مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد چهاردهم، شماره پنجم، آذر ـ دی ۱۳۸٦
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

# قابلیت استفاده از صفات فیزیولوژیک به عنوان شاخص ارزیابی مقاومت به خشکی در گندم

**نگار صمیمی سده[۱]، *جلال صبا[۲]، فرید شکاری[۲] و کاظم سلیمانی[۳]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان، [۲]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان، [۳]کارشناس بخش اصلاح بذر مرکز تحقیقات کشاورزی استان زنجان

تاریخ دریافت: ۸۵/۳/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٦/٤/۵

## چکیده

آزمایشی در سال زراعی ۸٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان انجام شد. آبیاری در دو سطح عدم آبیاری (S) و آبیاری کافی (N) به عنوان یک عامل و ۱۷ لاین گندم به عنوان عامل دوم به صورت یک طرح اسپلیت بلوک در سه تکرار قرار گرفتند. صفات فیزیولوژیک مورد اندازه گیری عبارت از سطح برگ پرچم، شاخص محتوای کلروفیل برگ، فلورسانس کلروفیل، سرعت فتوسنتز، دمای کنوپی و محتوای نسبی آب برگ بودند. از میان صفات فیزیولوژیک بررسی شده، سرعت فتوسنتز، شاخص محتوای کلروفیل برگ و سطح برگ پرچم در هر دو شرایط آبیاری و همچنین شاخص تحمل تنش (STI) وراثت‌پذیری‌های عمومی نسبتاً بالایی از خود نشان دادند. در شرایط فاقد تنش، سطح برگ پرچم و در شرایط تنش، سطح برگ پرچم و دمای کنوپی همبستگی معنی‌داری با STI داشتند. در تجزیه علیت STI در شرایط فاقد تنش، صفت سطح برگ پرچم و محتوای نسبی آب برگ بیشترین اثرات مستقیم را داشتند ولی در شرایط تنش از میان صفات فیزیولوژیک، سطح برگ پرچم، دمای کنوپی، سرعت فتوسنتز، فلورسانس کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ بیشترین اثرات مستقیم را بر روی STI نشان دادند. در کل می توان سطح برگ پرچم در شرایط فاقد تنش و تنش را، برای گزینش غیرمستقیم در جهت افزایش عملکرد و STI پیشنهاد نمود.

***واژه‌های کلیدی:*** تجزیه علیت، فتوسنتز، فیزیولوژی، کلروفیل، گندم، مقاومت به خشکی.

## مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت جهان محققان را بر آن داشته است تا در جهت افزایش میزان تولید و تأمین نیازهای غذایی بشر گام بردارند، بنا به اهمیت و نقش گندم در بحران‌های سیاسی ملل و استراتژی بودن آن نیاز به افزایش تولید آن ضروری به نظر می‌رسد و یکی از مهمترین عوامل محدودکننده تولید گندم مسئله خشکی و کمبود آب می‌باشد (گلستانی عراقی و آساد، ۱۹۹۸). تاکنون معیارهای متعددی برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها از لحاظ مقاومت به خشکی بکار رفته اند که برخی از آنها مبتنی بر عملکرد هستند. فرناندز (۱۹۹۲) شاخص تحمل تنش (STI)[۱] را پیشنهاد نموده و اظهار داشت که مقادیر بالای این شاخص بیانگر تحمل زیاد ژنوتیپ به خشکی و عملکرد بالقوه بالا می باشد و شدت تنش (SI)[۲] نیز در

* – مسئول مکاتبه: jalal_saba@yahoo.com

1- Stress Tolerance Index
2- Stress Intensity

Archive of SID
www.SID.ir

برآورد آن شرکت می کند. صبا و همکاران (۲۰۰۱) وراثت پذیری خصوصی STI را در حد متوسط و بیشتر از سایر شاخص های مقاومت به خشکی مبتنی بر عملکرد گزارش نموده و بنابراین استفاده از آن را در برنامه‌های گزینشی برای مقاومت به خشکی در گندم توصیه نمودند.

پیشنهاد شاخص فیزیولوژیکی خاص به‌عنوان یک شاخص معتبر برای تولید مطلوب در شرایط تنش خشکی، که اصلاح گران از آن به عنوان یک شاخص مقاومت به خشکی مناسب برای داشتن عملکرد بالا استفاده کنند، مشکل است (بلام و همکاران، ۱۹۸۱). مکانیسم اجتناب از خشکی در واقع عبارت است از نگهداری پتانسیل آب از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای و سطح برگ. به گفته بلام و همکاران (۱۹۸۱) کاهش سطح برگ نقش مهمی را در سازگاری گونه‌ها با دمای بالا و تنش خشکی بازی می‌کند. شواهدی در دست است مبنی بر آنکه تنش آبی میزان کلروفیل برگ را کاهش می دهد (بهرا و همکاران، ۲۰۰۲) و لذا کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی می تواند به عنوان یک عامل محدودکننده غیرروزنه ای به حساب آید (بهرا و همکاران، ۲۰۰۲). پایداری کلروفیل نیز به عنوان یک معیار مقاومت به خشکی برای انتخاب ارقام پیشنهاد شده است (سی و سه مرده و همکاران، ۲۰۰٤). فلورسانس به‌عنوان نشر یک فوتون نوری از یک مولکول تحریک شده تعریف می‌شود که باعث بازگشت مولکول تحریک شده به موقعیت اولیه خود از پایین ترین سطح بر انگیختگی می شود. از کل انرژی جذب شده بوسیله برگ، کمتر از ۳ درصد آن به صورت فلورسانس کلروفیل از دست می رود. فلورسانس کلروفیل به عنوان یک ابزار حساس نه تنها برای مطالعه واکنش‌های فتوسیستم II بلکه علاوه بر آن برای مطالعه فعالیت‌های فتوسنتزی نیز استفاده می‌شود (هاپکینز، ۲۰۰۲).

