



مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد دوم، شماره اول، بهار ۸۸
۱-۲۳
www.ejcp.info



شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در گندم نان

*مصطفی آقایی سربرزه^۱، مظفر روستائی^۲، رضا محمدی^۲، رضا حق پرست^۳
و رحمن رجبی^۴

استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج،^۲ مربی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم،
استادیار موسسه تحقیقات کشاورزی دیم،^۳ محقق موسسه تحقیقات کشاورزی دیم
تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۷/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۲/۱۵

چکیده

تولید و معرفی ارقام پرمحصول و مقاوم به خشکی در محصولات زراعی یکی از راهکارهای موثری است که در تلفیق با سایر روش‌های مدیریت کم آبی می‌تواند تأثیر این پدیده را به حداقل برساند. تحقیق حاضر با این هدف روی ۱۸ ژنوتیپ برتر آزمایشات مقایسه عملکرد به همراه دو شاهد سرداری و آذر-۲ در دو منطقه کرمانشاه (ایستگاه سرارود) و مراغه (ایستگاه مراغه) به مدت سه سال زراعی (۸۴-۱۳۸۱) و در شرایط رطوبتی متفاوت (دیم، یکبار آبیاری، دو بار آبیاری) صورت گرفت. ژنوتیپ‌ها در هر آزمایش، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار ارزیابی شدند. ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای حساسیت و تحمل به تنش خشکی براساس شاخص‌های GMP (Geometric MP (Mean Productivity) و STI (Stress Tolerance Index) نیز اختلاف زیادی بین ژنوتیپ‌ها نشان داد و این شاخص‌ها گروه‌بندی متفاوت از دو شاخص SSI (Stress Susceptibility Index) و TOL (Tolerance) برای تحمل و یا حساسیت به تنش خشکی ارائه نمودند. نتایج حاصل از تجزیه‌های آماری، تجزیه پایداری به روش ریک و مقایسه عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱ (Material 14 Gene Bank)، ۲ (914 Gene Bank Material)، ۳ (Turkey 13//F9.10/Maya"s") و ۴ (F9.10/May"s"//Sabalan)، ۱۹ (سرداری)، ۲۰ (آذر-۲)، ۳ (Turkey 13//F9.10/Maya"s") و ۱۴ (Feng kang 15/Sefid) نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشتند و قابل توصیه برای شرایط دیم و آبیاری تکمیلی مناطق سرد و سرد معتدل هستند. بررسی شاخص‌های تحمل به تنش جامعیت شاخص STI را نسبت به بقیه نشان داد.

واژه‌های کلیدی: گندم دیم، تحمل به خشکی، پایداری عملکرد، آبیاری تکمیلی

*- مسئول مکاتبه: maghaee@yahoo.com

مقدمه

ایران از لحاظ منابع آبی محدودیت دارد به نحوی که با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، یک سوم متوسط بارندگی جهان را دارد (حیدری شریف‌آباد، ۲۰۰۸). این در حالی است که کشور دارای ۱/۲ درصد خشکی‌های جهان می‌باشد.

وقوع خشکسالی‌های مداوم در سال‌های اخیر و به‌ویژه شرایط خشکسالی سال ۸۷-۱۳۸۶ که پهنه عظیمی از کشور را تحت‌تأثیر قرار داد، زنگ خطر مکرری را برای تولیدات کشاورزی و ثبات تولید به صدا درآورد. بنابراین لزوم توجه بیش از پیش به راهکارهای پایدار در تمام زمینه‌های تحقیقاتی و عملیاتی برای کاهش اثرات این عامل طبیعی گوشزد می‌نماید. سال زراعی ۸۷-۸۶ از بارزترین سال‌هایی است که تأثیر این پدیده را به‌خوبی روی محصولات مختلف دیم و حتی آبی نشان داد.

گندم به‌عنوان مهم‌ترین محصول زراعی، سطح وسیعی از این اراضی را به‌خود اختصاص داده‌است. در سال‌های اخیر تولید گندم در ایران به حدود ۱۵ میلیون تن رسیده‌است. این میزان تولید از سطحی معادل ۶/۹ میلیون هکتار (۲/۷ میلیون هکتار آبی و ۴/۲ میلیون هکتار دیم) برداشت شده که از میزان تولید فوق حدود ۴/۵ میلیون تن از اراضی دیم و ۱۰/۱ میلیون تن از اراضی آبی تولید می‌شود. وسعت اراضی دیم و وابستگی تولید در این عرصه‌ها به نزولات جوی که در کشور دارای نوسانات زیادی است، آسیب‌پذیری تولید گندم را به‌نحو بارزی افزایش داده‌است (وزارت جهاد کشاورزی، ۲۰۰۸).

اهمیت اقتصادی گندم ایجاب می‌کند تا هرگونه راهکاری برای بهینه‌کردن سیستم تولید این محصول در کشور مورد ارزیابی و کاربرد قرار گیرد. به‌نظر می‌رسد تولید و معرفی ارقام پرمحصول و مقاوم به خشکی آخر فصل و نیز ارقام زودرس در محصولات زراعی (در مناطق سرد و سرد معتدل که از اقلیم‌های مهم کشت گندم کشور می‌باشد) یکی از راهکارهای موثری است که در تلفیق با سایر روش‌های مدیریت کم آبی می‌تواند تأثیر این پدیده را به حداقل برساند (آقای سربرز و همکاران، ۲۰۰۴؛ آقای سربرز و همکاران، ۲۰۰۸؛ تریوان و رینولدس، ۲۰۰۷).

در گذشته به‌دلیل محدودبودن روش‌های گزینش و اطلاعات در مورد نحوه مقاومت به تنش در محصولات زراعی، موفقیت در برنامه‌های اصلاح نباتات نیز محدود بوده‌است. به‌دلیل خسارات قابل توجهی که از تنش‌های محیطی (گرما، سرما، خشکی و...) به محصولات زراعی از جمله غلات وارد شده، در سال‌های اخیر بررسی واکنش گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (کرستیانسون و لويس، ۱۹۸۲؛ بلوم، ۱۹۸۸؛ پاسپورا، ۲۰۰۷). با این وصف عملکرد دانه و

مصطفی آقای سربرزه و همکاران

پایداری آن در مناطق متعددی که تنش‌های محیطی وجود دارد همیشه به‌عنوان معیار مهمی در گزینش و معرفی ارقام مورد استفاده قرار گرفته‌است (تریتوان و رینولدس، ۲۰۰۷).

روشهای متعددی جهت بررسی پایداری عملکرد ارقام به محیط در دامنه وسیعی از شرایط آب و هوایی ارائه شده‌اند. مقایسه عملکرد در شرایط محیطی متضاد (تنش و بدون تنش) و گزینش ژنوتیپ‌هایی که به هر دو محیط سازگارند، هدف اصلی این گونه آزمایش‌ها است (فالكونر، ۱۹۹۰؛ اهدائی و همکاران، ۱۹۸۸؛ فرناندز، ۱۹۹۲). ارزیابی مواد پیشرفته اصلاحی در چنین شرایطی این امکان را فراهم می‌آورد که علاوه بر شناسایی لاین‌ها/ ارقام دارای پایداری عملکرد در هر دو شرایط، ژنوتیپ‌هایی شناسایی شوند که مناسب شرایط متفاوت رطوبتی باشند. گزینش تحت شرایط مطلوب، گزینش تحت شرایط تنش کامل و گزینش توام تحت هر دو شرایط سه استراتژی عمده‌ای هستند که برای انتخاب ارقام متحمل به تنش پیشنهاد شده‌اند (کالهوم و همکاران، ۱۹۹۴). شاخص‌های ارزیابی تحمل به تنش متعددی پیشنهاد شده‌اند و مورد استفاده قرار گرفته‌اند (آقای سربرزه و همکاران، ۲۰۰۴؛ آقای سربرزه و همکاران، ۲۰۰۸؛ محمدی و همکاران، ۲۰۰۶؛ شفازاده و همکاران، ۲۰۰۴؛ حصادی، ۲۰۰۶؛ نادری و همکاران، ۱۹۹۹؛ فرناندز، ۱۹۹۲) که نقاط ضعف و قوت هر یک از این موارد توسط محققان زیادی مورد نقد و بررسی قرار گرفته‌اند (نادری و همکاران، ۱۹۹۹؛ گیل، ۱۹۹۹).

در مراحل قبل از معرفی و تجاری شدن ارقام جدید باید بررسی کافی در مورد واکنش آنها در شرایط تنش خشکی صورت پذیرد، به‌همین منظور، تحقیق حاضر با هدف بررسی و گزینش ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم نان که در مراحل انتهایی بررسی‌های به‌نژادی بودند صورت گرفت. هدف اصلی تعیین ژنوتیپ‌های برتر نسبت به ارقام شاهی بود که سال‌ها در مناطق دیم کشت می‌شوند. این بررسی با استفاده از چندین معیار در شرایط مختلف رطوبتی در مزرعه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی حساسیت و تحمل به تنش خشکی در ارقام و لاین‌های پیشرفته گندم نان، آزمایشی با شرکت ۱۸ لاین پیشرفته گندم که در مراحل انتهایی بررسی‌های به‌نژادی بودند به همراه دو رقم شاهد (سرداری و آذر-۲) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به‌مدت سه سال (۱۳۸۴-۱۳۸۱) در ۲ ایستگاه تحقیقاتی سردسیر (مراغه) و معتدل (سرارود کرمانشاه) دیم، در سه شرایط دیم، یک‌بار آبیاری در زمان کاشت و دو بار آبیاری (یکی در زمان کاشت و دیگری در زمان

