Archive of SID

ارزیابی تحمل خشکی ژنوتیپ‌های گندم نان با استفاده از شاخص‌های زراعی و فیزیولوژیکی

عزت اله فرشادفر[۱] و رضا محمدی[۲]

چکیده

تنش خشکی بعنوان مهمترین تنش غیر زیستی نقش مهمی در کاهش تولید محصول گیاهان زراعی در نواحی خشک و نیمه خشک جهان دارد. از این رو توجه به صفاتی که با میزان تحمل به خشکی در ارتباط هستند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. بر همین اساس تحقیقی در سال ۱۳۷۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی بر روی ۱۹ ژنوتیپ هگزاپلوئید گندم نان دریافتی از ایکاردا (ICARDA) به منظور گزینش ژنوتیپ های متحمل به خشکی در دو شرایط مزرعه و آزمایشگاه انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ عملکرد در دو شرایط تنش(در شرایط تنش تنها به نزولات جوی اکتفا شد) و بدون تنش(در شرایط بدون تنش علاوه بر شرایط جوی در سه مرحله ساقه رفتن، گلدهی و دانه بستن آبیاری به روش نشتی انجام گرفت)، میزان فلورسنس کلروفیل، درصد میزان آب برگ، شاخص سرعت جوانه زنی و شاخص تنش جوانه‌زنی و سایر صفات مرتبط با شرایط دیم بررسی شدند. ژنوتیپهای مورد بررسی در دو محیط تنش و بدون تنش اختلاف معنی‌داری نشان دادند که اختلاف موجود بیانگر تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای تحمل به خشکی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد. از نظر صفات فیزیولوژیکی درصد میزان آب برگ (LWC) و فلورسنس کلروفیل(CHF) که به عنوان شاخص‌های فیزیولوژیکی تحمل خشکی جهت گزینش لاینها و ارقام در شرایط تنش مورد استفاده قرارمی‌گیرند، ژنوتیپ های BW/5 ، BW/48 ، BW/104 ، BW/34 و BW/73 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بودند. شاخص تحمل خشکی (STI) که اهمیت زیادی در گزینش ژنوتیپها برای شرایط تنش دارد میزان آن برای ژنوتیپ های BW/5 ، BW/64 و BW/104 بیشتر بود. در شرایط آزمایشگاه نیز بر اساس شاخص تنش جوانه‌زنی (GSI) ژنوتیپ های BW/5، BW/67 ، BW/48 ، BW/73 و BW/104 گزینش شدند. ارزیابی ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس شاخص انتخاب چندگانه (MSI) نیز نشان داد که ژنوتیپ های BW/5 ، BW/64 و BW/104 بیشترین میزان تحمل خشکی را دارند. بنابراین بر اساس نتایج حاصل از مطالعه صفات فیزیولوژیکی و زراعی در شرایط مزرعه و آزمایشگاه مشخص شد که ژنوتیپ های BW/5، BW/64 و BW/104 نسبت به سایر ژنوتیپها از میزان تحمل خشکی بیشتری برخوردار می‌باشند.

کلید واژه ها: گندم، شاخص تحمل خشکی، شاخص تنش جوانه‌زنی، شاخص انتخاب چندگانه

مقدمه

از آنجایی که عملکرد به تنهایی شاخص مناسبی برای تحمل به خشکی نیست، پیشرفت سریعتر در برنامه‌های به نژادی برای عملکرد در شرایط تنش آبی می‌تواند با گزینش صفاتی(میزان آب نسبی، میزان آب نسبی از دست رفته، فلورسنس کلروفیل، تبادل گازی و...) که با تحمل به خشکی همبستگی

۱- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه

۲- پژوهشگر مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سرارود، کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۲/٤

