Archive of SID

مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد پنجم،
شماره اول، تابستان ۱۳۸۸ (صفحه ۲۱- ۳۱)

بررسی واکنش ژنوتیپ های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) به تنش شوری

مسعود گماریان[1*]، محمد علی ملبوبی[2]، فرخ درویش[3]، سید ابوالقاسم محمدی[4] و خدیجه رضوی[2]

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

۲- عضو هیات علمی پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری

۳- استاد گروه زراعت واصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

٤- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت:۸۷/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۹

چکیده

در این بررسی واکنش ۱۵ ژنوتیپ گندم نان به تنش شوری حاصل از کلرور سدیم در یک مطالعه گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. این مطالعه در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار اجرا شد. بذور ژنوتیپ‌های انتخابی در گلدان‌های حاوی ماسه بادی کشت گردیدند. در تیمار شاهد به هر گلدان محلول غذایی هوگلند و در تیمار شوری محلول غذایی هوگلند حاوی ۱۵۰ میلی مولار NaCl داده شد. در بین ژنوتیپ‌های استفاده شده از دو رقم کارچیا-٦٦ و چینی بهاره به ترتیب به عنوان شاهد متحمل و حساس استفاده گردید. سایر ژنوتیپ‌ها شامل ارقام روشن، کویر، ماهوتی، قدس و لاین‌های دابل هاپلوئید DH-1557-1، DH-1557-3، DH-1557-7، DH-1557-15، DH-1557-33 و DH-1102-12 که از تلاقی گندم و ذرت حاصل شده بودند و ۳ لاین Onfarm-4، Onfarm-6 و Onfarm-9 بود. نتایج نشان دهنده آن بود که بین ژنوتیپ‌های متحمل و همچنین حساس از نظر جذب یون سدیم و پتاسیم تنوع وجود دارد. شاخص نسبت پتاسیم به سدیم همبستگی بالا و معنی‌داری با طول دوره پرشدن دانه و وزن خشک دانه داشت. زمان گلدهی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی تحت تاثیر تنش قرار نگرفته بود. با اعمال تنش طول دوره پرشدن دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی کاهش یافته بود و این کاهش در ژنوتیپ‌های حساس بیشتر از ژنوتیپ‌های متحمل بود. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد بررسی را به چهار گروه دسته بندی نمود. جهت تفکیک تحمل مطلق و نسبی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از شاخص حساسیت محیطی استفاده گردید. از نظر تحمل نسبی وزن خشک بوته و دانه رقم ماهوتی و لاین دابل هاپلوئید DH-1557-3 نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برتری داشتند که نشانگر تجمع ژن‌های مقاومت در این ژنوتیپ‌ها می‌باشد. رقم قدس و لاین DH-1102-12 از این نظر در پایین‌ترین مقدار قرار داشتند. تحمل مطلق رقم روشن در بیشترین مقدار قرار داشت و از بین لاین‌های Onfarm ، لاینOnfarm-6 تحمل مطلق بالاتری نسبت به لاین‌های Onfarm-4 و Onfarm-9 داشت.

کلمات کلیدی: **تنش شوری، گندم، کلرورسدیم، نسبت K^+/Na^+**

*نویسنده مسئول Email: msgomarian@yahoo.com

این مقاله بخشی از رساله دکتری مکاتبه کننده (مسعود گماریان) می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم به عنوان یک محصول استراتژیک سهم عمده‌ای از تولیدات کشاورزی کشور را به خود اختصاص می‌دهد و این در حالی است که بخش قابل توجهی از این محصول در اراضی شور کشت می‌شود. بیش از چهل سال است که تحقیق بر روی شوری انجام می‌شود و حاصل آن تعداد بی‌شماری مقاله و نتایج منتشر نشده می‌باشد که منعکس کننده اهمیت این مسئله در کشاورزی است. طبق گزارش سیمیت ۸ الی ۱۰ درصد از مناطق تحت کشت گندم در کشورهای ایران، هند، پاکستان، لیبی و مکزیک تحت تاثیر شوری می‌باشند (۷). شوری در مناطق خشک و نیمه خشک همانند ایران تولید محصولات زراعی را می‌تواند به شدت محدود کند (۲۳).

مکانیزم‌های فیزیولوژیکی تحمل به شوری در دو مرحله و در پی هم اتفاق می‌افتند و شناخت و تفکیک این دو مرحله از هم زمانی که هدف انتخاب گیاهان متحمل به تنش شوری باشد از اهمیت بالایی برخوردار است (۲۰). در مرحله اول تنش شوری سبب می‌شود جذب آب توسط گیاه کاهش یابد. در این مرحله بین ژنوتیپ‌ها تنوع بسیار ناچیزی مشاهده می‌گردد (۱۱). با گذشت زمان تجمع یون‌های سمی در سلول‌های گیاه افزایش می‌یابد و باعث می‌شود که ژنوتیپ‌های حساس کاهش رشد بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های متحمل از خود نشان دهند که در این زمان مرحله دوم اثر تنش شوری بر گیاه شروع می‌گردد. مکانیزم‌هایی که در مرحله دوم سبب کنترل اثرات اختصاصی نمک می‌شوند را به دو گروه عمده می‌توان تقسیم نمود. اول مکانیزم هایی که سبب کاهش ورود نمک به داخل گیاه می‌شوند و تحت عنوان مکانیزم های اجتناب از آنها یاد می‌شود و دوم مکانیزم هایی که سبب کاهش غلظت نمک در داخل سیتوپلاسم می‌گردند و تحت عنوان مکانیزم‌های تحمل نامیده می‌شوند (۱۹).

دابکووسکی و همکاران (۹) با بررسی ژنوتیپ‌های گندم متحمل و حساس به شوری دریافتند که گندم های نان متحمل از ورود سدیم به طور چشمگیری جلوگیری می‌نمایند (اجتناب) و در شرایط تنش شوری نسبت پتاسیم به سدیم را بالا نگه می‌دارند. آنها همچنین یک مکان ژنی را با نام *Kna1* بر روی کروموزوم شماره ٤ از ژنوم D شناسایی و معرفی نمودند که مسئول کنترل خصوصیات ذکر شده در گندم نان می‌باشد. مانس و همکاران (۱۸) با ارزیابی گندم‌های دوروم نسبت به تنش شوری گزارش نمودند که تجمع سدیم در گندم‌های دوروم برخلاف گندم نان بیشتر می‌باشد و از طرفی نسبت پتاسیم به سدیم در این گندم‌ها پایین است و بطور کلی نسبت به گندم های نان به تنش شوری حساس‌تر می‌باشند.