فتوسنتز تعیین کننده اصلی رشد و عملکرد گیاهان است و توانایی حفظ آن در شرایط تنش‌های محیطی برای حفظ ثبات عملکرد مهم است. با افزایش تنش خشکی فتوسنتز کاهش می‌یابد و شواهد نشان می‌دهد که افزایش مقاومت روزنه‌ای سبب کاهش فتوسنتز و در نتیجه اثر روی عملکرد می‌گردد (آتیا، ۲۰۰۳). سنجش از راه دور دمای کنوپی، بدون آسیب رساندن به گیاه، یک تکنیک مؤثر برای آگاه شدن از وضعیت تنش آبی گیاه قلمداد می‌شود. امروزه دمای کنوپی برای کامل کردن سایر روش‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌ها برای مقاومت به خشکی در گندم بکار می‌رود (پینتر و همکاران، ۱۹۹۰؛ گلستانی عراقی و آساد، ۱۹۹۸).

محتوای نسبی آب برگ در واقع ابزار بسیار مناسبی برای عملکرد یا اجزای عملکرد برای گزینش در تنش خشکی است (شونفلد و همکاران، ۱۹۸۸). بلام و همکاران (۱۹۸۱) اظهار داشته اند که ژنوتیپ‌هایی که بدون بستن روزنه‌های خود توانایی حفظ آب بیشتری دارند، برای مناطق خشک مناسبند. در کل تنش خشکی باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (مولنار و همکاران، ۲۰۰۲).

در این تحقیق سعی شده است که با شناسایی لاین‌های متفاوت از لحاظ مقاومت به خشکی، از صفات فیزیولوژیکی به عنوان شاخص گزینشی در جهت اصلاح گندم برای مقاومت به خشکی استفاده شود و یک راهکار برای تعیین چنین ابزار گزینشی، مقایسه ژنوتیپ‌های گندم از لحاظ صفات فیزیولوژیک و بررسی ارتباط این صفات با مقاومت به خشکی این ژنوتیپ ها است.

## مواد و روش‌ها

۸ لاین آبی (الوند، قدس، توس، شهریار، پیشتاز، C-80-10، C-80-20 و زرین) و ۹ لاین دیم (سرداری، Son-64، ۱۸ یکنواخت ۸۲، $B_1$-3، $A_2$-3، $B_3$-2، $B_3$-3، $B_3$-1 و نیک نژاد) مجموعاً ۱۷ لاین گندم مورد بررسی را تشکیل دادند، که در نیمه دوم اسفند ماه ۱۳۸۳ با تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع به‌صورت ٦ خط ۵ متری در کرت‌های آزمایشی کاشته شدند. آبیاری در دو سطح آبیاری کافی (فقدان تنش) و عدم آبیاری (تنش) منظور

Archive of SID

www.SID.ir

شد. واحدهای آزمایشی به‌صورت نقشه کاشت طرح بلوک‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار قرار گرفتند. زیرا در این طرح فاصله بین سطوح تنش و فاقد تنش هر لاین حداقل بوده و در نتیجه شاخص مقاومت به خشکی مبتنی بر عملکرد دقیق‌تر برآورد شده و به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی قابل تجزیه واریانس، مقایسه و آزمون‌های آماری خواهد بود. میزان بارندگی در طی سال زراعی ۸٤ در منطقه مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. به‌منظور تعیین میزان حساسیت و مقاومت لاین های مورد ارزیابی به خشکی از شاخص تحمل تنش (STI) استفاده شد. با توجه به این که دو سطح آبیاری وجود داشت، STI به‌صورت معادله ۱ محاسبه گردید:

$$STI= (Yp)(Ys)/(\overline{Y}p)^2 \qquad (۱)$$

و شدت تنش (SI) نیز از فرمول ۲ محاسبه شد:

$$SI=1-(\overline{Y}s)/(\overline{Y}p) \qquad (۲)$$

که در این فرمول‌ها،

$Yp$: عملکرد ژنوتیپ در سطح فاقد تنش (آبیاری کافی)

$Ys$: عملکرد ژنوتیپ در سطح تنش (سطح عدم آبیاری)

$\overline{Y}p$: میانگین عملکردها در سطح فاقد تنش

$\overline{Y}s$: میانگین عملکردها در سطح تنش (فرناندز، ۱۹۹۲).

در اواسط دوره پر شدن دانه ٦ بوته تصادفی از هر کرت انتخاب شده و صفات زیر در آن‌ها اندازه‌گیری شد.

**سطح برگ پرچم:** با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج مدل AM-200 (کمپانی ADC) سطح برگ پرچم بوته‌های انتخابی در واحد سانتی‌متر مربع مشخص گردید (سی و سه مرده و همکاران، ۲۰۰٤).

**شاخص محتوای کلروفیل برگ:** در ساعت ۱۱ صبح با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج قابل حمل مدل 200-CCM، شاخص محتوای کلروفیل در قسمت میانی برگ پرچم بوته های نمونه تعیین گردید (بهرا و همکاران، ۲۰۰۲).

**فلورسانس کلروفیل:** در ساعت ۱۱ صبح از هر بوته نمونه انتخابی، قسمت میانی برگ پرچم با زدن گیره مخصوص به‌مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفته و سپس با استفاده از دستگاه فلورومتر قابل حمل مدل 30-OS فلورسانس کلروفیل در آن محل ثبت گردید (سوزا و همکاران، ۲۰۰٤).

**سرعت فتوسنتز:** به منظور اندازه گیری سرعت فتوسنتز در واحد سطح برگ (میکرو مول $CO_2$ در مترمربع در ثانیه) از دستگاه IRGA مدل LCA4 (کمپانی، ADC) استفاده شد. اندازه گیری در ساعت ۱۱ صبح و در شدت نور معادل ۱٤۰۰-۱۲۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه در قسمت میانی برگ پرچم همان بوته های تصادفی انجام شد (فیشر و همکاران، ۱۹۹۸).

**دمای کنوپی**: در مرحله دانه بستن، دو روز بعد از آبیاری (در تیمار آبیاری کافی)، دمای کنوپی کلیه کرت‌های تحت تنش و فاقد تنش در ساعت ۱۳/۳۰ تا ۱۵/۰۰ (پینتر و همکاران، ۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها بوسیله دماسنج لیزری مدل Raytek انجام شد. جهت اندازه گیری دمای هوا، یک دماسنج معمولی در ارتفاعی حدود ارتفاع پوشش گیاهی در مزرعه کار گذاشته شد و اختلاف دمای کنوپی با دمای هوا (Tc-Ta) محاسبه گردید.

