

مقایسه ارقام گندم با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش گرمای آخر فصل در اهواز

علی مشتقی^{۱*}، سید عطاالله سیادت^۱، خلیل عالمی سعید^۲، عبدالمهدی بخشنده^۴ و محمد رضا جلال کمالی^۵

۱- نویسنده مسؤول: دانشجوی سابق دکتری زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، (Alimoshatati@gmail.com)

۲، ۳- به ترتیب استاد، استادیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۵- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۹

چکیده

شاخص‌های زیادی برای مقایسه تحمل و حساسیت گیاهان زراعی نسبت به تنش‌های محیطی معرفی شده‌اند. به منظور مقایسه ارقام گندم نان بهاره با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش گرمای آخر فصل در اهواز، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در سال‌های زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۸-۱۳۸۷ به صورت بلوک‌های نواری که فاکتورهای آزمایشی شامل چهار تاریخ کاشت {۱۵ آبان (زودهنگام)، ۱۵ آذر (به‌هنگام)، ۱۵ دی (دیرهنگام) و ۱۵ بهمن ماه (خیلی دیر)} در کرت‌های طولی و ۲۰ رقم گندم نان بهاره در کرت‌های عرضی بودند، با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که ارقام مورد مقایسه از نظر صفت عملکرد دانه از لحاظ شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل (TI)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هارمونیک (HM)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص رتبه‌بندی (Rank)، میانگین بهره‌وری هندسی (GPM)، شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص عملکرد (YI)، شاخص تحمل تنش تعدیل شده برای شرایط مطلوب (MSTI1)، شاخص تحمل تنش تعدیل شده برای شرایط نامطلوب (MSTI2) و شاخص درصد کاهش عملکرد (YRPI) تفاوت معنی‌دار داشتند. به طور کلی، بهترین شاخص برای ارزیابی تحمل و حساسیت ارقام گندم نسبت به تنش گرمای آخر فصل، شاخص تحمل تنش (STI) بود که براساس آن، متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام، به ترتیب ویریناک و روشن بودند.

کلید واژه‌ها: گندم، ارقام، تاریخ کاشت، شاخص حساسیت به تنش، شاخص تحمل تنش

مقدمه

متعددی بر اساس عملکرد دانه معرفی شده‌اند. در ابتدا فیشر و مائورر^۱ (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش (SSI^۲) را به‌عنوان معیاری برای تشخیص ارقام حساس پیشنهاد کردند. مقدار کمتر این شاخص، نشان دهنده تغییرات کمتر عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و در نتیجه پایداری بیشتر آن ژنوتیپ است. با استفاده از این شاخص، ژنوتیپ‌هایی که در محیط تنش نسبت به محیط بدون تنش، کاهش

در استان خوزستان، تنش گرمای انتهای فصل، باعث کاهش عملکرد دانه گندم نان می‌شود. یکی از اهداف مهم در برنامه‌های به‌نژادی، معرفی یک یا چند رقم سازگار از لحاظ فیزیولوژیک برای کشت در یک یا چند منطقه است. در این راستا واکنش ارقام در محیط‌های مختلف، بررسی و نتایج جهت به‌کارگیری عملی ارائه می‌شوند (رادمهر، ۱۳۷۶). برای مقایسه، شناسایی و انتخاب ارقام متحمل گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی مختلف، شاخص‌های اندازه‌گیری

1- Fischer & Maurer

2- Stress susceptibility index

شرایط غیرتنش نمی باشد و موجب انتخاب ارقامی می شود که در شرایط مطلوب عملکرد بالایی داشته ولی در شرایط نامطلوب عملکرد پایینی داشته باشند. بوسلاما و چاپوق^۵ (۱۹۸۴) برای تفکیک ارقام متحمل از حساس، شاخص پایداری عملکرد (YSI^۶) را معرفی نموده اند. براساس این شاخص، ارقام متحمل شاخص پایداری عملکرد بالاتری دارند. نصار و هان^۷ (۱۹۸۷) شاخص رتبه بندی (Rank^۸) را برای تعیین ارقام متحمل پیشنهاد کرده اند، که بر اساس این شاخص، ارقام متحمل رتبه عملکرد بهتری در تمام شرایط دارند، یعنی هرچه شاخص عددی رقمی کمتر باشد، آن رقم متحمل تر است. بنابراین کلیه شاخص های فوق قادر به شناسایی ارقام با عملکرد بالا در محیط تنش و بدون تنش، از ارقام با عملکرد بالا در محیط تنش نمی باشند. ژنوتیپ ها را می توان به چهار گروه با عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش (A)، عملکرد بالا در شرایط بدون تنش (B)، عملکرد بالا در شرایط تنش (C) و عملکرد پایین در هر دو محیط (D) تقسیم کرد (فرناندز^۹، ۱۹۹۲). ایشان بیان کرد که انتخاب براساس شاخص TOL، گروه های B و D را تفکیک کرده و باعث افزایش عملکرد ژنوتیپ ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش می شود، ولی این شاخص نمی تواند گروه های A از B را تشخیص دهد. همچنین زمانی که اختلاف نسبی زیادی بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش موجود باشد، شاخص MP به سمت عملکرد در شرایط بدون تنش تمایل دارد، لذا برای رفع این مشکل، وی شاخص میانگین بهره وری هندسی (GPM^{۱۰}) را ارائه کرد. این شاخص بر اساس میانگین هندسی عملکرد ژنوتیپ ها تحت شرایط تنش و بدون تنش محاسبه شده، به سمت عملکرد در شرایط بدون

عملکرد کمتری دارند، قابل تمایز هستند. براساس ماهیت عددی شاخص حساسیت به تنش، این شاخص با تغییرات عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب، رابطه مستقیمی دارد، بنابراین در شرایط تنش، کاهش عملکرد یک رقم نسبت به سایر ارقام را به خوبی نشان می دهد. به هر حال ممکن است رقمی که با استفاده از این شاخص، حساسیت و شیب تغییرات کمی برای عملکرد دانه داشته باشد، پتانسیل عملکرد کمی در شرایط مطلوب و تنش داشته و مناسب معرفی به عنوان رقم متحمل برای شرایط تنش نباشد. روزیل و هامبلین^۱ (۱۹۸۱) شاخص تحمل (TOL^۲) را به عنوان تفاوت بین عملکرد در شرایط مناسب و شرایط تنش معرفی کرده اند. مقدار زیادتر این شاخص نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش می باشد، لذا ژنوتیپ ها بر اساس مقادیر کمتر این شاخص انتخاب می شوند. این شاخص، مشابه شاخص حساسیت به تنش، قادر به تشخیص ارقام با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و غیرتنش از ارقام با عملکرد مناسب در شرایط غیرتنش نمی باشد و انتخاب براساس این شاخص، سبب انتخاب ارقامی می شود که تحت شرایط بدون تنش، عملکرد پایینی، ولی در شرایط تنش عملکرد بالقوه بالایی دارند، این محققین همچنین میانگین بهره وری (MP^۳) را به عنوان متوسط عملکرد در شرایط غیرتنش و تنش و میانگین هارمونیک (HM^۴) را پیشنهاد کرده اند. با استفاده از این شاخص ها امکان تفکیک ژنوتیپ هایی که در شرایط تنش عملکرد نسبی بالاتری دارند، نسبت به ژنوتیپ هایی که فقط در شرایط بدون تنش عملکرد بالاتری داشته باشند، وجود دارد. شاخص میانگین بهره وری نیز به انتخاب ارقام با عملکرد بالقوه بالاتر و تحمل به تنش پائین تر تمایل داشته و قادر به تشخیص ارقام با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و غیرتنش از ارقام با عملکرد مناسب در