بین صفت اجتناب از سدیم و تحمل به تنش شوری همبستگی بالایی گزارش گردیده است (۱، ۵، ٦، ۱۸، ۲۲). پوستینی و سی و سه مرده (۲۲) تعداد ۳۰ رقم گندم نان را از نظر نسبت پتاسیم به سدیم در دانه و برگ مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج آنها از شاخص نسبت پتاسیم به سدیم به عنوان یک شاخص موثر در انتخاب گندم‌های نان متحمل به شوری می‌توان استفاده نمود. در این بررسی رقم روشن با میزان کم سدیم در برگ و نسبت بالای پتاسیم به سدیم در برگ و دانه و رقم قدس با نسبت پایین پتاسیم به سدیم به ترتیب جزء متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام در بین ۳۰ رقم مورد بررسی شناخته شدند. بنده حق و همکاران (۱) مقاومت ارقام گندم بهاره را نسبت به تنش شوری در مراحل رویشی و زایشی مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از شاخص نسبت پتاسیم به سدیم به عنوان معیار گزینشی استفاده شد و نتایج مفید بودن این معیار را برای گزینش مورد تایید قرار دادند. قوامی و همکاران (۳) واکنش سه رقم متحمل گندم ایرانی به تنش شوری را در مرحله جوانه زنی و گیاهچه‌ای مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که رقم ماهوتی از نظر وزن خشک تولیدی نسبت به بقیه ارقام مورد استفاده در این تحقیق در شرایط تنش شوری برتر بود هرچند که در این رقم معیار نسبت پتاسیم

www.SID.ir

Archive of SID

به سدیم نسبت به بقیه ارقام متحمل پایین تر بود، طبق این گزارش احتمالا رقم ماهوتی از مکانیزم یا مکانیزم های دیگری برای تحمل به تنش استفاده می کند.

هدف از این مطالعه شناسایی ژنوتیپ های متحمل و حساس به تنش شوری در ٦ رقم، ٦ لاین دابل هاپلوئید گندم نان و ۳ لاین Onfarm بود تا در بر نامه های اصلاحی آینده با بررسی و مقایسه الگوی بیان ژن های پاسخ دهنده به تنش شوری در متحمل ترین و حساس ترین ژنوتیپ‌های ارزیابی شده ژن های دخیل در تحمل به تنش مورد شناسایی قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این بررسی ٦ لاین دابل هاپلوئید گندم نان که از تلاقی ذرت با گندم در موسسه تحقیقات نهال و بذر بخش غلات حاصل شده بودند انتخاب گردیدند. همچنین سه لاین Onfarm-4، Onfarm-6 و Onfarm-9 نیز که در مرحله گذراندن آزمایشات مقایسه عملکرد می‌باشند نیز در آزمایش استفاده گردید. سه رقم روشن، ماهوتی یزد و کویر بر اساس مرور منابع به عنوان ارقام متحمل به شوری و رقم قدس نیز به عنوان رقم حساس به شوری انتخاب گردیدند (۲، ۳، ۲۰). در این آزمایش از ارقام کارچیا و چینی بهاره به ترتیب به عنوان شاهد متحمل و حساس استفاده گردید. جهت سهولت و اختصار در تمامی مقاله به ارقام، لاین‌های دابل هاپلوئید و لاین های Onfarm عنوان ژنوتیپ داده شده است. با توجه به اینکه تا کنون هیچ گونه ارزیابی آماری گلخانه‌ای بر روی لاین های دابل هاپلوئید و Onfarm فوق نسبت به تنش شوری صورت نگرفته است و تنها در منطقه‌ای شور در اردکان یزد جهت بررسی تحمل ظاهری به تنش شوری بدون تکرار و شاهد کشت گردیده بودند هدف از انتخاب این لاین‌ها آن بود که اگر چنانچه ژنوتیپ متحمل تر وحساستری نسبت به ارقام متحمل و حساس موجود، وجود دارد از آنها در آزمایش‌های بعدی استفاده گردد. با توجه به بر نامه اصلاحی آینده ضروری بود که دو ژنوتیپ که در دو گستره حداقل و حداکثر تحمل به شوری قرار می گیرند را انتخاب نماییم.

طرح آماری

این بررسی در قالب یک آزمایش گلخانه ای به اجرا در آمد و طی آن واکنش ۱۵ ژنوتیپ گندم نان در برابر دو سطح شوری ۰ و ۱۵۰ میلی مولار حاصل از کلرور سدیم به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس مرور منابع دو سطح انتخابی ۰ و ۱۵۰ میلی مولار برای شناسایی ژنوتیپ های متحمل و حساس کافی می‌باشد (۱۸).

شرایط رشد و اعمال تیمار

بذور گیاهان جهت بهاره سازی پس از ضدعفونی با هیپوکلریدسدیم ۵ درصد به مدت چهار هفته در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در سرد خانه نگهداری گردیدند. پس از طی شدن دوران بهاره سازی، بذور در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۰ سانتی متر و ارتفاع ۲۰ سانتی متر کاشته شدند. به هر گلدان حدود ۲,۲ کیلوگرم ماسه بادی اضافه گردید. به این ترتیب که ابتدا ماسه بادی در حدود ۲۵ تا ۳۰ بار با آب شسته شد و سپس جهت از بین بردن مواد آلی یکبار نیز با اسید کلریدریک ۱۰ درصد مورد شستشو قرار گرفت و در مرحله آخر دو بار با آب مقطر شستشو داده شد. ابتدا در داخل هر گلدان ۱۰ بذر کشت گردید و در مراحل بعد با انجام تنک تعداد آنها به ۳ بوته در هر گلدان کاهش یافت. آبیاری گیاهان با محلول غذایی هوگلند با pH= ٦ صورت گرفت (۱۳). زمانی که گیاهان به مرحله سه برگی رسیدند تیمار شوری اعمال گردید. جهت اجتناب از تنش ناگهانی در هر نوبت صبح و عصر به محلول آبیاری تیمار های شوری، ۲۵ میلی مولار NaCl اضافه گردید که پس از سه روز به غلظت نهایی ۱۵۰ میلی مولار NaCl رسید و از این مرحله به بعد تا پایان دوره به گیاهان تحت

www.SID.ir

Archive of SID

تنش محلول غذایی هوگلند حاوی ۱۵۰ میلی مولار NaCl هر یک روز در میان داده شد. همچنین روز بعد از آبیاری سطح گلدان‌ها با آب مقطر به منظور جلوگیری از افزایش غلظت نمک مرطوب نگهداشته می‌شد. به محلول غذایی هوگلند مقدار مناسبی $CaCl_2$ اضافه گردید تا نسبت مولی سدیم به کلسیم در محلول ۱۵ به ۱ بماند (۱٦). در جریان هر بار آبیاری با محلول غذایی هوگلند اجازه داده شد تا ۵۰ درصد محلول آبیاری از زیر گلدان‌ها خارج گردد تا غلظت نمک و محلول‌های غذایی در خاک افزایش نیابد. درجه حرارت فیتوترون در حدود ۲٤ درجه سانتی گراد در طول روز و ۱۸ درجه ساتی گراد در طول شب با فتوپریود نوری ۱٦ ساعت در روز و رطوبت نسبی ٦۰ درصد تنظیم گردید.

