اثر صفات روزنه‌ای بر فتوسنتز و عملکرد لینه‌های جایگزین کروموزومی گندم نان در شرایط طبیعی و تنش خشکی

رقیه امینیان *[۱]، شهرام محمدی[۲]، سعداله هوشمند[۳]، محمود خدام‌باشی[۲] و کریم نوزاد نمینی[۴]

(E-mail: roghayehaminian@yahoo.com)

تاریخ دریافت ۸۹/۳/۶ و تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۳۰

چکیده

این مطالعه به منظور تعیین اثرات اندازه و فراوانی روزنه بر سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، عملکرد و همچنین تعیین مکان کروموزومی ژن‌های کنترل‌کننده این خصوصیات با استفاده از لاین‌های جایگزین کروموزومی رقم تایمستین در زمینه ژنتیکی رقم چاینیز اسپرینگ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط نرمال و تنش آب در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۸۷ انجام شد. شرایط مرحله طویل شدن ساقه (مرحله ۲۹ زادکس) شروع شد. طول مدت تنش براساس درجه روز رشد مشخص شده در آزمایشات قبلی تعیین شد. تفاوت‌های معنی‌داری بین لاین‌های جایگزین در خصوص صفات مورد بررسی مشاهده شد. در شرایط بدون تنش، همبستگی عملکرد با فراوانی روزنه ($r = ۰/۴۶۱^{**}$) و در شرایط تنش، همبستگی عملکرد و اندازه روزنه ($r = ۰/۴۵۰^{**}$) معنی‌دار بود. همچنین، همبستگی عملکرد با سرعت فتوسنتز ($r = ۰/۵۵۶^{**}$ در شرایط تنش و $r = ۰/۴۸۲^{**}$ در شرایط بدون تنش) و هدایت روزنه‌ای ($r = ۰/۲۴۷^{**}$ در شرایط تنش و $r = ۰/۴۵۷^{**}$ در شرایط بدون تنش) هم در شرایط تنش و هم در شرایط بدون تنش معنی‌دار بود. بررسی کروموزوم‌های گندم نشان داد نقش ژنوم B نسبت به دو گروه دیگر در کنترل صفات مورد بررسی برجسته‌تر بود.

کلمات کلیدی: اندازه روزنه، سرعت فتوسنتز، فراوانی روزنه، لاین‌های جایگزین، هدایت روزنه‌ای

۱ – مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نراق، نراق – ایران **(نویسنده مسئول مکاتبات *)**

۲ – دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد – ایران

۳ – استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد – ایران

۴ – مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نراق، نراق – ایران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تنش کم‌آبی یکی از فاکتورهای محدودکننده رشد در مناطق تحت کشت گندم می‌باشد، لذا بهبود خصوصیات گیاهی در جهت حفظ فرآیندهای فیزیولوژیکی و تولید رقم‌های متحمل به تنش خشکی از مهم‌ترین اهداف برنامه‌های اصلاحی در گندم می‌باشد (۳). حفظ و نگهداری سرعت طبیعی تبادلات گازی از جمله خصوصیاتی است که باعث افزایش رشد و عملکرد می‌شود (۲۱). روزنه‌ها مدخل اصلی گیاه هستند و شکاف روزنه‌ها نقش مهمی را در کنترل تبادلات گازی، تعرق و فتوسنتز ایفا می‌کنند. اندازه روزنه‌ها معمولاً در پاسخ به عوامل محیطی و درونی تغییر کرده و این باعث می‌شود مقدار آب تعرق شده و گاز کربنیک جذب شده تغییر یابد (۸). مطالعات نشان داده است که بیش از ۹۵ درصد آبی که وارد گیاه می‌شود از طریق تعرق روزنه‌ای از گیاه خارج می‌شود (۱۷ و ۲۰). همچنین تعداد روزنه‌ها در واحد سطح و اندازه آن‌ها نقش بسیار مهمی در تبادلات گازی گیاه دارد (۱۲). اما مشکلی که در راه اصلاح برای فراوانی روزنه‌ها وجود دارد این است که روزنه‌ها مدخل اصلی گیاه هستند، به‌طوری‌که اگر انتخاب در جهت کوچک بودن، کمتر بودن دوره و کم باز شدن روزنه‌ها صورت گیرد، علاوه بر کاهش تلفات آب، فتوسنتز و راندمان مصرف آب نیز کاهش می‌یابد (۲).

برخی از محققین معتقدند که تعداد بیشتر روزنه‌ها بیش از اینکه سبب ورود گازکربنیک به گیاه شود موجب تلف شدن آب از گیاه می‌شود، زیرا زمانی که روزنه‌ها باز هستند، نه تنها گازکربنیک وارد می‌شود، بلکه آب نیز از برگ‌ها خارج می‌شود (۷). لذا گیاه در شرایط تنش باید به نحوی هدایت روزنه‌ای خود را تعدیل کند تا مقدار جذب CO_2 مناسب و حداقل از دست رفتن آب را داشته باشد (۷ و ۱۳). از طرفی، روزنه‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر نور، میزان رطوبت، غلظت CO_2 و وضعیت آبی گیاه قرار می‌گیرند (۱۶). علاوه بر این، مشخص شده است که در شرایط یکسان ارقام مختلف گیاهان زراعی توانایی تبادلات گازی متفاوتی نشان می‌دهند و این به‌دلیل تعداد متفاوت روزنه در واحد سطح برگ و نیز اندازه متفاوت روزنه در آن‌ها است و تفاوت‌های معنی‌داری در بین گونه‌های گیاهی در پاسخ به تغییرات محیطی مشاهده شده است (۵، ۹ و ۲۷). از این رو در طول دو دهه گذشته، فراوانی و اندازه روزنه به عنوان معیاری از میزان کاهش آب توسط گیاه درنظر گرفته شده است (۱۸، ۲۲، ۲۹، ۳۲ و ۳۴).

انتخاب و تنوع خصوصیات روزنه‌ای در گندم نان گزارش شده است (۳، ۴، ۱۸ و ۲۴). تفاوت‌های معنی‌داری در طول و عرض روزنه‌های سطح فوقانی و تحتانی برگ پرچم مشاهده شد و طول روزنه‌ها نسبت به عرض آنها در میزان تعرق آب مؤثرتر گزارش شد (۲۴). لذا باتوجه به مطالعات فوق و نقش تثبیت شده روزنه‌ها در تبادلات گازی و آبی به‌ویژه در شرایط تنش آب، بررسی این خصوصیات در سطح ژنوم گندم اهمیت خاصی دارد که تاکنون در منابع علمی گزارش نشده است. برای بررسی نقش کروموزوم‌ها (ژنوم‌های گندم) عمدتاً از لاین‌های جایگزین کروموزومی استفاده می‌شود. با استفاده از این لاین‌ها، امکان کشت جوامع یکنواختی که همگی دارای زمینه ژنتیکی مشابه بوده و هر کدام فقط از نظر یک کروموزوم با هم تفاوت داشته باشند، فراهم می‌شود. همچنین، این لاین‌ها منجر به شناسایی کروموزوم‌هایی شده که در پاسخ به خشکی و دیگر تنش‌های غیرزنده نقش داشته‌اند که از این یافته‌ها در بهبود عملکرد گندم در شرایط تنش استفاده می‌شود (۱۰).