**محتوای نسبی آب برگ (RWC)**[1]: در اواسط دوره پر شدن دانه تعداد پنج برگ پرچم از هر کرت انتخاب شد و این برگ‌ها در داخل کیسه‌های نایلونی سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردید. ابتدا وزن‌تر آنها اندازه‌گیری شد. سپس به منظور تعیین وزن تورژسانس به مدت ۲۰ ساعت در شدت نور کم و در دمای اتاق، در داخل آب مقطر قرار داده شدند. در پایان به‌منظور تعیین وزن خشک به مدت ٤۸ ساعت در آون و در دمای۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و RWC از طریق رابطه ۳ بدست آمد (شونفلد و همکاران، ۱۹۸۸).

RWC= [(وزن تر- وزن خشک)/(وزن تورژسانس- وزن خشک)] ×۱۰۰

1- Relative Water Content

Archive of SID

www.SID.ir

**محاسبات آماری**

**تجزیه واریانس صفات:** تجزیه واریانس صفات به‌صورت اسپلیت بلوک با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و همچنین بلوک‌های کامل تصادفی (به‌طور جداگانه در دو سطح تنش و فاقد تنش) با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام گرفت.

**وراثت پذیری:** برای برآورد وراثت‌پذیری عمومی صفات مورد بررسی در هر دو شرایط تنش و فاقد تنش لازم بود اجزای واریانس فنوتیپی در این دو شرایط برآورد گردند. بدین‌منظور اقدام به تجزیه واریانس جداگانه صفات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هر یک از دو شرایط مذکور گردید. واریانس‌های ژنوتیپی و محیطی با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات منابع تغییر محاسبه شده و واریانس فنوتیپی بر اساس میانگین ژنوتیپ‌ها به‌دست آمد. در نهایت وراثت‌پذیری عمومی صفات با تقسیم واریانس ژنوتیپی بر واریانس فنوتیپی برآورد گردید.

**ضرایب همبستگی:** ضرایب همبستگی بین کلیه صفات مورد اندازه گیری و شاخص مقاومت به خشکی، به همراه سطح معنی‌دار شدن آنها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تعیین گردیدند.

**تجزیه علیت**[1]: برای شناخت ماهیت همبستگی‌ها و به‌منظور پی بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر شاخص مقاومت به خشکی، با استفاده از نرم‌افزار SPSS اقدام به انجام تجزیه علیت گردید.

این روش در واقع ضرایب همبستگی ساده بین متغیرها و متغیر تابع را تجزیه می‌کند و بدین طریق تأثیر مستقیم یک متغیر بر روی متغیر تابع ونیز تأثیر آن از طریق متغیرهای دیگر(اثر غیر مستقیم) مشخص می‌گردد. در تجزیه علیت از تجزیه رگرسیون چندگانه استفاده می‌شود و ضرایب علیت یا اثرات مستقیم همان ضرایب رگرسیون ناقص استاندارد شده هستند. اثر غیر مستقیم یک متغیر از طریق متغیر دیگر نیز از حاصلضرب ضریب همبستگی این دو متغیر مستقل در ضریب علیت متغیر دوم بدست می‌آید (لی، ۱۹٦۵).

## نتایج و بحث

**تجزیه واریانس:** نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه در قالب طرح اسپلیت بلوک در جدول ۱ درج شده است. در کلیه صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه، بین سطوح تنش اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید که نمایانگر اعمال تنش خشکی کافی در مزرعه می‌باشد. در صفات سطح برگ پرچم، شاخص محتوای کلروفیل برگ و سرعت فتوسنتز اختلاف معنی‌داری بین لاین‌ها در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین لاین‌های موجود از لحاظ این صفات می‌باشد. اثر متقابل لاین×سطح آبیاری برای شاخص محتوای کلروفیل برگ و سرعت فتوسنتز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. میزان بارندگی در سال زراعی ۸٤-۱۳۸۳، ۲۹٦/۸ میلی‌متر بود و با توجه به وجود بارندگی‌ها مخصوصاً در زمان گلدهی و تشکیل اولیه دانه، تنش وارد شده در کرت‌هایی که آبیاری نشدند چندان شدید نبود. به گونه ای که شدت تنش برابر ۰/۳٦ محاسبه گردید. در آزمایش حاضر از STI برای گزینش ارقام مقاوم به خشکی استفاده شد که نتایج تجزیه واریانس آن در جدول ۲ درج شده است. لاین‌های مورد آزمایش از لحاظ این شاخص اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد نشان دادند که نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین لاین های مورد بررسی از لحاظ مقاومت به خشکی است.

میانگین لاین‌های مورد ارزیابی از لحاظ صفات تحت بررسی در جدول ۳ آمده است. از لحاظ سطح برگ پرچم ارقام‌الوند، نیک نژاد، C-80-10، و زرین به‌ترتیب بیشترین ارزش‌ها را دارا بودند. از لحاظ شاخص محتوای کلروفیل برگ C-80-10، نیک نژاد، A2-3،C-80-20، و توس بیشترین ارزشها را داشتند. C-80-10، ۱۸ یکنواخت ۸۲، توس، الوند، شهریار، 3-1، B3-2، و B3-3، بیشترین سرعت فتوسنتز را نشان دادند. از لحاظ شاخص تحمل خشکی نیز زرین، قدس، الوند،-C80

1- Path Analysis

Archive of SID

www.SID.ir

20، نیک نژاد، و پیشتاز بیشترین ارزش‌ها را نشان دادند. در نهایت با توجه به این نتایج می‌توان برخی از صفات فیزیولوژیک مانند سطح برگ پرچم، شاخص محتوای کلروفیل برگ و سرعت فتوسنتز را به‌عنوان ابزارهای مناسبی، در جهت گزینش لاین‌های گندم برای مقاومت به خشکی مد نظر قرار داد.

