جهت تهیه فایل ورد این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

"مجله علوم زراعی ایران"
جلد ششم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۳

بررسی اثر شوری بر رشد و انباشتگی ترکیبات معدنی درژنوتیپ های امید بخش گندم

Study of salinity effect on growth and accumulation of ions in promising wheat (*Triticum aestivum)* genotypes

احمد عبدل زاده[۱] و ناصر صفاری[۲]

چکیده

به منظور ارزیابی سطوح تحمل و تعیین مکانیسم‌های تحمل به شوری، واکنش پنج ژنوتیپ گندم (Zagros ، Tajan ، Rayon، Opata/Bow و Pgo/Seri) به تیمارهای شوری شامل صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم در محیط آبکشت در اتاقک رشد با شرایط کنترل شده بررسی گردید. ژنوتیپ Opata/Bow نسبت به ارقام دیگر کاهش رشد کمتری در شرایط شور داشت. این ژنوتیپ یون‌سدیم و کلر زیادی را در ریشه و بخش هوایی انباشته کرد که احتمالاً می‌بایست این یون‌ها را در واکوئل یا اپوپلاست بخش‌بندی نماید، تا تنظیم اسمزی مناسب و سمیت به نسبت کم یون‌ها را سبب شود. ارقام حساس Rayon ، Tajan و Zagros به نسبت مقادیر زیاد یون‌های سدیم و کلر را انباشته کردند که سبب تشدید سمیت یون‌های سدیم و کلرشده است. این نتایج نشان داد که ژنوتیپ Opata/Bow تحمل به شوری بیشتری نسبت به سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها دارا بود. این امر با وجود انباشتگی نسبی یون سدیم و کلر زیاد در ژنوتیپ Opata/Bow بود. آزمایشات مزرعه‌ای بیشتری برای تأئید این نتایج و کاربرد آن در زمین لازم است.

واژه‌های کلیدی: گندم، تحمل به شوری، انباشتگی عناصر.

مقدمه

شوری یکی از تنش‌های اصلی و شایع در جهان کنونی است که سبب کاهش تولیدات کشاورزی و نقصان رستنی‌های طبیعی در نواحی وسیعی از سطح زمین می‌شود. بر اساس برآورد انجام شده ۷٪ از اراضی جهان شور و ۳٪ بسیار شور است (پوستینی، ۱۳۷٤؛ کافی واستیوارت، ۱۳۷۷). کشور ایران به جز نوار باریکی از سواحل دریای خزر، کلاً در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده و بیش از نیمی از اراضی قابل کشت آن با مشکل افزایش شوری مواجه هستند. گیاهان در محیط شور با دو عامل اصلی مواجه هستند، املاح زیاد موجود در محلول خاک، پتانسیل اسمزی خاک را پایین می‌آورد و باعث کاهش جذب و کمبود آب درگیاه می‌شود (Abdolzadeh et al., 1998; Marschner, 1986). این امر موجب اختلال در تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها شده و تمام واکنش‌های متابولیکی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. دوم زیادی یون‌های سدیم و کلر موجب کاهش جذب یون‌های ضروری از جمله یون‌های پتاسیم، کلسیم، آمونیم و نیترات شده و نیز از فعالیت آنزیم‌ها کاسته و ساختار

تاریخ دریافت: ۱۳۸۰/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۳/٤/٤

۱ـ استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲ـ کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی

جهت تهیه فایل ورد این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

غشاها را برهم می‌زند (Greenwey and Munns, 1980; Marschner, 1986; Lacan and Durand, 1996). این اثرات سبب کاهش فعالیت‌های متابولیکی گیاه از جمله فتوسنتز شده و از رشد گیاهان در محیط‌های شور می‌کاهد (Greenwey and Munns, 1980; Marschner, 1986). در میان شیرین رست‌ها گیاهان دارای توانایی بهتر تنظیم اسمزی، قدرت انتخاب بیشتر پتاسیم نسبت به سد یم و بخش‌بندی بهتر یون‌های سمی جذب شده، در نهایت تحمل به شوری بیشتری دارند (Marschner, 1986; Greenwey and Munns, 1980).