مواد و روش‌ها

مواد ژنتیکی این مطالعه شامل سری کامل لاین‌های جایگزین کروموزومی گندم تایمستین در زمینه ژنتیکی رقم چاینیز اسپرینگ بود که در دانشگاه ایباراکی ژاپن توسط پروفسور واتانابا تولید شده بودند. این لاین‌ها با استفاده از تلاقی‌های برگشتی مکرر با پایه منوزومیک واریته چاینیز

Archive of SID

www.SID.ir

اسپرنیگ تولید و تا نسل BC_{10} خالص گردیده بودند. در این آزمایش ۲۱ لاین جایگزین به همراه دو والد، در طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط معمول و تنش کمبود آب در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد مورد ارزیابی قرار گرفتند. کاشت بذور در اواسط اسفند ۱۳۸۷ صورت گرفت. در هر بلوک ۲۱ لاین جایگزین به همراه دو والد در کرت‌هایی جداگانه کشت گردیدند. هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به طول دو متر با فاصله ردیف ۳۰ و فاصله بین بذور روی هر ردیف پنج سانتی‌متر بود. در شرایط بدون تنش گیاهان هفت روز یک بار آبیاری گردیدند، اما در شرایط تنش هنگامی‌که گیاهان به مرحله طویل شدن ساقه (مرحله ۲۹ زادکس) رسیدند، آبیاری قطع گردید (۳۵). طول دوره تنش در آزمایش‌های مقدماتی براساس درجه روز رشد محاسبه شده بود و گیاهان پس از این‌که به میزان درجه روز رشد مورد نظر رسیدند آبیاری شدند. باتوجه به این‌که لاین‌های جایگزین در زمان‌های متفاوت به مرحله طویل شدن ساقه رسیدند، استفاده از درجه روز رشد (GDD) سبب یکسان‌سازی شرایط تنش برای همه لاین‌های جایگزین شد (۱).

هنگامی‌که لاین‌های جایگزین به مرحله رشد ۵۸ زادکس رسیدند، در این مرحله، برگ‌های پرچم کاملاً توسعه یافته پنجه‌های اصلی پنج بوته دو خط وسطی هر کرت به‌طور تصادفی برای اندازه‌گیری خصوصیات روزنه‌ای جدا گردیدند. اندازه‌گیری فراوانی و اندازه روزنه در قسمت وسط سطح فوقانی و زیرین برگ پرچم به روش نسخه‌برداری معکوس صورت گرفت (۳۳). در این روش، از خمیر اسپیدکس و خمیر فعال‌کننده آن استفاده شد. برای بررسی صفات مورد نظر از میکروسکوپ نوری مدل Olympus استفاده گردید. در این بررسی به علت وضوح بیشتر با بزرگ‌نمایی ۱۶۰، صفات مورد بررسی قرار گرفت. بدین‌منظور ۱۰ میدان دید به‌طور تصادفی تعیین شد و سپس در هر میدان دید تعداد روزنه‌ها به دقت شمارش گردید. برای محاسبه فراوانی روزنه‌ها، با استفاده از اسلاید استاندارد تعداد روزنه در هر میدان دید به تعداد روزنه در هر میلی‌متر مربع تبدیل گردید. همچنین در هر میدان دید ۱۰ روزنه به‌طور تصادفی انتخاب و طول و عرض آن‌ها با استفاده از لنز مدرج اندازه‌گیری شد و سپس اندازه روزنه به میکرومتر تبدیل گردید. میانگین مساحت روزنه‌ها با در نظر گرفتن شکل اغلب روزنه‌ها که تقریباً به صورت مستطیلی بودند از طریق حاصل ضرب طول در عرض روزنه‌ها محاسبه گردید (۱۸). اندازه‌گیری تبادلات گازی در قسمت میانی برگ پرچم پنجه اصلی سه بوته که به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب شده بودند، با استفاده از دستگاه فتوسنتزمتر مدل (LI-COR 6400; LI-COR Inc., Lincoln, NE, USA) انجام شد. با قرار دادن برگ در درون محفظه مخصوص تبادلات گازی و حفظ موقعیت آن عمود بر نور خورشید به مدت یک دقیقه اقدام به ثبت این فاکتورها گردید. تجزیه داده‌ها براساس میانگین به‌دست آمده از داده‌های سه بوته بود. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، ۱۰ بوته کاملاً رسیده از وسط دو ردیف میانی هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب گردید و متوسط عملکرد دانه ۱۰ بوته برای محاسبات آماری استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها به‌ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹.۲ و Excel صورت گرفت. تجزیه واریانس به روش GLM و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل تفاوت‌های معنی‌دار در سطح پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

فراوانی روزنه‌ها

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری بین لاین‌های جایگزین برای فراوانی روزنه در هر دو سطح فوقانی و تحتانی برگ پرچم در هر دو شرایط تنش و بدون تنش وجود داشت (جدول‌های ۱ و ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش

لاین‌های جایگزین	عملکرد دانه (g)	سرعت فتوسنتز ($\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای ($mol\ m^{-2}s^{-1}$)	سطح فوقانی برگ پرچم		سطح زیرین برگ پرچم	
				تعداد روزنه در یک mm^2	اندازه روزنه ($m^2\mu$)	تعداد روزنه در یک mm^2	اندازه روزنه ($m^2\mu$)
۱A	۱/۱۵k	۱/۱۷e	۰/۰۱۶h	۵۵/۷۲ef	۱۶۵۱/۹b-f	۴۶/۱۵g	۱۶۰۱/۱b-f
۲A	۲/۴۳ij	۱/۲۶de	۰/۰۲۲gh	۵۷/۶۷ef	۱۷۰۵/۳b-d	۵۰/۷۸c-g	۱۶۶۲/۲a-d
۳A	۳/۷۵c-e	۲/۰۸a-e	۰/۰۳۵a-e	۶۶/۳۳a-c	۱۵۸۴/۵c-f	۵۶/۸۹a-c	۱۴۵۹/۵e-h
۴A	۲/۴۵ij	۱/۵۴a-e	۰/۰۲۶e-g	۵۶/۳۴ef	۱۷۸۴/۲a-c	۴۸/۵۶d-g	۱۶۱۲/۵b-e
۵A	۳/۰۴f-i	۱/۹۷a-e	۰/۰۳۳a-f	۶۵/۴۴bc	۱۴۵۲/۱ef	۵۳/۸۹b-f	۱۸۰۲/۵a
۶A	۲/۴۲Ij	۱/۳۵c-e	۰/۰۲۷d-g	۶۱/۸۹c-e	۱۵۳۷/۰d-f	۴۷/۲۲fg	۱۶۰۵/۵b-e
۷A	۲/۳۸J	۱/۳۳c-e	۰/۰۲۴f-h	۵۳/۹۹f	۱۷۷۳/۹a-c	۴۸/۶۷d-g	۱۶۳۰/۹a-e
۱B	۲/۶۷g-j	۱/۸۷a-e	۰/۰۳۰b-g	۵۹/۰۰d-f	۱۵۷۱/۱c-f	۵۲/۰۰b-g	۱۵۷۵/۲c-g
۲B	۴/۸۰ab	۲/۲۶a-c	۰/۰۳۴a-e	۶۵/۸۹a-c	۱۵۵۸/۴c-f	۵۳/۰۰b-f	۱۵۷۸/۴c-g
۳B	۳/۸۶cd	۲/۱۳a-d	۰/۰۳۷a-c	۶۸/۹۷ab	۱۷۰۸/۵b-d	۶۱/۳۳a	۱۵۵۷/۶c-g
۴B	۲/۹۵f-j	۱/۹۵a-e	۰/۰۳۶a-d	۶۹/۸۹ab	۱۴۳۸/۱ef	۵۸/۰۰ab	۱۴۱۴/۶gh
۵B	۲/۸۴g-j	۲/۰۶a-e	۰/۰۳۴a-e	۶۴/۲۲b-d	۱۴۹۶/۵d-f	۵۱/۸۹b-g	۱۴۱۷/۹f-h
۶B	۳/۸۱c-e	۲/۴۱ab	۰/۰۲۶e-g	۵۹/۲۲d-f	۱۵۷۱/۰c-f	۴۹/۴۴d-g	۱۳۴۱/۶h
۷B	۴/۵۵b	۲/۱۷a-d	۰/۰۳۲a-f	۶۶/۳۴a-c	۱۶۰۶/۳b-f	۴۸/۲۲e-g	۱۶۳۷/۴a-e
۱D	۴/۲۵bc	۱/۸۹a-e	۰/۰۳۷a-c	۷۰/۰۰ab	۱۹۷۰/۱a	۵۵/۳۳a-d	۱۴۷۱/۵e-h
۲D	۲/۶۶g-j	۱/۴۷b-e	۰/۰۲۹c-g	۶۱/۴۶c-e	۱۸۲۱/۳ab	۵۰/۹۶c-g	۱۷۷۴/۷ab
۳D	۳/۰۸f-h	۱/۷۹a-e	۰/۰۳۴a-e	۶۶/۵۶a-c	۱۶۶۶/۲b-e	۵۳/۷۸b-f	۱۴۷۹/۹d-h
۴D	۲/۵۰h-j	۱/۴۴c-e	۰/۰۳۶a-d	۶۶/۴۵a-c	۱۵۵۲/۷c-f	۴۹/۴۴d-g	۱۵۸۲/۶c-g
۵D	۳/۵۰d-f	۱/۹۶a-e	۰/۰۳۰b-g	۶۶/۵۶a-c	۱۵۷۸/۴c-f	۵۲/۶۷b-g	۱۴۰۱/۶gh
۶D	۳/۵۱d-f	۲/۴۴a	۰/۰۳۸ab	۶۸/۳۳ab	۱۵۱۹/۳d-f	۵۴/۶۷a-e	۱۵۲۳/۲c-h
۷D	۳/۲۲e-g	۲/۰۸a-e	۰/۰۳۹a	۷۱/۷۸a	۱۵۵۳/۴c-f	۶۱/۰۰a	۱۴۵۷/۷f-h
CS	۲/۸۸g-j	۱/۵۶a-e	۰/۰۲۷d-g	۶۰/۸۹c-e	۱۷۰۵/۷b-d	۵۰/۳۳c-g	۱۶۹۸/۹a-c
Tim	۵/۲۹a	۱/۹۷a-e	۰/۰۳۷a-c	۶۶/۷۲a-c	۱۴۲۴/۳f	۵۰/۳۳c-g	۱۶۲۱/۱a-e
میانگین	۰/۹۳±۳/۲۲	۰/۳۷±۱/۸۳	۰/۰۰۶±۰/۰۳۱	۵/۰۲±۶۳/۸۹	۱۳۳/۴۷±۱۶۱۸/۷۰	۴/۰۸±۵۲/۳۷	۱۱۸/۱۸±۱۵۶۱/۲۱

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه معنی‌دار است ($P \leq ۰/۰۵$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ - مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در شرایط تنش