تعیین مقدار یون‌های سدیم و پتاسیم در برگ

زمان ظهور برگ چهارم از درون غلاف برگ سوم برای هر ژنوتیپ یادداشت گردید و ۱۰ روز بعد پهنک برگ سوم هر گیاه برداشت شد. برگ های برداشت شده مختصراً با آب مقطر دی یونیزه شسته شدند و به مدت دو روز در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند. سپس ۵۰ میلی‌گرم برگ خشک هر ژنوتیپ وزن گردید و در ۳۰ میلی لیتر اسید پرکلریدریک ریخته شد. نمونه‌ها بر روی هیتر به مدت نیم ساعت در زیر هود تا دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند تا برگ ها در داخل اسید هضم گردند. سپس حجم محلول حاصل با استفاده از آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسانده شد و سپس بعد از صاف نمودن محلول ها غلظت یوهای سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلایم فتومتر (Sherwood 410) بر پایه محلول های استاندارد تهیه شده اندازه‌گیری شد (۱۸).

تجزیه آماری

داده‌های جمع آوری شده به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. ضریب حساسیت به تنش[1] در دو صفت وزن خشک دانه و وزن خشک بوته نیز با به کارگیری داده های مربوط به عملکرد در شرایط شاهد (Y_p) و تنش (Y_s) و استفاده از رابطه $SSI=\frac{1-\frac{Ys}{Yp}}{1-D}$ تعیین و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار تجزیه آماری شد. در این رابطه $D=\frac{\overline{Ys}}{\overline{Yp}}$ می‌باشد. $\overline{Ys}$، میانگین کل عملکرد صفت مورد نظر در شرایط تنش و $\overline{Yp}$، میانگین کل عملکرد صفت مورد نظر در شرایط شاهد می‌باشد. در این محاسبات از نرم افزارهای رایانه‌ایSPSS، SAS و Excel استفاده شد. میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۱ آمده است. اثر تنش در اکثر صفات معنی دار بود که نشان می‌دهد اکثریت صفات مورد ارزیابی به طور چشمگیری تحت تاثیر تنش قرار گرفته‌اند. اثر متقابل برای دو صفت طول دوره کاشت تا گلدهی (روز) و نسبت پتاسیم به سدیم معنی‌دار نبود، بنابراین مقایسه میانگین اثرات ساده این دو صفت به طور جداگانه در جدول ۳ آورده شد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل صفاتی که دارای اثر متقابل معنی‌دار می‌باشند، در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که تحت شرایط تنش رقم کارچیا پایین ترین و ارقام قدس، ماهوتی و ژنوتیپ‌های DH-1102-12، DH-1557-3 و DH-1557-33 دارای بالاترین میزان غلظت محتوای یون سدیم (میلی مول بر گرم وزن خشک) می‌باشند. با اعمال تنش شوری در نتیجه فعالیت هورمون اسید آبسزیک

1-Stress Susceptibility Index (SSI)

www.SID.ir

Archive of SID

روزنه‌ها بسته می‌شوند و در این شرایط گیاه تعرق کمتری خواهد داشت (۲۱) و از آنجا که مسیر ورود یون‌ها و آب به درون گیاه از هم جدا می‌باشد با گذشت زمان غلظت یون سدیم در گیاه افزایش می‌یابد (۱۹). چنانچه مسیر ورود آب و یون‌ها به درون گیاه مشترک بود با کاهش تعرق میزان ورود یون ها نیز کاهش می‌یافت اما از آنجا که آب از طریق کانال‌های آبی (آکوواپورین‌ها[1]) موجود در سلول‌های غشاء ریشه وارد گیاه می‌شود (۲۷) و یون ها از طریق کانال‌ها یا ترانسپورترهای موجود در غشاء ریشه وارد گیاه می‌گردند (٤) غلظت سدیم در گیاه افزایش می‌یابد. علاوه بر این در گیاه برنج شواهدی وجود دارد که آب از طریق یک مسیر انحرافی یعنی مسیر آپوپلاست وارد آوند چوبی می‌شود و قسمت عمده‌ای از سدیم نیز از همین مسیر به همراه آب وارد ساقه می‌گردد (۱۲). بنابراین جهت اصلاح ارقام در جهت اجتناب از یون‌ها می‌توان ژنوتیپ‌هایی که به میزان کمتری یون‌ها را از ریشه به ساقه انتقال می‌دهند و یا حداقل در مورد برنج ژنوتیپ هایی که آب و یون‌ها را از طریق مسیر انحرافی آپوپلاست انتقال نمی‌دهند را انتخاب نمود. با اعمال تنش میزان یون سدیم در بافت‌های گیاه افزایش پیدا می‌کند اما میزان این افزایش در ژنوتیپ‌های متحمل کمتر می‌باشد (۲۵). با این وجود به نظر می‌رسد که در بین ژنوتیپ‌های حساس و متحمل از این نظر تنوع وجود داشته باشد چرا که رقم ماهوتی که جزء ژنوتیپ های متحمل می‌باشد از نظر میزان یون سدیم با رقم قدس در گروه اول قرار گرفت که با نتایج پوستینی و سی و سه مرده (۲۲) همخوانی دارد و از طرفی رقم چینی بهاره که جزء ژنوتیپ‌های حساس به تنش شوری می‌باشد همراه رقم روشن که جزء ژنوتیپ‌های متحمل می باشد در یک گروه طبقه‌بندی شد. بنابراین شاید بتوان این طور نتیجه گیری نمود که با افزایش سدیم محیط برخی از ژنوتیپ‌های متحمل سدیم کمتر و برخی دیگر سدیم بیشتری را جذب می‌کنند و این روند در ژنوتیپ‌های حساس نیز وجود دارد. معنی‌دار شدن اثر متقابل (جدول ۱) برای این صفت نیز تایید کننده آن است که بین ژنوتیپ‌ها از نظر تجمع یون سدیم تنوع وجود دارد به طوری که برخی ژنوتیپ‌ها سدیم بیشتری را در خود جا داده و برخی دیگر سدیم کمتری را جذب نموده‌اند. ای- هنداوی و همکاران (۱۰) نیز در بررسی ژنوتیپ های متحمل گندم به تنش شوری گزارش نمودند که بین ژنوتیپ‌های متحمل گندم از نظر جذب سدیم تنوع وجود دارد که نشان می‌دهد مکانیزم اجتناب از سدیم تنها مکانیزم تحمل به شوری نمی‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که میزان جذب یون سدیم با تحمل یا حساسیت گیاه ارتباطی نداشته باشد و این مطلب در جدول ٤ در قالب همبستگی غیر معنی‌دار بین سدیم و وزن خشک دانه (چنانچه وزن خشک دانه معیار تحمل به تنش در نظر گرفته شود) ظاهر شده است. مانس و جیمز (۱۷) نیز در بررسی روش‌های گزینش گندم‌های دوروم متحمل به تنش شوری همبستگی معنی‌داری بین تحمل به تنش و تجمع سدیم مشاهده ننمودند. همان طورکه در مقدمه نیز ذکر گردید مکانیزم اجتناب از سدیم تنها یکی از مکانیزم‌های تحمل گیاهان به تنش شوری می‌باشد. در شرایط انجام این بررسی به نظر می‌رسد رقمی همانند رقم ماهوتی با جذب بیشتر سدیم نسبت به سایر ژنوتیپ‌های متحمل همانند کارچیا، روشن و کویر دارای توانایی بالاتری برای تحمل سدیم در بافت های خود می‌باشد و ممکن است از مکانیزم یا مکانیزم‌های دیگری همانند تحمل بافتی برای تحمل به تنش شوری استفاده نماید. این نتایج با نتایج قوامی و همکاران (۳) که گزارش نمودند رقم ماهوتی از مکانیزم‌های دیگری برای تحمل به تنش استفاده می‌کند نیز همخوانی دارد. اما در ارتباط با رقم چینی بهاره که سدیم کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ های حساس همانند قدس در شرایط تنش شوری جذب می‌نماید قابل توجه می‌باشد که این رقم در همین شرایط توانایی جذب پتاسیم پایینی دارد و بنابراین