5- Bouslama & Schapaugh

6- Yield stability index

7- Nassar & Huhn

8- Ranking index

9- Fernandez

10- Geometric productivity mean

1- Rosielle & Hamblin

2- Tolerance index

3- Productivity mean

4- Harmonic mean

کردند. در این شاخص، ارقام متحمل در شرایط تنش درصد کاهش عملکرد کمتری دارند. با مطالعه هر یک از شاخص‌های تحمل به تنش، به نظر می‌رسد که جهت معرفی ارقام پایدار در شرایط سخت محیطی، کاربرد یک شاخص به تنهایی منجر به نتایج مطلوب نشود و همچنین با توجه به اینکه هر یک از شاخص‌های استفاده شده در ارزیابی ارقام در شرایط تنش، مزایا و معایب خاص خود را دارند، لذا به نظر می‌رسد که استفاده از هر یک از شاخص‌ها به تنهایی، روش مفیدی برای ارزیابی ارقام مختلف به شرایط تنش و مطلوب نیست و به منظور رفع معایب شاخص‌ها و افزایش دقت و کارایی در تعیین ارقام متحمل و حساس به تنش، تا حد امکان استفاده از شاخص‌های مختلف به طور همزمان ضروری است، زیرا با ارزیابی ارقام با شاخص‌های مختلف، گروه‌بندی دقیق‌تر آنها امکان‌پذیر است (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). اخیراً نجفیان^۶ (۲۰۰۹) با مقایسه ۲۹۱ ژنوتیپ گندم از نظر بعضی از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش، اعلام نموده که انتخاب ارقام متحمل بر اساس دو شاخص STI و SSI نسبت به انتخاب ارقام بر اساس هر کدام از دو شاخص فوق به تنهایی، کارایی بالاتری دارد و بهتر است که ابتدا ارقام را بر اساس STI بالا انتخاب کرده و در بین ارقام انتخابی، ارقام دارای SSI پایین را به عنوان ارقام متحمل معرفی کرد. در این رابطه رادمهر و همکاران (۱۳۷۵) در آزمایشی با بررسی تاثیر تنش گرمای آخر فصل بر عملکرد و شاخص حساسیت به تنش ارقام گندم در اهواز اعلام کرده‌اند که ژنوتیپ ۶۷۱۰۹ کمترین شاخص (۰/۶۶) و ژنوتیپ Cd(Europ)3 بیشترین شاخص (۱/۵۸) را داشتند. با این حال تاکنون شاخص‌های تحمل تنش برای مقایسه تحمل و حساسیت ارقام گیاهان زراعی نسبت به تنش گرما به طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته و هیچ شاخصی در این زمینه انتخاب و معرفی نشده است. از نظر منطقی شاخصی برای انتخاب ارقام متحمل مناسب

تنش تمایل ندارد و قادر به تفکیک بهتر ارقام گروه A می‌باشد، ولی از آنجایی که به مقادیر متفاوت عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش حساسیت کمی دارد، فرناندز شاخص دیگری تحت عنوان شاخص تحمل تنش^۱ (STI) را به منظور تعیین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالقوه بیشتر در شرایط تنش و بدون تنش و با پتانسیل تحمل تنش بالاتر معرفی کرد که می‌تواند گروه‌های B و C را از یکدیگر تفکیک کند. این شاخص، شدت تنش و مقادیر عملکرد در دو محیط را در نظر می‌گیرد و می‌تواند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر ژنوتیپ‌ها تفکیک کند، لذا شاخص مناسبی برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش می‌باشد. بر اساس این شاخص، ژنوتیپ‌های متحمل‌تر و پایدارتر مقادیر عملکرد بالاتری در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارند. به طور کلی وی معتقد است که در تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش، مقادیر بالای GPM و STI کارآمدتر بوده و همبستگی بین شاخص تحمل تنش و میانگین هندسی بهره‌وری را یک اعلام کرد. گاووزی و همکاران^۲ (۱۹۹۷) برای مقایسه ارقام، شاخص عملکرد^۳ (YI) را معرفی کردند. در این شاخص، رقمی که در شرایط تنش عملکرد بالایی دارد، نسبت به بقیه ارقام، متحمل‌تر می‌باشد. نادری و همکاران (۱۳۷۸) شاخص تحمل تنش تعدیل شده^۴ (MSTI) که به صورت KiSTI محاسبه می‌شود، را معرفی نمودند. در این شاخص، مقدار Ki ضریب تصحیح کننده STI است که با توجه به شرایط محیطی منطقه و احتمال بروز شرایط مطلوب و نامطلوب در آن منطقه محاسبه می‌شود و شاخص تحمل تنش فرناندز را به صورت وزنی تصحیح می‌کند. چوگان و همکاران (۱۳۸۵) شاخص کاهش عملکرد^۵ (YRI) را پیشنهاد

1- Stress tolerance index

2- Gavuzzi *et al.*

3- Yield index

4- Modified stress tolerance index

5- Yield reduction index

مشتطی و همکاران: مقایسه ارقام گندم با استفاده از شاخص های...

بهترین والد بومی ایران در بسیاری از تلاقی های موفق داخلی شرکت داشته است و سایر ارقام که جزء ارقام در حال کشت در مناطق گرم کشور هستند که همگی به کمک یک آزمایش مزرعه ای در سال قبل از انجام این تحقیق، انتخاب شدند. هر کرت فرعی شامل ۱۰ خط کشت دو متری به فاصله ۲۰ سانتی متر از هم (چهار متر مربع) با تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع بود. تمامی عملیات داشت از جمله آبیاری، کوددهی و مبارزه با علف های هرز برحسب توصیه های مراکز تحقیقاتی طوری انجام شد که گیاه با تنش دیگری مواجه نشود و فقط تنش گرما بر ژنوتیپ های مورد بررسی تاثیر بگذارد. در زمان برداشت دو خط اول و آخر و همچنین نیم متر از هر طرف بقیه خطوط به عنوان حاشیه حذف و سطح باقی مانده (۱/۶ متر مربع) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هر کرت برداشت شد. در این مطالعه شاخص های حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین بهره وری (MP)، میانگین هارمونیک (HM)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص رتبه بندی (Rank)، میانگین بهره وری هندسی (GPM)، شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص عملکرد (YI)، شاخص تحمل تنش تعدیل شده برای شرایط مطلوب (MSTI1)، شاخص تحمل تنش تعدیل شده برای شرایط نامطلوب (MSTI2) و شاخص درصد کاهش عملکرد (YRPI) برای عملکرد دانه با استفاده از فرمول های زیر محاسبه شدند:

است که اولاً بتواند ارقام متحمل از حساس را مشخص کند، ثانیاً نتایج آن در مناطق مختلف تغییر نکند و ثالثاً کمتر تحت تاثیر عوامل غیرقابل کنترل قرار بگیرد. مقایسه و انتخاب شاخص های مناسب ارزیابی تحمل و حساسیت ارقام گندم نان بهاره نسبت به تنش گرمای آخر فصل، از لوازم اولیه انتخاب ارقام مناسب مناطق گرم است.