لاین‌های جایگزین	عملکرد دانه (g)	سرعت فتوسنتز ($\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای ($mol\ m^{-2}s^{-1}$)	سطح فوقانی برگ پرچم		سطح زیرین برگ پرچم	
				تعداد روزنه در یک mm^2	اندازه روزنه ($m^2\mu$)	تعداد روزنه در یک mm^2	اندازه روزنه ($m^2\mu$)
1A	۰/۹۲j	۰/۶۷g	۰/۰۳۲b-e	۵۳/۱۱ef	۱۵۰۱/۰fg	۴۳/۴۵fg	۱۴۶۸/۹f-h
2A	۱/۴۶ij	۱/۳۶c-g	۰/۰۱۷g	۵۶/۳۴d-f	۱۵۲۱/۴e-g	۵۰/۱۱a-f	۱۴۱۲/۳gh
3A	۲/۶۶c-e	۱/۹۱a-d	۰/۰۴۲ab	۶۴/۱۱a-f	۱۹۰۴/۸a-c	۴۹/۲۲a-g	۱۸۰۶/۹ab
4A	۲/۳۹e-h	۱/۳۰c-g	۰/۰۱۹fg	۶۵/۰۰a-e	۱۶۴۳/۲d-f	۴۸/۴۴b-g	۱۴۰۰/۴gh
5A	۳/۰۱c-e	۱/۲۸c-g	۰/۰۲۱e-g	۶۸/۳۳a-d	۱۶۶۵/۴c-f	۵۳/۱۱a-e	۱۶۰۳/۰b-g
6A	۲/۳۲e-h	۱/۱۳e-g	۰/۰۱۷g	۶۵/۸۹a-e	۱۵۴۶/۰d-g	۵۴/۴۴a-c	۱۴۱۴/۲gh
7A	۲/۰۹f-i	۱/۰۲fg	۰/۰۲۶c-g	۵۴/۳۳ef	۱۴۰۰/۶g	۴۷/۱۱c-g	۱۵۶۸/۹d-h
1B	۲/۳۴e-h	۱/۶۶a-f	۰/۰۲۸c-f	۶۴/۸۹a-e	۱۴۹۲/۵fg	۵۳/۶۷a-d	۱۵۱۵/۴e-h
2B	۳/۹۳ab	۱/۹۴a-c	۰/۰۳۶bc	۶۹/۰۰a-d	۱۷۵۵/۹a-e	۴۳/۷۷fg	۱۷۸۹/۵a-c
3B	۲/۸۶c-e	۲/۰۷ab	۰/۰۴۸a	۷۲/۳۳ab	۱۵۲۷/۱e-g	۴۴/۸۹e-g	۱۶۸۳/۲a-e
4B	۳/۴۴bc	۲/۳۳a	۰/۰۳۳b-d	۶۲/۲۲c-f	۱۶۶۸/۴b-f	۴۶/۷۷c-g	۱۶۵۲/۶b-f
5B	۲/۵۶d-g	۱/۵۱b-f	۰/۰۲۳d-g	۶۲/۴۴b-f	۱۴۴۹/۴fg	۴۸/۱۱b-g	۱۵۲۱/۹e-h
6B	۲/۵۶d-g	۱/۲۲d-g	۰/۰۲۱e-g	۶۵/۰۰a-e	۱۵۸۲/۶d-g	۴۶/۲۲c-g	۱۴۶۱/۵f-h
7B	۳/۲۹b-d	۱/۷۰a-f	۰/۰۲۸c-g	۵۷/۸۹c-f	۱۶۲۸/۳d-g	۴۸/۳۳b-g	۱۵۳۹/۸d-h
1D	۲/۰۷f-i	۱/۱۸e-g	۰/۰۵۳a	۷۱/۵۵ab	۱۵۶۲/۲d-g	۵۷/۳۳a	۱۳۹۴/۹h
2D	۲/۲۹e-h	۱/۵۱b-f	۰/۰۲۰fg	۶۹/۱۱a-d	۱۵۸۰/۳d-g	۵۶/۲۲ab	۱۵۶۶/۹d-h
3D	۲/۵۲e-g	۱/۷۹a-e	۰/۰۲۰fg	۵۶/۵۶d-f	۱۷۵۹/۵a-e	۴۵/۶۷d-g	۱۷۲۹/۵a-d
4D	۱/۸۳g-i	۰/۷۰g	۰/۰۱۹fg	۶۴/۹۹a-e	۱۴۰۴/۲g	۵۳/۸۹a-d	۱۴۱۴/۰gh
5D	۳/۹۲ab	۱/۵۵b-f	۰/۰۳۲b-e	۶۸/۴۴a-d	۱۷۸۵/۲a-d	۵۰/۰۰a-g	۱۶۰۰/۹c-g
6D	۲/۰۷f-i	۱/۴۱b-f	۰/۰۲۷c-g	۶۹/۸۹a-c	۱۴۸۹/۷fg	۵۲/۷۸a-e	۱۴۷۸/۴f-h
7D	۱/۷۶hi	۱/۱۵e-g	۰/۰۲۸c-g	۷۵/۴۳a	۱۴۳۵/۷fg	۵۵/۷۷ab	۱۴۱۵/۵gh
CS	۲/۰۲f-i	۱/۰۶fg	۰/۰۲۱e-g	۵۷/۸۹d-f	۱۹۲۳/۳a	۵۲/۷۸a-e	۱۵۱۲/۱e-h
Tim	۴/۲۶a	۱/۷۰a-f	۰/۰۳۳b-d	۵۱/۴۵f	۱۹۱۶/۲ab	۴۱/۷۸g	۱۸۵۷/۸a
میانگین	۲/۵۵±۰/۸۱	۱/۴۴±۰/۴۲	۰/۰۲۸±۰/۰۰۹	۶۳/۷۵±۶/۵۸	۱۶۱۴/۹۱±۱۶۰/۳۷	۴۹/۷۳±۴/۴۴	۱۵۵۶/۸۹±۱۳۹/۳۲

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه معنی‌دار است ($P \leq ۰/۰۵$).

Archive of SID

www.SID.ir

در شرایط بدون تنش همبستگی مثبتی بین فراوانی روزنه در سطح فوقانی برگ پرچم و عملکرد مشاهده شد، درحالی‌که در شرایط تنش همبستگی بین فراوانی روزنه در سطح زیرین برگ پرچم و عملکرد منفی بود (جدول‌های ۳ و ۴). چون روزنه‌ها از یک طرف مسئول جذب CO_2 و از طرف دیگر با میزان تعرق و از دست دادن آب مرتبط هستند، تعداد بیشتر روزنه در شرایط عدم محدودیت آب به دلیل جذب بیشتر CO_2 سبب افزایش عملکرد شد، درحالی‌که در شرایط محدودیت آب تعداد بیشتر روزنه سبب از دست رفتن آب بیشتر و کاهش عملکرد گردید. ارتباط منفی بین فراوانی تعداد روزنه و تحمل به خشکی در گندم دوروم و جو توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است، اما در آزمایشی که بر روی تعدادی رقم گندم متحمل و حساس به خشکی انجام شد، ارقام متحمل به خشکی تعداد روزنه بیشتر با اندازه کوچک‌تر داشتند (۱۱، ۲۲ و ۲۴). نتایج متفاوت این روابط احتمالاً به‌خاطر تأثیر عوامل دیگر غیرروزنه‌ای بر میزان تعرق، از دست رفتن آب و عملکرد می‌باشد. در شرایط بدون تنش فراوانی روزنه در سطح فوقانی برگ به‌طور مثبت و معنی‌داری با سرعت فتوسنتز مرتبط بود، درحالی که این ارتباط در شرایط تنش منفی بود (جدول‌های ۳ و ۴).

نتایج دیگر تحقیقات نشان داد فراوانی روزنه تأثیری روی سرعت فتوسنتز ندارد (۲۳). در لوبیا ارقام با تعداد روزنه کمتر مقدار فتوسنتز بیشتری داشتند (۱۴). این امر نشان می‌دهد، اندازه شکاف روزنه‌ای، تعرق و یا سایر عوامل دارای تأثیر مساوی یا حتی بیشتر از تعداد روزنه در تنظیم فتوسنتز در شرایط تنش می‌باشند.