**وراثت‌پذیری عمومی($h^2_B$) صفات فیزیولوژیک و STI**:

نتایج تجزیه واریانس STI و صفات فیزیولوژیک در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی که برای محاسبه وراثت پذیری عمومی لازم است به‌ترتیب در جدول‌های ۲ و ٤، و برآوردهای وراثت‌پذیری عمومی ($h^2_B$) برای صفات فیزیولوژیک و STI در هر دو شرایط آزمایشی در جدول ۵ درج شده است. در کل میزان وراثت‌پذیری عمومی در شرایط فاقد تنش بیشتر از شرایط تنش بود، که این موضوع به دلیل بروز اختلافات ژنوتیپی بیشتر در شرایط مناسب رشدی است. از میان صفات فیزیولوژیک بررسی شده، سرعت فتوسنتز، شاخص محتوای کلروفیل برگ و سطح برگ پرچم وراثت‌پذیری عمومی نسبتاً بالایی داشتند. بنابراین می‌توان گزینش برای این صفات را نسبتاً مؤثر پیش‌بینی نمود. تحقیقات پیشین نیز نشان داده که سطح برگ پرچم وراثت پذیری بالا (ستار و همکاران، ۲۰۰۳)، شاخص محتوای کلروفیل برگ وراثت پذیری بالا (ردی و همکاران، ۲۰۰۳) و سرعت فتوسنتز نیز وراثت پذیری متوسط به بالایی (ردی و همکاران، ۲۰۰۳) را دارند. همانطور که در جدول ۵ درج شده است میزان وراثت پذیری عمومی شاخص STI نسبتاً بالا می‌باشد که نمایانگر آن است که می‌توان از طریق شاخص STI ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی گندم را گزینش نمود. بنابراین، بر اساس نتایج آزمایش حاضر و کارهای تحقیقی پیشین (صبا و همکاران، ۲۰۰۱ و فرناندز، ۱۹۹۲) به نظر می رسد که STI معیار مقاومت به خشکی مناسبی در برنامه های اصلاح نباتات کاربردی باشد.

**ضرایب همبستگی صفات فیزیولوژیک در شرایط فاقد تنش (N) و تنش (S) با STI**: بر اساس همبستگی‌های بین صفات فیزیولوژیک و STI درج شده در جدول ٦، ملاحظه می گردد که STI در شرایط فاقد تنش با سطح برگ پرچم همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری دارد و در شرایط تنش نیز STI با سطح برگ پرچم همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت دمای کنوپی همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. به عبارت دیگر زیاد بودن سطح برگ پرچم در هر دو شرایط با مقاومت بیشتر در مقابل خشکی همراه است. از سوی دیگر همبستگی مثبتی بین سطح برگ پرچم با شاخص محتوای کلروفیل برگ در هر دو شرایط آبیاری مشاهده گردید و با توجه به این که برگ عضو اصلی در فتوسنتز یک گیاه محسوب می‌شود، مسلماً با افزایش سطح برگ فرآورده‌های فتوسنتزی نیز بیشتر شده که در نهایت باعث افزایش محصول اقتصادی می‌گردد به‌همین دلیل همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سطح برگ پرچم و شاخص مقاومت به خشکی ایجاد شده است. رشد برگ اولین پارامتری است که از تنش متأثر می شود. بلام و همکاران (۱۹۸۱) نیز بیان داشت که آبیاری به موقع برای بدست آوردن حداکثر سطح برگ، می‌تواند منجر به افزایش محصول گندم شود. پس بنابراین می‌توان گفت که سطح برگ پرچم از جمله صفات مؤثر در مقاومت به خشکی است. دمای کنوپی در شرایط تنش همبستگی منفی و معنی‌داری با STI داشت. به عبارت دیگر انتظار می‌رود ارقامی که دمای کنوپی کمتری نشان می‌دهند مقاومت بیشتری نسبت به خشکی داشته باشند. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌داری که بین دمای کنوپی با فتوسنتز و عملکرد در شرایط تنش وجود دارد، ارقامی که دمای کنوپی کمتری در شرایط کمبود آب دارند، قادر به جذب آب بیشتری بوده و بنابراین با انجام تعرق بیشتر که توأم با فتوسنتز و تثبیت CO2 است، ماده خشک و عملکرد بیشتری تولید می‌کنند. بنابراین دمای کنوپی را نیز می‌توان به‌عنوان یکی از صفات مؤثر در مقاومت به خشکی دانست. پینتر و همکاران (۱۹۹۰) بیان کردند در شرایط تنش رطوبتی گیاهانی که دمای کنوپی پایینی دارند، سرعت تعرق آنها بیشتر است و توانایی سرعت فتوسنتز، رشد و عملکرد بالاتری دارند. پینتر و همکاران (۱۹۹۰) و گلستانی عراقی و آساد (۱۹۹۸) نیز دمای کنوپی را برای کامل کردن سایر روش‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌ها برای مقاومت به خشکی در گندم پیشنهاد نموده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۱- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک لاین‌های گندم در شرایط تنش و فاقد تنش.**

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سطح برگ پرچم | شاخص محتوای کلروفیل برگ | فلورسانس کلروفیل | سرعت فتوسنتز | دمای کنوپی | محتوای نسبی آب برگ |
| تکرار | ۲ | ۱۵/۴۳ | ۲۸/۳۸ | ۰/۰۱۱ | ۳/۵۱ | ۹/۳۹ | ۳۰۴/۹۲ |
| تنش | ۱ | ۳۵۱/۴۳* | ۳۰۲۶/۷۱** | ۰/۱۲۲** | ۶۲۳/۶۸** | ۹۵۷/۵۴** | ۵۱۵۷/۱۷* |
| اشتباه ۱ | ۲ | ۱۵/۲۵ | ۳۶/۷۹ | ۰/۰۰۲ | ۰/۲۶ | ۶/۲۶ | ۶۵۶/۴۵ |
| لاین | ۱۶ | ۳۴/۰۲** | ۲۴۷/۶۲** | ۰/۰۰۱ | ۴/۷۲** | ۱/۳۳ | ۱۵۴/۶۷ |
| اشتباه ۲ | ۳۲ | ۱۱/۷۴ | ۶۰/۷۰ | ۰/۰۰۲ | ۱/۰۹ | ۱/۹۹ | ۸۵/۴۳ |
| تنش × لاین | ۱۶ | ۳/۱۴ | ۴۱/۴۷* | ۰/۰۰۱ | ۲/۵۹* | ۱/۵۹ | ۶۳/۸۱ |
| اشتباه ۳ | ۳۲ | ۳/۹۳ | ۲۰/۲۵ | ۰/۰۰۱ | ۱/۱۶ | ۰/۹۸ | ۵۸/۴۷ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۱۴/۷۹ | ۹/۶۹ | ۳/۵۴ | ۱۵/۷۰ | ۱۵/۷۸ | ۱۰/۰۳ |