با توجه به نیاز روز افزون بشر برای تأمین نیازهای غذایی روزمره خود و با توجه به افزایش بی‌رویه جمعیت جهان، یافتن انواعی از ارقام گندم با دامنه تحمل بالا نسبت به شوری راهی مناسب در جهت افزایش تولید این محصول اساسی در زمین‌ها و یا محیط‌های شور می‌باشد. گندم دارای دامنه تحمل متوسط نسبت به شوری می‌باشد (پوستینی، ۱۳۷٤؛ کافی و استیوارت، ۱۳۷۷؛ Pessaraki et al., 1991; Kingsbury, 1986). برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که رقم‌های حساس گندم نسبت به رقم‌های متحمل غلظت یون سدیم بیشتری را دارند (Martin and Koebner, 1995). هرچند گزارش‌های دیگری دلالت بر آن دارد که تفاوت در حساسیت دو رقم گندم نسبت به شوری به طور عمده به علت بخش‌بندی یون‌های سمی احتمالاً در واکوئل یاخته‌های ارقام متحمل می‌باشد و نه به علت تفاوت در غلظت یون‌ها در گیاه (Kingsbury, 1986; Kingsbury et al., 1984). با وجود سال‌ها پژوهش در باره اثرات شوری در گیاهان در مورد مکانیسم‌های تحمل به شوری اختلاف نظر وجود دارد، که دلالت بر دشواری متمایزکردن اثرات اسمزی از اثرات یون‌های سمی می‌باشد (Greenwey and Munns, 1980; Marschner, 1986). بنابراین آنچه بیشتر در این پژوهش مورد توجه می‌باشد بررسی فیزیولوژیکی درون گونه‌ای برای انتخاب ارقام متحمل و شناخت مکانیسم‌های تحمل به شوری در گندم می‌باشد. زیرا محققین را قادر می‌سازد تا بتوانند شرایط مناسبی را جهت تولید بیشتر این محصول در زمین‌های شور توصیه نمایند. پژوهش حاضر باتوجه به میزان انباشتگی ترکیبات معدنی به بررسی مکانیسم‌های تحمل به شوری در پنج رقم و ژنوتیپ گندم پرداخته است و آشکار می‌کند که زیادی غلظت یون سدیم با میزان تحمل به شوری همبستگی مثبت ندارد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. ژنوتیپ‌های انتخاب شده شامل Zagros ، Tajan ، Rayon ، Opata/Bow و Pgo/Seri بودند. بذرها پس از ضدعفونی به صورت جداگانه در گلدان‌های پلاستیکی حاوی شن کاملا شسته شده، کشت گردیدند. گیاهچه‌ها پس از دو هفته به مرحله دو برگی رسیده و به ظروف پلاستیکی تیره رنگ حاوی هشت لیتر محلول غذایی هوگلند تعدیل یافته، انتقال یافتند. هر ظرف کشت حاوی دو عدد گیاهچه از پنج رقم مختلف بود. محلول‌های غذایی دائماً توسط پمپ هوا تهویه می‌شد. آزمایش در اتاقک رشد با دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی با شدت نور ده هزار لوکس و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد. درجه حرارت اتاقک کشت در روز بین ۲۵ تا ۳۰ درجه و در طول شب بین ۱۸ تا ٢٤ درجه سانتی‌گراد نوسان داشت. رطوبت نسبی آن بین ٤٥ تا ۷۰ درصد متغییر بود. اسیدیته محلول غذایی روزانه کنترل و pH=٦ تنظیم شد. محلول غذایی هفته‌ای یک بار تعویض می‌گردید. هشت روز پس از انتقال گیاهچه‌ها به محیط کشت هوگلند، تیمار شوری بر روی این گیاهان به صورت تدریجی (روزانه ۲۵ میلی‌مولار کلرورسدیم) اعمال گردید.

آزمایش در یک طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شوری و رقم به صورت فاکتوریل همراه با چهار تکرار