اوایل گلدهی) ارزیابی شدند. هر ژنوتیپ با تراکم ۴۵۰ عدد بذر در مترمربع در ۶ ردیف ۶ متری (هر کرت ۷/۲ مترمربع) به وسیله بذرکار آزمایشی کاشته شدند. قبل از هر بار آبیاری میزان رطوبت موجود در خاک اندازه گیری شد و براساس ظرفیت مزرعه در هر بار آبیاری میزان ۱۰۰-۵۰ میلی متر آب به هر کرت اضافه شد. برای بررسی ژنوتیپها از لحاظ واکنش به تنش خشکی، میانگین عملکرد در واحد آزمایشی (کرت) محاسبه و به کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. با استفاده از این صفت برای هر یک از ژنوتیپها در آزمایش دیم و آبیاری تکمیلی، شاخصهای حساسیت SSI^۱ و TOL^۲ و شاخصهای تحمل به تنش خشکی MP^۳، GMP^۴ و STI^۵ (فرناندز، ۱۹۹۲؛ فیشر و ماروور، ۱۹۷۸؛ روسیل و هامبلین، ۱۹۸۱) از طریق فرمولهای زیر محاسبه شدند:

$$SSI = [1 - (Y_s / Y_p)] / SI; SI = 1 - (\bar{Y}_s) / (\bar{Y}_p)$$

$$TOL = Y_p - Y_s$$

$$MP = (Y_s + Y_p) / 2$$

$$HMP = 2(Y_s)(Y_p) / (Y_s + Y_p)$$

$$GMP = \sqrt{(Y_p)(Y_s)}$$

$$STI = (Y_s)(Y_p) / (Y_p)^2$$

که در آنها متغیرها عبارتند از :

Y_p: عملکرد در شرایط بدون تنش

Y_s: عملکرد در شرایط تنش

Y_s: میانگین عملکرد کل ژنوتیپها در شرایط تنش

Y_p: میانگین عملکرد کل ژنوتیپها در شرایط بدون تنش

SI: شدت تنش

در محاسبه شاخصهای فوق میانگین عملکرد در شرایط دوبار آبیاری و شرایط دیم در نظر گرفته شدند. به منظور مطالعه روابط این شاخصها با همدیگر و با عملکرد دانه، همبستگی ساده آنها محاسبه

1- SSI, Stress Susceptibility Index

2- TOL, Tolerance Index

3- MP, Mean Productivity

4- GMP, Emetric Mean Productivity

5- STI, Stress Tolerance Index

گردید. تجزیه واریانس شامل تجزیه واریانس ساده و مرکب براساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. با توجه به این‌که داده‌های سال اول سرارود به دلیل عدم وجود بذر کافی در چند ژنوتیپ کشت نشدند، نتایج این سال در تجزیه و تحلیل داده‌های آماری حذف گردید. به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌ها از لحاظ پایداری با استفاده از روش اکووالانس (W_i , Ecovalence) ریک و براساس میانگین‌ها برای هر ژنوتیپ در مناطق و سال‌های مختلف به شرح زیر تجزیه پایداری انجام شد:

$$W_i = \sum_j^e \left(X_{ij} - \frac{X_{i.}}{e} - \frac{X_{.j}}{g} + \frac{X_{..}}{ge} \right)^2$$

که در آن:

X_{ij} = میانگین ژنوتیپ i ام در محیط j ام (میانگین تکرارها)

$X_{i.}$ = جمع ژنوتیپ i ام در کل محیط‌ها

$X_{.j}$ = جمع j امین محیط در کل ژنوتیپ‌ها

$X_{..}$ = جمع کل مشاهدات

e = تعداد محیط

g = تعداد ژنوتیپ‌ها

سایر روش‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار **MSTAT-C** و **SPSS** انجام پذیرفت. مقایسه میانگین صفات با استفاده از روش دانکن صورت گرفت.

براساس نتایج کلی طرح و با استفاده از شاخص‌های تحمل خشکی، عملکرد و پایداری آن، ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند. علاوه بر این، از بین معیارهای مورد بررسی مناسب‌ترین آنها ارائه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب نتایج آزمایشات به تفکیک هر منطقه پس از تجزیه جداگانه آزمایشات انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ درج شده است. براساس نتایج ارائه شده در جدول ۱ ملاحظه می‌شود که اثر سال به جز در آزمایش دیم در سرارود، در سایر آزمایشات بسیار معنی‌دار بود که حکایت از تفاوت سال‌های مورد بررسی است. به عبارت دیگر سال‌ها با هم از نظر میزان بارندگی، دما

و ... تفاوت زیادی داشتند. به عنوان مثال در سال‌های مورد بررسی در ایستگاه سرارود به ترتیب ۴/۲۴، ۵۸۷/۶ و ۴۳۱/۵ میلی‌متر بارندگی به وقوع پیوست که تفاوت زیادی در پراکندگی بارندگی نیز مشاهده شد به نحوی در انتهای دوره رشد بارندگی قابل توجهی حادث نگردید (جدول ۱). در ایستگاه مراغه نیز در سال‌های ۸۱ تا ۸۴ به ترتیب ۳/۳۶۷، ۲/۴۲۵ و ۳۷۱ میلی‌متر بارندگی اتفاق افتاده اما میزان آن در فروردین و اردیبهشت مناسب ولی از زمان سنبله‌دهی ژنوتیپ‌ها در دهه دوم خرداد به بعد بارندگی اتفاق نیفتاد. بنابراین همه ژنوتیپ‌ها بعد از مرحله ساقه‌دهی در معرض تنش شدید خشکی قرار داشتند. این سه سال ارزیابی از لحاظ توزیع بارندگی هم متفاوت (جدول ۱) بودند. باید اشاره نمود که میزان متوسط بارندگی در ایستگاه سرارود ۴۷۸ و در ایستگاه مراغه ۳۲۲/۴ میلی‌متر است.

ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ عملکرد دانه در هر سه شرایط دیم، یک‌بار آبیاری و دو بار آبیاری در مراغه بسیار اختلاف داشتند، اما در ایستگاه سرارود تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۲). اثرات متقابل ژنوتیپ-سال برای آزمایشات اعمال آبیاری فقط در مراغه معنی‌دار بودند که بیانگر اختلاف واکنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سال‌های متفاوت می‌باشد.

میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها به تفکیک ایستگاه، در جدول ۳ درج شده است. در ایستگاه مراغه نتایج ۳ سال نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط دیم مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ به ترتیب با ۲۹۹۱ و ۲۸۰۸ کیلوگرم در هکتار بود هر چند که ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۱۳، ۱۴، ۱۶، ۱۹ و ۲۰ نیز در همان گروه عملکردی قرار داشته و تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. در آزمایش یک‌بار آبیاری لاین‌های ۱۴ و ۲ به ترتیب با ۴۰۳۵ و ۳۹۱۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین تولید را داشتند. در این تیمار نیز ژنوتیپ‌های ۳، ۴، ۷، ۱۷، ۱۹ و ۲۰ در همان گروه آماری با ژنوتیپ‌های ۱۴ و ۲ عملکرد بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی داشتند. از سوی دیگر در شرایط دو بار آبیاری بیشترین میزان عملکرد دانه به ترتیب مربوط به لاین شماره ۱۴ و ۲۰ با میانگین ۴۶۶۷ و ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۸، ۱۹ و ۲۰ که اختلاف عملکرد معنی‌داری با دو ژنوتیپ برتر این تیمار نداشتند بیشترین عملکرد را نسبت به بقیه تولید نمودند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در تمام روش‌های دیم، یک‌بار آبیاری و دو بار آبیاری دو رقم شاهد (سرداری و آذر-۲) در گروه ژنوتیپ‌های با عملکرد بیشتر قرار داشتند. که خود بیانگر سازگاری ژنوتیپ‌های رایج و مورد کشت دیم به شرایط متغیر محیطی است. به عبارت دیگر برای ایجاد تنوع در ارقام باید به دنبال ژنوتیپ‌هایی بود که مشابه این دو رقم از قدرت سازگاری بیشتری برخوردار هستند.

جدول ۱- میزان بارندگی سالانه به تفکیک ماه در ایستگاه‌های مورد مطالعه.

ایستگاه	سرارود		مراغه		سال زراعی	ماه
	۸۲-۸۳	۸۳-۸۴	۸۱-۸۲	۸۲-۸۳		
مهر	۰/۵	۰/۰	۱۴/۵	۱/۶	۸۱-۸۲	۹/۵
آبان	۷۱/۷	۷۸/۷	۱۷/۱	۵۰/۱	۸۲-۸۳	۱۰۲/۲
آذر	۱۴۳/۹	۳۷/۱	۹۴/۳	۶۵/۵	۸۳-۸۴	۲۸/۱
دی	۱۴۴/۰	۵۱/۶	۱۳/۰	۴۳/۸		۱۵/۲
بهمن	۶۷/۶	۶۰/۶	۳۹/۶	۲۴/۸		۳۹/۱
اسفند	۸/۶	۱۴۸/۳	۴۲/۲	۳۴/۴		۲۷/۵
فروردین	۷۵/۹	۲۱/۸	۶۸/۰	۱۳/۲		۶۹/۲
اردیبهشت	۵۹/۶	۲۶/۵	۵۰/۲	۱۴۹/۱		۷۰/۳
خرداد	۱۴/۲	۶/۹	۲۸/۴	۳۰/۵		۹/۹
تیر	۱/۶	۰/۰	۰/۰	۱۲/۲		۰/۰
جمع کل	۵۸۷/۶	۴۳۱/۵	۳۶۷/۳	۴۲۵/۲		۳۷۱/۰

میانگین بلند مدت سالانه

در ایستگاه سرارود، ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری نداشتند و بنابراین مقایسه آماری میانگین‌ها صورت نگرفت (جدول ۳). با این وصف مقایسه عملکرد ژنوتیپ‌ها با عملکرد متوسط کل ژنوتیپ‌ها در ۳ شرایط مورد ارزیابی در سرارود نشان داد که در هر سه شرایط برخی از ژنوتیپ‌ها نسبت به میانگین کل (۱۶۶۴ کیلوگرم در هکتار) حائز عملکرد بالاتری بودند (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس مرکب در ۲ سال و در ۲ منطقه در جدول ۴ درج شده است. با توجه به تلفیق داده‌ها، ملاحظه می‌شود که اثرات سال‌ها و مناطق مورد بررسی و اثر متقابل آنها بسیار معنی‌دار بود که نشان‌دهنده تفاوت فاحش سال‌ها و مناطق با هم می‌باشد (جدول ۴). ژنوتیپ‌های مورد بررسی هم به‌جز در شرایط دیم بسیار متفاوت بودند. اختلاف ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری بیانگر وجود ظرفیت تولید در ژنوتیپ‌های مختلف است که در صورت فراهم شدن شرایط مناسب می‌تواند عملکرد متفاوتی بسته به ظرفیت ژنوتیپ تولید نمایند.