1-Aquaporin

www.SID.ir

Archive of SID

نمی‌تواند نسبت پتاسیم به سدیم خود را بالا نگه دارد (جداول ۲و۳).

جدول۱- خلاصه تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان از نظر واکنش به تنش شوری حاصل از کلرور سدیم

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک بوته	وزن خشک دانه	طول دوره کاشت تا گلدهی	طول دوره پرشدن دانه	سدیم	پتاسیم	نسبت پتاسیم به سدیم
				میانگین مربعات				
تکرار	۳	۰,۰۲۷^{ns}	۰,۰۰۵^{ns}	۸,۷۳۳^{ns}	٦,٧٤٢^{ns}	۰,۱۳٦^{ns}	۰,۰۰۸^{ns}	۰,۰۰٥^{ns}
شوری	۱	۱٥,۲۷**	۲,۱٤۹**	٤,۸^{ns}	٦۲۱,۰۷**	۱۳۳,٤۹**	۱۸,٦۲**	۰,۰۹**
ژنوتیپ	۱٤	۰,٥۹**	۰,۰٦۱**	۱۹٤٤,۰۳**	۱۷۱,٦۱**	۰,۰۸۹**	۰,۱۲**	۰,۰۳**
شوری×ژنوتیپ	۱٤	۰,۱٦٥**	۰,۰۱٤**	۲,۱۳۹^{ns}	٤۲,۱۸**	۰,۰۹٦**	۰,۱۳**	۰,۰۰٤^{ns}
اشتباه	۸۷	۰,۰۳۷	۰,۰۰٥	٥,۲۷۹	٤,٥٥	۰,۰۲۹	۰,۰٥	۰,۰۰۳

ns، * و**: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ‌های گندم نان از نظر محتوای یون پتاسیم (میلی مول بر گرم وزن خشک) نشانگر آن بود که رقم روشن دارای بالاترین و در یک گروه و ژنوتیپ‌های DH-1102-12، DH-1557-3، DH-1557-33، DH-1557-33، DH-1557-7، DH-1557-15 و Onfarm-6 و ارقام کویر، ماهوتی و چینی بهاره دارای کمترین مقدار یون پتاسیم در شرایط تنش می‌باشند. عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین محتوای یون پتاسیم و یون سدیم نشان می‌دهد که با افزایش یون سدیم در ژنوتیپ‌های مختلف برخی ژنوتیپ‌ها قادر به جذب مقدار بیشتری یون پتاسیم می‌باشند در حالی که برخی دیگر از ژنوتیپ‌ها فاقد این توانایی هستند. در ارتباط با جذب یون پتاسیم نیز وضعیتی مشابه جذب یون سدیم در ژنوتیپ‌های متحمل دیده می‌شود. ارقام متحمل کویر و ماهوتی همراه رقم حساس چینی بهاره از نظر میزان یون پتاسیم در یک گروه قرار می گیرند در حالی که رقم متحمل روشن به تنهایی در گروه با بیشترین مقدار واقع می‌شود که نشان دهنده وجود تنوع از نظر میزان جذب یون پتاسیم در بین ژنوتیپ‌های متحمل می‌باشد.

از نسبت پتاسیم به سدیم به عنوان یک شاخص کارآمد جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری در گیاهان استفاده شده است (۵، ۸، ۹، ۱۷، ۱۸، ۲۲). مقایسه میانگین اثرات ساده این شاخص در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه (جدول ۳) نشان دهنده آن بود که رقم روشن و کارچیا در گروه اول و ارقام ماهوتی، کویر، Onfarm-4، Onfarm-6، Onfarm-9، DH-1557-3، DH-1557-7 و DH-1557-33 در گروه دوم و بقیه ارقام و ژنوتیپ‌ها در گروه‌های بعدی قرار گرفتند. رقم چینی بهاره که جزء ژنوتیپ‌های حساس شناخته می‌شود در گروه آخر قرار داشت. بین نسبت پتاسیم به سدیم و طول دوره پرشدن دانه و وزن خشک دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ٤).