تاریخ پذیرش: ۸۴/۱۰/۵

www.SID.ir

Archive of SID

دارند عملی گردد (۱ و ۱۰). بنابراین استفاده از این صفات به عنوان شاخص‌های گزینشی در برنامه‌های به نژادی علاوه بر بالا بودن وراثت‌پذیری آنها به سهولت و هزینه کم گزینش ژنوتیپ‌ها برای آن صفات نیز بستگی دارد (۱۰). از آنجایی که اصلاح برای عملکرد معمولاً به دلیل وراثت پذیری پایین آن مشکل می‌باشد، توجه به جنبه های دیگر تحمل به خشکی از قبیل شاخص‌های فیزیولوژیکی (نظیر فلورسنس کلروفیل، میزان آب نسبی برگ و...) به دلیل کم هزینه بودن و قابلیت آنها در گزینش مواد ژنتیکی در مراحل اولیه رشد گیاه به منظور مطالعه میزان تحمل به خشکی اهمیت دارد (۱ و ۲۲). تحمل به خشکی یک صفت ساده از نظر کنترل ژنتیکی نبوده، بلکه یک صفت کمی و پیچیده با جنبه‌های مختلف می‌باشد که بطور مثال با صفات میزان آب نسبی برگ[۱] (RWC)، آب نسبی از دست رفته[۲](RWL)، فلورسنس کلروفیل[۳] (CHF) ، تجمع پرولین[۴] ، اسید آبسیزیک[۵]، تنظیم اسمزی[۶] ، اندازه ریشه (۷) و پارامترهای دیگر نظیر تبادل گازی[۷] و کارآیی استفاده از آب[۸] (WUE) در ارتباط می‌باشند (۱). تنظیم اسمزی یکی از مؤلفه‌های تحمل به خشکی است(۳ و ۱۸) که ارتباط زیادی با میزان آب نسبی بیشتر برگ (RWC) و کاهش کمتر میزان آب نسبی از دست رفته برگ (RWL) دارد (۱۶ ، ۲۵ و ۲۸). پایداری عملکرد از شاخص‌های گیاهان یا ارقام متحمل به تنش رطوبتی است و در شرایطی که محیط تنوع زیادی داشته باشند، ژنوتیپ‌های پایدار می‌توانند برای تحمل به خشکی بر اساس شاخص‌های فیزیولوژیکی طبقه‌بندی شوند (۲ ، ۶، ۸ ، ۱۰ و ۲۶). علاوه برشاخص‌های فیزیولوژیکی که در گزینش برای تحمل به خشکی نقش دارند، شاخص تحمل به خشکی[۹] (STI) که توسط فرناندز[۱۰](۱۴) ارائه شده است نیز قادر به گزینش ژنوتیپ‌های با تحمل به خشکی بیشتر و عملکرد بالا می‌باشد. شاخص تنش جوانه‌زنی[۱۱] (GSI) نیز به عنوان یک شاخص سریع و اولیه در شرایط آزمایشگاه نقش مهمی در گزینش ژنوتیپ های متحمل به خشکی دارد. در حال حاضر استفاده از مواد اسمزی به دلیل سادگی و راحتی استفاده و قابلیت تکرار و همچنین توانایی آن در ارزیابی تعداد زیادی ژنوتیپ یکی از رایج‌ترین شیوه‌های ایجاد تنش در گیاهان می‌باشد(۱). پاول و پفیفر[۱۲] (۲۳) برای اولین بار به منظور ایجاد شرایط خشکی در مرحله جوانه‌زدن بذرها از پلی اتیلن گلایکول و مانیتول استفاده نمودند. استفاده از شاخص تنش جوانه‌زنی بذر بعنوان یک شاخص در گزینش برای شرایط تنش نیز گزارش شده است(۱، ۹ و ۲۴). هدف از این پژوهش ارزیابی و تعیین میزان حساسیت ژنوتیپ‌های گندم نانی در شرایط تنش و معرفی شاخص‌های فیزیولوژیکی میزان آب نسبی برگ، فلورسنس کلروفیل و شاخص انتخاب چندگانه و ارتباط آنها با تحمل به خشکی است.

مواد و روشها

به منظور بررسی و گزینش بهترین ژنوتیپ های متحمل به خشکی آزمایشی در سال ۱۳۷۸ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی انجام شد. در این آزمایش از ۱۹ ژنوتیپ گندم نان دریافتی از

1-Relative water content
2-Relative water loss
3-Chlorophyl fluorscence
4-Proline accumulation
5-Abscisic acid
6-Osmotic adjustment
7-Co2 exchange
8-Water use efficiency

9- Stress tolerance index
10-fernandez
11- Germination stress index
12- Powell& Pfdifer

www.SID.ir

Archive of SID

ایکاردا (ICARDA)[1] در مقایسه با رقم سرداری (شاهد) استفاده شد. آزمایش در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار و در دو محیط تنش (در شرایط تنش تنها به نزولات جوی اکتفا شد) و بدون تنش(در محیط بدون تنش علاوه بر شرایط جوی در سه مرحله ساقه رفتن، گلدهی و دانه بستن آبیاری به روش نشتی انجام گرفت) اجرا شد. برای کشت از زمینی که سال قبل بصورت آیش بوده استفاده شد. در فصل آیش و در پاییز زمین ابتدا با گاوآهن چیزل شخم خورده و سپس در فصل بهار و تابستان دو بار سویپ و در نهایت قبل از کشت دیسک زده شد. همراه با کشت بر اساس توصیه آزمایشگاه خاکشناسی میزان کود مورد نیاز بر اساس فرمول کودی N30P30 در هکتار تعیین شد که منبع نیتروژن، اوره و منبع فسفر، فسفات آمونیم بود.