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

**جدول ۲- تجزیه واریانس STI در لاین های گندم مورد ارزیابی.**

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| | | STI |
| تکرار | ۲ | ۱/۰۵۱ |
| لاین | ۱۶ | ۳/۴۲۱** |
| اشتباه | ۳۲ | ۰/۹۳۵ |

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

**جدول ۳- میانگین لاین‌های مورد ارزیابی از لحاظ صفات تحت بررسی.**

| نام لاین | سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع) | شاخص محتوای کلروفیل برگ | سرعت فتوسنتز (میکرو مول/ متر مربع . ثانیه) | STI |
|---|---|---|---|---|
| الوند | ۱۷/۲۱ | ۴۵/۶۰ | ۷/۷۴۲ | ۲/۳۷۳ |
| سرداری | ۸/۰۶۷ | ۴۲/۴۶ | ۶/۱۶۰ | ۰/۳۷۷ |
| پیشتاز | ۱۳/۸۸ | ۴۸/۹۳ | ۶/۲۰۵ | ۱/۳۰۳ |
| A2-3 | ۱۳/۴۹ | ۵۲/۵۲ | ۵/۱۰۲ | ۰/۱۸۳ |
| زرین | ۱۵/۳۵ | ۳۸/۰۵ | ۵/۹۹۰ | ۳/۳۸۰ |
| B3-3 | ۱۲/۳۳ | ۴۶/۹۷ | ۷/۲۷۸ | ۰/۰۴۳ |
| B1-3 | ۱۲/۹۴ | ۴۵/۲۰ | ۷/۳۴۸ | ۰/۰۷۷ |
| توس | ۱۴/۶۱ | ۵۱/۳۶ | ۷/۸۶۸ | ۱/۲۱۰ |
| C-80-10 | ۱۵/۴۹ | ۵۸/۸۳ | ۸/۲۰۲ | ۰/۲۰۷ |
| قدس | ۱۳/۹۶ | ۴۶/۵۱ | ۶/۷۶۲ | ۲/۹۱۰ |
| Son-64 | ۱۰/۵۵ | ۳۹/۰۶ | ۶/۳۷۷ | ۰/۲۰۰ |
| C-80-20 | ۱۴/۰۷ | ۵۱/۵۶ | ۷/۹۱۳ | ۱/۶۷۳ |
| ۱۸ یکنواخت ۸۲ | ۱۰/۲۲ | ۳۳/۷۴ | ۶/۴۳۰ | ۰/۱۷۳ |
| شهریار | ۱۴/۲۱ | ۴۷/۷۴ | ۷/۶۶۸ | ۰/۳۵۳ |
| B3-2 | ۱۰/۵۹ | ۴۰/۶۷ | ۷/۳۴۳ | ۰/۱۰۷ |
| نیک نژاد | ۱۶/۱۵ | ۵۴/۹۱ | ۵/۷۸۵ | ۱/۴۵۳ |
| B3-1 | ۱۴/۶۱ | ۴۵/۰۳ | ۶/۳۶۷ | ۰/۴۷۷ |
| $LSD_{\%1}$ | ۵/۴۱۷ | ۱۲/۳۱۵ | ۱/۶۵۲ | ۲/۱۶۱ |

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ٤- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک در لاین‌های گندم در دو سطح فاقد تنش (N) و تنش (S).**

| منابع تغییر | | تکرار | لاین | اشتباه | ضریب تغییرات (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|
| درجه آزادی | | ۲ | ۱۶ | ۳۲ | ——— |
| میانگین مربعات | سطح برگ پرچم N | ۳۱/۷۷ | ۵۹/۵۷** | ۱۵/۰۶ | ۲۲/۱۹ |
| | سطح برگ پرچم S | ۱/۰۲ | ۱۲/۸۰** | ۳/۷۲ | ۱۶/۹۵ |
| | شاخص محتوای کلروفیل برگ N | ۵۷/۷۰ | ۲۶۸/۳۲** | ۵۶/۴۷ | ۱۵/۸۰ |
| | شاخص محتوای کلروفیل برگ S | ۸/۴۳ | ۶۹/۳۷* | ۳۴/۲۵ | ۱۳/۹۱ |
| | فلورسانس کلروفیل N | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۵/۴۲ |
| | فلورسانس کلروفیل S | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۲/۵۹ |
| | سرعت فتوسنتز N | ۲/۲۱ | ۵/۵۵** | ۱/۲۰ | ۲۳/۷۲ |
| | سرعت فتوسنتز S | ۱/۵۶ | ۱/۷۷ | ۱/۰۵ | ۱۳/۴۳ |
| | دمای کنوپی N | ۲/۳۹ | ۱/۷۸ | ۱/۴۹ | ۲۰/۹۸ |
| | دمای کنوپی S | ۱۳/۲۶ | ۱/۴۴ | ۱/۴۳ | ۲۶/۲۷ |
| | محتوای نسبی آب برگ N | ۵۹۵/۸۰ | ۱۷۱/۱۶ | ۹۵/۴۳ | ۸/۱۴ |
| | محتوای نسبی آب برگ S | ۳۶۵/۵۷ | ۴۷/۳۲ | ۴۷/۳۱ | ۱۴/۳۵ |

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

**جدول ۵- برآورد وراثت پذیری عمومی ($h^2_B$) برای صفات فیزیولوژیک مورد آزمایش در دو سطح فاقد تنش (N) و تنش (S) و STI.**

| صفات فیزیولوژیک | $h^2_B$ (درصد) N | $h^2_B$ (درصد) S |
|---|---|---|
| سطح برگ پرچم | ۷۵ | ۷۱ |
| شاخص محتوای کلروفیل برگ | ۷۹ | ۵۱ |
| فلورسانس کلروفیل | بسیار کم | بسیار کم |
| سرعت فتوسنتز | ۷۸ | ۴۱ |
| دمای کنوپی | ۱۷ | بسیار کم |
| محتوای نسبی آب برگ | ۴۴ | بسیار کم |
| STI | ۶۷ | |