مواد و روش ها

این تحقیق در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در ملاثانی در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه، ارتفاع ۴۰ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۲۰۰ میلی متر اجرا شد. آزمایش به صورت بلوک های نواری بر اساس طرح پایه بلوک های کامل تصادفی که عوامل آزمایشی آن شامل چهار تاریخ کاشت {۱۵ آبان (زود هنگام)، ۱۵ آذر (به هنگام)، ۱۵ دی (دیر هنگام) و ۱۵ بهمن ماه (خیلی دیر)} در کرت های طولی و ۲۰ رقم گندم نان بهاره (شعله، اروند، چناب، فلات، چمران، ویریناک، پیشتاز، روشن، اترک، اس ۸۰-۱۸، استار، اینیا، بولانی، بیات، داراب، دز، کویر، مارون، هامون و هیرمند) در کرت های عرضی بودند، با سه تکرار انجام شد. در بین ارقام، شش رقم اول یا سابقاً کشت می شدند یا در حال حاضر در سطح وسیع در خوزستان کشت می شوند، رقم پیشتاز که با توجه به سوابق، حساسیت آن معلوم بود، رقم روشن که به عنوان

$$\begin{aligned} SSI &= [1 - (Y_s/Y_p)] / [1 - (\bar{Y}_s/\bar{Y}_p)] & \text{(رابطه ۱)} \\ MP &= (Y_p + Y_s) / 2 & \text{(رابطه ۳)} \\ YSI &= Y_s / Y_p & \text{(رابطه ۵)} \\ GPM &= (Y_p \cdot Y_s)^{1/2} & \text{(رابطه ۷)} \\ YI &= Y_s / \bar{Y}_s & \text{(رابطه ۹)} \\ MSTI2 &= (Y_s^2 / \bar{Y}_s^2) \cdot STI & \text{(رابطه ۱۱)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TOL &= Y_p - Y_s & \text{(رابطه ۲)} \\ HM &= [2(Y_p \cdot Y_s)] / (Y_p + Y_s) & \text{(رابطه ۴)} \\ Rank &= \sum R_n & \text{(رابطه ۶)} \\ STI &= (Y_s \cdot Y_p) / \bar{Y}_p^2 & \text{(رابطه ۸)} \\ MSTI1 &= (Y_p^2 / \bar{Y}_p^2) \cdot STI & \text{(رابطه ۱۰)} \\ YRPI &= [(Y_p - Y_s) / Y_p] \cdot 100 & \text{(رابطه ۱۲)} \end{aligned}$$

تجزیه واریانس، به غیر از شاخص های MSTII و MSTI2، بقیه شاخص ها از نظر دقت ($CV \leq 15\%$) برای تشخیص ارقام متحمل به گرما مناسب بودند. بنابراین در انتخاب رقم برای منطقه، باید این شاخص ها مورد توجه قرار گیرند.

اثر سال: مقایسه میانگین دو سال تحقیق (جدول ۲) نشان داد که سال فقط بر شاخص های MP، HM، GPM و STI تاثیر معنی دار داشت، به طوری که در شاخص های معنی دار شده، سال دوم مقدار عددی بیشتری داشت، یعنی ارقام مورد مقایسه، بر اساس این شاخص ها در سال دوم تحقیق متحمل تر بودند، که این موضوع احتمالا به دلیل تنش گرمای ملایم تر در سال دوم می باشد. بر اساس اطلاعات جدول ۲، در هر دو سال تحقیق مقدار عددی شاخص ها تقریبا یکسان بوده و تفاوت های جزئی موجود را می توان به تغییرات آب و هوایی و یا احتمالا اشتباه در اندازه گیری ها نسبت داد. از طرف دیگر با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت که شاخص های معنی دار شده (MP، HM، GPM و STI)، نسبت به تغییرات سالانه حساسیت بیشتری داشته و این تغییرات را بهتر نشان می دهند.

تفاوت ارقام: در این قسمت، ارقام گندم از نظر شاخص های مقایسه تحمل و حساسیت نسبت به تنش گرمای آخر فصل مقایسه می شوند:

شاخص حساسیت به تنش (SSI): مقایسه میانگین شاخص حساسیت به تنش ارقام (جدول ۳) نشان داد که رقم هامون (۱/۱۴) بیشترین حساسیت (کمترین تحمل) و رقم مارون (۰/۷۷) کمترین حساسیت (بیشترین تحمل) را داشتند. یعنی رقم مارون تغییرات عملکرد کمی در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب داشته و در نتیجه پایداری عملکرد بالاتری دارد. در این رابطه رادمهر و همکاران (۱۳۷۵) در آزمایشی با بررسی تاثیر تنش گرمای آخر فصل بر عملکرد و شاخص حساسیت به تنش ارقام گندم در اهواز اعلام کردند که ژنوتیپ ۶۷۱۰۹ کمترین شاخص

در فرمول های فوق R_n ، \bar{Y}_s ، \bar{Y}_p ، Y_s ، Y_p به ترتیب یعنی میانگین عملکرد دانه هر رقم تحت شرایط مناسب (تاریخ کشت دوم: ۱۵ آبان)، میانگین عملکرد دانه هر رقم تحت شرایط تنش گرمای آخر فصل (تاریخ کشت چهارم: ۱۵ بهمن)، میانگین عملکرد تمام ارقام تحت شرایط مناسب، میانگین عملکرد تمام ارقام تحت شرایط تنش گرمای آخر فصل و میانگین رتبه رقم مورد نظر در شرایط مختلف (تاریخ های کاشت) می باشد. تجزیه و تحلیل شاخص های محاسبه شده به صورت یک آزمایش دو ساله با ۲۰ رقم در قالب سه بلوک کامل تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسات میانگین با روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس شاخص های مقایسه تحمل و حساسیت ارقام گندم نسبت به تنش گرمای آخر فصل (جدول ۱) نشان داد که سال تاثیر معنی دار بر شاخص های MP، HM، GPM و STI داشت، همچنین ارقام مورد مقایسه از نظر تمامی شاخص های محاسبه شده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد نشان دادند. گرچه ارقام مورد مطالعه از نظر شاخص های تحمل و حساسیت به تنش گرما تنوع زیادی داشتند، ولی ضریب تغییرات محاسبه شده برای شاخص ها نشان داد که شاخص های SSI، YRI و MP با نوسانات به ترتیب ۴/۱، ۴/۱ و ۴/۶ درصد، دقیق ترین شاخص ها بوده و شاخص های MSTI2 با تغییرات ۳۲/۶ درصد و MSTII با نوسانات ۱۷/۹ درصد، کم دقت ترین شاخص ها بودند، که علت آن چند نوبت استفاده از یک صفت و ترکیب چندین صفت در قالب یک فرمول است که به تکرار خطاهای آن ها در فرمول، کاهش ارزش این دو شاخص و عدم توانایی آن ها در شناسایی و تفکیک مناسب ارقام متحمل و حساس منجر شد، در حالی که سایر شاخص ها از ضریب تغییرات منطقی (زیر ۱۵ درصد) برخوردار بودند. بر اساس نتایج

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب شاخص های مقایسه ارقام گندم از نظر تحمل و حساسیت نسبت به تنش گرمای آخر فصل در دو سال زراعی ۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷

میانگین مربعات												درجه آزادی	منابع تغییرات
YRI	MSTI2	MSTI1	YI	STI	GPM	Rank	YSI	HM	MP	TOL	SSI		
۳۲/۳ ^{ns}	۰/۰۰۴۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۴۳ ^{**}	۰/۹۳۶ ^{**}	۰/۰ ^{ns}	۰/۰۰۳۱ ^{ns}	۰/۹۶ ^{**}	۰/۸۲ ^{**}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۱	سال
۲۵/۵	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۲۱۴	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰	۰/۰۰۲۶	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۳۱	۰/۰۰۵۰	۴	بلوک (سال)
۲۴۷/۸ ^{**}	۰/۱۶۱۷ ^{**}	۰/۰۷۵۴۱ ^{**}	۰/۱۸۲ ^{**}	۰/۰۲۴۰ ^{**}	۰/۷۵۹۳ ^{**}	۷۲/۵ ^{**}	۰/۰۲۴۸ ^{**}	۰/۸۷ ^{**}	۰/۹۱ ^{**}	۳/۳۶ ^{**}	۰/۰۴۹۱ ^{**}	۱۹	رقم
۵/۲ ^{ns}	۰/۰۰۲۰ ^{ns}	۰/۰۰۱۶۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۱۰ ^{ns}	۱۹	سال × رقم
۸/۵	۰/۰۱۱۰	۰/۰۰۳۰۷	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۲	۰/۰۳۵	۱/۹	۰/۰۰۰۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۷۸	۰/۰۰۱۷	۷۶	اشتباه
۴/۱	۳۲/۶	۱۷/۹	۹/۵	۱۱/۸	۵/۸	۱۳/۱	۹/۹	۷/۸	۴/۴	۶/۵	۴/۱		ضریب تغییرات (درصد)

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

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص های مقایسه ارقام گندم از نظر تحمل و حساسیت نسبت به تنش گرمای آخر فصل در دو سال زراعی ۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷

سال	YRI	MSTI2	MSTI1	YI	STI	GPM	Rank	YSI	HM	MP	TOL	SSI
۱۳۸۶-۸۷	۷۱/۰۶۶ ^a	۰/۳۱۵ ^a	۰/۳۱۰ ^a	۱/۰۰۰ ^a	۰/۲۸۴ ^b	۳/۱۵ ^b	۱۰/۵۰ ^a	۰/۲۸۹ ^a	۲/۶۱ ^b	۳/۸۲ ^b	۴/۲۶ ^a	۰/۹۹۳ ^a
۱۳۸۷-۸۸	۷۰/۰۲۹ ^a	۰/۳۲۸ ^a	۰/۳۰۹ ^a	۱/۰۰۰ ^a	۰/۲۹۷ ^a	۳/۳۳ ^a	۱۰/۵۰ ^a	۰/۳۰۰ ^a	۲/۷۹ ^a	۳/۹۸ ^a	۴/۳۳ ^a	۰/۹۹۵ ^a
LSD	۲/۵۵۸	۰/۰۱۶	۰/۰۲۳	۰/۰۳۹	۰/۰۰۶	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۲۶	۰/۰۶۳	۰/۰۸۱	۰/۲۸۰	۰/۰۳۶

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین ارقام گندم از نظر شاخص‌های مقایسه تحمل و حساسیت نسبت به تنش گرمای آخر فصل در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۸۸-۱۳۸۷