هر ژنوتیپ در دو خط ۱۲۰ سانتی‌متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بوته در ردیف سه سانتی‌متر کشت شد. در طی اجرای آزمایش صفات فیزیولوژیکی میزان آب نسبی برگ (RWC) و فلورسنس کلروفیل(CHF) اندازه‌گیری شدند. همچنین به منظور بررسی میزان حساسیت ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس شاخص تحمل به خشکی عملکرد هر ژنوتیپ در دو محیط تنش و بدون تنش بر حسب گرم در نیم متر مربع محاسبه شد. در شرایط آزمایشگاه نیز با ایجاد شرایط تنش با استفاده از پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ براساس روش میچل و کافمن[2] (۲۰)میزان پلی اتیلن گلایکول لازم برای پتانسیل های ۰/۶- و ۰/۸- مگاپاسکال جهت شرایط تنش استفاده شد و برای شرایط غیر تنش از آب مقطر دو بار تقطیر شده استفاده گردید. صفات و شاخص های مورد بررسی بر اساس روشهایی که توسط عده ای از محققین ارائه شده است (۴، ۹، ۱۲، ۱۴ و ۲۱)بصورت زیر محاسبه شدند:

۱)- درصد میزان آب برگ[3] (LWC٪)

در این روش بطور تصادفی از هر ژنوتیپ در هر تکرار پنج نمونه برگ پرچم انتخاب و بلافاصله وزن‌تر آنها (FW)[4] توسط ترازوی دقیق دیجیتالی محاسبه شد. سپس برگها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به منظور محاسبه وزن خشک (DW)[5] در آون قرار داده شدند و از طریق فرمول زیر که توسط الیدیب و همکاران[6] (۴) ارائه شده است درصد آب برگ پرچم هر ژنوتیپ محاسبه شد(۴).

$$LWC\% = [\frac{FW - DW}{DW}]\,100$$

۲)- فلورسنس کلروفیل(CHF)

در این روش بعد از خروج سنبله از غلاف برگ پرچم، پنج نمونه برگ پرچم بطور تصادفی از هر ژنوتیپ در هر تکرار انتخاب و با استفاده از دستگاه تجزیه‌گر عملکرد فتوسنتز (PEA)[7] ، عملکرد کوانتوم برای هر ژنوتیپ بصورت زیر محاسبه شد (۱۲).

$$Quantum\ yield = \frac{(Fm - Ft)}{Fm}$$

که در آن Fm ماکزیمم فلورسنس و Ft میزان فلورسنس اولیه در مرحله نوری مناسب است.

۳)- شاخص تنش جوانه‌زنی (GSI)

به منظور بررسی سرعت جوانه‌زنی و عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها برای جوانه‌زنی در شرایط تنش، آزمایشی بصورت فاکتوریل در سه‌تکرار انجام

1 - International Center of Agricultural Research for Dry Areas
2 - Michel & Kaufmann

3 -Leaf water content
4 - Fresh weight
5 - Dry weight
6 -Alidibe *et al*
7- Plant efficiency analysis

www.SID.ir

Archive of SID

شد. تعداد ۲۵ بذر برای برای هر ژنوتیپ در هر تکرار در نظر گرفته شد. آزمایش در سه محیط با پتانسیل‌های صفر ، ۰/۶- و ۰/۸- مگا پاسکال اجرا شد. جهت ایجاد پتانسیل صفر از آب مقطر دو بار تقطیر شده و برای پتانسیل‌های دیگر از محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ استفاده شد. مقدار پلی‌اتیلن‌گلایکول لازم برای ایجاد پتانسیل‌های مورد نظر با استفاده از روش میچل و کافمن تعیین شد(۲۰). برای هر ژنوتیپ در هر پتری‌دیش و در هر تکرار ۱۰ میلی‌متر محلول در نظر گرفته شد. سپس پتری‌دیش‌ها به مدت هفت روز در اتاقک رشد در دمای $15^{o}c/20^{o}c$ (روز / شب) قرار داده شدند. پس از اجرای آزمایش مقدار شاخص سرعت جوانه‌زنی (PI)[1] برای هر آزمایش از طریق فرمول زیر محاسبه شد(۹).

$$PI = nd\,2(1.0) + nd\,4(0.8) + nd\,6(0.6)$$

در این فرمول nd2 ، nd4 و nd6 به ترتیب درصد بذور جوانه زده در روزهای دوم، چهارم و ششم می‌باشد. در نهایت میزان شاخص‌استرس جوانه‌زنی (GSI) برای هر ژنوتیپ بر اساس روش بوسلاما و شاپوگ[2] (۹) برای هر ژنوتیپ از طریق فرمول زیر محاسبه شد.

$$GSI = [\frac{(PI, under\ stress\ condition)}{(PI, non-stress\ condition)}]\ 100$$

۴)- شاخص تحمل خشکی (STI)

به منظور بررسی میزان حساسیت ژنوتیپ های مورد بررسی، شاخص تحمل خشکی برای هر ژنوتیپ با استفاده از شاخص فرناندز(۱۴) بصورت زیر محاسبه شد.

$$STI = (Ys)(Yp)/(\overline{Y}p)^2$$

که در این رابطه Yp، Ys و $\overline{Y}p$ به ترتیب عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش، تنش و میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش می‌باشد.