وزن خشک (بوته یا دانه) یکی از معیارهای تحمل به شوری می‌باشد و در برخی از مطالعات تحمل به تنش شوری براساس آن تعریف می‌گردد (۱۵، ۲۵). در اثر اعمال تنش شوری وزن خشک دانه و بوته (گرم وزن میانگین سه بوته) به میزان متفاوتی در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه کاهش پیدا کرد. مقایسه میانگین‌های وزن خشک بوته ژنوتیپ های تحت تنش شوری نشان داد که رقم ماهوتی و روشن و لاین‌های DH-1557-1، DH-1557-15 و DH-1557-7 در گروه اول و رقم قدس و ۱۰ لاین و رقم دیگر از این نظر در گروه با کمترین مقدار قرار می‌گیرند.

www.SID.ir

Archive of SID

از نظر هر دو صفت وزن خشک بوته و دانه در شرایط تنش شوری دو رقم ماهوتی و روشن در صدر قرار می‌گیرند. این نتایج با نتایج گرفته شده در بررسی‌های دیگر بر روی همین ارقام مطابقت دارد (۲، ۳ و۲۲). تحمل بالای این دو رقم به تنش شوری ممکن است در نتیجه بالا بودن ظرفیت رشد و عملکرد همراه با حضور مکانیزم های تحمل به تنش در آنها باشد. جهت تفکیک این دو مورد از هم شاخص حساسیت به تنش (SSI) برای وزن خشک بوته و دانه برای هر ژنوتیپ محاسبه گردید (جدول ۲).

تایج حاکی از آن بود که از نظر وزن خشک بوته حساسیت محیطی لاین های DH-1557-3، DH-1557-1، DH-1557-15 و ارقام ماهوتی و کویر در کمترین مقدار و در گروه آخر قرار داشت. این بدان معنی است که ژنوتیپ‌های فوق با اعمال تنش نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها کمترین مقدار کاهش در وزن خشک بوته را متحمل گشته‌اند. شاخص حساسیت محیطی برای وزن خشک دانه برای ژنوتیپ DH-1557-3 و رقم ماهوتی در کمترین مقدار در گروه آخر قرار داشت. بنابراین به نظر می‌رسد که تحمل بالای رقم ماهوتی به تنش شوری مربوط به تجمع ژن‌های تحمل به تنش در این رقم باشد و از آنجایی که رقم روشن حساسیت محیطی بیشتری از خود نشان می‌دهد ممکن است تحمل بالای این رقم علاوه بر حضور مکانیزم‌های تحمل مربوط به ظرفیت بالای عملکرد این رقم نیز باشد. لاین دابل هاپلوئید DH-1557-3 هرچند که از نظر وزن خشک بوته و وزن خشک دانه هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش جزء گروه های آخر یا حد واسط قرار می‌گیرد، اما از نظر شاخص حساسیت محیطی از لحاظ این دو صفت دارای کمترین مقدار می‌باشد و در گروه آخر واقع می‌شود که نشان از تجمع بالای ژن‌های تحمل به تنش در این ژنوتیپ می‌باشد. جعفری شبستری و همکاران (۱٤) در ارزیابی واکنش ٤۰۰ ژنوتیپ گندم ایرانی به تنش شوری از شاخص حساسیت محیطی استفاده نمودند. در گزارش آنها نیز برخی از ژنوتیپ‌هایی که دارای حساسیت محیطی پایینی بودند (به عبارت دیگر متحمل به تنش بودند) پتانسیل عملکرد پایینی داشتند. شاخص حساسیت به تنش برای وزن خشک بوته و دانه برای لاین DH-1102-12 و رقم قدس در بیشترین مقدار خود قرار داشت.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات مورد مطالعه‌ای که اثر متقابل ژنوتیپ×محیط آنها معنی‌دار شده است

ژنوتیپ		ورن خشک بوته (گرم)		وزن خشک دانه (گرم)		طول دوره پر شدن دانه		سدیم (میلی مول بر گرم)		پتاسیم (میلی مول بر گرم	
شماره	نام	شاهد	شوری	شاهد	شوری	شاهد	شوری	شاهد	شوری	شاهد	شوری
۱	روشن	۲,۰۹۵^{a}	۰,۷۳۵^{ab}	۰,٦۲۷۵^{a}	۰,۲۷۷۵^{a}	٤۱^{a}	۳۹,۵^{a}	۰,۵۸٤۹^{a}	۲,٤۹۵^{c}	۱,۰۲۳^{a}	۲,۵۳۵^{a}
۲	ماهوتی	۱,۰٦۰۵^{b}	۰,۸۱۵^{a}	۰,۵۸۲۵^{a}	۰,۳۳۲۵^{a}	۳۹,۵^{a}	۳۹^{a}	۰,۵۱۲۳^{a}	۲,۷۸۱^{ab}	۱,۱۵^{a}	۱,۷۸۵^{ce}
۳	کویر	۰,٦٤۲۵^{g}	۰,۳۱^{d}	۰,۳۵۲۵^{d}	۰,۱۳۷۵$^{b-}$	۲٦,۵^{e}	۲٦,۵^{fg}	۰,۵۱۲۳^{a}	۲,٦٤۹^{bc}	۱,۱۵^{a}	۱,٦۷۳^{ce}
٤	قدس	۰,۸۸۷۵^{f}	۰,۲۳۷۵^{d}	۰,۳۲۲۵^{d}	۰,۰٤۲۵^{d}	۲۹,۷۵^{de}	۲۲,۷۵^{h}	۰,۵۸٤۹^{a}	۳,۰۲۳^{a}	۱,۰۲۳^{a}	۲,۱٤۵۰^{bd}
۵	کارچیا	۱,۱$^{d-f}$	۰,٤٦۷۵^{b}	۰,۳۵۷۵^{d}	۰,۱۵۵$^{b-d}$	۳۰^{d}	۲۸^{eg}	۰,۵۸٤۹^{a}	۲,۱۸۵^{d}	۱,۰۲۳^{a}	۲,۱٤۵^{b}
٦	چینی بهاره	۰,۹۱۵^{fg}	۰,۳۸^{cd}	۰,۲۹۲۵^{ef}	۰,۰۵۷۵^{cd}	۳٤^{bc}	۲۸,۵^{df}	۰,۵۳٦۵^{a}	۲,۵۹۵^{c}	۰,۹۸^{a}	۱,۷۱۳^{ce}
۷	Onfarm-	۱,۲۳۵^{ce}	۰,٤٦۵^{bd}	۰,۳۰۵۰^{ef}	۰,۰۸۵^{cd}	۳۸,۵^{a}	۲۹,۲۵^{cf}	۰,۵۸٤۹^{a}	۲,۷۱۵^{bc}	۱,۰٦۵^{a}	۱,۹۳۳^{bd}
۸	Onfarm-	۰,۹۷۵^{ef}	۰,۳۹۷۵^{c}	۰,٤۹^{bc}	۰,۲۱۲۵^{bc}	۳۱,۲۵^{cd}	۳۱,۵^{bd}	۰,۵۸٤۹^{a}	۲,٦٤۹^{bc}	۱,۱۰۷^{a}	۱,۹۷۵^{ce}
۹	Onfarm-	۱,۵۰۵^{bc}	۰,٤٤۲۵^{b}	۰,٤۸۷۵^{b}	۰,۱۱۲۵^{b}	٤۰,۲۵^{a}	۳۰^{be}	۰,۵۱۲۳^{a}	۲,٦٤۹^{bc}	۱,۱۵^{a}	۱,۷۵۵^{bc}
۱۰	DH-	۱,۳۰۵^{cd}	۰,٦۷۵^{ac}	۰,۲۲۷۵^{f}	۰,۰٦۷۵^{cd}	٤۱,۵^{a}	۲٦,۷۵^{eg}	۰,۵۳٦۵^{a}	۲,٦۹۲^{bc}	۱,۰٦۵^{a}	۱,٦۷۳^{ce}
۱۱	DH-	۰,۵۰۲۵^{h}	۰,۳۰۲۵^{d}	۰,۲۸۷۵^{ef}	۰,۱۷۲۵^{b}	۳۰,۷۵^{d}	۳۲,۷۵^{b}	۰,۵۸٤۹^{a}	۲,۸٤۷^{ab}	۱,۱۵^{a}	۱,۹۷۵^{ce}
۱۲	DH-	۱,۳۸^{bd}	۰,۵۲^{ad}	۰,۳۷۷۵^{d}	۰,۱۲۲۵^{b}	۳۹,۷۵^{a}	۳۲,۵^{bc}	۰,٦۰۹۱^{a}	۲,٤۹۵^{c}	۱,۰٦۵^{a}	۱,۸^{be}
۱۳	DH-	۱,۱^{df}	۰,۳۲۲۵^{d}	۰,۳۰۷۵^{d}	۰,۰۳۷۵^{d}	۲۹^{de}	۲۵^{gh}	۰,٦۰۹۱^{a}	۲,۷۸۱^{ab}	۱,۱۰۷^{a}	۱,۵۸۵^{de}
۱٤	DH1102-	۱,۱۸۳^{df}	۰,۲۸۷۵^{d}	۰,٤۳۲۵^{c}	۰,۵۲۵^{d}	۲۸^{de}	۲۲,۵^{h}	۰,۵٦۰۷^{a}	۳,۰۲۳^{a}	۰,۹۸^{a}	۱,۸۰۳^{be}
۱۵	DH1557-	۱,۳^{cd}	۰,٦۷^{ac}	۰,۲۲٦^{f}	۰,۰٦۷^{cd}	۳٤,۵^{b}	۳۱,۵^{bd}	۰,۵۳٦۵^{a}	۲,٦۹۲^{bc}	۱,۰٦۵^{a}	۱,۸۵^{be}