ردیف	نام رقم	Yp(t/ha)	Ys(t/ha)	SSI	TOL	MP	HM	YSI	Rank	GPM	STI	YI	MSTI1	MSTI2	YRI(%)
۱	اترک	۵/۹۱ ^{ef}	۲/۰۹ ^{ab}	۰/۹۱ ^{hij}	۳/۸۲ ⁱ	۴/۰۰ ^{def}	۳/۰۸ ^{abc}	۰/۳۵۴ ^{bcd}	۱۰/۴ ^{fg}	۳/۵۱ ^{bcd}	۰/۳۳۷ ^{bc}	۱/۱۹ ^{ab}	۰/۳۲۳ ^{cdef}	۰/۴۸۰ ^b	۶۴/۶ ^{hij}
۲	اروند	۶/۶۴ ^{bc}	۲/۱۷ ^a	۰/۹۵ ^{gh}	۴/۴۷ ^{fgh}	۴/۴۰ ^{ab}	۳/۲۷ ^{ab}	۰/۳۲۷ ^{de}	۷/۰ ^{bc}	۳/۷۹ ^a	۰/۳۹۴ ^a	۱/۲۴ ^a	۰/۴۷۷ ^{ab}	۰/۶۱۷ ^a	۶۷/۳ ^{gh}
۳	S8018	۶/۱۶ ^{de}	۱/۷۴ ^{de}	۱/۰۱ ^{def}	۴/۴۳ ^{fgh}	۳/۹۵ ^{ef}	۲/۷۰ ^{fgh}	۰/۲۸۲ ^{fgh}	۱۰/۹ ^{fgh}	۳/۲۷ ^e	۰/۲۹۳ ^d	۰/۹۹ ^{de}	۰/۳۰۳ ^{defg}	۰/۳۰۰ ^{def}	۷۱/۸ ^{def}
۴	استار	۵/۸۱ ^f	۱/۳۰ ^f	۱/۰۹ ^{ab}	۴/۵۲ ^{efg}	۳/۵۵ ^{hi}	۲/۱۲ ⁱ	۰/۲۲۳ ^{jk}	۱۱/۸ ^{ghi}	۲/۷۴ ^{gh}	۰/۲۰۶ ^{fg}	۰/۷۴ ^f	۰/۲۱۸ ^{hij}	۰/۱۱۴ ^g	۷۷/۷ ^{ab}
۵	اینیا ۶۶	۴/۷۶ ⁱ	۱/۸۳ ^{cde}	۰/۸۷ ^j	۲/۹۴ ^j	۳/۳۰ ^{jk}	۲/۶۴ ^{fgh}	۰/۳۸۴ ^b	۱۵/۸ ^l	۲/۹۵ ^{fg}	۰/۲۳۸ ^{ef}	۱/۰۴ ^{cde}	۰/۱۴۹ ^k	۰/۲۵۸ ^{def}	۶۱/۹ ^j
۶	بولانی	۵/۵۱ ^g	۱/۶۴ ^e	۰/۹۹ ^{efg}	۳/۸۶ ⁱ	۳/۵۸ ^{hi}	۲/۵۳ ^{gh}	۰/۲۹۹ ^{efg}	۱۲/۵ ^{ij}	۳/۰۱ ^f	۰/۲۴۸ ^e	۰/۹۴ ^e	۰/۲۴۹ ^{ghi}	۰/۲۲۳ ^{efg}	۷۰/۱ ^{efg}
۷	بیات	۶/۹۲ ^{ab}	۱/۹۰ ^{bcd}	۱/۰۲ ^{de}	۵/۰۱ ^{abcd}	۴/۴۱ ^{ab}	۲/۹۸ ^{cde}	۰/۲۷۶ ^{gh}	۴/۰ ^a	۳/۶۳ ^{abc}	۰/۳۶۰ ^{ab}	۱/۰۹ ^{bcd}	۰/۴۷۱ ^{ab}	۰/۴۲۵ ^{bc}	۷۲/۴ ^{de}
۸	پیشتاز	۶/۴۸ ^c	۱/۶۶ ^e	۱/۰۵ ^{cd}	۴/۸۱ ^{cde}	۴/۰۷ ^{de}	۲/۶۴ ^{fgh}	۰/۲۵۷ ^{hi}	۸/۶ ^{de}	۳/۲۸ ^e	۰/۲۹۵ ^d	۰/۹۵ ^e	۰/۳۴۱ ^{cde}	۰/۲۷۱ ^{def}	۷۴/۳ ^{cd}
۹	چمران	۷/۱۵ ^a	۱/۹۴ ^{bc}	۱/۰۳ ^{de}	۵/۲۱ ^{ab}	۴/۵۴ ^a	۳/۰۴ ^{bcd}	۰/۲۷۱ ^{gh}	۳/۵ ^a	۳/۷۲ ^{ab}	۰/۳۷۸ ^a	۱/۱۰ ^{bc}	۰/۵۳۰ ^a	۰/۴۶۷ ^b	۷۹/۲ ^{de}
۱۰	چناب	۶/۰۲ ^{ef}	۱/۸۰ ^{cde}	۰/۹۹ ^{efg}	۴/۲۲ ^{gh}	۳/۹۱ ^{ef}	۲/۷۷ ^{efg}	۰/۳۰۰ ^{efg}	۱۲/۱ ^{hi}	۳/۲۹ ^{de}	۰/۲۹۸ ^{cd}	۱/۰۳ ^{cde}	۰/۳۰۰ ^{efg}	۰/۳۲۵ ^{cdef}	۷۰/۱ ^{efg}
۱۱	داراب ۲	۵/۳۹ ^g	۱/۶۶ ^e	۰/۹۷ ^{fg}	۳/۷۳ ⁱ	۳/۵۳ ^{hi}	۲/۵۳ ^{gh}	۰/۳۰۹ ^{ef}	۱۳/۹ ^{hi}	۲/۹۹ ^f	۰/۲۴۴ ^{ef}	۰/۹۵ ^e	۰/۱۹۴ ^{ijk}	۰/۲۲۱ ^{efg}	۶۹/۱ ^{fg}
۱۲	دز	۶/۵۲ ^c	۱/۸۰ ^{cde}	۱/۰۱ ^{def}	۴/۷۲ ^{def}	۴/۱۶ ^{cd}	۲/۸۱ ^{def}	۰/۲۷۷ ^{fgh}	۸/۱ ^{cd}	۳/۴۲ ^{cde}	۰/۳۱۹ ^{cd}	۱/۰۲ ^{cde}	۰/۳۷۱ ^c	۰/۳۳۸ ^{cde}	۷۲/۳ ^{def}
۱۳	روشن	۵/۵۰ ^g	۱/۲۹ ^f	۱/۰۸ ^{bc}	۴/۲۱ ^{gh}	۳/۳۹ ^{ij}	۲/۰۸ ⁱ	۰/۲۳۴ ^{ij}	۱۴/۲ ^k	۲/۶۶ ^h	۰/۱۹۴ ^g	۰/۷۳ ^f	۰/۱۵۳ ^k	۰/۱۰۶ ^g	۷۶/۶ ^{bc}
۱۴	شعله	۴/۶۷ ⁱ	۱/۷۱ ^e	۰/۸۹ ^{ij}	۲/۹۹ ^j	۳/۱۹ ^k	۲/۵۰ ^h	۰/۳۶۷ ^{bc}	۱۴/۳۵ ^{kl}	۲/۸۳ ^{fgh}	۰/۲۱۸ ^{efg}	۰/۹۸ ^e	۰/۱۷۸ ^{jk}	۰/۲۱۰ ^{fg}	۶۳/۳ ^{ij}
۱۵	فلات	۶/۳۸ ^{cd}	۱/۳۱ ^f	۱/۱۲ ^{ab}	۵/۰۷ ^{abc}	۳/۸۴ ^{fg}	۲/۱۶ ⁱ	۰/۲۰۴ ^{jk}	۱۲/۰ ^{hi}	۲/۸۸ ^{fg}	۰/۲۲۸ ^{efg}	۰/۷۴ ^f	۰/۲۵۴ ^{ghi}	۰/۱۳۰ ^g	۷۹/۶ ^{ab}
۱۶	کوبر	۶/۵۲ ^c	۱/۸۰ ^{cde}	۱/۰۱ ^{def}	۴/۷۲ ^{def}	۴/۱۶ ^{cd}	۲/۸۲ ^{def}	۰/۲۷۷ ^{fgh}	۱۰/۱ ^{ef}	۳/۴۲ ^{cde}	۰/۳۲۱ ^{bcd}	۱/۰۳ ^{cde}	۰/۳۷۳ ^c	۰/۳۴۷ ^{cd}	۷۲/۳ ^{def}
۱۷	مارون	۴/۷۰ ^h	۲/۲۷ ^a	۰/۷۷ ^k	۲/۸۰ ^j	۳/۶۷ ^{gh}	۳/۱۳ ^{abc}	۰/۴۵۴ ^a	۱۲/۶ ^{ij}	۳/۴۰ ^{de}	۰/۳۱۶ ^{cd}	۱/۳۰ ^a	۰/۲۳۲ ^{hij}	۰/۵۴۲ ^a	۵۴/۶ ^k
۱۸	هامون	۶/۵۴ ^c	۱/۲۵ ^f	۱/۱۴ ^a	۵/۲۹ ^a	۳/۹۰ ^{ef}	۲/۱۰ ⁱ	۰/۱۹۲ ^k	۱۳/۸ ^{jk}	۲/۸۶ ^{fgh}	۰/۲۲۳ ^{efg}	۰/۷۱ ^f	۰/۲۶۰ ^{fgh}	۰/۱۱۵ ^g	۸۰/۸ ^a
۱۹	هیرمند	۶/۶۰ ^c	۱/۷۰ ^e	۱/۰۵ ^{cd}	۴/۹۰ ^{bcd}	۴/۱۵ ^{cd}	۲/۷۰ ^{fgh}	۰/۲۵۸ ^{hi}	۸/۰ ^{bcd}	۳/۳۵ ^{de}	۰/۳۰۷ ^{cd}	۰/۹۷ ^e	۰/۳۶۷ ^{cd}	۰/۳۰۰ ^{def}	۷۴/۲ ^{cd}
۲۰	ویریناک	۶/۴۳ ^{cd}	۲/۲۴ ^a	۰/۹۲ ^{hi}	۴/۱۹ ^h	۴/۳۳ ^{bc}	۳/۳۲ ^a	۰/۳۴۸ ^{cd}	۶/۵ ^b	۳/۷۹ ^a	۰/۳۹۴ ^a	۱/۲۸ ^a	۰/۴۴۸ ^{ab}	۰/۶۵۳ ^a	۶۵/۲ ^{hi}
	میانگین	۶/۰۵	۱/۷۵	۰/۹۹	۴/۲۹	۳/۹۰	۲/۷۰	۰/۲۹	۱۰/۵	۳/۲۴	۰/۲۹	۱/۰	۰/۳۱	۰/۳۲	۷۰/۵
	LSD	۰/۳۰۴	۰/۱۹۲	۰/۰۴۷	۰/۳۲۲	۰/۱۹۷	۰/۲۴۳	۰/۰۳۴	۱/۵۷۹	۰/۲۱۷	۰/۰۴۰	۰/۱۰۹	۰/۰۶۴	۰/۱۲۱	۳/۳۵۸

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند در سطح احتمال ۰.۵٪ با آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

مشطی و همکاران: مقایسه ارقام گندم با استفاده از شاخص های...