۵)- شاخص انتخاب چندگانه (MSI)[3]

بمنظور گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی از شاخص انتخاب چندگانه(MSI) استفاده شد. در این روش ابتدا مقادیر هر شاخص استاندارد شده و از جمع عددی شاخص‌های استاندارد شده CHF ، LWC، STI و GSI مقدار MSI برای هر ژنوتیپ محاسبه شد (۲۱).

$$MSI = LWCstd + CHFstd + GSIstd + STIstd$$

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C و SPSS استفاده شد. مقایسه میانگین ژنوتیپها برای صفات مورد مطالعه نیز با استفاده از روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین عملکرد دانه و صفات مورد مطالعه به روش دانکن نشان داد که ژنوتیپ های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه در دو محیط تنش و بدون تنش با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند که این نشان‌دهنده عکس‌العمل متفاوت این ژنوتیپ‌ها نسبت به تیمارهای تنش می‌باشد(جداول ۱ و ۲). در جدول شماره (۲) مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه آمده است. از نظر درصد آب برگ، ژنوتیپ های BW/5 ، BW/73 ، BW/104 ، BW/33 ، BW/48 ، BW/65 ، BW/135 و BW/34 دارای بیشترین میزان آب برگ بودند و اختلاف معنی داری بین این ژنوتیپها وجود نداشت. بعلاوه این ژنوتیپها از عملکرد متوسط تا بالایی در شرایط تنش برخوردار بودند.

1 - Promptness index
2 - Bouslama & Schapaugh
3 - Multiple selection index

www.SID.ir

Archive of SID

کمترین میزان آب برگ به ژنوتیپ های BW/121 و BW/63 تعلق داشت. رقم شاهد نیز از لحاظ میزان آب برگ اختلاف معنی داری با ژنوتیپهای برتر نشان نداد. مانت و همکاران[1] (۱۹) اختلاف معنی‌داری را برای ارقام گندم مورد مطالعه از لحاظ میزان آب نسبی برگ گزارش نمودند. ددیو[2] (۱۱) نیز میزان آب نسبی برگ را به عنوان یک شاخص در گزینش برای تحمل به خشکی مفید ارزیابی نمود. میزان آب نسبی برگ بعنوان یک نشانگر تحمل به خشکی نیز بوسیله شانفلد و همکاران[3] (۲۵) پیشنهاد شده است. همچنین از این نشانگر در برنامه‌های اصلاحی جهت اندازه‌گیری تنظیم اسمزی استفاده شده است (۲۲ و ۲۶). به علاوه ارقام متحمل به خشکی در گندم دارای توانایی بیشتری از نظر حفظ پتانسیل آب خود هستند (۱۷ و ۲۷). مانت و همکاران(۱۹) برای میزان آب نسبی برگ وراثت‌پذیری بالایی گزارش نمودند. همچنین این محققین گزارش نمودند که ژن مسئول کنترل‌کننده میزان آب نسبی برگ به صورت افزایشی عمل می‌نماید. از لحاظ عملکرد کوانتوم (فلورسنس کلروفیل) ژنوتیپ های BW/25، BW/34، BW/39، BW/57، BW/48 و BW/73 به همراه رقم شاهد از میزان عملکرد کوانتوم بالایی برخوردار بودند، اما از لحاظ آماری اختلاف معنی داری بین آنها مشاهده نشد. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین ژنوتیپها نشان داد که در سطح احتمال ۵٪ ژنوتیپ BW/33 اختلاف معنی‌داری با رقم شاهد دارد(جدول ۲). بنا به اظهار نظر جنتی و همکاران[4] (۱۵)، عملکرد کوانتوم همبستگی مثبتی با تحمل خشکی دارد و ارقامی که عملکرد کوانتوم بیشتری داشته باشند، تحمل خشکی بالاتری نیز خواهند داشت. فرشادفر و همکاران[5] (۱۳) گزارش نمودند که میزان فلورسنس کلروفیل از وراثت‌پذیری پایینی برخوردار می‌باشد و از این رو بخش بزرگی از تنوع فنوتیپی این صفت معلول اثرات محیطی می‌باشد. بنابراین چون تنوع ژنتیکی در میزان فلورسنس کلروفیل وجود داشت، تجزیه ژنتیکی این صفت نشان داد که صفت مربوطه بوسیله عمل افزایشی ژن کنترل می‌گردد و نتیجه گرفتند که انتخاب برای صفت مربوطه در نسل F1 انجام شود. از لحاظ عملکرد در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌های BW/63 و BW/64 از بالاترین میزان عملکرد برخوردار بودند و اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ با سایر ژنوتیپها و رقم شاهد داشتند. ژنوتیپ های BW/65، BW/94 و BW/121 نیز از عملکرد بسیار پایینی برخوردار بودند. همچنین در شرایط تنش ژنوتیپ های BW/5، BW/25، BW/11، BW/64 و W/104 به همراه شاهد از عملکرد بالایی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند و اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ با سایر ژنوتیپ ها نشان دادند. بر اساس شاخص تحمل خشکی فرناندز (۱۴) ژنوتیپ های BW/5، BW/63، BW/64، BW/104 و BW/136 در مقایسه با سایر ژنوتیپها از میزان تحمل خشکی بیشتری برخوردار بودند. ژنوتیپ های BW/5، BW/25، BW/48، BW/63، BW/67، BW/73 و W/104 به همراه رقم شاهد از شاخص تنش جوانه‌زنی (GSI) بالایی برخوردار بودند. براساس نظر ساپرا و همکاران[6] (۲۴) ژنوتیپ‌هایی که از شاخص GSI بالایی برخوردار باشند برای گزینش در شرایط تنش مفید خواهند بود. همچنین با توجه به روش پیشنهادی بوسلاما و شاپوگ (۹) مبنی بر توانایی شاخص GSI در