www.SID.ir

Archive of SID

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشند.

جدول ۳ – مقایسه میانگین اثرات ساده صفاتی که دارای اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار نبودند و ضریب حساسیت محیطی برای وزن خشک دانه و بوته

تیمار	طول دوره کاشت تا گلدهی (روز)	نسبت پتاسیم به سدیم	ضریب حساسیت محیطی وزن خشک دانه (گرم وزن میانگین سه بوته)	ضریب حساسیت محیطی ورن خشک بوته (گرم وزن میانگین سه بوته)
عامل اول (محیط)				
شاهد	۵۰^{a}	۰,۷۰۳۳^{b}	–	–
شوری	۵۱^{a}	۱,۸۹۷۹^{a}	–	–
عامل دوم (ژنوتیپ)				
روشن	۵۲,۲۵^{d}	۱,۱۵۵۲^{a}	۱,۰۰۱^{bc}	۰,۹۷۱۲^{cd}
ماهوتی	۴۳,۵^{e}	۰,۹۴۸۸^{b}	۰,۸۰۹۵^{cd}	۰,۷۹۵۷^{de}
کویر	۳۶,۱۳^{gh}	۰,۸۹۹۰^{bc}	۰,۸۲۸۶^{cd}	۰,۹۶۵۶^{cd}
قدس	۳۹,۸۸^{f}	۰,۷۹۴۱^{cd}	۱,۱۸۹^{ab}	۱,۳۱۳^{a}
کارچیا	۳۸,۳۸^{fg}	۱,۱۴۳۷^{a}	۰,۹۴۸۶^{bc}	۰,۹۴۲۲^{cd}
چینی بهاره	۴۵,۶۳^{e}	۰,۷۶۲۰^{d}	۰,۹۶۷^{bc}	۱,۲۳^{ab}
Onfarm-4	۷۱,۳۸^{b}	۰,۹۰۸۵^{bc}	۱,۰۲۵^{bc}	۱,۰۹۱^{bc}
Onfarm-6	۳۸^{fg}	۰,۹۶۶۳^{b}	۰,۹۶۷۹^{bc}	۰,۹۷۰۵^{cd}
Onfarm-9	۶۴^{c}	۰,۹۰۵۳^{bc}	۱,۱۶۲^{ab}	۱,۱۴۱$^{a-c}$
DH-1557-1	۷۲,۲۵^{b}	۰,۸۴۸۰^{cd}	۰,۷۹۴۷^{cd}	۱,۰۷۳^{bc}
DH-1557-3	۳۶,۷۵^{fh}	۰,۹۱۰۶^{bc}	۰,۶۴۸۷^{d}	۰,۶۹۸۶^{e}
DH-1557-7	۷۶^{a}	۰,۹۲۳۰^{b}	۱,۰۱۳^{bc}	۱,۰۰۹^{cd}
DH-1557-	۴۰,۲۵^{f}	۰,۷۹۴۱^{cd}	۱,۰۶۲^{ab}	۱,۳۴۹^{a}
DH1102-12	۳۴,۱۳^{h}	۰,۷۷۶۵^{d}	۱,۲۶^{a}	۱,۳۲۵^{a}
DH1557-15	۷۰,۵^{b}	۰,۹۰۲۹^{bc}	۰,۷۹۴^{cd}	۱,۰۷۳^{bc}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشند.