به‌جز در شرایط دو بار آبیاری اثر متقابل ژنوتیپ-سال معنی‌دار نبود. در صورتی که ژنوتیپ‌ها فقط در شرایط دیم با مکان اثر متقابل نشان ندادند (جدول ۴). وجود اثر متقابل بیانگر این نکته است که با فراهم شدن شرایط محیطی متفاوت، پاسخ ژنوتیپ‌ها تغییر خواهد کرد. بنابراین شاید مناسب باشد که برای هر منطقه براساس نتایج چند سال همان منطقه ارزیابی و نتیجه‌گیری نمود (جدول ۴).

اثر متقابل سه‌جانبه در شرایط دو بار آبیاری بسیار معنی‌دار بود که بیانگر پیچیدگی تأثیر شرایط مکان، سال و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایطی که محدودیت‌های رشد برای گیاهان کمتر می‌شود، می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های گندم در شرایط متفاوت آبیاری تکمیلی در دو ایستگاه مورد مطالعه.

شماره ژنوتیپ	شجره ژنوتیپ	مراغه			سرارود	
		دو بار آبیاری	یک بار آبیاری	دو بار آبیاری	یک بار آبیاری	دو بار آبیاری
۱	14 Gene Bank Material	۲۹۹۱ ^a	۳۷۰۷ ^{ac}	۴۳۸۶ ^{ab}	۱۷۸۵	۱۹۸۴
۲	914 Gene Bank Material	۲۸۰۸ ^{ab}	۳۹۱۳ ^{ab}	۴۲۰۳ ^{ad}	۱۸۶۹	۲۲۷۳
۳	Turkey 13//F9.10/Maya"s"	۲۶۶۶ ^{ac}	۳۶۹۹ ^{ac}	۴۳۹۸ ^{ab}	۱۶۳۸	۲۱۱۷
۴	F9.10/May"s"//Sabalan	۲۶۵۴ ^{ac}	۳۶۶۲ ^{ac}	۴۳۳۰ ^{ac}	۱۵۳۰	۱۹۰۱
۵	Trakia//Maga"s"74/Mon"s"3/Sha hi-1	۲۵۴۸ ^{ae}	۳۳۶۱ ^{cf}	۳۳۰۷ ^g	۱۵۹۴	۲۰۶۳
۶	Trakia//Maga"s"74/Mon"s"3/Sha hi-2	۲۶۵۸ ^{ac}	۳۳۳۷ ^{cf}	۳۵۴۴ ^{eg}	۱۶۹۴	۲۰۸۲
۷	72 YRRGP	۲۷۵۵ ^{ac}	۳۵۸۷ ^{ad}	۳۸۱۶ ^{df}	۱۷۷۹	۲۱۴۷
۸	4848 Mashad/Sabalan	۲۴۸۵ ^{be}	۳۴۷۹ ^{be}	۴۳۳۵ ^{ac}	۱۶۰۲	۱۹۱۳
۹	4848 Mashad/Tui"s"	۲۵۵۸ ^{ae}	۳۲۷۲ ^{cf}	۳۸۸۰ ^{ce}	۱۶۵۱	۲۱۶۷
۱۰	98 YRRGP	۲۵۲۶ ^{be}	۲۸۷۹ ^f	۳۳۹۳ ^{fg}	۱۵۲۷	۲۱۴۱
۱۱	1002 Gene Bank Material	۲۱۲۳ ^e	۲۹۷۰ ^{ef}	۳۳۲۳ ^g	۱۶۸۶	۲۰۳۳
۱۲	Roshan/3/F12.71/Coc//Gno79	۲۳۵۸ ^{be}	۳۱۲۰ ^{df}	۴۰۴۵ ^{bd}	۱۴۶۳	۲۲۳۶
۱۳	Sabalan/6/Shahi/Kvz/5/Shahi/4/K al//B/Cj/3/#Horks	۲۵۴۸ ^{ae}	۲۸۷۱ ^f	۳۴۶۸ ^{eg}	۱۶۴۴	۱۹۶۸
۱۴	Fengkang15/Sefid (Seed White)	۲۷۵۸ ^{ac}	۴۰۳۵ ^a	۴۶۶۷ ^a	۱۷۱۹	۲۰۶۵
۱۵	Fengkang15/Sefid	۲۴۸۲ ^{be}	۳۲۷۹ ^{cf}	۳۷۸۵ ^{dg}	۱۵۸۰	۲۰۹۴
۱۶	Kvz/Tm71/3/Maya"s"//Bb/Inia/4/Sefid (Seed Red)	۲۵۹۸ ^{ad}	۳۱۰۵ ^{df}	۳۴۹۲ ^{eg}	۱۷۷۹	۲۰۶۴
۱۷	Unknown-1	۲۳۴۱ ^{ce}	۳۶۲۳ ^{ad}	۳۸۹۵ ^{ce}	۱۶۳۳	۱۹۰۸
۱۸	Unknown-2	۲۱۵۵ ^{de}	۳۳۳۷ ^{cf}	۳۴۶۲ ^{eg}	۱۶۴۶	۲۰۱۷
۱۹	Sardari	۲۶۱۶ ^{ac}	۳۶۵۴ ^{ac}	۴۳۰۶ ^{ac}	۱۷۱۳	۲۲۱۰
۲۰	Azar-2	۲۵۶۶ ^{ae}	۳۸۰۳ ^{ac}	۴۵۰۰ ^{ab}	۱۷۵۱	۲۰۸۸
	میانگین	۲۵۵۹/۸	۳۴۳۵	۳۹۲۴	۱۶۶۴	۲۰۷۳

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در سال‌ها و مکان‌های مختلف در شرایط مختلف رطوبتی.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		دیم	یک‌بار آبیاری	دو بار آبیاری
سال	۱	۳۰۸۴۲۲۱۳/۸ ^{**}	۴۱۹۴۵۶۶۴/۸ ^{**}	۴۱۲۶۸۴۹۰/۳ ^{**}
مکان	۱	۳۰۳۷۵۸۲۶/۵ ^{**}	۱۷۵۲۵۲۷۲۰/۶ ^{**}	۱۷۶۸۲۶۶۱۱/۳ ^{**}
سال * مکان	۱	۱۷۷۳۰۰۴۵/۴ ^{**}	۱۷۲۲۰۸۹۶/۱ ^{**}	۱۵۶۱۱۰۰۳/۳ ^{**}
اشتباه ۱	۱۲	۸۰۷۰۷۶/۳	۶۸۱۴۵/۹	۲۳۴۴۰۳۰/۸
ژنوتیپ	۱۹	۲۶۹۵۱۶/۰۶ ^{ns}	۸۲۵۳۴۴/۸ ^{**}	۱۶۴۰۴۸۳/۲ ^{**}
ژنوتیپ * سال	۱۹	۱۷۵۴۹۶/۱ ^{ns}	۱۸۵۰۴۹/۱ ^{ns}	۵۳۹۶۰۷/۹ ^{**}
ژنوتیپ * مکان	۱۹	۱۶۰۰۵۵/۰۲ ^{ns}	۸۸۰۱۲۷/۲ ^{**}	۸۹۶۳۴۹/۸ ^{**}
ژنوتیپ * سال * مکان	۱۹	۱۳۴۱۷۶/۹ ^{ns}	۲۳۲۷۹۸/۳ ^{ns}	۵۰۹۶۴۴/۹ ^{**}
اشتباه	۲۲۸	۱۷۸۶۳۰/۱	۱۹۶۹۰۹/۳	۲۲۲۵۵۳/۹
%CV		۲۱/۴۳	۱۵/۷۷	۱۵/۳۳

* و ** به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می‌باشند، ^{ns}: عدم اختلاف معنی دار.

در جدول ۵ مقایسه میانگین کلی ژنوتیپ‌ها براساس نتایج حاصل از تجزیه مرکب مکان و سال نشان داده شده است. در شرایط دیم ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی داری نشان ندادند، با این وصف لاین‌های شماره ۱، ۲، ۷، ۱۴ و ۱۶ به ترتیب با ۲۱۳۰، ۲۱۰۱، ۲۱۲۳، ۲۱۳۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد‌ها و نیز متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها برتری نسبی داشتند. اما در آزمایش یک‌بار آبیاری لاین‌های شماره ۱۴، ۲۰ (آذر-۲)، ۲ و ۱۹ به ترتیب با تولید ۳۳۱۸، ۳۱۳۴، ۳۱۳۱ و ۲۹۹۹ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد را تولید نمودند که نسبت به بقیه اختلاف معنی دار نشان دادند (جدول ۵). در شرایط دو بار آبیاری تکمیلی نیز لاین‌های شماره ۱۴، ۳، ۸، ۱، ۲، ۲۰ و ۱۹ به ترتیب با ۳۶۳۳، ۳۵۱۱، ۳۴۸۷ و ۳۴۰۷، ۳۳۱۴، ۳۳۷۳ و ۳۲۶۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها به صورت معنی داری عملکرد بیشتری داشتند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، این تجزیه مرکب و مقایسه میانگین مربوط به آن، نتایج مشابه با حالت تجزیه مستقل مناطق حاصل گردید. بنابراین ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۱۴، ۱۹ و ۲۰ که در تمام مقایسات میانگین برتر بودند. به‌طور نسبی برای تمام شرایط دیم، یک‌بار آبیاری و دو بار آبیاری مناسب تشخیص داده شدند. مقایسه این نتایج با آنچه که از بررسی در شرایط دیم حاصل شد حکایت از تناسب بیشتر ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۱۴، ۱۹ و ۲۰ برای تمام شرایطی است که مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

جدول ۵- میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم به‌ازای تنش‌های متفاوت رطوبتی در سال‌ها و مکان‌های مورد ارزیابی.