جدول ۳ - ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش

	عملکرد	سرعت فتوسنتز	هدایت روزنه‌ای	فراوانی روزنه‌ها در سطح فوقانی برگ پرچم	فراوانی روزنه‌ها در سطح تحتانی برگ پرچم	اندازه روزنه‌ها در سطح فوقانی برگ پرچم
سرعت فتوسنتز	۰/۴۸۲**					
هدایت روزنه‌ای	۰/۴۵۷**	۰/۵۱۶**				
فراوانی روزنه‌ها در سطح فوقانی برگ پرچم	۰/۴۶۱**	۰/۴۷۹**	۰/۸۷۳**			
فراوانی روزنه‌ها در سطح تحتانی برگ پرچم	۰/۲۳۳	۰/۳۲۲	۰/۴۹۰**	۰/۶۰۴**		
اندازه روزنه‌ها در سطح فوقانی برگ پرچم	-۰/۰۹۴	۰/۱۶۳	-۰/۲۸۶*	-۰/۲۸۸*	-۰/۱۱۴	
اندازه روزنه‌ها در سطح تحتانی برگ پرچم	۰/۱۱۲	۰/۲۲۲	-۰/۱۶۱	-۰/۲۹۳*	۰/۲۸۰*	۰/۲۰۳

**و * - به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴ - ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در شرایط تنش

	عملکرد	سرعت فتوسنتز	هدایت روزنه‌ای	فراوانی روزنه‌ها در سطح فوقانی برگ پرچم	فراوانی روزنه‌ها در سطح تحتانی برگ پرچم	اندازه روزنه‌ها در سطح فوقانی برگ پرچم
سرعت فتوسنتز	۰/۵۵۶**					
هدایت روزنه‌ای	۰/۲۴۷**	۰/۴۰۲**				
فراوانی روزنه‌ها در سطح فوقانی برگ پرچم	۰/۰۱۰	-۰/۰۰۹	۰/۱۶۴			
فراوانی روزنه‌ها در سطح تحتانی برگ پرچم	-۰/۲۵۴**	-۰/۲۴۳*	-۰/۰۲۷	۰/۵۱۷**		
اندازه روزنه‌ها در سطح فوقانی برگ پرچم	۰/۴۵۰**	۰/۳۴۱**	۰/۱۸۴	-۰/۳۵۲**	-۰/۲۷۰*	
اندازه روزنه‌ها در سطح تحتانی برگ پرچم	۰/۵۳۳**	۰/۳۶۲**	۰/۱۸۲	-۰/۱۹۷	۰/۴۹۲**	۰/۴۸۴**

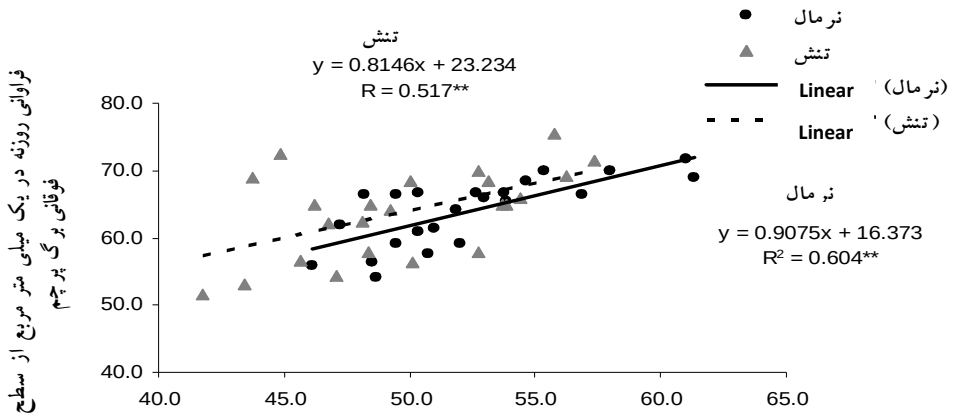
**و * - به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

در شرایط بدون تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری بین فراوانی روزنه و هدایت روزنه‌ای وجود داشت، درحالی‌که در شرایط تنش بین فراوانی روزنه و هدایت روزنه‌ای ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد (جدول‌های ۳ و ۴). همبستگی مثبتی بین فراوانی روزنه و مقدار از دست رفتن آب گزارش شده است ولی دیگر محققین بیان داشتند ارتباط نزدیکی بین فراوانی روزنه با کارایی مصرف آب بخاطر تأثیر آن بر روی هدایت روزنه‌ای وجود دارد (۳۴ و ۳۶). در تمامی لاین‌های جایگزین فراوانی روزنه‌ها در سطح بالایی برگ پرچم بیشتر از سطح زیرین آن بود و تفاوت معنی‌داری بین دو سطح برگ مشاهده شد. این نتیجه به دست آمده در گندم توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (۱۸، ۲۴، ۲۵، ۲۹ و ۳۱). نسبت فراوانی روزنه در سطح تحتانی به فوقانی در شرایط تنش و بدون تنش به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۸۱ بود. این نسبت‌ها با نسبت ۰/۷۴۸ و ۰/۸۱ در گزارش‌های قبلی مطابقت دارد (۱۸ و ۳۱).

همبستگی منفی و معنی‌داری بین فراوانی روزنه و اندازه روزنه مشاهده شد (جدول‌های ۳ و ۴). این ارتباط منفی با یافته‌های محققین دیگر مطابق می‌باشد (۳، ۱۸، ۲۳، ۲۸، ۲۹ و ۳۲). با این وجود، برخی محققین نیز همبستگی معنی‌داری بین این دو صفت به‌دست نیاوردند (۳۱). همبستگی بین این دو صفت احتمالاً به دلیل وجود یک رابطه جبران‌کننده می‌باشد. به‌صورتی‌که در یک رقم سطح کل روزنه‌ها تقریباً یکسان می‌باشد (۲۳). بنابراین تعداد روزنه کمتر با شکاف روزنه‌ای وسیع‌تر و فراوانی بیشتر روزنه با کاهش شکاف روزنه جبران می‌گردد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین فراوانی روزنه در سطح فوقانی و زیرین برگ پرچم مشاهده شد (شکل ۱). این امر نشان داد انتخاب براساس داده‌های یک سطح برگ کافی است و نیاز به اندازه‌گیری در دو سطح برگ نمی‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ - رابطه بین سطح فوقانی و تحتانی برگ پرچم از نظر فراوانی روزنه در یک میلی‌متر مربع