1 - Manette *et al*
2- Dedio
3- Schonfeld *et al*
4- Genty *et al*
5- Farshadfar *et al*
6 - Sapra *et al*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - میانگین مربعات صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	LWC	CHF	Yp	Ys
تکرار	۲	۰/۱۸۱	۰/۰۰۳	۱۹۳/۴۶	۳۹۲/۲۶
تیمار	۱۹	۱/۱۴	۰/۰۰۳	۸۵۳۹۵/۹۳ **	۲۵۰۲۷/۴۰**
اشتباه	۳۸	۰/۸۸	۰/۰۰۵	۵۵۴/۵۳	۳۰۳/۵۳

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪

گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، می‌توان ژنوتیپ های برتر را گزینش نمود. با توجه به کارآیی شاخص‌های مورد بررسی در گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، به منظور انتخاب ژنوتیپ های مورد بررسی بر اساس چندین شاخص بصورت توأم از شاخص انتخاب چندگانه (MSI)استفاده شد. بر اساس این شاخص، ژنوتیپ‌های BW/5 ، BW/25 ، BW/34، BW/57، BW/64 ، BW/63 و BW/104 دارای بیشترین میزان تحمل خشکی بودند. بعلاوه این ژنوتیپها نسبت به سایر ژنوتیپها از عملکرد بالاتری در شرایط تنش برخوردار بودند(جدول ۲). به منظور گزینش ژنوتیپ های متحمل به خشکی و با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش از نمودار سه‌بعدی (3-D) استفاده‌گردید که در آن عملکرد در محیط تنش بر روی محور Xها، عملکرد در محیط بدون تنش بر روی محور Yها و شاخص انتخاب چندگانه(MSI) بر روی محور Zها نمایش داده شد. برای نشان دادن روابط بین این سه متغیر و جدا نمودن ژنوتیپ‌های گروه A از گروههای دیگر(B ، C و D) و همچنین تشخیص سودمندی شاخص مورد نظر بعنوان معیاری برای انتخاب ژنوتیپ های پرمحصول و متحمل به خشکی سطح X-Y بوسیله کشیدن خطوط متقاطع به چهار گروه A ، B ، C و D تقسیم گردید. فرناندز(۱۴) این چهار گروه را بصورت زیر تعریف نموده است:

گروه A - ژنوتیپ‌هایی که تظاهر یکسانی را در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارا هستند.

گروه B - ژنوتیپ‌هایی که تظاهر خوبی فقط در محیط بدون تنش دارا هستند.

گروه C - ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی در محیط تنش دارا هستند.

گروه D - ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارا هستند.

فرناندز (۱۴) بیان می‌دارد که مناسبترین معیار انتخاب برای تنش معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروههای دیگر باشد. آرنون[1] (۵) نیز ارقامی را که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد مناسبی تولید نمایند را بعنوان ارقام متحمل به خشکی معرفی می‌نماید. در بررسی نمودار سه‌بعدی Yp، Ys و MSI مشاهده شد که ژنوتیپ های BW/5 ، BW/64 و BW/104 در گروه A قرار دارند(نمودار-۱). همچنین به منظور گروه بندی ژنوتیپ های مورد بررسی و جدا نمودن ژنوتیپ های متحمل به خشکی از سایر ژنوتیپ‌ها از تجزیه‌های خوشه‌ای و تابع تشخیص استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای و تجزیه تابع تشخیص بر اساس شاخص‌های STI و GSI نشان داد که ژنوتیپ های مورد بررسی در چهار گروه قرار دارند که در گروه اول ژنوتیپ های BW/5 ، BW/11 ، BW/25 ، BW/63 ، BW/57 ، BW/67 ، BW/48، BW/104 ، BW/136 ، BW/73 و رقم شاهد قرارگرفتند. در گروه دوم ژنوتیپ های BW/135 ، BW/65 ، BW/94 ، BW/34 ، BW/39 ، BW/86 و BW/121 قرار

1- Arnone

www.SID.ir

Archive of SID

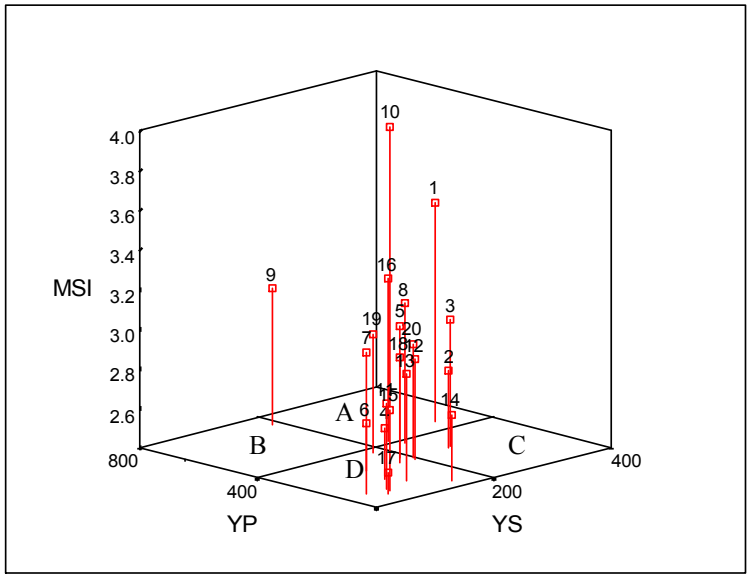
جدول۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه

صفات و شاخص‌ها ژنوتیپ		LWC درصد میزان آب برگ(٪)	CHF فلورسنس کلروفیل (میکرو مول در متر مربع در ثانیه)	Yp عملکرد در شرایط مطلوب(گرم در ۰/۵ متر مربع)	Ys عملکرد در شرایط تنش(گرم در ۰/۵ متر مربع)	STI*	GSI*	MSI*
شماره	نام							
۱	BW/5	۶۵/۵۳	۰/۷۴	۴۷۶/۳	۳۳۸/۹	۲/۰۱۶	۰/۹۲	۳/۵۱
		a	ab	c	b			
۲	BW/11	۴۳/۷۷	۰/۷۳	۲۷۲/۳	۲۶۰/۲	۰/۸۸۵	۰/۹۰	۲/۷۹
		bc	ab	f	cd			
۳	BW/25	۵۵/۶۳	۰/۷۷	۲۷۶/۷	۲۶۴/۹	۰/۹۱۶	۰/۹۱	۳/۰۴
		ab	ab	f	c			
۴	BW/33	۶۲/۰۷	۰/۶۶	۱۷۲/۶	۱۰۲/۱	۰/۲۲۰	۰/۷۹	۲/۶۶
		a	b	g	h			
۵	BW/34	۶۳/۱۷	۰/۸۰	285/۳	۱۸۴/۶	۰/۶۵۸	۰/۸۷	۳/۰۷
		a	ab	f	efg			
۶	BW/39	۵۷/۲۰	۰/۸۰	۱۰۴/۲	۳۵/۴۵	۰/۰۴۶	۰/۸۴	۲/۷۶
		ab	ab	hi	j			
۷	BW/48	۶۱/۸۷	۰/۷۷	۳۵۳/۵	۱۱۱/۸	۰/۳۵۴	۰/۹۵	۳/۰
		a	ab	f	h			
۸	BW/57	۵۵/۸۷	۰/۷۹	۳۷۵/۳	۲۳۶/۸	۱/۱۱۰	۰/۸۹	۳/۱۱
		ab	ab	e	cd			
۹	BW/63	۴۳/۴	۰/۷۶	۵۲۷/۶	۱۸۸/۶	۱/۷۱۲	۰/۹۱	۳/۰۹
		bc	ab	b	ef			
۱۰	BW/64	۶۱/۸۳	۰/۷۳	۶۹۴/۴	۳۷۱/۹	۳/۲۲۶	۰/۸۹	۳/۷۸
		a	ab	a	a			
۱۱	BW/65	۶۱/۶۳	۰/۷۶	۱۰۹/۱	۷۲/۴۴	۰/۰۹۹	۰/۸۷	۲/۸۳
		a	ab	hi	i			
۱۲	BW/67	۵۲/۰	۰/۷۴	۲۵۸/۳	۱۹۴/۷	۰/۶۲۸	۰/۹۵	۲/۹۰
		abc	ab	f	ef			
۱۳	BW/73	۶۲/۶۳	۰/۷۷	۱۲۳/۲	۱۱۴/۱	۰/۱۷۶	۰/۹۳	۲/۹۴
		a	ab	h	h			
۱۴	BW/86	۵۷/۱۷	۰/۷۶	۵۰/۴	۱۵۳/۵	۰/۰۹۷	۰/۸۵	۲/۷۴
		ab	ab	j	g			
۱۵	BW/94	۵۹/۱۰	۰/۷۶	۸۸/۵۸	۶۸/۲۳	۰/۰۷۵	۰/۹۰	۲/۸۱
		ab	ab	hij	i			
۱۶	BW/104	۶۱/۶۳	۰/۷۵	۴۲۴/۳	۲۳۲/۷	۱/۲۳۳	۰/۹۲	۳/۲۲
		a	ab	d	d			
۱۷	BW/121	۳۹/۷۳	۰/۷۷	۷۰/۳۶	۵۵/۹۲	۰/۰۴۹	۰/۸۹	۲/۵۱
		c	ab	ij	ij			
۱۸	BW/135	۶۱/۹۳	۰/۷۳	۲۵۲/۵	۱۶۶/۵	۰/۵۲۵	۰/۸۸	۲/۹۴
		a	ab	f	fg			
۱۹	BW/136	۵۸/۱۰	۰/۷۳	۳۷۳/۵	۱۸۱/۲	۰/۸۴۵	۰/۹۰	۳/۰
		ab	ab	e	efg			
۲۰	سرداری	۵۰/۶۷	۰/۸۱	۲۷۱/۵	۱۹۹/۵	۰/۶۷۷	۰/۹۴	۲/۹۷
		abc	a	f	e			