**جدول ٦- ضرایب همبستگی صفات فیزیولوژیک در شرایط فاقد تنش (اعداد بالا) و تنش (اعداد پایین) با STI.**

| | سطح برگ پرچم | شاخص محتوای کلروفیل برگ | فلورسانس کلروفیل | سرعت فتوسنتز | دمای کنوپی | محتوای نسبی آب برگ | STI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سطح برگ پرچم | | ۰/۲۶۸* | ۰/۰۲۹ | −۰/۱۱۶ | −۰/۰۷۴ | −۰/۰۷۷ | −۰/۳۸۳ |
| | | ۰/۳۶۷** | −۰/۲۳۰ | ۰/۱۹۷ | −۰/۱۵۴ | −۰/۰۶۵ | −۰/۲۸۸ |
| شاخص محتوای کلروفیل برگ | ۰/۱۱۹ | | ۰/۱۶۶ | ۰/۲۳۳ | ۰/۲۳۶ | −۰/۰۹۹ | −۰/۱۴۰ |
| | −۰/۲۳۰ | | ۰/۳۰۸* | ۰/۱۷۰ | ۰/۲۳۲ | −۰/۲۰۴ | −۰/۱۴۲ |
| فلورسانس کلروفیل | ۰/۱۶۶ | ۰/۲۳۳ | | −۰/۱۱۶ | −۰/۱۵۴ | −۰/۰۳۹۰ | −۰/۱۴۰ |
| | ۰/۰۲۹ | ۰/۳۰۸* | | −۰/۱۷۶ | −۰/۰۳۲ | −۰/۰۳۳ | ۰/۳۰۶* |
| سرعت فتوسنتز | −۰/۱۱۶ | ۰/۱۹۷ | −۰/۱۷۶ | | −۰/۳۷۸** | ۰/۲۴۲ | ۰/۰۱۱ |
| | −۰/۰۷۴ | ۰/۲۳۶ | −۰/۰۳۲ | −۰/۳۷۸** | | −۰/۰۵۹ | −۰/۱۳۸ |
| دمای کنوپی | −۰/۰۷۷ | −۰/۲۳۳ | −۰/۰۳۹۰ | −۰/۰۵۹ | ۰/۲۴۲ | | ۰/۱۱۵ |
| | −۰/۰۶۵ | −۰/۰۹۹ | −۰/۱۴۰ | ۰/۲۴۲ | ۰/۰۱۱ | | −۰/۲۷۷* |
| محتوای نسبی آب برگ | −۰/۳۸۳ | −۰/۱۴۰ | −۰/۰۳۳ | −۰/۰۶۵ | ۰/۱۱۵ | −۰/۲۷۷* | |
| | −۰/۲۸۸ | −۰/۱۴۲ | ۰/۳۰۶* | −۰/۱۳۸ | −۰/۲۷۷* | | |
| STI | | | | | | | |

*: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

**: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

**تجزیه علیت STI با صفات فیزیولوژیک در شرایط فاقد تنش (N) و تنش (S):** نتایج حاصل از تجزیه علیت شاخص تحمل تنش خشکی و صفات مورد ارزیابی در شرایط فاقد تنش و تنش در جدول ۷ و شکل ۱ درج شده است. بزرگترین اثرات مستقیم در شرایط فاقد تنش مربوط به سطح برگ پرچم و محتوای نسبی آب برگ می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

چنین به نظر می رسد کـه بـه دلیـل شـرایط خـاص ایـن آزمایش همبستگی و تأثیر مثبـت و معنـی داری از طریـق سطح برگ پرچم در شرایط فاقد تنش با STI وجود دارد که دلیل این موضوع این است که در شـرایط فاقـد تـنش هرچه سطح سبز و فتوسنتز کننده گیـاه بیشـتر مـی گـردد تولید مواد نیز بیشتر شده و عملکرد افـزایش مـی یابـد در نتیجه STI بیشتر مـی شـود و از آنجـایی کـه همبسـتگی معنی دار سطح برگ پرچم در شرایط فاقد تنش عمـدتاً از طریق تأثیر مستقیم آن می باشد و اثـرات غیـر مسـتقیم آن کوچک‌تر است و از سوی دیگر این که این صفت وراثت پذیری نسبتاً بالایی از خود نشان می دهد می توان سـطح برگ پرچم در شرایط فاقد تنش را به عنـوان یـک صـفت مؤثر در گـزینش غیـر مسـتقیم بـرای افـزایش عملکـرد و شاخص مقاومت بـه خشـکی پیشـنهاد نمـود. بزرگتـرین اثرات مستقیم در شرایط تنش مربوط به سطح برگ پرچم، دمای کنـوپی، سـرعت فتوسـنتز، فلورسـانس کلروفیـل و محتوای نسبی آب برگ مـی باشـد. تـأثیر مسـتقیم مثبـت سطح برگ پرچم در شرایط تنش را بـر روی STI بـدین صورت می توان توجیه نمود که در سال آزمایش به‌علـت بارندگی های نسبتاً مناسب مخصوصاً در زمـان گلـدهی و تشکیل اولیه دانه، تنش وارد شده چندان شدید نبوده و در نتیجه لاین های پرمحصول تر توانسته اند با افزایش سطح بـرگ از طریـق تولیـد و تجمـع بیشـتر مـواد فتوسـنتزی عملکرد خود را افزایش داده، در نتیجه شـاخص مقاومـت به خشکی آنها افزایش یابد.

در شرایط تنش، همبستگی بین فلورسانس کلروفیل و STI منفی ولی غیرمعنی‌دار بود. تجزیه علیت مشخص نمود که فلورسانس کلروفیل در شرایط تنش دارای اثر مستقیم منفی و معنی‌دار برروی STI است و تأثیر غیرمستقیم سایر صفات برروی STI موجب شده است که همبستگی منفی بین فلورسانس کلروفیل و شاخص تحمل تنش خشکی معنی‌دار نگردد. پس هر چه فلورسانس کلروفیل لاین‌ها کمتر باشد آن لاین‌ها مقاومت بیشتری به خشکی خواهند داشت. زیرا از نور دریافتی از خورشید حداکثر استفاده را می‌کنند و کمتر آن را باز تابانده و هدر می‌دهند.