جهت تهیه فایل ورد این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

انجام گردید. فاکتور شوری دارای شش سطح مختلف شامل صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و فاکتور رقم دارای پنج سطح یعنی پنج ژنوتیپ ذکر شده بود. برداشت گیاهان ۳۵ روز بعد از انتقال به محلول غذایی و ۲۷ روز پس از شروع تیمار شوری انجام شد. فاکتورهای اندازه‌گیری شده وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی، طول بخش هوایی، یون‌های سدیم، پتاسیم، کلر و فسفر بود. برای اندازه‌گیری کاتیون‌های سدیم و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر مدل Jenway PFP7 استفاده شد. اندازه‌گیری یون کلر بر طبق روش موهر با استفاده از کرومات پتاسیم و نیترات نقره انجام شد. اندازه‌گیری فسفر با استفاده از معرف آمونیم هپتامولیبدات و وانادات پتاسیم انجام گردید. برای محاسبه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد و تجزیه واریانس و آزمون LSD در سطح $P<0.05$ برای مقایسه بین میانگین‌ها با نرم‌افزار Statwive انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد شوری باعث تغییر معنی‌دار وزن خشک ریشه و بخش هوایی گیاهان شده است. به علاوه وزن خشک بخش هوایی ژنوتیپ‌ها نیز تغییر معنی‌دار داشته است، در حالی که اثر متقابل شوری و ژنوتیپ معنی‌دار نبوده است (جدول ۱). میانگین وزن خشک کل گیاهان تحت تیمار ۲۵ میلی‌مولار شوری نسبت به شاهد (صفرمیلی مولار) اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی میانگین وزن خشک کل گیاهان تحت تیمار ۵۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافته است (جدول ۲). به طوری که ژنوتیپ‌های Opata/Bow, Zagros, Pgo/Seri, Rayon و Tajan در این تیمار نسبت به شاهد به ترتیب ۵/۳، ۷/۳، ۱۰/۰، ۱۱/۱ و ۱۱/۹ درصد کاهش رشد داشتند (جدول ۳). گیاهان تحت تیمار ۷۵ میلی‌مولار نمک علاوه بر اختلاف معنی‌دار با شاهد با تیمار۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار نیز در سطح ($P=0.01$) اختلاف معنی‌دار پیدا کردند. مقایسه درصد کاهش وزن خشک در غلظت‌های متوالی کلرید سدیم در جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشترین کاهش مربوط به تیمار ۷۵ نسبت به ۵۰ میلی مولار نمک است. کاهش رشد گیاهان تحت تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار نسبت به ۱۰۰ میلی‌مولار نمک نیز قابل ملاحظه است و نشان دهنده مسمومیت شدیدتر آن می‌باشد.

وزن خشک ریشه ژنوتیپ‌ها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت، در حالی که در وزن خشک بخش هوایی بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول‌های ۲ و ۳). گیاهان شاهد در ژنوتیپ Rayon بالاترین رشد بخش هوایی، ژنوتیپ‌های Zagros و Tajan وزن خشک بخش هوایی متوسط (جدول ۲) و ژنوتیپ‌های Opata/Bow و Pgo/Seri کمترین وزن خشک بخش هوایی را داشتند. ژنوتیپ Opata/Bow با میانگین ۱۸/٤ درصد کاهش وزن خشک کل در تیمارهای مختلف شوری نسبت به شاهد بیشترین و ژنوتیپ Rayon با میانگین ۲٤/٤ درصد کاهش وزن نسبت به تیمار شاهد کمترین میزان تحمل به شوری را نشان می‌دهد (جدول ۳). در تیمار ۲۵ میلی‌مول کلرید سدیم نسبت به شاهد وزن خشک ریشه و بخش هوایی ژنوتیپ Pgo/Seri اندکی افزایش یافت، هر چند مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD نشان می‌دهد که این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد که تحمل ژنوتیپ‌های مورد آزمایش نسبت به شوری تفاوت داشت، این امر می‌تواند به دلیل تفاوت در تنظیم اسمزی و سمیت یون‌های سدیم و کلر باشد (Marschner, 1986; Greenwey and Munns, 1980).

شوری سبب افزایش معنی‌دار غلظت یون سدیم در همه ژنوتیپ‌ها شد (جدول ۱ و شکل ۱)، هرچند هم ژنوتیپ‌های مختلف و هم سطوح متفاوت شوری از این جهت باهم اختلاف دارند (جدول ٤). نتایج تجزیه آماری در سطوح متفاوت شوری نشان می‌دهد که اختلاف غلظت یون سدیم در بخش هوایی در تیمار ۲۵