شماره ژنوتیپ	شجره ژنوتیپ	دیم	یک‌بار آبیاری	دوبار آبیاری
۱	14 Gene Bank Material	۲۲۱۰	۲۸۴۹ ^{bcde}	۳۴۰۷ ^{abc}
۲	914 Gene Bank Material	۲۱۶۳	۳۱۳۱ ^{ab}	۳۳۱۴ ^{abcd}
۳	Turkey 13//F9.10/Maya"s" IRW92-1-D-532-OMA-OMA-OMA-3MA-OMA	۱۹۲۱	۲۸۸۵ ^{bcde}	۳۵۱۱ ^{ab}
۴	F9.10/May"s"//Sabalan IRW92-1-D-535-OMA-OMA-OMA-1MA-OMA	۲۰۰۵	۲۸۳۷ ^{bcde}	۳۲۱۴ ^{bcde}
۵	Trakia//Maga"s"74/Mon"s"3/Shahi IRW92-1-D-546-OMA-OMA-OMA-5MA-OMA	۱۸۴۳	۲۶۹۹ ^{cdefg}	۲۶۷۱ ^h
۶	Trakia//Maga"s"74/Mon"s"3/Shahi IRW92-1-D-546-OMA-OMA-OMA-3MA-OMA	۲۰۶۳	۲۶۳۱ ^{cdefg}	۲۷۳۵ ^{gh}
۷	72 YRRGP	۲۱۳۰	۲۸۴۸ ^{bcde}	۲۸۶۰ ^{efgh}
۸	4848 Mashad/Sabalan IRW92-1-D-613-OMA-OMA-OMA-14MA-OMA	۱۸۸۱	۲۸۳۹ ^{bcde}	۳۴۸۷ ^{ab}
۹	4848 Mashad/Tui"s" IRW92-1-D-614-OMA-OMA-OMA-1MA-OMA	۱۹۷۹	۲۸۹۷ ^{bcde}	۳۰۷۳ ^{cdefg}
۱۰	98 YRRGP	۱۹۲۱	۲۴۷۱ ^{fg}	۲۶۶۸ ^h
۱۱	1002 Gene Bank Material	۱۸۶۷	۲۶۱۷ ^{defg}	۲۷۸۷ ^{fgh}
۱۲	Roshan/3/F12.71/Coc//Gno79 IRW99-1-D-419-OMA-OMA-OKO	۱۸۹۷	۲۶۱۰ ^{cdefg}	۳۱۹۸ ^{bcde}
۱۳	Sabalan/6/Shahi/Kvz/5/Shahi/4/Kal//B/Cj/3/#Hork s IRW92-1-D-438-OMA-OMA-OKO	۱۹۸۰	۲۴۱۷ ^g	۲۷۸۹ ^{fgh}
۱۴	Fengkang15/Sefid (Seed White)	۲۱۰۱	۳۳۱۸ ^a	۳۶۳۳ ^a
۱۵	Fengkang15/Sefid	۱۸۹۹	۲۷۰۰ ^{cdefg}	۳۰۱۳ ^{defgh}
۱۶	Kvz/Tm71/3/Maya"s"//Bb/Inia/4/Sefid (Seed Red)	۲۱۲۳	۲۵۶۲ ^{efg}	۲۷۶۳ ^{fgh}
۱۷	Unknown	۱۸۰۹	۲۹۵۰ ^{bcd}	۳۱۳۳ ^{bcdef}
۱۸	Unknown	۱۷۰۰	۲۷۹۹ ^{bcdef}	۲۶۳۱ ^h
۱۹	Sardari	۱۹۶۶	۲۹۹۹ ^{abc}	۳۲۶۱ ^{abcd}
۲۰	Azar-2	۱۹۸۷	۳۱۳۴ ^{ab}	۳۳۶۳ ^{abcd}
	Mean میانگین	۱۹۷۲	۲۸۱۴	۳۰۷۶

تجزیه پایداری ریک: تجزیه پایداری برای آزمایشاتی که اثر متقابل معنی‌دار داشتند صورت گرفت. بدین‌صورت برای شرایط یک‌بار و دوبار آبیاری در ایستگاه مراغه، و شرایط یک‌بار و دوبار آبیاری در

دو منطقه توأمآ تجزیه پایداری انجام گرفت (جداول ۶ و ۷). در روش ریک ژنوتیپی پایداری است که دارای ضریب (W_i) کمتری نسبت به بقیه ژنوتیپها است. باید اشاره نمود که صرفاً پایداری مهم نیست بلکه باید عملکرد دانه (اقتصادی) را نیز در نظر گرفت. به همین دلیل در جداول ۶ و ۷ عملکرد ژنوتیپها در شرایط یکبار و دوبار آبیاری هم لحاظ شده‌اند. اما چون عملکرد بیشتر مورد توجه است، به همین دلیل ترتیب ژنوتیپها در جداول ۶ و ۷ به صورت صعودی درج شده‌اند. با توجه به نتایج تجزیه پایداری ژنوتیپهای مورد نظر در شرایط مراغه (جدول ۶) ملاحظه می‌شود که ژنوتیپهای ۴، ۱۹، ۱۵، ۱، ۱۸، ۲ و ۲۰ دارای کمترین مقدار ضریب ریک بوده و بدین ترتیب پایداری از بقیه در شرایط مراغه تحت شرایط یکبار و دوبار آبیاری بودند (جدول ۶). با در نظر گرفتن عملکرد دانه ژنوتیپها، ملاحظه می‌شود که در ژنوتیپهایی که پایداری بیشتری داشتند، ژنوتیپهای شماره ۲، ۲۰، ۱، ۴ و ۱۹ در شرایط یکبار آبیاری و ژنوتیپهای ۲۰، ۳، ۱، ۴ و ۱۹ در شرایط دو بار آبیاری بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۶). بنابراین تحت هر دو شرایط آبیاری تکمیلی، ژنوتیپهای ۱، ۲، ۴، ۱۹ و ۲۰ در مراغه از لحاظ عملکرد و نیز پایداری، بیشتر از سایر ژنوتیپها بودند.

تجزیه پایداری براساس آزمایش دیم، یکبار و دو بار آبیاری در دو مکان و سه سال صورت گرفت (جدول ۷). نتایج این تجزیه نشان داد که از لحاظ پایداری، به ترتیب ژنوتیپهای شماره ۱۵، ۱۹، ۲، ۱۸، ۱۷، ۱، ۱۲ و ۴ با دارا بودن کمترین ضریب W_i بیشترین پایداری را داشتند (جدول ۷). اما با توجه به متوسط عملکرد ژنوتیپها در شرایط یکبار و دو بار آبیاری ملاحظه می‌شود که در این دو شرایط ژنوتیپهای ۲، ۱۹، ۱ و ۴ جزو ۸ ژنوتیپ برتر با ضریب W_i کمتر بودند. بنابراین با در نظر گرفتن میزان عملکرد و مقدار عددی ضریب W_i ژنوتیپهای ۱، ۲، ۴ و ۱۹ انتخاب می‌شوند. لازم به توضیح است که این ژنوتیپها جزو ژنوتیپهای با عملکرد بالا در شرایط دیم نیز هستند. با توجه به عدم معنی دار بودن اختلاف ژنوتیپها در شرایط دیم، ژنوتیپهای توصیه شده در شرایط آبیاری تکمیلی در شرایط دیم نیز قابل توصیه هستند.

مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی جلد (۲) ۱۳۸۸ شماره ۱

جدول ۶- نتایج تجزیه پایداری ژنوتیپ‌های مورد بررسی براساس روش اکووالانس ریک، میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط یکبار و دوبار آبیاری در ایستگاه مراغه.

متوسط عملکرد (کیلوگرم در هکتار) به ترتیب صعودی براساس عملکرد در شرایط دوبار آبیاری		شماره ژنوتیپ	متوسط عملکرد (کیلوگرم در هکتار) به ترتیب صعودی براساس عملکرد در شرایط یکبار آبیاری		شماره ژنوتیپ	ضریب ریک به ترتیب نزولی		شماره ژنوتیپ
2RR	IRR		2RR	IRR		WI%	Wi(t/ha)	
۳۳۰۶	۳۳۶۱	۵	۳۴۶۸	۲۸۷۱	۱۳	۱۳/۲۵	۱/۹۶	۳
۳۳۲۲	۲۹۷۱	۱۱	۳۳۹۲	۲۸۸۰	۱۰	۱۰/۴۶	۱/۵۵	۹
۳۳۹۲	۲۸۸۰	۱۰	۳۳۲۲	۲۹۷۱	۱۱	۸/۳۸	۱/۲۴	۱۴
۳۴۲۹	۳۱۰۶	۱۶	۳۴۲۹	۳۱۰۶	۱۶	۷/۸۸	۱/۱۶	۸
۳۴۶۲	۳۳۳۸	۱۸	۴۰۴۵	۳۱۲۰	۱۲	۶/۸۱	۱/۰۱	۶
۳۴۶۸	۲۸۷۱	۱۳	۳۸۸۰	۳۲۷۳	۹	۶/۲۳	۰/۹۲	۷
۳۵۴۴	۳۳۳۷	۶	۳۷۸۵	۳۲۸۰	۱۵	۶/۱	۰/۹	۱۰
۳۷۸۵	۳۲۸۰	۱۵	۳۵۴۴	۳۳۳۷	۶	۵/۸۷	۰/۸۷	۱۱
۳۸۱۶	۳۵۸۸	۷	۳۴۶۲	۳۳۳۸	۱۸	۵/۲۶	۰/۷۸	۵
۳۸۸۰	۳۲۷۳	۹	۳۳۰۶	۳۳۶۱	۵	۴/۱۸	۰/۶۲	۱۲
۳۸۹۵	۳۶۲۳	۱۷	۴۳۳۵	۳۲۸۰	۸	۴/۰۳	۰/۵۹	۱۳
۴۰۴۵	۳۱۲۰	۱۲	۳۸۱۶	۳۵۸۸	۷	۳/۷	۰/۵۵	۱۶
۴۲۰۲	۳۹۱۳	۲	۳۸۹۵	۳۶۲۳	۱۷	۳/۵۷	۰/۵۳	۱۷
۴۳۰۴	۳۶۵۴	۱۹	۴۳۰۴	۳۶۵۴	۱۹	۳/۴۴	۰/۵۱	۲۰
۴۳۳۰	۳۶۶۲	۴	۴۳۳۰	۳۶۶۲	۴	۲/۵۷	۰/۳۸	۲
۴۳۳۵	۳۴۸۰	۸	۴۳۹۸	۳۷۰۰	۳	۲/۴۷	۰/۳۶	۱۸
۴۳۸۶	۳۷۰۷	۱	۴۳۸۶	۳۷۰۷	۱	۱/۷۳	۰/۲۶	۱
۴۳۹۸	۳۷۰۰	۳	۴۵۰۰	۳۸۰۴	۲۰	۱/۶۱	۰/۲۴	۱۵
۴۵۰۰	۳۸۰۴	۲۰	۴۲۰۲	۳۹۱۳	۲	۱/۴۲	۰/۲۱	۱۹
۴۶۶۷	۴۰۳۶	۱۴	۴۶۶۷	۴۰۳۶	۱۴	۱/۰۵	۰/۱۵	۴

مصطفی آقایی سربرزه و همکاران

جدول ۷- نتایج تجزیه پایداری ریک با در نظر گرفتن هر سه شرایط دیم، یکبار و دو بار آبیاری در سالها و مکانهای آزمایش، میانگین عملکرد ژنوتیپها در شرایط مختلف براساس عملکرد دیم، یکبار آبیاری و دوبار آبیاری به صورت صعودی تنظیم شده‌اند.