طبق نتایج به‌دست آمده، تفاوت‌های معنی‌داری در بین لاین‌های جایگزین و والدین آن‌ها برای صفت فراوانی روزنه در سطح فوقانی برگ پرچم وجود داشت و کروموزوم‌های ژنوم D بیشترین فراوانی روزنه را هم در شرایط تنش و هم در شرایط بدون تنش داشتند و لاین ۷D بیشترین فراوانی روزنه را در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشت (جدول‌های ۱ و ۲) . اختلاف بین لاین‌های ۳B، ۱D و ۷D و والد گیرنده چاینیز اسپرینگ در شرایط تنش و بدون تنش معنی‌دار بود. از آن جایی‌که این لاین‌ها فقط از نظر یک کروموزوم با والد گیرنده خود تفاوت دارند، اختلاف بین آن‌ها و والد گیرنده نشان می‌دهد که احتمالاً آن کروموزوم حامل ژن‌های مؤثر بر فراوانی روزنه می‌باشد. در یک آزمایش، تجزیه مکان صفات کمی در برنج مشخص شد که تراکم روزنه توسط چندین QTL که دارای اثرات کوچک هستند، کنترل می‌شود و نواحی که به‌طور معنی‌داری روی تراکم روزنه اثر داشتند، بر روی کروموزوم‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ برنج قرار گرفته بودند (۱۹). تنش خشکی سبب افزایش فراوانی روزنه در نیمی از لاین‌های جایگزین گردید. در سویا نیز تنش خشکی سبب افزایش روزنه در سطح فوقانی و تحتانی برگ شد (۵). افزایش فراوانی روزنه در شرایط تنش آب احتمالاً به علت کاهش سطح برگ در لاین‌های جایگزین بوده است.

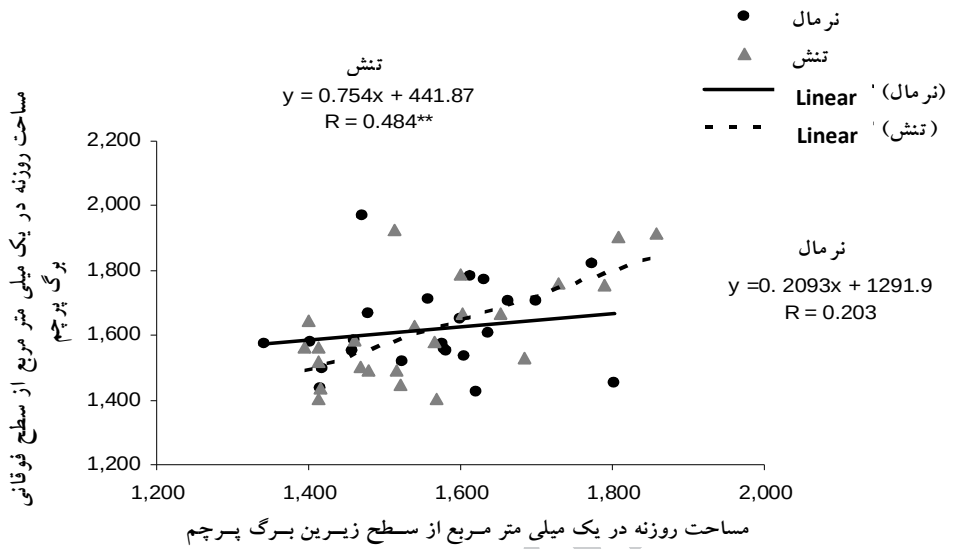
اندازه روزنه: تفاوت‌های معنی‌داری در بین لاین‌های جایگزین از نظر مساحت روزنه در دو سطح برگ پرچم هم در دو محیط وجود داشت که مبین وجود تنوع ژنتیکی در بین محل‌های کروموزومی والد دهنده از نظر صفات موردنظر می‌باشد (جدول‌های ۱ و ۲). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین اندازه روزنه در سطح فوقانی و تحتانی برگ در شرایط تنش وجود دارد. لذا انتخاب براساس داده‌های یکی از سطوح کافی می‌باشد، درحالی‌که در شرایط بدون تنش ارتباط معنی‌داری بین مساحت روزنه در سطح فوقانی و تحتانی برگ پرچم مشاهده نشد (شکل ۲).

همبستگی مثبتی بین اندازه روزنه در دو سطح فوقانی و زیرین برگ پرچم با هدایت روزنه‌ای و سرعت فتوسنتز در شرایط تنش وجود داشت (جدول ۴). البته تأثیر تفاوت در فراوانی و اندازه روزنه بر هدایت روزنه‌ای، سرعت فتوسنتز و عملکرد در شرایط مزرعه تحت تأثیر عوامل دیگری نظیر میزان تعرق، درجه باز یا بسته بودن روزنه‌ها، شرایط محیطی نظیر نور، درجه حرارت و عوامل ژنوتیپی همچون ظرفیت فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌ها نیز قرار می‌گیرد. کروموزوم‌های گروه B کمترین مساحت روزنه را در هر دو محیط داشتند (جدول‌های ۱ و ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

به نظر می‌رسد که ژنوم B رقم تایمستین دارای ژن‌های کاهش‌دهنده اندازه روزنه باشد. تمام لاین‌های جایگزین به‌جز لاین‌های ۲B، ۳D و ۵D در سطح فوقانی و لاین‌های ۳A، ۴B، ۵B، ۶B، ۳D، ۵D و ۷D در سطح زیرین در شرایط بدون تنش نسبت به والد گیرنده دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۱).



شکل ۲ - رابطه بین سطح فوقانی و تحتانی برگ پرچم از نظر مساحت روزنه

در بررسی منابعی که در زمینه مکان‌یابی کروموزومی تعداد و اندازه روزنه صورت گرفت، گزارشی مبنی بر معرفی مکان کروموزومی مرتبط با فراوانی و اندازه روزنه در گندم یافت نشد. در این مطالعه، لاین‌های جایگزینی که برای صفات موردنظر نسبت به والد گیرنده کروموزوم اختلاف معنی‌دار داشتند، شناسایی شدند و چون این لاین‌ها به‌جز در یک کروموزوم کاملاً شبیه والد گیرنده می‌باشند، لذا نقش آن کروموزوم در کنترل یک صفت خاص می‌تواند از مقایسه بین لاین‌های جایگزین با والد گیرنده مشخص شود.

عملکرد دانه، سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای: تفاوت‌های معنی‌داری بین لاین‌های جایگزین از نظر عملکرد دانه هر دو شرایط تنش و بدون تنش وجود داشت. کروموزوم‌های ژنوم‌های A و B به‌ترتیب کمترین و بیشترین عملکرد دانه را هم در شرایط تنش و هم در شرایط بدون تنش داشتند. لذا احتمالاً ژنوم B رقم تایمستین دارای ژن‌های متحمل به خشکی می‌باشد. بنابراین نقش گروه B در افزایش عملکرد نسبت به دو گروه دیگر برجسته‌تر بود. بین لاین‌های جایگزین ۱A، ۳A، ۲B، ۳B، ۴B، ۷B و ۵D با والد گیرنده در هر دو محیط اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول‌های ۱ و ۲).