مقایسه با عملکرد تاریخ کاشت مناسب، بالاترین تحمل نسبی را داشت، لذا در بین ارقام مورد بررسی، بالاترین پایداری عملکرد در تنش گرمای آخر فصل را نیز پیدا کرد.

شاخص رتبه بندی (Rank): در این شاخص، رقم متحمل رتبه عددی پایین تری دارد، لذا در اینجا ارقام چمران و بیات با داشتن رتبه های ۳/۵ و ۴/۰ به عنوان متحمل ترین ارقام مشخص شدند و رقم اینیا ۶۶ با داشتن رتبه ۱۵/۸ به عنوان حساس ترین رقم تعیین شد. به عبارت دیگر رقم چمران میانگین رتبه (عملکرد) پایین تری در چهار تاریخ کشت داشت، لذا نسبت به بقیه ارقام، پایداری عملکرد بالاتری در شرایط مختلف دارا بود.

میانگین بهره‌وری هندسی (GPM): این شاخص میانگین هندسی ارقام مختلف در شرایط تنش و غیرتنش را محاسبه می کند که بر اساس آن ارقام اروند و ویریناک بیشترین شاخص (۳/۷۹) و بیشترین تحمل را داشتند، در حالی که رقم روشن (۲/۶۶) کمترین میانگین بهره‌وری هندسی و کمترین تحمل نسبت به شرایط تنش گرمای آخر فصل را داشت.

شاخص تحمل تنش (STI): بر اساس این شاخص ارقامی که در شرایط مناسب و همچنین در شرایط تنش عملکرد بالاتری دارند، مقدار عددی بالاتری داشتند، لذا هر چه مقدار عددی آن بزرگتر باشد، آن رقم متحمل تر است. مقایسه میانگین ها نشان داد که این شاخص بین ۰/۳۹۴ تا ۰/۱۹۴ برای ارقام مختلف متغیر بود که بر اساس آن ارقام اروند (۰/۳۹۴)، ویریناک (۰/۳۹۴)، چمران (۰/۳۷۸) و بیات (۰/۳۶۰) بیشترین تحمل (کمترین حساسیت) و ارقام روشن (۰/۱۹۴)، استار (۰/۲۰۶)، شعله (۰/۲۱۸)، هامون (۰/۲۲۳) و فلات (۰/۲۲۸) کمترین تحمل (بیشترین حساسیت) نسبت به تنش گرمای آخر فصل را داشتند. در این تحقیق شاهد های بین المللی تحمل به گرما یعنی چمران (Atila) و اترک ("Kauz"s) در بین

(۰/۶۶) و ژنوتیپ Cd(Europ)3 بیشترین شاخص (۱/۵۸) را داشتند.

شاخص تحمل (TOL): بیشترین شاخص تحمل (۵/۲۹) نیز به رقم هامون و کمترین مقدار آن به ارقام مارون (۲/۸۰)، اینیا ۶۶ (۲/۹۴) و شعله (۲/۹۶) مربوط بود. با توجه به اینکه هر چه این شاخص کمتر باشد، آن رقم متحمل تر است، لذا رقم مارون با این شاخص هم، متحمل ترین رقم بود یعنی در این رقم تغییرات عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش کمتر بود. شاید بهتر است که اسم این شاخص به شاخص حساسیت تغییر داده شود تا اسم آن با مفهوم تغییرات عددی آن مطابقت داشته باشد.

میانگین بهره‌وری (MP): با توجه به این شاخص، رقم چمران بالاترین میانگین بهره‌وری (۴/۵۴) و رقم شعله (۳/۱۹) کمترین مقدار را داشتند. یعنی رقم چمران متوسط عملکرد بالاتری نسبت به بقیه ارقام در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشت، ولی رقم شعله هم در شرایط مناسب و هم در شرایط تنش گرمای آخر فصل، عملکرد کمی داشته و لذا میانگین بهره‌وری پایینی دارد.

میانگین هارمونیک (HM): بر اساس این شاخص، بیشترین مقدار میانگین هارمونیک به رقم ویریناک (۳/۳۲) و کمترین مقادیر آن به ارقام روشن (۲/۰۸)، هامون (۲/۱۰)، استار (۲/۱۲) و فلات (۲/۱۶) تعلق داشت. نتایج به دست آمده در این شاخص نسبت به شاخص میانگین بهره‌وری متفاوت بوده ولی از نظر تشخیص رقم متحمل با شاخص حساسیت به تنش مطابقت داشت.

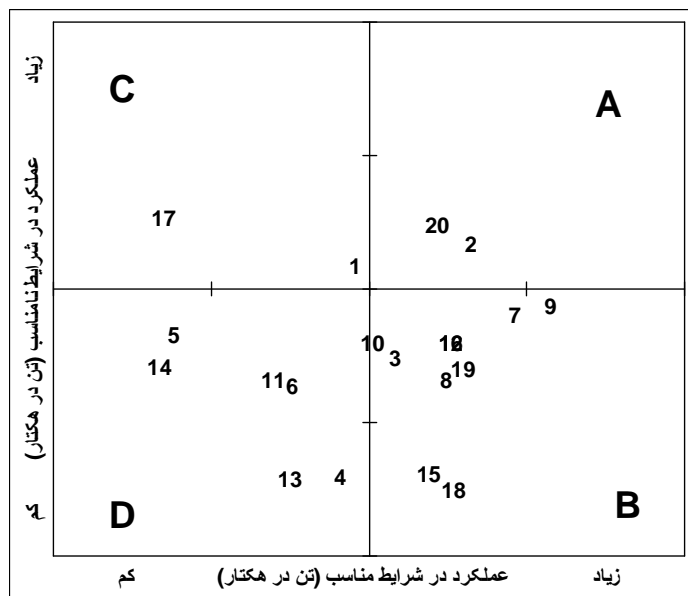
شاخص پایداری عملکرد (YSI): این شاخص نشان داد که رقم مارون با شاخص ۰/۴۵۴ بیشترین پایداری عملکرد را داشت. از طرف دیگر، رقم هامون با شاخص ۰/۱۹۲ کمترین پایداری عملکرد را در بین ارقام دارا بود. رقم مارون چون در تاریخ کشت آخر بیشترین عملکرد را داشته و همچنین با توجه به اینکه در

اس ۱۸-۸۰، چناب، فلات و هامون مناسب شرایط مطلوب بودند (گروه B)، ارقام مارون و اترک مناسب تنش گرمای آخر فصل بوده (گروه C) و ارقام بولانی، داراب ۲، استار، اینیا ۶۶، شعله و روشن در هر دو محیط عملکرد پایینی داشتند (گروه D).

شاخص عملکرد (YI): از نظر این شاخص، ارقام مارون (۱/۳۰)، ویریناک (۱/۲۸) و اروند (۱/۲۴)، عملکرد بالاتری در مقایسه با بقیه ارقام نسبت به میانگین عملکرد تمام ارقام در شرایط تنش گرمای آخر فصل داشتند. از طرف دیگر ارقام هامون (۰/۷۱)، روشن (۰/۷۳)، فلات (۰/۷۴) و استار (۰/۷۴) کمترین شاخص عملکرد را به خود اختصاص دادند، یعنی این ارقام در شرایط تنش گرمای آخر فصل، نسبت به میانگین عملکرد سایر ارقام، تولید کمتر و حساسیت بالایی داشتند.