متوسط عملکرد (کیلوگرم در هکتار) به ترتیب صعودی براساس عملکرد در شرایط دوبار آبیاری			شماره ژنوتیپ	متوسط عملکرد (کیلوگرم در هکتار) به ترتیب صعودی براساس عملکرد در شرایط یکبار آبیاری			شماره ژنوتیپ	ضریب ریک	Wi(t/ha)	WI%
2IRR	1IRR	RF		2IRR	1IRR	RF				
۲۸۵۳	۲۸۱۰	۱۹۵۱	۱۸	۳۰۱۶	۲۵۱۰	۲۱۸۷	۱۳	۱۰/۴۸	۲/۲۵	۳
۳۸۸۲	۲۸۴۲	۲۱۶۶	۵	۲۹۲۵	۲۵۸۴	۲۱۲۷	۱۰	۹/۴۹	۲/۰۴	۱۴
۲۹۰۷	۲۵۹۵	۱۹۴۹	۱۱	۲۹۰۷	۲۵۹۵	۱۹۴۹	۱۱	۷/۶۳	۱/۶۴	۹
۲۹۲۵	۲۵۸۴	۲۱۲۷	۱۰	۲۹۴۳	۲۶۸۹	۲۲۷۱	۱۶	۷/۴۲	۱/۶۰	۱۰
۲۹۴۳	۲۶۸۹	۲۲۷۱	۱۶	۳۴۳۱	۲۷۶۷	۲۰۰۰	۱۲	۷/۰۰	۱/۵۱	۸
۳۰۱۱	۲۸۳۵	۲۲۷۲	۶	۳۱۸۳	۲۸۰۵	۲۱۲۱	۱۵	۶/۸۵	۱/۴۷	۱۱
۳۰۱۶	۲۵۱۰	۲۱۸۷	۱۳	۲۸۵۳	۲۸۱۰	۱۹۵۱	۱۸	۵/۹۰	۱/۲۷	۶
۳۱۸۳	۲۸۰۵	۲۱۲۱	۱۵	۳۲۹۲	۲۸۳۱	۲۱۹۵	۹	۵/۴۱	۱/۱۶	۱۳
۳۲۲۳	۳۰۱۱	۲۳۶۴	۷	۳۰۱۱	۲۸۳۵	۲۲۷۲	۶	۴/۷۷	۱/۰۳	۵
۳۲۹۲	۲۸۳۱	۲۱۹۵	۹	۲۸۸۲	۲۸۴۲	۲۱۶۶	۵	۴/۵۸	۰/۹۹	۲۰
۳۳۱۲	۲۹۳۷	۲۰۵۸	۱۷	۳۵۵۶	۲۸۵۳	۲۱۳۲	۸	۴/۴۹	۰/۹۶	۷
۳۴۳۱	۲۷۶۷	۲۰۰۰	۱۲	۳۳۱۲	۲۹۳۷	۲۰۵۸	۱۷	۴/۰۲	۰/۸۷	۱۶
۳۴۶۹	۲۹۵۸	۲۲۰۵	۴	۳۴۶۹	۲۹۵۸	۲۲۰۵	۴	۳/۹۱	۰/۸۴	۴
۳۵۰۸	۳۰۷۶	۲۲۵۵	۱۹	۳۲۲۳	۳۰۱۱	۲۳۶۴	۷	۳/۷۴	۰/۸۱	۱۲
۳۵۳۶	۳۲۵۷	۲۴۳۲	۲	۳۵۹۱	۳۰۱۸	۲۴۳۸	۱	۳/۳۰	۰/۷۱	۱
۳۵۵۶	۲۸۵۳	۲۱۳۲	۸	۳۶۰۱	۳۰۶۷	۲۲۵۵	۳	۲/۹۴	۰/۶۳	۱۷
۳۵۹۱	۳۰۱۸	۲۴۳۸	۱	۳۵۰۸	۳۰۷۴	۲۲۵۵	۱۹	۲/۴۰	۰/۵۲	۱۸
۳۶۰۱	۳۰۶۷	۲۲۵۵	۳	۳۶۵۸	۳۱۱۷	۲۲۴۰	۲۰	۲/۳۱	۰/۵۰	۲
۳۶۵۸	۳۱۱۷	۲۲۴۰	۲۰	۳۸۴۹	۳۲۴۷	۲۳۴۲	۱۴	۱/۹۳	۰/۴۱	۱۹
۳۸۴۹	۳۲۴۷	۲۳۴۲	۱۴	۳۵۳۶	۳۲۵۷	۲۴۳۲	۲	۱/۴۲	۰/۳۱	۱۵

مطالعه شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش خشکی: ارزیابی ژنوتیپ‌ها براساس شاخص‌های تحمل خشکی و میزان عملکرد در شرایط دیم و کم آبیاری به تفکیک ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۸ درج شده‌اند. مطالعه شاخص‌های حساسیت به تنش خشکی در ایستگاه مراغه نشان داد که شاخص SSI و TOL لاین‌های شماره ۵، ۶، ۷، ۱۰، ۱۳ و ۱۶ دارای کمترین مقدار در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بودند و در زمره ژنوتیپ‌های با حساسیت کمتر به تنش خشکی قرار گرفتند (جدول ۸). بررسی نتایج تحمل به تنش خشکی براساس شاخص‌های GMP, MP و STI نیز نشان داد که لاین‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۱۴، ۱۹ و ۲۰ با بیشترین مقادیر، تحمل بیشتری نسبت به بقیه به شرایط تنش خشکی داشتند. به عبارت دیگر، این سه شاخص گروه‌بندی متفاوتی از دو شاخص SSI و TOL برای تحمل و یا حساسیت به تنش خشکی ارائه نمودند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که رقم سرداری براساس شاخص‌های GMP, MP و STI در گروه ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در شرایط مزرعه قرار دارد و رقم آذر-۲ نیز براساس این شاخص‌ها در مراغه در زمره ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی قرار گرفتند (جدول ۸).

شاخص‌های SSI و TOL در ایستگاه سرارود تقریباً نتایج مشابهی در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها نشان دادند. در این ایستگاه براساس شاخص SSI لاین‌های شماره ۶، ۱۶ و ۱۸ و براساس شاخص TOL ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۱۶ کمترین مقدار را داشت که بیانگر حساسیت کمتر این ژنوتیپ‌ها در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی است.

از سوی دیگر، شاخص‌های GMP, MP و STI گروه‌بندی متفاوتی از دو شاخص TOL و SSI برای تحمل و یا حساسیت به تنش خشکی ژنوتیپ‌ها در ایستگاه سرارود ارائه نمودند (جدول ۸). براساس این سه شاخص لاین‌های شماره ۱، ۲، ۷ و ۱۴ بالاترین مقادیر را داشتند و بنابراین نسبت به سایرین برتر بوده و تحمل بیشتری به تنش خشکی از خود نشان دادند. ژنوتیپ‌های شاهد (سرارود و آذر-۲) هم به نسبت دارای شاخص تحمل به تنش STI بیشتری بودند (جدول ۸).

جدول ۸- شاخص های مقاومت به خشکی ژنوتیپ های گندم به تفکیک دو ایستگاه مراغه و سرارود.