و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در سطح (P=0.05) معنی‌دار نیست، ولی غلظت یون سدیم در ریشه در تمام سطوح شوری اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. هم‌چنین غلظت یون سدیم در ریشه همه ژنوتیپ‌ها در سطوح متفاوت شوری بیش از دو برابر بخش هوایی بود (شکل ۱). گزارش‌های زیادی حاکی از افزایش Na^+ به ویژه در ریشه گیاه گندم (کافی و استیوارت، ۱۳۷۷ (Kingsbury et al., 1984; Martin and Koebner, 1995; و سایر شیرین رست‌ها (Greenwey and Munns, 1980 (Marschner, 1986; تحت تنش شوری است. غلظت یون سدیم در بخش هوایی ژنوتیپ Pgo/Seri نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها کمتر است، در حالی که ریشه آن غلظت یون سدیم تقریباً مشابهی با ژنوتیپ‌های Rayon ، Zagros و Tajan دارد. برعکس ژنوتیپ Opta/Bow که از نظر رشد بازده خوبی داشته مشابه ژنوتیپ‌های حساس Rayon و Tajan به نسبت غلظت زیادی از یون سدیم را در بخش هوایی دارد، ولی غلظت یون سدیم در ریشه‌های آن به طور معنی داری (P=0.05) از سایر ارقام کمتر است. در غلظت یون سدیم ریشه به جز ژنوتیپ Opta/Bow بقیه ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار نشان نمی‌دهند، هر چند ژنوتیپ به نسبت حساس Rayon غلظت بیشتری دارد.

غلظت یون پتاسیم در ریشه و بخش هوایی ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار داشت و شوری نیز کاهش معنی‌دار آن را باعث شد (جدول‌های ۱و ٤) غلظت یون پتاسیم در ریشه گیاهان کمتر از بخش هوایی می‌باشد (شکل ۲). در تمام گیاهان میزان پتاسیم بخش هوایی در تمام غلظت‌های شوری در سطح بالایی در مقایسه با میزان سدیم آن‌ها می‌باشد هر چند در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار میزان پتاسیم ژنوتیپ Zagros تقریباً معادل سدیم بخش هوایی آن می‌باشد. بررسی تجزیه آماری بین سطوح متفاوت شوری نشان می‌دهد که غلظت پتاسیم در بخش هوایی در تمامی تیمارهای شوری به طور معنی‌داری کاهش یافته است (به جز ۱۰۰ با ۱۵۰ میلی‌مولارکه با هم اختلاف معنی‌دار ندارند) (جدول ٤). ژنوتیپ‌های Pego/Seri و Rayon از نظر غلظت پتاسیم در بخش هوایی و ریشه نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها بالاترین مقدار را دارند، هرچند شوری در ژنوتیپ Pgo/Seri اثر کمتری در کاهش یون پتاسیم در مقایسه با ژنوتیپ Rayon دارد. هم ریشه و هم بخش هوایی ژنوتیپ‌های Zagros و Tajan کمترین میزان پتاسیم را در گیاهان شاهد داشتند و تحت اثر شوری کمترین میزان کاهش پتاسیم نیز در آنان مشاهده شد (شکل ۲). میزان یون پتاسیم در بخش هوایی ژنوتیپ Opata/Bow با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار نداشت، در صورتی که برای ریشه این تفاوت معنی‌دار بود (جدول ٤). شوری کاهش شدید غلظت یون پتاسیم ژنوتیپ Opta/Bow در بخش هوایی را سبب شد، اما در ریشه اثر شوری در کاهش این یون کمتر بود (شکل ۲). کاهش غلظت یون پتاسیم در ریشه و بخش هوایی گندم و سایر شیرین رست‌ها تحت تنش شوری به دلیل تفاوت در توانایی انتخاب یون پتاسیم نسبت به سدیم توسط پژوهشگران زیادی گزارش شده است (Greenwey and Munns, 1980 (Marschner, 1986;.Lacan and Durand, 1996;. این امر ممکن است یکی از دلایل تفاوت تحمل به شوری در بین ژنوتیپ‌ها باشد.