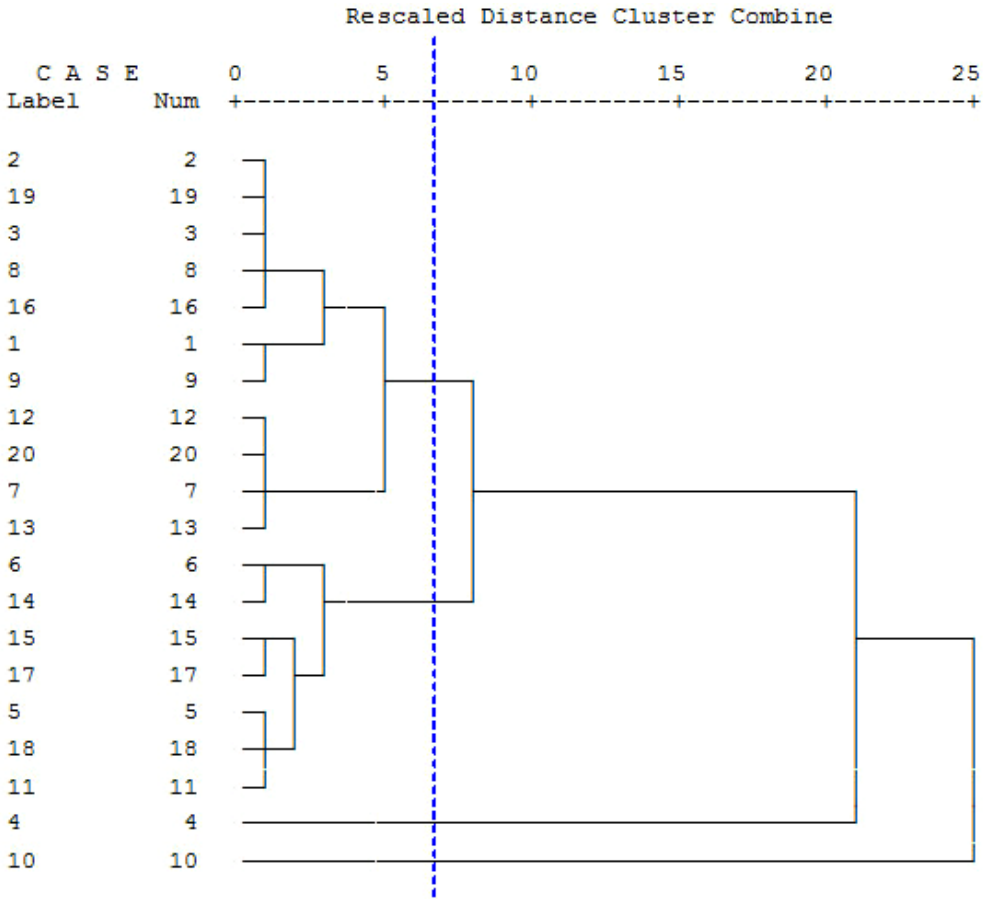
*این شاخصها تجزیه واریانس نشده‌اند

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۱- گزینش ژنوتیپ های متحمل به خشکی بر اساس روش فرناندز(Ys,Yp, MSI)



نمودار۲- نتایج حاصل ار تجزیه خوشه‌ای و تجزیه تابع تشخیص ژنوتیپ های گندم نان بر اساس شاخص‌های STI و GSI

www.SID.ir

Archive of SID

گرفتند. در گروه سوم و ژنوتیپ BW/33 در گروه چهارم BW/64 قرار گرفت. براساس نتایج حاصل حدود ۴۲٪ از ژنوتیپ های مورد بررسی در کلاس شاهد و یا در کلاسی بالاتر از شاهد آزمایش (سرداری) قرار گرفتند. بنابراین با توجه به اهمیت شاخص STI ، GSI و MSI در گزینش برای تحمل خشکی و همچنین با توجه به اهمیت عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش به عنوان معیاری برای سنجش پایداری ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف و با توجه به اهمیت شاخص‌های فیزیولوژیکی میزان آب برگ و فلورسنس کلروفیل، انتظار می‌رود که ژنوتیپ های BW/5 ، BW/64 و BW/104 دارای بیشترین میزان تحمل خشکی باشند.

منابع

۱. محمدی، ر. ۱۳۷۹. تعیین محل کروموزومی ژنهای کنترل کننده مقاومت به خشکی در چاودار و آگروپیرون. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه رازی. ۲۰۸ صفحه.

2. Acevedo, E. and E. Ferere .1993. Resistance to abiotic stresses. In : M. D. Hayward, N. O. Bosemark and I. A. Romagosa(eds). Plant breeding: Principles and prospects. Chapman and Hall. London. pp.406-421.