با بررسی اینبرد لاین‌های نوترکیب حاصل از تلاقی دو رقم گندم گزارش شده که کروموزوم‌های ۲A، ۶A، ۳B و ۲D حامل ژن‌های مؤثر بر عملکرد دانه می‌باشند (۳۰). در آزمایش دیگری ژن‌های مؤثر بر عملکرد دانه روی کروموزوم‌های ۴A، ۷A، ۱D، ۲D، ۳D و ۴D گزارش شده است (۲۵). همچنین، مطالعه بر روی ۴۰۲ جمعیت دابل هاپلوئید گندم مشخص نمود که کروموزوم‌های ۱A، ۵A، ۳B و ۲D حامل ژن‌های مؤثر بر عملکرد دانه می‌باشند (۱۵).

تفاوت‌های معنی‌داری در بین لاین‌های جایگزین برای سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در شرایط تنش مشاهده شد (جدول ۲). کروموزوم‌های گروه‌های A کمترین سرعت

Archive of SID

www.SID.ir

فتوسنتزی و هدایت روزنه‌ای را نسبت به دو گروه دیگر هم در شرایط تنش و هم در شرایط بدون تنش داشتند (جدول‌های ۱ و ۲). بنابراین نقش گروه‌های B و D در افزایش این صفات برجسته‌تر از گروه A بود. اگرچه همبستگی عملکرد با هدایت روزنه‌ای و سرعت فتوسنتز خیلی قوی نبود، اما معنی‌دار بود. در آزمایشی که بر روی تعدادی رقم متحمل به خشکی انجام شد همبستگی ضعیفی بین خصوصیات روزنه‌ای و میزان تعرق به‌دست آمد (۲۰). برای سرعت فتوسنتز در شرایط تنش لاین‌های جایگزین ۳A، ۲B، ۳B، ۴B و ۳D نسبت به رقم گیرنده دارای اختلاف معنی‌دار بودند و برای هدایت روزنه‌ای لاین‌های ۳A، ۲B، ۳B، ۴B و ۱D در شرایط تنش و لاین‌های ۱A، ۳B، ۱D، ۶D و ۷D در شرایط بدون تنش دارای تفاوت معنی‌دار چاینیز اسپرینگ بودند. تفاوت در هدایت روزنه‌ای در شرایط تنش و بدون تنش احتمالاً به دلیل تفاوت در درجه باز بودن یا طول زمان باز بودن روزنه‌ها و سرعت تعرق متفاوت است. به‌طورکلی، لاین‌های ۳A، ۲B، ۳B، ۴D و ۶D نسبت به سایر لاین‌ها نقش برجسته‌تری در کنترل صفات مورد بررسی در این مطالعه داشتند. لذا این لاین‌ها احتمالاً دارای ژن‌های مؤثر بر عملکرد می‌باشند که از طریق تغییر فراوانی و اندازه روزنه بر روی عملکرد، هدایت روزنه‌ای و سرعت فتوسنتز اثر می‌گذارند.

نتایج این آزمایش نشان داد که نقش کروموزوم‌های گروه B برای خصوصیات روزنه‌ای برجسته‌تر از دو گروه دیگر بود. همچنین خصوصیات روزنه‌ای همبستگی خیلی قوی با عملکرد دانه، سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای نداشتند که این ممکن است به‌خاطر ماهیت چندژنی بودن عملکرد باشد. در طی دهه گذشته، تلاش‌های بسیاری برای یافتن خصوصیات و صفاتی که همبستگی بسیار نزدیکی با عملکرد به‌ویژه در شرایط تنش داشته باشند، صورت گرفته است تا بتوان با تغییر دادن آن خصوصیات احتمال تغییر در عملکرد را فراهم نمود. اما چون اساس ژنتیکی عملکرد پیچیده است، تولید ارقام اصلاح شده متحمل به خشکی کار آسانی نیست (۲۱). لذا یافتن مکانیسم‌ها و مکان‌های ژنی که تأثیر زیادی بر روی عملکرد داشته باشند، از اهداف مهم محققان اصلاح نباتات می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱ . امینیان ر (۱۳۸۹) مطالعات ژنومی عملکرد و اجزای آن و صفات مرتبط با تحمل خشکی در گندم نان. پایان‌نامه دکتری اصلاح نباتات دانشگاه شهرکرد. شهرکرد.

۲ . عبدمیشانی س. و شاه نجات بوشهری ع ا (۱۳۷۶) اصلاح نباتات تکمیلی. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.

۳ . فرشادفر ع. و محمدی ر (۱۳۸۴) تجزیه کنترل ژنتیکی تحمل به خشکی در گندم رقم شاین با استفاده از لاین‌های جایگزین. نهال و بذر ۲۱(۱): ۱۰۸-۹۳.

4 . Aryavand A, Ehdaie B, Tran B and Waines JG (2003) Stomatal frequency and size differentiate ploidy levels in *Aegilops neglecta*. Genetic Resources and Crop Evolotion 50: 175-182

5 . Bhagwat SG and Bhatia CR (1993) Selection for flag leaf stomatal frequency in bread wheat. Plant Breeding 110: 129-136.

6 . Ciha AJ and Brown WA (1975) Stomatal size and frequency in soybean. Crop Science 15: 309-313.

7 . Cowan IR (1986) Economics of carbon fixation in higher plants, In: Givnish, T. J., (ed) On the economy of plant form and function, Cambridge university press, Combidge, UK. pp. 133-170.

8 . Condon AG, Richards RA, Rebetzek GJ and Farquhar GD (2004) Breeding for high water use efficiency. Experimental Botonty 55: 2447-2460.

9 . Ewers BE, Oren R, Johnsen KH and Landsberg JJ (2001) Estimating maximum mean canopy stomatal conductance for use in models. Canadian Journal of Forest Resources 31: 198-207.

10 . Farquhar GD, Buckley TN and Miller JM (2002) Optimal stomatal control in relation to leaf area and nitrogen content. Silva Fennica 36(3): 625-637.

Archive of SID

www.SID.ir

11 . Heichel GH (1971) Genetic control of epidermal cell and stomatal frequency in maize. Crop Science 11: 830-832.

12 . Hetherington AM and Woodward FI (2003) The role of stomata in sensing and driving environmental change. Nature 242: 901-908.

13 . Hyeon-Hye K, Gregory DG, Raymond MW and John CS (2004) Stomatal conductance of lettuce grown under or exposed to different light qualities. Annales of Botony 94: 691-967.

14 . Izhar S and Wallace DH (1967) Genetic variation in photosynthetic efficiency of *Phaseolus vulgaris*. Crop Sci. 7: 457-460.