مراغه										سرارود										
شماره ژنوتیپ	شجره ژنوتیپ	SSI	TOL	MP	GMP	STI	SSI	TOL	MP	GMP	STI	SSI	TOL	MP	GMP	STI	SSI	TOL	MP	GMP
۱	14 Gene Bank Material	۰/۹۱۵	۱۳۹۵	۳۶۸۸	۳۱۲۲	۰/۸۵۲	۰/۸۹۲	۶۱۳	۲۰۹۲	۳۰۶۹	۰/۸۸۶	۰/۸۹۲	۶۱۳	۲۰۹۲	۳۰۶۹	۰/۸۸۶	۰/۸۹۲	۶۱۳	۲۰۹۲	۳۰۶۹
۲	914 Gene Bank Material	۰/۹۵۵	۱۳۹۵	۳۵۰۵	۳۴۳۵	۰/۸۶۷	۰/۹۱۸	۶۶۷	۲۲۰۳	۳۱۷۸	۰/۸۷۱	۰/۹۱۸	۶۶۷	۲۲۰۳	۳۱۷۸	۰/۸۷۱	۰/۹۱۸	۶۶۷	۲۲۰۳	۳۱۷۸
۳	Turkey 13//F9.10/Maya"s"	۱/۸۳۳	۱۷۳۲	۳۵۳۲	۳۴۲۵	۰/۸۶۲	۱/۱۱۳	۷۶۷	۲۰۲۱	۱۹۸۴	۰/۸۶۲	۱/۱۱۳	۷۶۷	۲۰۲۱	۱۹۸۴	۰/۸۶۲	۱/۱۱۳	۷۶۷	۲۰۲۱	۱۹۸۴
۴	F9.10/Maya"s"//Sabalan	۱/۱۱۳	۱۶۷۶	۳۴۹۲	۳۳۹۰	۰/۸۴۷	۱/۰۳۶	۶۴۶	۱۸۵۳	۱۸۲۵	۰/۸۶۲	۱/۰۳۶	۶۴۶	۱۸۵۳	۱۸۲۵	۰/۸۶۲	۱/۰۳۶	۶۴۶	۱۸۵۳	۱۸۲۵
۵	Trakia//Maga"s"74/Mon"s"3/Shahi -1	۰/۶۶	۷۵۸	۲۹۲۷	۲۹۰۳	۰/۵۴۷	۱/۰۱۳	۶۵۳	۱۹۲۰	۱۸۹۲	۰/۵۴۷	۱/۰۱۳	۶۵۳	۱۹۲۰	۱۸۹۲	۰/۵۴۷	۱/۰۱۳	۶۵۳	۱۹۲۰	۱۸۹۲
۶	Trakia//Maga"s"74/Mon"s"3/Shahi -2	۰/۷۲	۸۸۷	۳۱۰۱	۳۰۶۹	۰/۶۱۲	۰/۸۱۴	۵۱۶	۱۹۵۲	۱۹۳۵	۰/۶۱۲	۰/۸۱۴	۵۱۶	۱۹۵۲	۱۹۳۵	۰/۶۱۲	۰/۸۱۴	۵۱۶	۱۹۵۲	۱۹۳۵
۷	72 YRRGP	۰/۸	۱۰۶۱	۳۲۸۶	۳۲۴۲	۰/۶۸۳	۰/۸۲۹	۵۵۵	۲۰۳۷	۲۰۵۶	۰/۶۸۳	۰/۸۲۹	۵۵۵	۲۰۳۷	۲۰۵۶	۰/۶۸۳	۰/۸۲۹	۵۵۵	۲۰۳۷	۲۰۵۶
۸	4848 Mashad/Sabalan	۱/۲۸	۱۸۵۰	۳۴۱۰	۳۲۸۲	۰/۷	۱/۱۴۷	۷۸۵	۱۹۵۶	۱۹۵۶	۰/۷	۱/۱۴۷	۷۸۵	۱۹۵۶	۱۹۵۶	۰/۷	۱/۱۴۷	۷۸۵	۱۹۵۶	۱۹۵۶
۹	4848 Mashad/Tui"s"	۰/۹۸۱	۱۳۲۲	۳۲۱۹	۳۱۵۱	۰/۶۴۵	۱/۰۹۹	۷۶۰	۲۰۳۱	۱۹۹۵	۰/۶۴۵	۱/۰۹۹	۷۶۰	۲۰۳۱	۱۹۹۵	۰/۶۴۵	۱/۰۹۹	۷۶۰	۲۰۳۱	۱۹۹۵
۱۰	98 YRRGP	۰/۸۳۵	۸۶۶	۲۹۵۹	۲۹۲۸	۰/۵۵۷	۱/۰۳۳	۶۹۶	۱۸۷۵	۱۸۴۲	۰/۵۵۷	۱/۰۳۳	۶۹۶	۱۸۷۵	۱۸۴۲	۰/۵۵۷	۱/۰۳۳	۶۹۶	۱۸۷۵	۱۸۴۲
۱۱	1002 Gene Bank Material	۱/۰۳۸	۱۱۹۹	۲۷۲۳	۲۶۵۶	۰/۴۵۸	۰/۹۱۴	۵۹۸	۱۹۸۵	۱۹۶۳	۰/۴۵۸	۰/۹۱۴	۵۹۸	۱۹۸۵	۱۹۶۳	۰/۴۵۸	۰/۹۱۴	۵۹۸	۱۹۸۵	۱۹۶۳
۱۲	Roshan/3/F12.71/Coc//Gno79	۱/۲	۱۶۸۶	۳۲۰۱	۳۰۸۸	۰/۶۲	۱/۴۵۵	۱۰۴۱	۱۹۸۷	۱۹۱۷	۰/۶۲	۱/۴۵۵	۱۰۴۱	۱۹۸۷	۱۹۱۷	۰/۶۲	۱/۴۵۵	۱۰۴۱	۱۹۸۷	۱۹۱۷
۱۳	Sabalan/6/Shahi/Kvz/5/Shahi/4/Kal//B/Cj/3//Horks	۰/۸۶۳	۹۱۹	۳۰۰۸	۲۹۷۳	۰/۵۵۴	۱/۰۳۵	۶۹۴	۱۹۹۱	۱۹۶۰	۰/۵۵۴	۱/۰۳۵	۶۹۴	۱۹۹۱	۱۹۶۰	۰/۵۵۴	۱/۰۳۵	۶۹۴	۱۹۹۱	۱۹۶۰
۱۴	Fengkang 15/Sefid (Seed White)	۱/۱۷۷	۱۹۰۹	۳۷۱۲	۳۵۸۷	۰/۸۳۶	۱/۲۰۱	۹۰۳	۲۱۷۰	۲۱۳۳	۰/۸۳۶	۱/۲۰۱	۹۰۳	۲۱۷۰	۲۱۳۳	۰/۸۳۶	۱/۲۰۱	۹۰۳	۲۱۷۰	۲۱۳۳
۱۵	Fengkang 15/Sefid	۰/۹۱۱	۱۳۰۴	۳۱۳۳	۳۰۶۵	۰/۶۱	۱/۰۷۱	۷۰۰	۱۹۳۰	۱۸۹۸	۰/۶۱	۱/۰۷۱	۷۰۰	۱۹۳۰	۱۸۹۸	۰/۶۱	۱/۰۷۱	۷۰۰	۱۹۳۰	۱۸۹۸
۱۶	Kvz/Tm71/3/Maya"s"//Bb/Inia/4/Scfid (Seed Red)	۰/۶۹۷	۸۳۱	۳۰۱۴	۲۹۸۵	۰/۵۷۹	۰/۶۸۴	۴۳۴	۱۹۹۶	۱۹۸۴	۰/۵۷۹	۰/۶۸۴	۴۳۴	۱۹۹۶	۱۹۸۴	۰/۵۷۹	۰/۶۸۴	۴۳۴	۱۹۹۶	۱۹۸۴
۱۷	Unknown-1	۱/۱۴۸	۱۵۵۴	۳۱۱۸	۳۰۱۹	۰/۵۹۲	۱/۱۵۲	۸۰۶	۲۰۳۶	۱۹۹۵	۰/۵۹۲	۱/۱۵۲	۸۰۶	۲۰۳۶	۱۹۹۵	۰/۵۹۲	۱/۱۵۲	۸۰۶	۲۰۳۶	۱۹۹۵
۱۸	Unknown-2	۱/۰۸۶	۱۳۰۷	۲۸۰۹	۲۷۳۲	۰/۴۸۵	۰/۵۲۶	۲۹۳	۱۷۹۲	۱۷۸۶	۰/۴۸۵	۰/۵۲۶	۲۹۳	۱۷۹۲	۱۷۸۶	۰/۴۸۵	۰/۵۲۶	۲۹۳	۱۷۹۲	۱۷۸۶
۱۹	Sardari	۱/۱۲۸	۱۶۸۷	۳۴۶۰	۳۳۵۶	۰/۸۳۲	۰/۹۰۶	۶۰۱	۲۰۱۴	۱۹۹۱	۰/۸۳۲	۰/۹۰۶	۶۰۱	۲۰۱۴	۱۹۹۱	۰/۸۳۲	۰/۹۰۶	۶۰۱	۲۰۱۴	۱۹۹۱
۲۰	Azar-2	۱/۳۶۱	۱۹۳۴	۳۵۳۳	۳۳۹۸	۰/۸۵	۰/۹۴	۶۴۶	۲۰۷۴	۲۰۴۸	۰/۸۵	۰/۹۴	۶۴۶	۲۰۷۴	۲۰۴۸	۰/۸۵	۰/۹۴	۶۴۶	۲۰۷۴	۲۰۴۸

شماره ژنوتیپ = ۰/۳۴۷۶

شماره ژنوتیپ = ۰/۳۸۶۷

مطالعه شاخص‌های حساسیت و تحمل تنش خشکی براساس میانگین نتایج سه ساله ایستگاه مراغه و دو سال ارزیابی در ایستگاه سرارود در جدول ۹ درج شده است. با توجه به این نتایج لاین‌های شماره ۵، ۶، ۷ و ۱۶ دارای کمترین مقادیر شاخص‌های SSI و TOL در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بودند که بیانگر حساسیت کمتر آنها به تنش خشکی می‌باشد. براساس این دو شاخص ارقام سرداری و آذر-۲ در گروه ژنوتیپ‌های حساس به خشکی قرار گرفتند (جدول ۹). بررسی نتایج حساسیت به تنش خشکی براساس شاخص‌های GMP, MP و STI نیز نشان داد که لاین‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۱۴، ۱۹ و ۲۰ دارای توانایی تحمل به خشکی بیشتری هستند (جدول ۹). به عبارت دیگر این سه شاخص گروه‌بندی متفاوت از دو شاخص TOL و SSI برای تحمل و یا حساسیت به تنش خشکی ارائه نمودند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که ارقام سرداری و آذر-۲ براساس شاخص‌های MP, GMP و STI در گروه ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی قرار دارند (جدول ۹). با توجه به نتایج تحقیقات محققان در طی سال‌های گذشته مبنی بر وجود مقاومت به خشکی در این دو رقم می‌توان چنین اظهار داشت که شاخص‌های گروه دوم یعنی GMP, MP و STI نسبت به تشخیص ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی نتیجه مناسب‌تری ارائه می‌نمایند. این قسمت از نتایج با تحقیقات قبلی آقایی و همکاران (۲۰۰۴) و محمدی و همکاران (۲۰۰۶) در خصوص این‌که شاخص‌های MP و STI قادرند لاین‌های مقاوم به خشکی را که هم در محیط آبی و هم در محیط دیم دارای عملکرد بالایی هستند از سایر گروه‌ها متمایز سازند، هم‌راستا می‌باشد.

نتایج بررسی همبستگی ساده بین عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به تنش در جدول ۱۰ درج شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، عملکرد دانه در شرایط دیم با عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی، و شاخص‌های MP, GMP و STI همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. به عبارت دیگر اگر گزینش براساس مقادیر بالای هر یک از این شاخص‌ها در ژنوتیپ‌ها صورت بگیرد، به طور غیرمستقیم ژنوتیپ‌های با عملکرد بیشتر در شرایط دیم گزینش خواهند شد. علاوه بر این شاخص‌های تحمل به تنش با همدیگر ارتباط و همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری داشتند (جدول ۱۰).

جدول ۹- شاخص‌های مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های گندم در ایستگاه‌های دیم مراغه و سرارود.