3. Al-Dakheel, R. J.1991. Osmotic adjustment: A selection criterion for drought tolerance. In : Acevedo, E., Conesa, A. P., Monneveux, P., Srivastava, J. P. A.(eds), physiology-Breeding Winter Cereals for Stressed Mediterranean Environments. Montpellier. France. pp: 337-368.

4. Alidibe, T., P. Monneveux and J. Araus.1990. Breeding Durum Wheat for drought tolerance: Analytical, synthetical approaches and their connection. Proceeding of International Symposium, June 4th-8th, Albena, Bulgaria, Agricultural Academy, pp: 224-240.

5. Arnone, I.1961. Some aspects of research of field crops in Israel. Div. of publ., Nat, and univ. Inst. of Agric., Rohovot, Israel. Abstract of publications. 372-E.

6. Bidinger, F. R. and J. R.Witcombe.1989. Evaluation of spesific avoidance traits as selection criteria for improvement of drought resistance.In : F. W. G. Baker (ed), Drought Resistance in Cereals, C. A. B. International, pp: 151-164.

7. Blum, A.1988. Drought resistance, In: A. Blum(ed.), Plant Breeding for stress environments, CRC. Florida, pp : 43-69.

8. Blum, A.1992. Breeding methods for drought resistance. In: G. Hamlyn, T. J. Flower and B. Jones(eds), Plant Under Stress. Cambridge University Press. pp:197-215.

9. Bouslama, M. and W. T. Schapaugh.1984. Stress tolerance in soybean. Evaluation of three screening technique for heat and drought tolerance. Crop Science. 24 : 933-937.

10. Clarke, J. M.1987. Use of physiological and morphological traits in breeding programmes to improve drought resistance of cereals. In: J. P.Srivastav, E. Acevedo

www.SID.ir

Archive of SID

and S. Varma(eds), Drought Tolerance in Winter Cereals. Proc. of an Int. Workshop, 27-31 October 1985 Capri, Italy, ICARDA. John Wiely and Sons. pp: 171-189.

11. Dedio, W. 1975. Water relations in wheat leaves as screening tests for drought resistance. Candian Journal Plant Science., 55 : 369-378.

12. Farshadfar, E.1995. Genetic control of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) , Ph.D., thesis.139p.

13. Farshadfar, E., M. Farshadfar and J. Sutka. 2000. Combining ability analysis of drought tolerance in wheat over different water regimes. Acta Agronomica Hungarica, 48 (4), 353-361.

14. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of a symposium, Taiwan, 13-18 Aug. Chapter 25. pp: 257-270.

15. Genty, B. E, T. Brain, and N. R. Baker. 1989. The relationship between quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence.. Acta Agronomica Hungarica. 990 : 87-92.

16. Haley, S. D, J. S. Quick and J. A. Morgan .1993. Excised-leafwater status evaluation and associations in field-grown winter wheat. Candian Journal Plant Science, 73 : 55-63.

17. Keim, D. L. and W. E. Kronstad.1979. Drought resistance and dryland adaptation in winter wheat.Crop Science.19 : 574-576.

18. Loss, S. P. and K. H. M. Siddique.1994. Morphological and physiological traits associated with wheat yield increases in Mediterranean environments. Advanced In Agronomy, 52 : 229-276.

19. Manette, A. S. , C. J. Richard , B. Carre , and W. Morhinweg.1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Science., 28 : 256-531.

20. Michel B. E. and M. R. Kaufmann.1972. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Department of Botany, University of Georgia, Athens, Georgia 30601 and Department of Plant Sciences, University of California, Riverside, California 92502.

21. Mohammadi, R. , E. Farshadfar and M. Aghaee-Sarbarzeh .2002. Localization of QTLs controlling drought tolerance criteria in rye (*Secale cereale*) using multiple selection index. 21-25 November , EUCARPIA Cereal Section Meeting. Salsomaggiore , Italy.

22. Morgan, J. M.1989. Physiological traits for drought resistance. In : F. W. G. Baker (ed) , Drought Resistance in Cereals. C. A. B. International. pp: 53-64.

23. Powell, L. M. and P.Pfdifer. 1956. The effect of controlled limitroled moisture on seedinas of cheyenne winter wheat selections. Agronomy Journal, 48 : 555-557.

www.SID.ir

Archive of SID

24. Sapra, V. T., E. Sarage , A. O. Anaele and C. A. Beyl. 1991. Varieties differences of wheat and triticale to water stress. Journal Agronomy and Crop Science., 167 : 23-28.

25. Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B. F. Mornhinweg, D. W. 1988. Water relations winter wheat as drought resistance indicators. Crop Science, 28 : 526-531.

26. Singh, D. P. 1989. Evaluation of specific dehydration tolerance traits for improvement of drought resistance. In : F. W. G. Baker (ed), Drought Resistance in Cereals, C. A. B. International.165-175.

27. Sojka, R. E., I. L. Stolzy and R. A. Fischer. 1981. Seasonal drought response of selected wheat cultivars. Agronomy Journal. 73 : 838.

28. Wang, H., and Clarke, J. M.1993. Relationship between excised-leaf water loss and stomatal frequency in wheat. Candian Journal Plant Science.,73 : 93-99.

www.SID.ir