متحمل ترین ارقام قرار داشتند و رقم فلات (Seri82) جزء ارقام حساس ارزیابی شد. دلیل این موضوع احتمالا این است که تنش ها به خصوص تنش گرما به شرایط منطقه بستگی دارد، به همین دلیل ارزیابی ارقام متحمل یا حساس باید در شرایط همان منطقه صورت گیرد تا نتایج حاصل از ارزیابی آن ها از صحت و دقت کافی برخوردار باشند. در این بین ارقامی مثل اروند که عملیات اصلاح آن در شرایط اهواز انجام شده و یا بیات که برنامه اصلاح آن در شرایط مشابهی (داراب فارس) صورت گرفته و یا ارقام بومی منطقه که با شرایط منطقه کاملاً سازگار هستند، ارقام شاخص تری برای چنین بررسی هایی بودند.

توزیع دوطرفه ارقام برحسب عملکرد در شرایط مناسب و شرایط نامناسب (شکل ۱)، نشان داد که ارقام اروند و ویریناک هم در شرایط مناسب و هم در شرایط تنش گرمایی محصول قابل قبولی تولید کردند (گروه A)، ارقام چمران، بیات، دز، کویر، هیرمند، پیشتاز،



شکل ۱- توزیع دوطرفه ارقام گندم بر حسب عملکرد در شرایط مناسب و نامناسب

همچنین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش بیشترین همبستگی را با میانگین بهره‌وری (MP) و شاخص تحمل (TOL) (به ترتیب با ۰/۹۲ و ۰/۹۰) داشت، در حالی که عملکرد دانه در شرایط تنش، بیشترین همبستگی را با میانگین هارمونیک (HM)، شاخص عملکرد (YI) و شاخص تحمل تنش تعدیل شده برای شرایط مطلوب (MSTII) (به ترتیب با ۰/۹۸، ۰/۹۸ و ۰/۹۳) داشت. بنابراین در شرایط مطلوب و یا نامطلوب می‌توان از این شاخص‌ها برای تعیین ارقام حساس و متحمل استفاده کرد. در بین شاخص‌ها، GPM و STI با میانگین عملکرد ارقام هم در محیط مساعد (۰/۵۹) و هم در محیط تنش (۰/۸۴) همبستگی نسبتاً قوی و مثبتی نشان دادند. همچنین شاخص SSI بیشترین همبستگی کلی بین شاخص‌های GPM و STI همبستگی زیادی (۱/۰۰) وجود داشت که با نتایج فرناندز (۱۹۹۲) مطابقت دارد. از طرف دیگر خود شاخص تحمل تنش (STI) فرناندز با میانگین هارمونیک (HM) و شاخص تحمل تنش تعدیل شده برای شرایط نامطلوب (MSTI2)، همبستگی بالایی نشان داد.

نتیجه‌گیری کلی: به طور کلی در مناطق در معرض تنش، ارقامی مطلوب‌تر هستند که در صورت کاشت در زمان مناسب عملکرد بالایی تولید کنند و در صورت مواجه شدن با تنش، عملکردشان نیز کاهش زیادی پیدا نکند (ارقام گروه A در تقسیم‌بندی فرناندز). با توجه به اینکه شاخص تحمل تنش فرناندز (STI) توانایی تشخیص این ارقام را دارد، لذا در شرایط آب و هوایی این مناطق، استفاده از این شاخص برای شناسایی ارقام متحمل و حساس پیشنهاد می‌شود. بر اساس این شاخص، در این مطالعه، ارقام اروند (۰/۳۹۴)، ویریناک (۰/۳۹۴)، چمران (۰/۳۷۸) و بیات (۰/۳۶۰) دارای بیشترین تحمل (کمترین حساسیت) و ارقام روشن (۰/۱۹۴)، استار (۰/۲۰۶)، شعله (۰/۲۱۸)، هامون (۰/۲۲۳) و فلات (۰/۲۲۸) دارای کمترین تحمل (بیشترین حساسیت) به

شاخص تحمل تنش تعدیل شده برای شرایط مطلوب (MSTII): این شاخص، شاخص تحمل تنش فرناندز را برای مناطق با شرایط اقلیمی مطلوب تعدیل می‌کند. به عنوان مثال، ارقام اروند و ویریناک بر اساس شاخص تحمل تنش فرناندز، شاخص ۰/۳۹۴ را داشتند، ولی بر اساس این شاخص این ارقام شاخص‌های به ترتیب ۰/۴۷۷ و ۰/۴۴۸ داشتند. همچنین بر اساس این شاخص، رقم چمران (۰/۵۳۰) بیشترین تحمل و ارقام اینیا ۶۶ (۰/۱۴۹) و روشن (۰/۱۵۳) کمترین تحمل را به شرایط تنش گرمای آخر فصل داشتند.

شاخص تحمل تنش تعدیل شده برای شرایط نامطلوب (MSTI2): این شاخص، شاخص تحمل تنش فرناندز را برای مناطق با شرایط اقلیمی نامطلوب تعدیل می‌کند. نتایج حاصل از این شاخص به نتایج شاخص تحمل تنش فرناندز نزدیک بودند. بر اساس این شاخص ارقام ویریناک (۰/۶۵۳) و اروند (۰/۶۱۷) بیشترین تحمل و ارقام روشن (۰/۱۰۶)، استار (۰/۱۱۴)، هامون (۰/۱۱۵) و فلات (۰/۱۳۰) کمترین تحمل را داشتند.

شاخص کاهش عملکرد (YRI): بر اساس این شاخص، رقم هامون با حدود ۸۱ درصد کاهش عملکرد، حساس‌ترین رقم و رقم مارون با حدود ۵۵ درصد کاهش عملکرد، متحمل‌ترین رقم بود. یعنی رقم مارون، در تاریخ کاشت آخر توانسته عملکرد نسبی بالاتری تولید کرده و نسبت به تنش گرمای آخر فصل این منطقه متحمل‌تر بود.

همبستگی بین میانگین عملکرد دانه و شاخص‌های محاسبه شده ارقام: بررسی ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و شاخص‌های حساسیت و تحمل تنش گرمای آخر فصل نشان داد که بین عملکرد ارقام در شرایط مناسب و شرایط تنش همبستگی وجود نداشت (جدول ۴) و این امر نشان می‌دهد که واکنش ارقام در این دو محیط یکسان نبود و ارقام مناسب محیط مساعد با ارقام مناسب محیط نامساعد، یکسان نبودند.