15 . Janice L, Cuthbert D, Somers J, Anita L, Brule-Babel P, Douglas B and Gary H (2008) Molecular mapping of quantitative trait loci for yield and yield components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) Theorerical Applied Genetics 17: 595-608.

16 . Jarvis PG (1976) The interpretation of variations in leaf water potential and stomatal conductance found in canopies in the field. Philos. Trans. R. Soc. London. 273: 93-610.

17 . Jianwu T, Paul VB, Brent EE, Ankur RD and Kenneth JD (2006) Sap-flux-upscaled canopy transpiration, stomatal conductance and water use efficiency in an old growth forest the GreatLakes region of the United States. Journal of Geophysical Research-Biogeosciences Vol. 111.

18 . Khazaei H, Monneveux P, Shao H and Mohammady SH (2010) Variation for stomatal characteristics and water use efficiency among diploid, tetraploid and hexaploid Iranian wheat landraces. Genetic Resoures and Crop Evolution 57: 307-314.

19 . Ma R, Kondo M, Ideta O, Barlaan E and Imbe T (2010) Quantitative trait loci for stomatal density and size in lowland rice. Euphytica 172: 149-158.

20 . Mackay DS, Ahl DE, Ewers BE, Samanta S, Gower ST and Burrows SN (2003) Physiological tradeoffs in the parameterization of a model of canopy transpiration. Advances in Water Resources 26: 179-194.

21 . Maghsoudi K and Maghsoudi moud A (2008) Analysis of the Effects of Stomatal Frequency and Size on Transpiration and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.). American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 3(6): 865-872.

22 . Merah O, Monneveux P and Dele´ens E (2001) Relationship between flag leaf carbon isotope discrimination and several morpho-physiological traits in durum wheat genotypes under Mediterranean conditions. Environmental Experimental Botony 45: 63-71.

23 . Miskin KE, Rasmusson DC and Moss DN (1972) Inheritance and physiological effects of stomatal frequency in barley. Crop Sciences 12: 780-783.

24 . Mohammady S (2002) Inheritance of tolerance to water stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). Ph.D. Thesis. University of Newcastle, UK.

25 . Pushpendra KG, Harindra SB, Pawan LK, Neeraj K, Reyazul RM, Amita M and Jitendra K (2007) QTL analysis for some quantitative traits in bread wheat. Zhejiang University Science 8(11): 807-814.

26 . Rajendra BR, Mujeeb KA and Bates LS (1978) Relationships between 2x *Hordum* sp., 2x *Secale* sp. and 2x, 4x, 6x *Triticum* sp. for stomatal frequency, size and distribution. Environmental and Experimental Botony 18: 33-37.

27 . Raschke K (1975) Stomatal action. Annual Review of Plant Physiology 26: 309-340.

28 . Shimshi D and Ephrat J (1975) Stomatal behavior of wheat cultivars in relation to their transpiration photosynthesis and yield. Agron. 67: 326-331.

Archive of SID

www.SID.ir

29 . Singh S and Sethi GS (1995) Stomatal size, frequency and distribution in *Triticum aestivum*, *Secale cereale* and their amphiploids. Cereal Research Communication 23: 103-108

30 . Sishen L, Jizeng J, Xianyun W, Xiaocun Z, Linzhi L, Haimei C, Yuding F, Haiyan S, Xinhua Z and Tiandong L (2007) A intervarietal genetic map and QTL analysis for yield traits in wheat. Molecular Breeding 20: 167-178.

31 . Teare ID, Peterson CJ and Law AG (1971) Size and frequency of leaf stomata in cultivars of *Triticum aestivum* and other *Triticum* species. Crop Sciences 11: 496-498.

32 . Venora G and Calcagno F (1991) Study of stomatal parameters for selection of drought resistant varieties in *Triticum durum* DESF. Euphytica 57: 275-283.

33 . Wang H and Clarke JM (1993a) Genotypic, intra plant and environmental variating in stomatal frequency and size in wheat. Canadian Journal of Plant Science 73: 671-678.

34 . Wang H and Clarke JM (1993b) Relationship of excised-leaf water-loss and stomatal frequency in wheat. Canadian Journal of Plant Sciences 73: 93-99.

35 . Zadoks JC, Change TT and Knozak CF (1974) A decimal code for growth stages of cereals. Weed Research 14: 415-421.

36 . Zhang ZB, Shao HB, Xu P, Chu L, Lu Z and Tian J (2007) On evolution and perspectives of bio-water saving. Colloids. Surf. B. Biointerfaces 55: 1-9.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of stomatal characteristics on photosynthesis and yield of the bread wheat chromosomal substitution lines under normal and stress conditions

R. Aminian [*1], SH. Mohammady [2], S. Houshmand [3], M. Khodambashi [2] and K. Nozad [4]

(**E-mail: roghayehaminian@yahoo.com**)

Abstract

This study was conducted to determine the effects of stomatal size and frequency on stomatal conductance, photosynthesis rate and yield, and to locate the genes controlling these traits. Therefore, substitution lines series of 'Timstein' (Tim) into genetic background of 'Chinese Spring' (CS) were tested in a completely randomized block design with three replications under two normal and water stress conditions in Shahrekord University research farm. Stress condition was started at elongation stage and irrigation periods were scheduled based on pre-determined 'Growth Degree Day' (GDD) during the length of stress period. Significant differences were found among substitution lines in terms of stomatal frequency, stomatal size, stomatal conductance, photosynthetic rate and yield. The significant correlation was found between the yield with stomatal size ($r = 0.450^{**}$) and stomatal frequency ($r = 0.461^{**}$) in stress and non-stress condition, respectively. In addition, there were significant correlation between yield with photosynthetic rate ($r = 0.556^{**}$ in stress condition and $r = 0.482^{**}$ in non-stress condition) and stomatal conductance ($r = 0.247^{**}$ in stress condition and $r = 0.457^{**}$ in non-stress condition). Based on the obtained results, it can be concluded that role of group B chromosomes was more prominent than the other two groups.

Keywords: Photosynthetic Rate, Stomatal Conductance, Stomatal Frequency, Stomatal Size, Substitution Lines

1 - Instructor, Department of Agronomy and Crop Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Naragh Branch, Naragh – Iran **(Corresponding Author *)**

2 - Associate Professor, Department of Agronomy and Crop Breeding, Faculty of Agriculture, Sharekord University, Sharekord - Iran

3 - Assistant Professor, Department of Agronomy and Crop Breeding, Faculty of Agriculture, Sharekord University, Sharekord - Iran

4 - Instructor, Department of Agronomy and Crop Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Naragh Branch, Naragh - Iran

Archive of SID

www.SID.ir