STI	GMP	MP	TOL	SSI	عملکرد دانه		شجره ژنوتیپ	شماره ژنوتیپ
					(کیلوگرم در هکتار)			
					دیم	دوبارآبیاری		
۰/۸۲۸	۲۸۴۶	۲۸۹۰	۱۰۰۴	۰/۹۱۱	۴۳۹۲	۲۳۸۸	14 Gene Bank Material	۱
۰/۸۰۵	۲۸۰۷	۲۸۵۴	۱۰۳۱	۰/۹۴۲	۳۳۷۰	۲۳۳۹	914 Gene Bank Material	۲
۰/۷۴۸	۲۷۰۶	۲۷۷۷	۱۲۵۰	۱/۱۳۱	۳۴۰۲	۲۱۵۲	Turkey 13//F9.10/Maya"s"	۳
۰/۶۹۶	۲۶۰۹	۲۶۷۳	۱۱۶۱	۱/۰۹۸	۳۲۵۳	۲۰۹۲	F9.10/May"s"//Sabalan	۴
۰/۵۸۸	۲۳۹۸	۲۴۲۴	۷۰۵	۰/۷۸۲	۲۷۷۶	۲۰۷۱	Trakia//Maga"s"74/Mon"s "/3/Shahi -1	۵
۰/۶۴	۲۵۰۲	۲۵۲۷	۷۰۱,۲	۰/۷۵	۲۸۷۷	۲۱۷۶	Trakia//Maga"s"74/Mon"s "/3/Shahi -2	۶
۰/۷۱۲	۲۶۴۰	۲۶۷۱	۸۰۸	۰/۸۰۹	۳۰۷۵	۲۲۶۷	72 YRRGP	۷
۰/۷۰۲	۲۶۲۱	۲۷۰۲	۱۳۱۸	۱/۲۰۷	۳۳۶۱	۲۰۴۴	4848 Mashad/Sabalan	۸
۰/۶۷۶	۲۵۷۳	۲۶۲۵	۱۰۴۱	۱/۰۱۹	۳۱۴۶	۲۱۰۴	4848 Mashad/Tui"s"	۹
۰/۵۸۱	۲۳۸۶	۲۴۱۷	۷۸۱	۰/۸۵۶	۲۸۰۸	۲۰۲۷	98 YRRGP	۱۰
۰/۵۴۶	۲۳۱۱	۲۳۵۴	۸۹۹	۰/۹۸۷	۲۸۰۴	۱۹۰۵	1002 Gene Bank Material	۱۱
۰/۶۴	۲۵۰۳	۲۵۹۴	۱۳۶۷	۱/۲۸۴	۳۲۷۸	۱۹۱۱	Roshan/3/F12.71/Coc//Gn o79	۱۲
۰/۶۲۲	۲۴۶۷	۲۵۰۰	۸۰۶	۰/۸۵۵	۲۹۰۳	۲۰۹۶	Sabalan/6/Shahi/Kvz/5/Sh ahi/4/Kal//B/Cj/3/#Horks	۱۳
۰/۸۳۳	۲۸۵۶	۲۹۴۱	۱۴۰۶	۱/۱۸۸	۳۶۴۴	۲۲۳۸	Fengkang15/Sefid (Seed White)	۱۴
۰/۶۲۹	۲۴۸۲	۲۵۳۲	۱۰۰۲	۱/۰۱۷	۳۰۳۳	۲۰۳۱	Fengkang15/Sefid	۱۵
۰/۶۳۱	۲۴۸۵	۲۵۰۵	۶۳۳	۰/۶۹	۲۸۲۱	۲۱۸۹	Kvz/Tm71/3/Maya"s"//Bb/ Inia/4/Sefid (Seed Red)	۱۶
۰/۶۴۳	۲۵۰۸	۲۵۷۷	۱۱۸۰	۱/۱۴۷	۳۱۶۷	۱۹۸۷	Unknown-1	۱۷
۰/۵۲۴	۲۲۶۶	۲۳۰۱	۸۰۰	۰/۹۱۲	۲۷۰۱	۱۹۰۱	Unknown-2	۱۸
۰/۷۳۲	۲۶۷۷	۲۷۳۷	۱۱۴۴	۱/۰۶۴	۳۳۰۹	۲۱۴۷	Sardari	۱۹
۰/۷۶	۲۷۲۸	۲۸۰۳	۱۲۹۰	۱/۱۵۱	۳۴۴۸	۲۱۵۸	Azar-2	۲۰
۰/۳۲۴۷۸ = شدت تنش					۳۱۲۸	۲۱۱۲	میانگین	

جدول ۱۰- همبستگی ساده بین عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به تنش.

صفت	عملکرد دانه در شرایط دیم	عملکرد دانه در شرایط دوبار آبیاری	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل تنش	میانگین بهره‌وری هندسی	میانگین
2IRR = عملکرد دانه در شرایط ۲ بار آبیاری	۰/۴۷۷*					
SSI = شاخص حساسیت به تنش	-۰/۳۶۸	۰/۷۱۷**				
TOL = شاخص تحمل تنش	-۰/۰۱۸	۰/۸۷۰**	۰/۹۶۶**			
MP = میانگین بهره‌وری	۰/۷۴۱**	۰/۹۴۴**	۰/۴۴۶*	۰/۶۵۸**		
GMP = میانگین هندسی	۰/۸۰۹**	۰/۹۰۳**	۰/۳۴۸	۰/۵۷۳**	۰/۹۹۴**	
STI = شاخص تحمل تنش	۰/۸۱۱**	۰/۹۰۰**	۰/۳۴۵	۰/۵۶۹**	۰/۹۹۳**	۰/۹۹۹**

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد احتمال.

بحث

یکی از راهکارهای مهم برای کاهش اثرات تنش خشکی تولید و معرفی ارقامی از گیاهان زراعی است که بتوانند شرایط تنش را به خوبی تحمل کرده و در شرایط تنش حداقل خسارت را ببینند. این شیوه به همراه مجموعه فعالیت‌های به‌زراعی و مدیریت مزرعه راهکارهای بسیار موثری هستند که آثار منفی ناشی از تنش خشکی بر عملکرد را بسیار کاهش می‌دهند. مکانیزم‌های متعدد و گوناگونی وجود دارد که سبب می‌شود یک ژنوتیپ بتواند شرایط نامساعد را تحمل نماید. گاهی ترکیبی از این مکانیزم‌ها عمل نموده و پایداری عملکرد را در شرایط تنش در ژنوتیپ واجد این صفات سبب می‌شوند. انتخاب ژنوتیپی که دارای چنین ویژگی‌هایی باشد کار ساده‌ای نیست و عمدتاً در مراحل اولیه اصلاح نباتات مشکل است. صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و فنولوژیک متعددی ارائه شده‌اند که توسط محققان زیادی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. ارزیابی ارقام در شرایط تنش و بدون تنش عموماً کاربرد زیادی در بررسی تنش‌ها دارد (ویتر و همکاران، ۱۹۸۸؛ فرناندز، ۱۹۹۲؛ فرشادفر و همکاران، ۲۰۰۱؛ کریستین و همکاران، ۱۹۹۷؛ گیل، ۱۹۹۹؛ آرنون، ۱۹۷۲). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد تفاوت زیادی بین ژنوتیپ‌های مختلف از لحاظ صفات موثر بر تحمل خشکی وجود دارد (بیشاپ و باگی، ۱۹۹۸). میزان پرولین، پایداری غشاء سلولی در شرایط تنش، تداوم فتوسنتز، میزان آب نسبی برگ، عملکرد دانه و... صفاتی هستند که مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته‌اند (ویتر و همکاران، ۱۹۸۸). علاوه بر این صفات، میزان تولید اقتصادی و همچنین عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در

شرایط تنش و بدون تنش در محاسبه شاخص‌های تحمل به تنش مورد استفاده فراوان قرار گرفته‌اند (فرناندز، ۱۹۹۲؛ روسیل و هامبلین، ۱۹۸۱).

با توجه به اهمیت موضوع خشکی در کشور، ارائه راهکارهای مختلف برای کاهش اثرات این تنش ضرورت یافته‌است. به‌همین دلیل در برنامه‌های تحقیقاتی به‌ویژه پروژه‌هایی که منجر به معرفی ارقام جدید می‌شوند، ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های پیشرفته در اواخر برنامه‌های به‌نژادی صورت می‌گیرد.

در بررسی حاضر ژنوتیپ‌های پیشرفته در مراحل انتهایی برنامه‌های به‌نژادی دیم، از جنبه‌های مختلف از جمله واکنش در شرایط تنش مورد ارزیابی قرار گرفتند. این ژنوتیپ‌ها در شرایط متفاوت دو ایستگاه سرد و سرد معتدل، شرایط متغیر محیطی کنترل شده (دیم، یک‌بار آبیاری در زمان کاشت و دو بار آبیاری یکی در زمان کاشت و دیگری در زمان شروع گلدهی) طی سه سال ارزیابی شدند. داده‌های حاصل پس از تجزیه و تحلیل آماری سالانه و تلفیق نتایج سه ساله با انجام تجزیه مرکب و تجزیه پایداری نشان داد که تعدادی از ژنوتیپ‌ها شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱ (14 Gene Bank Material)، ۲ (914 Gene Bank Material)، ۴ (F9.10/May"s"//Sabalan)، ۱۹ (سرداری) و ۲۰ (آذر-۲) در شرایط مختلف علاوه بر تولید عملکرد دانه بیشتر و پایداری عملکرد، برتر از سایرین بودند. علاوه بر این خصوصیات، این ژنوتیپ‌ها دارای شاخص تحمل به تنش بیشتری نسبت به بقیه بوده که به نوعی خود حاکی از تحمل بیشتر این ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی است و بنابراین به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر گزینش شدند. از سوی دیگر، عملکرد این ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری تکمیلی بیشتر از سایرین بود و بنابراین ژنوتیپ‌های مناسبی برای آبیاری تکمیلی نیز می‌باشند. در ایستگاه سرارود این ژنوتیپ‌ها اختلاف آماری معنی‌داری با بقیه نداشتند، به‌همین دلیل می‌توان این ژنوتیپ‌ها را برای منطقه با آب و هوای مشابه سرارود (سرد معتدل) توصیه نمود.