جدول ۴- همبستگی بین میانگین‌های عملکرد دانه و شاخص‌های مقایسه تحمل و حساسیت ارقام نسبت به تنش گرمای آخر فصل در دو سال زراعی ۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷ (n=۱۲۰)

MSTI2	MSTI1	YI	STI	GPM	Rank	YSI	HM	MP	TOL	SSI	Ys	Yp	
												+۰/۰۹ ^{ns}	Ys
											-۰/۷۷ ^{**}	+۰/۵۴ ^{**}	SSI
										+۰/۸۵ ^{**}	-۰/۳۵ ^{**}	+۰/۹۰ ^{**}	TOL
									+۰/۶۶ ^{**}	+۰/۱۷ [*]	+۰/۴۸ ^{**}	+۰/۹۲ ^{**}	MP
								+۰/۶۵ ^{**}	-۰/۱۵ ^{ns}	-۰/۶۲ ^{**}	+۰/۹۸ ^{**}	+۰/۲۹ ^{**}	HM
							+۰/۶۳ ^{**}	-۰/۱۶ ^{ns}	-۰/۸۴ ^{**}	-۱/۰۰ ^{**}	+۰/۷۸ ^{**}	-۰/۵۳ ^{**}	YSI
						+۰/۰۵ ^{ns}	-۰/۶۲ ^{**}	-۰/۸۶ ^{**}	-۰/۵۱ ^{**}	-۰/۰۵ ^{ns}	-۰/۴۸ ^{**}	-۰/۷۶ ^{**}	Rank
					-۰/۷۹ ^{**}	+۰/۳۴ ^{**}	+۰/۹۴ ^{**}	+۰/۸۷ ^{**}	+۰/۲۰ [*]	-۰/۳۲ ^{**}	+۰/۸۵ ^{**}	+۰/۶۰ ^{**}	GPM
				+۰/۹۹ ^{**}	-۰/۸۱ ^{**}	+۰/۳۳ ^{**}	+۰/۹۳ ^{**}	+۰/۸۶ ^{**}	+۰/۲۰ [*]	-۰/۳۳ ^{**}	+۰/۸۴ ^{**}	+۰/۵۹ ^{**}	STI
			+۰/۸۳ ^{**}	+۰/۸۲ ^{**}	-۰/۴۹ ^{**}	+۰/۷۸ ^{**}	+۰/۹۵ ^{**}	+۰/۴۵ ^{**}	-۰/۳۶ ^{**}	-۰/۷۸ ^{**}	+۰/۹۸ ^{**}	+۰/۰۶ ^{ns}	YI
		+۰/۵۳ ^{**}	+۰/۸۹ ^{**}	+۰/۸۶ ^{**}	-۰/۹۱ ^{**}	-۰/۰۸ ^{ns}	+۰/۶۷ ^{**}	+۰/۹۵ ^{**}	+۰/۵۷ ^{**}	+۰/۰۸ ^{ns}	+۰/۵۲ ^{**}	+۰/۸۴ ^{**}	MSTI1
	+۰/۷۱ ^{**}	+۰/۹۴ ^{**}	+۰/۹۳ ^{**}	+۰/۹۰ ^{**}	-۰/۶۳ ^{**}	+۰/۵۸ ^{**}	+۰/۹۵ ^{**}	+۰/۶۴ ^{**}	-۰/۱۱ ^{ns}	-۰/۵۸ ^{**}	+۰/۹۳ ^{**}	+۰/۳۱ ^{**}	MSTI2
-۰/۵۸ ^{**}	+۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۷۸ ^{**}	-۰/۳۴ ^{**}	-۰/۳۴ ^{**}	-۰/۰۵ ^{ns}	-۰/۹۹ ^{**}	-۰/۶۳ ^{**}	+۰/۱۵ ^{ns}	+۰/۸۴ ^{**}	+۱/۰۰ ^{**}	-۰/۷۸ ^{**}	+۰/۵۳ ^{**}	YRI

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

مشتطی و همکاران: مقایسه ارقام گندم با استفاده از شاخص های...

استفاده از شاخص تحمل تنش (STI) به تنهایی توصیه می شود. بر این اساس، پیشنهاد می شود که برای تحقیقات مربوط به تنش گرما از ارقام چمران، اترک (شاهد بین المللی)، اروند و بیات (اصلاح شده در مناطق گرم) و ویریناک به عنوان ارقام متحمل و از ارقام هامون (اصلاح شده در مناطق گرم)، روشن (بومی)، فلات، داراب ۲ و اینیا ۶۶ (شاهد بین المللی) به عنوان ارقام حساس استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه کسانی که در انجام این طرح کمک کرده اند، به خصوص معاونت آموزشی و پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین که قسمتی از هزینه های این تحقیق را تامین کرده اند، تشکر و قدردانی می شود.

تنش گرمای آخر فصل تشخیص داده شدند. از طرف دیگر اگر بر اساس پیشنهاد نجفیان (۲۰۰۹)، ارقام متحمل ابتدا بر اساس STI و سپس بر اساس SSI انتخاب شوند، مشاهده می شود که در بین ارقام اروند، ویریناک و چمران که STI بالاتری داشتند، رقم ویریناک SSI کمتری (۰/۹۱) داشت که در حقیقت این نتیجه با نتیجه حاصل از STI تفاوت چندانی نداشت. حتی اگر عکس حالت فوق انجام گیرد، یعنی ابتدا ارقام با شاخص حساسیت پایین را انتخاب کرده و سپس از بین آنها ارقام با شاخص تحمل تنش بالاتر انتخاب شود، باز همان نتیجه را می دهد، چون نتیجه این دو شاخص تقریباً عکس یکدیگر است و انتخاب بر اساس یکی از آنها، به طور غیر مستقیم نتیجه شاخص دیگر را هم در خود دارد. لذا در این شرایط استفاده از دو شاخص لزومی نداشته و

منابع

۱. چوگان، ر.، طاهرخانی، ت.، قنادها، م. ر. و خدارحمی، م. ۱۳۸۵. بررسی تحمل خشکی در لاین های اینبرد ذرت دانه ای با استفاده از شاخص های تحمل تنش خشکی. مجله علوم زراعی ایران، ۸ (۱): ۷۹-۸۹.
۲. رادمهر، م. ۱۳۷۶. تاثیر تنش گرما بر فیزیولوژی رشد و نمو گندم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۰۱ ص.
۳. رادمهر، م.، لطفعلی آینه، غ.ع. و کجفاف، ع. ۱۳۷۵. بررسی اثرات تنش گرما بر صفات زراعی، عملکرد و اجزای آن در ۲۵ ژنوتیپ گندم نان. مجله نهال و بذر، ۱۲ (۱): ۳۵-۴۷.
۴. کافی، م.، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۲ ص.
۵. نادری، ا.، مجیدی هراوان، ا.، هاشمی دزفولی، ا.، رضایی، ع. و نورمحمدی، ق. ۱۳۷۸. تحلیل کارایی شاخص های ارزیابی کننده تحمل گیاهان زراعی به تنش های محیطی و معرفی یک شاخص جدید. مجله نهال و بذر، ۱۵ (۴): ۳۹۰-۴۰۲.
6. Bouslama, M., and Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part1: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science, 24:933-937.
7. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp: 257-270. In: Kuo, C.G. (ed.). Proceeding of the international symposium on

- adaptation of vegetable and other food crops temperature and water stress. 13-18 Aug., Taiwan.
8. Fischer, R.A., and Maurer, A. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. *Australian Journal of Agricultural Researches*, 29:897-912.
 9. Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, G.L., and Borghi, B. 1997. Evaluation of field and laboratory of drought and heat stress in winter cereals. *Canadian Journal of Plant Science*, 77:523-531.
 10. Najafian, G. 2009. Drought tolerance indices, their relationship and manner of application to wheat breeding programs. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3:25-34.
 11. Nassar, R., and Huhn, M. 1987. Studies on estimation of phenotypic stability: Tests of significance for nonparametric measures on phenotypic stability. *Biometrics*, 43:45-53.
 12. Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments. *Crop Science*, 21:943-946.