جدول ٤– همبستگی صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های گندم نان در واکنش به تنش شوری

	وزن خشک بوته	وزن خشک دانه	طول دوره کاشت تا گلدهی	طول دوره پر شدن دانه	سدیم	پتاسیم
نسبت پتاسیم به سدیم	۰,۳۷*	۰,۷۴**	۰,۱۴^{ns}	۰,۴۲**	−۰,۶۷**	۰,۸۳**
پتاسیم	۰,۳۱*	۰,۲۹*	۰,۱۲^{ns}	۰,۲۶*	−۰,۲^{ns}	
سدیم	−۰,۲۶*	−۰,۱^{ns}	۰,۱۱^{ns}	−۰,۱۳^{ns}		
طول دوره پر شدن دانه	۰,۶۶**	۰,۵۱**	۰,۲۵^{ns}			
طول دوره کاشت تا	۰,۱۸*	−۰,۱۸*				
وزن خشک دانه	۰,۳۳**					

ns، * و**: به ترتیب غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

بنابراین می‌توان ژنوتیپ‌های فوق را از این لحاظ جزء حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها در این بررسی بر شمرد. در این بررسی از بین ژنوتیپ‌های Onfarm، ژنوتیپ Onfarm-6 از نظر وزن خشک دانه بعد از ارقام ماهوتی و روشن در گروه بعدی قرار می‌گیرد و از نظر شاخص حساسیت محیطی نیز جزء گروه حد واسط واقع می‌شود. از نظر شاخص حساسیت محیطی ژنوتیپ Onfarm-9 در گروه اول و ژنوتیپ Onfarm-4 در گروه دوم قرار گرفت. بنابراین با

www.SID.ir

Archive of SID

توجه به نتایج یاد شده در شرایط انجام این تحقیق بـه نظـر می‌رسد که ژنوتیپ Onfarm-6 در وضـعیت بهتـری چـه از نظر ظرفیت عملکرد و چه از نظر حضور و تجمـع ژن‌هـای درگیر در تحمل به تنش قرار داشته باشد.

زمان گلدهی (روز) در ژنوتیپ های مورد بررسی تحت تاثیر تنش قرار نگرفت (جدول ۳). با اعمال تنش طول دوره پرشدن دانه (روز) در ژنوتیـپ‌هـای مـورد بررسـی کـاهش یافـت و ایـن کـاهش در ژنوتیـپ‌هـای حـساس بیـشتر از ژنوتیپ‌های متحمل بود (جـدول ۲). بـه عبـارت دیگـر بـا اعمال تنش طول دوره زایشی ژنوتیپ‌های حـساس کـاهش پیدا کرد. طول دوره زایشی تحت شرایط تنش در رقم قدس و لاین DH-1102-12 در کمترین مقدار و برای ارقام روشن و ماهوتی در بیشترین مقدار قرار داشت.

طبق گزارش پوستینی (۲) که دوام دوره پرشدن دانـه را بـه عنوان شاخص تحمل به تنش شوری معرفی می‌کند در ایـن بررسی نیز بین نسبت پتاسیم به سدیم و طول دوره پرشـدن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده گشت (جدول ٤) و از آنجایی که در ژنوتیپ‌های متحمل طـول دوره پرشـدن دانه کمتر تحت تاثیر تنش قرار گرفته بود، بنابراین بـه نظـر می‌رسد که از دوام دوره پرشدن دانه همانند نـسبت پتاسـیم به سدیم بتوان به عنوان شـاخص تحمـل بـه تـنش شـوری استفاده نمود. تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات اندازه‌گیـری شده در شرایط تنش بر روی ژنوتیـپ‌هـا انجـام شـد. ایـن تجزیه قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های متحمل از حـساس بـود. بر اساس نتایج گرفته شده از بالا بهترین نقطه برش کلاسـتر بین فاصله اقلیدوسی ۵ و ۱۰ تعیـین شـد چـرا کـه در ایـن صورت گروه‌بندی منطقی تری حاصل می‌شد. اگر چنانچـه کلاستر را از این ناحیـه بـرش دهـیم چهارکلاسـتر حاصـل می‌شود که ارقام روشن و کارچیا در یک گروه، رقم ماهوتی و لایـــن DH-1557-3 در گـــروه بعـــدی، رقـــم کـــویر و ژنوتیـــــپ‌هـــــای Onfarm-4، Onfarm-6، Onfarm-9 و لاین‌های DH-1557-1، DH-1557-7، DH-1557-15 همگی در یک گروه و ارقام و لاین‌های قدس، چینـی بهـاره، DH-1102-12 و DH-1557-33 نیز در یک گروه قرار می‌گیرند.

آنالیز و مقایسه الگوی بیان ژن های پاسخ دهنده به تنش شـوری در گنـدم‌هـای متحمـل و حـساس چـه در سـطح ترنسکریپتئومیکس و چه در سطح پروتئـومیکس مـی‌توانـد اطلاعات ارزشمندی برای برنامه‌هـای اصـلاحی در اختیـار بگـذارد. در ایـن راسـتا آنچـه مـورد نیـاز اسـت کـشف ژنوتیپ‌هایی است که در دو انتهای حداکثر و حداقل گستره تحمل به شوری قرار داشته باشند. هدف از انجام این تحقیق نیز شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و حساس به تنش شـوری بود تا در برنامه اصلاحی آینده با بررسی الگوی بیان ژن‌های القاء شونده با تنش در این ژنوتیپ‌ها پایه های فیزیولوژیکی واکنش آنها به تنش شناخته شود. بنا به نتایج یـاد شـده بـر اساس تحمل نسبی رقم ماهوتی و لایـن DH-1557-3 جـزء متحمـل تـرین و رقـم قـدس و لایـن DH-1102-12 جـزء حساسترین ژنوتیپ‌ها در این بررسی بودند.

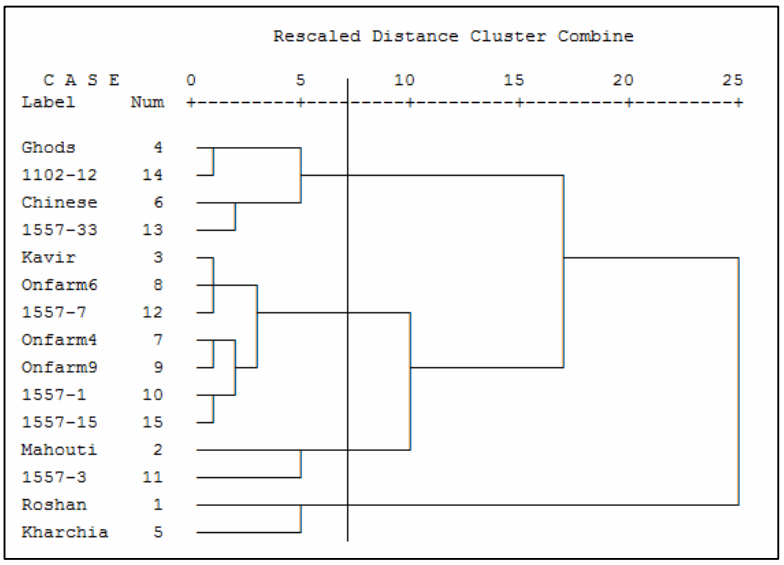
قابل ذکر است که بر اساس تحمل مطلق به تنش شوری رقم روشن جزء ژنوتیپ‌های با تحمل مطلق بالا قرار گرفت. ریچاردز (۱۹۹۳) نیز بدلیل فقـدان همبـستگی بـین تحمـل نسبی[1] و تحمل مطلق[2] در ژنوتیپ‌های گندم و دیگر غـلات نتیجه‌گیری نمود که موثرترین راه برای افزایش عملکـرد در شرایط شوری بالا انتخاب ژنوتیپ‌های بـا عملکـرد بـالا در شرایط کمتر شور می‌باشد. در این بررسی آنچه بیشتر حـائز اهمیت بود با توجه بـه کارهـای اصـلاحی آینـده شـناخت ژنوتیپ‌های متحمل و حساس از نظـر شـاخص حـساسیت محیطی بود چرا که در این صورت ژنوتیپ‌هـایی کـه دارای کمترین افت عملکرد (بوته یـا دانـه) مـی‌باشـند و بنـابراین دارای حداکثر تجمع ژن‌های تحمل به تـنش هـستند مـورد گزینش قرار می‌گیرند هرچند که ممکن است از نظر ظرفیت

