wheat. *African Journal of Agricultural Research* 1: 162-171.
24. Jalalifar, S., S. S. Moosavi, M. R. Abdollahi, M. Chaichi and H. Mazaherylaghab. 2013. Evaluation of tolerance to drought stress in some bread wheat cultivars using old and new indices. *Plant Production Technology* 12: 12-26.
25. Kamrani. M., A. Farzi and M. Shiri. 2017. Evaluation of drought tolerance in some wheat using drought tolerance indices. *Journal of Crop Breeding* 9(23): 9-17. (In Farsi).
26. Khodarahmpour, Z., R. Choukan, M. R. Bihamta and E. M. Hervan. 2011. Determination of the best heat stress tolerance indices in maize (*Zea mays* L.) inbred lines and hybrids under Khuzestan Province conditions. *Journal Agricultural Science and Technology* 13: 111-121. (In Farsi).
27. Kristin, A. S., R. R. Serna, F. I. Perez, B. C. Enriques, J. A. A. Gallegos, P. R. Vallego, N. Wassimi and J.D. Kelley. 1997. Improving common bean performance under drought stress. *Crop Science* 37: 43-50.
28. Lan, J. 1998. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica* 7: 85-87.
29. Lonbani, M. and A. Arzani. 2011. Morpho-physiological traits associated with terminal droughtstress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy Research* 9 (1-2): 315-329.
30. Manes, Y., H. Gomez, L. Puhl, M. Reynolds, H. Braun and R. Trethowan. 2012. Genetic yield gains of the CIMMYT international semi-arid wheat yield trials from 1994 to 2010. *Crop Science* 52: 1543-1552.
31. Marti, J. and G. A. Slafer. 2014. Bread and Durum wheat yield under a wide rang of environmental conditions. *Field Crops Research* 156: 258-271.
32. Majidi, M. M., M. Jafarzadeh, F. Rasshidi and A. F. Mirlohi. 2014. Identification of rapeseed cultivars with drought tolerance indices. *Iranian Crop Sciences* 4: 565-573. (In Farsi).
33. Mohammadi, M., R. Karimizadeh and M. Abdipour. 2011. Evaluation of drought tolerance in bread wheat genotypes under dryland and supplemental irrigation conditions. *Australian Journal of Crop Science* 5: 487-493.
34. Moosavi, S. S., B. Yazdi Samadi, M. R. Naghavi, A. A. Zali, H. Dashti and A. Pourshahbazi. 2008. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert* 12: 165-178.
35. Mohammed, A. K. and F. A. Kadhem. 2017. Screening drought tolerance in bread wheat genotypes (*Triticum aestivum*) using drought indices and multivariate analysis. *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences* 48: 41-51.
36. Nazari, L. and H. Pakniat. 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. *Jornal of Applied Sciences* 10(2):151-156.
37. Nouri, A., A. R. Etminan, J. A.Teixeira Dasilva and R. Mohammadi. 2011. Assessment of yield, yield-related traits and drought tolerance of durum wheat genotypes (*Triticum turgidum* var. durum Desf.). *Australian Journal of Crop Science* 5(1): 8-16.
38. Naghavi, M. R., M. Moghadam, M. Torgia and M. R. Shakiba. 2016. Evaluation of spring wheat cultivars based on drought resistance indices. *Journal of Crop Breeding* 8(17): 192-207. (In Farsi).
39. Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1981 Theoretical aspects of selections for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science* 21: 943-946.
40. Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crops Research* 98: 222- 229.
41. Shanazari, M., P. Golkar and S. A. M. Maibody. 2017. Metabolic response of different genotypes of bread wheat, triticale, and tritipyrum to drought stress. *Archives of Agronomy and Soil Science* 0365-0340.
42. Talebi, R., F. Fayaz and N. Naji. 2009. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *General and Applied Plant Physiology* 35(1-2): 64-74.
43. Thomas, H., S. J. Dalton, C. Evans, K. H. Chorlton and I. D. Thomas. 1996. Evaluating drought resistance in germplasm of meadow fescue. *Euphytica* 92: 401-411.
44. Yong, Z. Y., Z. He, A. Zhang, M. Van Ginkel and G. Ye. 2006. Pattern analysis on grain yield performance of Chinese and CIMMYT spring wheat cultivars sown in China and CIMMYT. *Euphytica* 147: 409-420.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 10, No. 4, Winter 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Using Drought Tolerance Indices in Evaluation of Some Wheat, Triticale and Tritipyrum Genotypes

M. Shanazari[1], P. Golkar[2, 3*], S. A. M. Mirmohammady Maibody[4] and H. Shahsavand-Hassani[5]

(Received: January 07-2020; Accepted: June 02-2020)

Abstract

To evaluate drought tolerance in bread wheat, tritipyrum and triticale genotypes, 27 different genotypes were grown as a randomized complete block design under two irrigation regimes (control and drought) in two locations (Isfahan and Shiraz) during two growing seasons (2016 and 2017). Based on grain yield, several indices including stress tolerance index (STI), tolerance index (TOL), susceptibility index (SSI), mean productivity index (MP), geometric mean productivity index (GMP), drought sensitivity index (SDI), drought index (RDI), stress susceptibility percentage index (SSPI), Harmonic mean index (HARM) and Yield stability index (YSI) were calculated. According to the results of genotypes ranking in Isfahan region, triticale lines had the highest values of MP, GMP and STI indices over two years of study. In Shiraz region, triticale lines (4115 and 4116) had the highest values for drought tolerance indices. According to SSI and TOL indices, (triticale) and wheat genotypes (Bam, Omid and Alvand) were evaluated as drought tolerant genotypes in Isfahan region and Alvand and KaCr4 genotypes in Shiraz region in two years of evaluation. According to the correlation analyses, MP, GMP, HARM and STI indices had a positive and high correlation with grain yield in both stress and non-stress environments in both Isfahan and Shiraz regions. Superior-tolerant genotypes can be used in breeding programs to increase drought tolerance in future.

Keywords: Tritipyrum, Triticale, Drought stress, Seed yield, Tolerance indices.

1, 4. Graduate Student and Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
2, 3. Assistant Professor, Department of Natural Resources and Research Institute for Biotechnology and Bioengineering Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
5. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
*: Corresponding Author, Email: poorangolkar@gmail.com

www.SID.ir