تأثیر منفی و معنی‌دار دمای کنوپی در شرایط تنش بـر STI بدین مفهوم است که ارقامی که دمای کنوپی کمتری دارند مقاومت بیشتری نسبت به خشکی خواهنـد داشـت. زیرا ارقام با دمای کنوپی پایین، قادر به جذب آب بیشتری بوده و در نتیجه با تعرق توأم با فتوسـنتز بیشـتر، عملکـرد زیادتری تولید می‌کنند. با ایـن حـال از آنجـایی کـه ایـن صفت وراثت پذیری چندانی از خود نشان نداده نمی توان آن را به عنوان یک صفت غیر مسـتقیم در گـزینش بـرای مقاومت به خشکی پیشنهاد نمود.

**جدول ۷- تجزیه علیت STI با صفات فیزیولوژیک در سطح فاقد تنش (اعداد بالا) و تنش (اعداد پایین).**

| | سطح برگ پرچم | شاخص محتوای کلروفیل برگ | فلورسانس کلروفیل | میزان فتوسنتز | دمای کنوپی | محتوای نسبی آب برگ | همبستگی با STI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سطح برگ | ۰/۳۳۳ | -۰/۰۲۲ | ۰/۰۱٤ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰٤٦ | ۰/۳۷۷ |
| پرچم | ۰/۳۰۳ | ۰/۰۰۹ | -۰/۰۵۹ | -۰/۰۵۵ | ۰/۰۷۹ | -۰/۰۲۸ | ۰/۳۰٦ |
| محتوای کلروفیل | ۰/۰۸۹ | -۰/۰۸۳ | -۰/۰۰۷ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۰٦ | -۰/۰٤۱ | -۰/۰۳۳ |
| برگ | ۰/۱۱۱ | ۰/۰۲۵ | -۰/۰٤۲ | -۰/۰٦۳ | ۰/۰۹۱ | ۰/۰۲۰ | ۰/۱٤۱ |
| فلورسانس کلروفیل | -۰/۰۷٦ | -۰/۰۱۰ | ۰/۰٦۱ | ۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۰٤ | ۰/۰۱۰ | -۰/۱٤۰ |
| | ۰/۰۷۱ | ۰/۰۰٤ | -۰/۲۵۳ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰٦۸ | -۰/۰۰۸ | -۰/۰٦۵ |
| سرعت | ۰/۰۰۸ | -۰/۰۲۵ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۲ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۱۱ |
| فتوسنتز | ۰/۰۵۲ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۲۹ | -۰/۳۲۲ | ۰/۱٤۷ | ۰/۰٤۸ | ۰/۱۳۸ |
| دمای | ۰/۰۷۷ | -۰/۰۲۰ | ۰/۰۰۹ | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۵ | ۰/۱۱۵ |
| کنوپی | ۰/۰٦۲ | -۰/۰۰٦ | ۰/۰٤۵ | ۰/۱۲۲ | -۰/۳۸۹ | -۰/۰۱۳ | -۰/۲۷۷ |
| محتوای نسبی | -۰/۰٤۷ | -۰/۰۱۰ | ۰/۰۰۲ | -۰/۰۰۱ | -۰/۰۰۲ | -۰/۳۲۵ | -۰/۳۸۳ |
| آب برگ | -۰/۰٤۲ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۰ | -۰/۰۷۸ | ۰/۰۲۵ | -۰/۲۰۰ | -۰/۲۸۸ |

اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم و اعداد خارج قطر اثرات غیر مستقیم می‌باشند.