از سوی دیگر دو ژنوتیپ شماره ۳ ("Turkey 13//F9.10/Maya"s") و ۱۴ (Fengkan15/Sefid) که بیشترین عملکرد را داشتند و دارای شاخص تحمل به تنش زیادی بودند با وصفی که شاخص پایداری کمتری داشتند مورد گزینش قرار گرفتند. با این توجیه که نوسان عملکرد این ژنوتیپ‌های پرمحصولی بالاتر از حداقل میزان تولید ژنوتیپ‌های پایدار می‌باشد. بنابراین ژنوتیپ‌های شماره ۱ (14 Gene Bank Material)، ۲ (914 Gene Bank Material)، ۴ (F9.10/May"s"//Sabalan)، ۱۹ (سرداری)، ۲۰ (آذر-۲)، ۳ (Turkey

"13//F9.10/Maya"s" و ۱۴ (Fengkang15/Sefid) به عنوان ژنوتیپ‌های برتر و قابل توصیه برای این مناطق گزینش می‌شوند.

باید اشاره نمود رقم شاهد سرداری که از ارقام بومی گزینش شده است، دارای پایداری بسیار خوبی تحت شرایط دیم می‌باشد. اما به دلیل ضعف ساقه و احتمال زیاد ورس آن، در آبیاری تکمیلی باید مدیریت مناسبی را از لحاظ اعمال آبیاری انجام داد.

با توجه به نتایج به دست آمده از اجرای طرح در دو ایستگاه تحقیقات دیم سرارود و مراغه، اجرای یکبار آبیاری تکمیلی به طور متوسط باعث افزایش ۸۴۲ کیلوگرم در هکتار و با دو بار آبیاری حدود ۱۱۰۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به شرایط دیم افزایش می‌یابد. همچنین نتایج حاصل نشان داد که اعمال دو بار آبیاری تکمیلی نسبت به یکبار آبیاری باعث افزایش ۲۶۲ کیلوگرم عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردید. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که با در نظر گرفتن شرایط و فاکتورهای اقتصادی و همچنین صرفه اقتصادی، اعمال یکبار آبیاری تکمیلی باعث افزایش بیشتر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دیم خواهد شد و نسبت به دو بار آبیاری مقرون به صرفه‌تر می‌باشد. ولی با توجه به اینکه آبیاری دوم در دیم‌زارها اکثراً به علت کمبود آب و هم‌زمان با اوج آبیاری محصولات دیگر آبی می‌باشد، لذا برای افزایش عملکرد گندم در شرایط دیم و در صورت وجود آب، یکبار آبیاری در زمان کاشت توصیه می‌شود.

بررسی همبستگی شاخص‌های تحمل به تنش و حساسیت به تنش نشان داد که می‌توان از شاخص STI به نحو مطلوبی برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل استفاده نمود و از شاخص‌های متعدد پرهیز نمود. البته می‌توان در شرایطی که تعداد ژنوتیپ‌ها بسیار زیاد هستند، از گزینش براساس این شاخص‌ها در چند مرحله استفاده نمود. به عنوان مثال در مرحله اول ژنوتیپ‌هایی را انتخاب نمود که دارای STI بیشتر هستند و برای گزینش دقیق‌تر در مرحله بعد، آنهایی را انتخاب نمود که دارای SSI کمتری هستند. با این عمل دقت در انتخاب را می‌توان افزایش داد.

نتایج حاصل از این تحقیق از زاویه دیگر ارزشمند بود. با توجه به این که دو لاین شماره ۱ و ۲ از مواد ژنتیکی بانک ژن می‌باشند، می‌توان انتظار داشت که از بین موادی که در کلکسیون‌های بانک ژن نگهداری می‌شوند، ارقام ارزشمندی را برای مناطق مختلف کشور و برای صفات گوناگون معرفی نمود.

فهرست منابع

- Aghaee-Sarbarzeh, M., Mohammadi, R., Haghparast, R., and Rajabi, R. 2004. Evaluation of advanced lines of bread wheat for drought tolerance in Kermanshah. The 8th Iranian Congress of Crop Sci, 13-15 Aug. 2004, Gilan Uni., Iran.
- Aghaee-Sarbarzeh, M., and Rostaei, M. 2008. Evaluation of advanced bread wheat genotypes under drought stress in moderate and cold area. The 10th Iranian Congress of Crop Sciences, 18-20 Aug. 2008, SPII, Karaj, Iran.
- Arnon, I. 1972. Crop production in dry regions. Wheat. Vol., 2. Leonard Hill London. pp. 1-72.
- Bishop, D.L., and Bugbee, B.G. 1998. Photosynthetic capacity and dry mass partitioning in dwarf and semi-dwarf wheat. *Plant. Physiol.* 153:558-565.
- Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC, Inc., pp. 43-77.
- Calhoun, D.S., Gebeyehu, C., Miranda, A., Rajaram, S., and Van Ginkel, M. 1994. Choosing evaluation environments to increase grain yield under drought conditions. *Crop Sci.* 34: 673-678.
- Christiansen, M.N., and Lewis, C.F. 1982. Breeding plants for less favorable environments. *Wiley*, 7: 175-213.
- Ehdaie, B., Waines, J.G., and Hall, A.E. 1988. Differential responses of landrace and improved spring wheat genotypes to stress. *Crop. Sci.* 28: 838-842.
- Falconer, D.S. 1990. Selection in different environments: effects on environmental sensitivity (reaction norm) and on mean performance. *Genet. Res.* 56: 57-70.
- Farshadfar, E., Ghanadha, M., Zahravi, M., and Sutka, J. 2001. Genetic analysis of drought tolerance in wheat. *Plant Breed.* 114: 542-544.
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Proceeding of a Symposium. Taiwan.* 13-18Aug. pp. 257-270.
- Fisher, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Grain yield response. *Aust J Agric Res.* 29: 897-912.
- Gill, M.S. 1999. Breeding for drought resistance. In: recent concepts in breeding for resistance to biotic and abiotic stresses in crop plants. Nanda G.S, Chahal G.S., Singh B.S., Allah Rang and Gill, M.S. (eds.) 4-22 Oct., pp. 73-85, PAU, Ludhiana, India.
- Heidari Sharifabad, H. 2008. Drought mitigation strategies for the agriculture sector. The 10th Iranian Congress of Crop Sci, 18-20 Aug. 2008, SPII, Karaj, Iran.
- Hesadi, P. 2006. Selection for drought tolerance in international barley lines in Kermanshah condition. *Agric. Sci.* 12: 143-153.
- Heyne, E.G. 1987. Wheat and wheat improvement. 2nd edition. American Society of Agronomy; Madison, Wisconsin, USA.

- Kristin, A.S., Serna, R.R., Perez, F.I., Enriquez, B.C., Gallegos, Y.A.A., Vallejo, P.R., Wassimi, N., DKelly, J. 1997. Improving common bean performance under drought stress. *Crop Sci.*, 37: 51-60.
- Ministry of Jihad-e-Keshavarzi. 2008. <http://dbagri-jahad.org/zrtbank.....>
- Mohammadi, R., Haghparast, R., Aghaee-Sarbarzeh, M., Abdollahi, A. 2006. Evaluation of drought tolerance of advanced durum wheat genotypes based on physiological criteria and related traits. *J. Agric. Sci. Iran.* 3: 563-575.
- Naderi, A., Majidi-Harvan, I., Hashemi-Dezfoli, A., Rezaee, A., and Normohamadi, G. 1999. Analysis of efficiency of drought tolerance indices in crop plants and introduction of a new criteria. *Seed and Plant.* 15:390-402.
- Osmanzai, M., Rajaram, S., and Knapp, E.B. 1987. Breeding for moisture stressed areas. In: Srivastava, J.P., Porceddu, E., Acevedo, E., and Varma, S. (eds.), *Drought tolerance in winter cereals.* John Wiley and Sons. New York. pp.151-161.
- Passioura, J. 2007. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *J Exp Bot.* 2: 113-117.
- Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments. *Crop. Sci.* 21: 943-946.
- Shafazadeh, M.K., Yazdansepass, A., Amini, A., Ghanadha, M. 2004. Evaluation of tolerance to terminal drought stressing promising winter and facultative bread wheat lines using stress susceptibility and tolerance indices. *Seed and Plant.* 20: 57-71.
- Trethowan, R.M., and Reynolds, M. 2007. Drought resistance: Genetic approaches for improving productivity under stress. In: Buck H.R. et al. (eds): *wheat production in stressed environments*, 289-299, Springer Pub., the Netherlands.
- Winter, S.R., Musik, J.T., and Porter, K.B. 1988. Evaluation of screening techniques for breeding drought-resistance winter wheat. *Crop Sci.* 28:512-516.



Determination of drought tolerant genotypes in bread wheat

***M. Aghaee Sarbarzeh¹, M. Rostae², R. Mohammadi²,
R. Haghparast³ and R. Rajabi⁴**

¹Assistant Prof., Seed and Plant Imp. Inst., Karaj, Iran, ²Instructor, Dryland Agr. Res. Inst.,
³Associated Prof., Dryland Agr. Res. Inst., ⁴Research Assistant, Dryland Agr. Res. Inst

Abstract

Breeding and release of high yielding and drought tolerant varieties along with advance agronomic practices are effective ways to manage drought and water deficit in agriculture. This experiment was conducted in order to identify tolerant genotypes to drought and evaluation of main characters and drought resistance indices on 20 bread wheat genotypes (18 promising lines and 2 checks, Sardari and Azar-2) during three cropping seasons (2002-2005) in two locations, Kermanshah province, Sararood station (moderate cold area) and Maragheh, Maragheh station (cold area). The genotypes were evaluated in a RCBD design fashion with four replications. Simple and combined analyses of variance for three years were carried out. The results showed significant differences among genotypes in different irrigation application. The highest grain yield, yield stability, and drought tolerance were belonged to the genotypes nos.1 (14 Gene Bank Material), 2 (914 Gene Bank Material), 4(F9.10/May"s"/Sabalan), 19 (Sardari), 20 (Azar-2), 3 (Turkey 13//F9.10/Maya"s") and 14 (Fengkang15/Sefid), under different irrigation scheme. Evaluation of stress tolerance indices i.e. stress tolerance index (STI), geometric mean productivity (GMP) and Mean productivity (MP) also showed the superiority of the above mentioned genotypes. Evaluation of different stress tolerance indices indicated that STI is a general index which can be used as selection criteria in breeding programs.

Keywords: Rainfed Wheat; Yield stability; Drought Tolerance; Supplemental Irrigation

*- Corresponding Author; Email: maghaee@yahoo.com