1- Relative tolerance
2- Absolute tolerance

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد (دانه) جزء ژنوتیپ‌های متحمل طبقه‌بندی نگردند (۲۶).



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم در ارتباط با صفات اندازه‌گیری شده در شرایط تنش

سپاسگزاری

بدینوسیله از پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری و مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات بخاطر فراهم نمودن امکانات گلخانه‌ای و آزمایشگاهی قدردانی می‌گردد. همچنین از آقای دکتر اسلام مجیدی هروان به خاطر در اختیار قرار دادن بذور لاین‌های دابل هاپلوئید و Onfarm صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **بنده حق ع.، ح. کاظمی، م. ولی زاده و ع. جوانشیر. ۱۳۸۳.** مقاومت ارقام گندم بهاره (*Triticum aestivum* L.) نسبت به تنش شوری در مراحل رویشی و زایشی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۱، صفحات ٦١ تا ٧١.

۲. **پوستینی ک. ۱۳۸۱.** ارزیابی ۳۰ رقم گندم از نظر واکنش به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۳، شماره ۵، صفحات۵۷ تا ٦٤.

۳. **قوامی ف.، م.ع. ملبوبی، م.ر. قنادها، ب. یزدی صمدی، ج. مظفری و م. جعفر آقایی. ۱۳۸۳.** بررسی واکنش ارقام متحمل گندم ایرانی به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۲، صفحات٤٥٣ تا ٤٦٤.

4. Amtmann A. and D. Sanders. 1999. Mechanisms of Na^+ uptake by plant cells. Advances in Botanical Research, 29: 76-112.

www.SID.ir

Archive of SID

5. **Ashraf M. and W. Oleary. 1996.** Responses of some newly developed salt tolerant genotypes of spring wheat to salt stress: Yield components and ion distribution. Agronomy and Crop Sciences, 176: 91-101.
6. **Chhipa B.R. and P. Lal. 1995.** Na/K ratios as the basis of salt tolerance in wheat. Australian Journal of Agricultural Research, 46:533-539.
7. **Colmer T.D., T.J. Flowers and R. Munns. 2006.** Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. Journal of Experimental Botany, 57: 1-20.
8. **Colmer T.D., R. Munns and T.J. Flowers. 2005.** Improving salt tolerance of wheat and barley: future prospects. Australian journal of Experimental Agriculture, 45:1425-1443.
9. **Dubcovsky J., G. Santa Maria, E. Epstein, M.C. Luo and J. Dvorak. 1996.** Mapping of the K/Na discrimination locus *Knal* in wheat. Theoretical and Applied Genetics, 92: 448-454.
10. **EI-Hendawy S. E., Y. Hu and U. Schmidhalter. 2005.** Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerance. Australian journal of Agricultural Research, 56:123-124.
11. **Francois L.E., C.M. Grieve, E.V. Mass and S.M. Lesch. 1994.** Time of salt stess affects growth and yield components of irrigated wheat. Agronomy Journal, 86:100-107.
12. **Garcia A., C.A. Rizzo, J. Ud-Din, S.L. Bartos, D. Senadhira, T.J. Flowers and A.R. Yeo. 1997.** Sodium and potassium transport to the xylem are inherited independently in rice, and the mechanism of sodium:potassium selectivity differs between rice and wheat. Plant, Cell and Environment, 20:1167-1174.
13. **Hoagland D. R. and D. I. Arnon. 1950.** The water culture method of growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station, University of California, USA.
14. **Jafari-Shabestari J., H. Corke and C. O. Qualset. 1995.** Field evaluation of tolerance to salinity stress in Iranian hexaploid wheat landraces accessions. Genetic Recourses and Crop Evaluation, 42:147-156.
15. **Munns R. 2002.** Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239-250.
16. **Munns R. 2005.** Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist, 167: 645-663.
17. **Munns R. and R. A. James. 2003.** Screening methods for salinity tolerance: acase study with tetraploid wheat. Plant and Soil, 253: 201-218.
18. **Munns R., R.A. Hare, R.A. James and G.J. Rebetzke. 2000.** Genetic variation for improving the salt tolerance of durum wheat. Australian journal of Agricultural Research, 51: 69-74.
19. **Munns R., R.A. James and A. Lauchli. 2006.** Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 1-19
20. **Munns R., D.P. Schachtman and A.G. Condon. 1995.** The significance of a Two-phase growth response to salinity in wheat and barley. Australian Journal of Plant Physiology, 22: 561-569.
21. **Parida, A. K. and A. B. Das. 2005.** Salt tolerance and salinity effects on plants. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.
22. **Poustini K. and A. Siosemardeh. 2004.** Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crops Research, 84: 125-133.
23. **Reynolds M.P., A. Mujeeb-Kazi and M. Sawkins. 2005.** Prospect for utilizing plant adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought and salinity prone environment. Annals of Applied Biology, 146:239-259.
24. **Richards R. A. 1993.** Should selection for yield in saline regions be made on saline or non-saline soils? Euphytica, 32: 431-438.
25. **Schatchman D. P., R. Munns and M. I. Whitecross. 1991.** Variation in sodium exclusion and salt tolerance in *Triticum tauschii*. Crop Science, 31: 992-997.
26. **Tester M. and R. Davenport. 2003.** Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annals of Botany, 91: 503-527.
27. **Tyerman S.D., C.M. Niemietz and H. Bramley. 2002.** Plant aquaporins: multifunctional water and solute channels with expanding roles. Plant, Cell and Environment, 25: 173-194.

www.SID.ir