Archive of SID

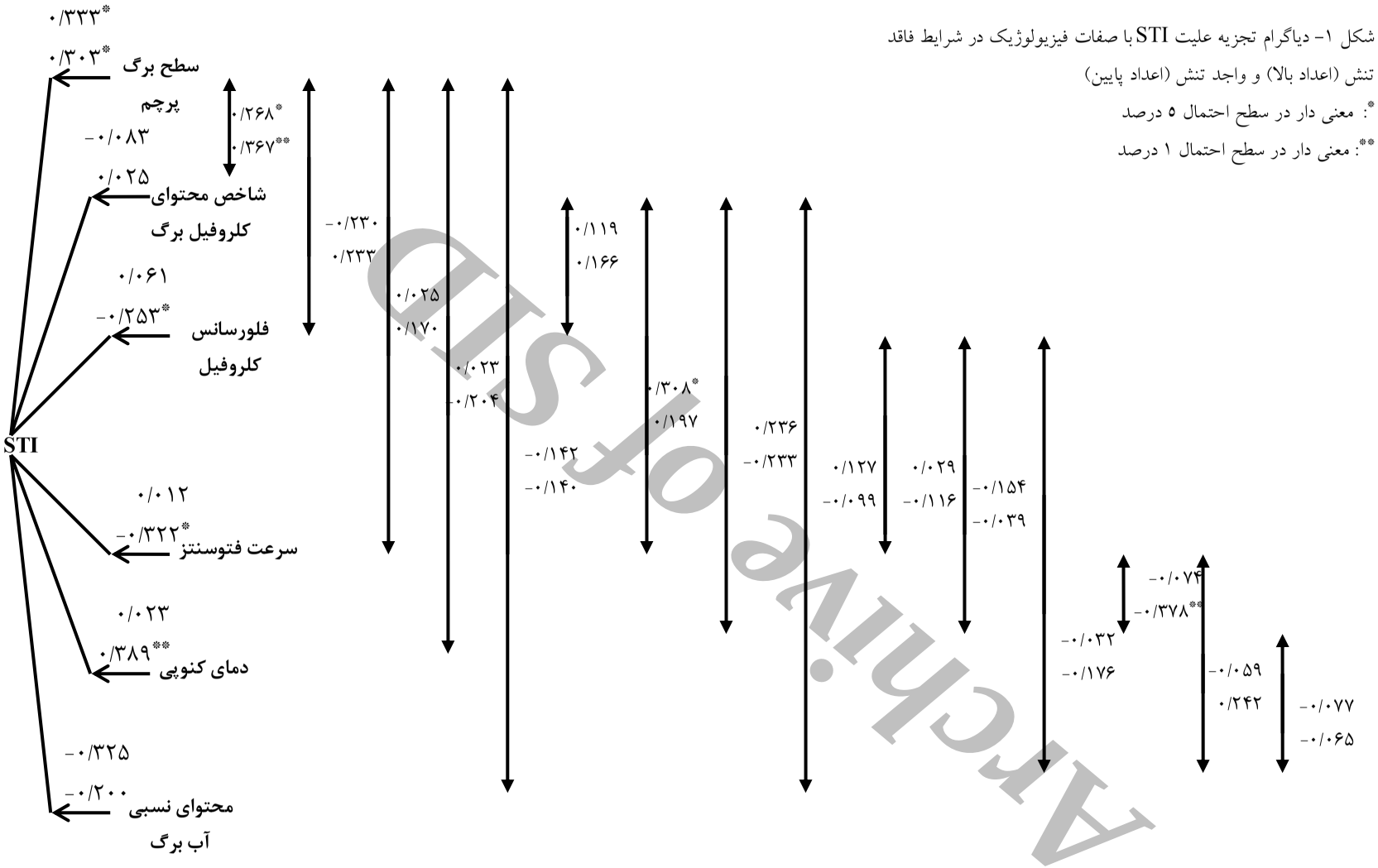
www.SID.ir

www.SID.ir

شکل ۱- دیاگرام تجزیه علیت STI با صفات فیزیولوژیک در شرایط فاقد تنش (اعداد بالا) و واجد تنش (اعداد پایین)

*: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

**: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد




Archive of SID

## منابع


1.Atteya, A.M. 2003. Alteration of water relations and yield of corn genotypes in response to drought stress. Bulg. J. Plant Physiol. 29 (1-2): 63- 76.

2.Behra, R.K., Mishra, P.C., and Choudhury, N.K. 2002. High irradiance and water stress induce alterations in pigment composition and chloroplast activities of primary wheat leaves. J. Plant Physiol. 159: 967-973.

3.Blum, A., Gozlan, G., and Mayer, J. 1981. The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. Crop Sci. 21: 495-499.

4.Fernandez, G.C.I. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C. G. Kuo (eds.). Adaptation of food crops to temperature and water stress. Proc. of an Internat. Symp. Taiwan. Aug. Asian Veget. Res. and Develop. Center. 13-18.

5.Fischer, R.A., Rees, D., Sayre, K.D., Lu, Z. M., Candon, A.G., and Saavedra, A.L. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Sci. 38: 1467-1475.

6.Golestani Araghi, S., and Assad, M.T. 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. Euphytica. 103: 293-299.

7.Hopkins, W.G. 2002. Introduction to plants physiology. John Wiley & Sons. New York. p.400.

8.Li, C.C. 1965. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. 12: 190-210.

9.Molnar, S., Gaspar, L., Stehi, L., Dulai, S., Sarvari, E., Kiraly, I., Galiba, G., and Molnar-Long, M. 2002. The effects of drought stress on the photosynthetic processes of wheat and of aegilops biuncialis genotypes originating from various habitats. Acta Biologica Szegediensis. 46 (3-4): 115-116.

10.Pinter Jr., P.J., Zipoli, G., Reginato, R.J., Jackson, R.D., Idso, S.B., and Homan, J.P. 1990. Canopy temperature as an indicator of differential water use and yield performance among wheat cultivars. Agricultural Water Management. 18: 35-48.

11.Reddy, B.K., Rao, D.M.R., Reddy, M.P., Jayaram, R.H., and Suryanarayana, N. 2003. Variation of chlorophyll content and its relationship with leaf area and leaf yield in wheat. Advances in Plant Sciences. 16: 277-280.

12.Saba, J., Moghadam, M., Ghassemi, K., and Nishabouri, M.R. 2001. Genetic properties of drought resistance indices. J. Agric Sci. Technol. 3: 43-49.

13.Sattar, A., Chowdhry, M.A., and Kashif, M. 2003. Estimation of heritability and genetic gain of some metric traits in six hybrid population of spring wheat. Asian J. of Plant Sciences. 2: 495-497.

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

15.Siosemardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Ebrahimzadeh, H. 2004. Stomatal and nonstomatal limitations to photosynthesis and their relationship with drought resistance in wheat cultivars. Iranian J. of Agric. Sci. 35 (1):93-106.

16.Souza, R.P., Machado, E.C., Silva, J.A.B., Lagoa, A.M.M.A., and Silveria J.A.G. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. Environ. Exp. Bot. 51: 46-56.


Archive of SID

www.SID.ir

*J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(5), Dec2007-Jan 2008*
*www.jasnr.info*
*www.sid.ir*
*www.magiran.com/jasnr*

# Potential usefulness of the physiological traits for evaluation of drought resistance in wheat

**N. Samimi Sadeh[1], *J. Saba[2], F. Shekari[2] and K. Soleimani[3]**
[1]Former M.Sc. Student Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Zanjan University, Iran,
[2]Asisstant Prof. Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Zanjan University, Iran,
[3]Researcher of Seed Improvement division research center of Agriculture of Zanjan, Iran

**Abstract**

A field experiment was conducted during 2005 at the research farm of Zanjan University. Two levels of irrigation i.e. regular irrigation (N) and without irrigation (S) were applied as the levels of first factor and 17 wheat lines as the levels of the second factor. The experiment was conducted in the form of split block on the basis of randomized complete block design with three replications. Data was collected on physiological traits such as flag leaf area, leaf relative chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, photosynthesis rate, canopy temperature and leaf relative water content. The estimated values of broad sense heritability for physiological traits of photosynthesis rate, leaf relative chlorophyll content and flag leaf area and Stress Tolerance Index (STI) were all high approximately. In non stress condition, flag leaf area showed significant correlations with STI. In stress condition significant correlations were observed between STI with flag leaf area and canopy temperature. In path analysis STI with physiological traits in non stress condition, flag leaf area and leaf relative water content had the greatest direct effects but in stress condition among physiological traits, flag leaf area, canopy temperature, photosynthesis rate, chlorophyll fluorescence and leaf relative water content had the greatest direct effects on STI. Thus, it can be concluded that in non stress condition improving yield and STI could be achieved by indirect selection for flag leaf area.

***Keywords**:* Chlorophyll; Drought resistance; Path analysis; Photosynthesis**;** Physiology; Wheat.

Archive of SID

*- E-mail: jalal_saba@yahoo.com

www.SID.ir