شوری سبب تغییر معنی‌دار یون کلر در گیاه شد و تفاوت بین ژنوتیپ‌ها هم معنی‌دار بود (جدول ۱) غلظت یون کلر در بخش هوایی بیشتر از ریشه است که این امر انتقال زیاد این یون از ریشه به بخش هوایی و غلظت آن در این اندام‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۳ و جدول ٤). در بین ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت‌هایی در غلظت یون کلر مشاهده می‌شود به طوری که در بخش هوایی ژنوتیپ Rayon با میانگین ٤۷/۷ میلی‌گرم در گرم وزن خشک بیشترین و ژنوتیپ Pgo/Seri بامیانگین ۳۰ میلی‌گرم در گرم وزن خشک کمترین غلظت را دارند. این امر می‌تواند یک دلیل حساسیت ژنوتیپ Rayon باشد. محققان دیگر نیز رابطه نزدیکی بین میزان غلظت یون کلر به ویژه در بخش هوایی گیاهان

و میزان تحمل آن‌ها به شوری گزارش کرده‌اند (Greenwey and Munns, 1980 ; Marschner, 1986 ; Mass and Poss, 1989). هر چند ژنوتیپ Pgo/Seri با وجود انباشتگی کمتر یون‌های سدیم وکلر در شرایط شور رشد کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارد. دلیل آن ممکن است تنظیم اسمزی پرهزینه و در نتیجه کاهش رشد و یا کمبود آب ناشی از کاهش جذب آب به دلیل تنظیم اسمزی کمتر باشد(Greenwey and Munns, 1980). ژنوتیپ متحمل Opta/Bow از نظر انباشتگی یون کلر در ریشه و بخش هوایی میزان نسبتا بالایی را نشان می‌دهد این امر شاید به دلیل بخش‌بندی بهتر یون کلر در این ژنوتیپ باشد. چنان‌چه در این ژنوتیپ تا شوری ۷۵ میلی‌مولار کلرید سدیم میزان یون کلر در بخش هوایی آن پایین نگه داشته شده ولی پس از آن گیاه قادر به حفظ غلظت پایین یون کلر در بخش هوایی نبوده است. شاید بخش‌بندی بهتر در سطح سلولی از سمیت این یون در غلظت‌های بالای کلرید سدیم در این ژنوتیپ کم کرده است. ژنوتیپ‌های Zagros و Tajan از لحاظ ممانعت از جذب و انباشتگی یون کلر حد متوسطی داشتند.

غلظت فسفر هم تحت تنش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافته است (جدول‌های ۱ و ٤، شکل ٤). نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران در جو وگندم گزارش شده است (Manchandar et al., 1982). با وجود کاهش در میزان فسفر بخش هوایی گیاهان در اثر شوری تفاوت معنی‌داری بین دوتیمار ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار و نیز ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم وجود ندارد. هم‌چنین میزان فسفر ریشه گیاهان در اثر شوری تنها در تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌دار پیدا کرد. هم‌چنین در بین ژنوتیپ‌های مختلف در غلظت فسفر بخش هوایی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

این نتایج نشان می‌دهد که در بین ژنوتیپ‌های مختلف، Opta/Bow به نسبت متحمل و Rayon حساس بود. ژنوتیپ Opta/Bow با جذب و انباشتگی یون‌های سدیم و کلر در ریشه و بخش‌های هوایی خود با پایین آوردن پتانسیل اسمزی بافت‌های خود سعی در ایجاد شیب پتانسیل آب از محیط ریشه به طرف سلول‌های ریشه نموده است که این مکانیسم منجر به کاهش اثرات تنش اسمزی ناشی از شوری شده است (Marschner, 1986; Greenwey and Munns, 1980). در این ژنوتیپ یون‌ها به طور عمده در فضاهای خارج از سیتوسول یعنی در واکوئل و فضاهای آپوپلاستی متراکم می‌شوند (Greenwey and Munns, 1980; Kingsbury, 1986; Kingsbury et al., 1984). غلظت برخی مواد آلی در سیتوپلاسم می‌تواند از آبگیری سیتوپلاسم جلوگیری کند (Greenwey and Munns,1980 ; Marschner, 1986). می‌توان پیشنهاد نمود که در این ژنوتیپ مکانیسم بخش‌بندی یون‌های سمی نمک به عنوان مکانیسم تحمل به شوری عمل می‌کند. ژنوتیپ Pgo/Seri نسبت به ژنوتیپ Opta/Bow به میزان بیشتری از انتقال یون‌های سدیم و کلر به بخش‌های هوایی جلوگیری نموده است. مکانیسم این عدم انباشتگی احتمالاً از طریق باز جذب یون‌های سدیم وکلر توسط سلول‌های پارانشیم همراه چوب در حین انتقال در آوند چوبی است و یا این که سدیم توسط آنتی پورت‌هایی از آوند چوبی خارج و مجدداً وارد سلول‌های پارانشیم پوست ریشه می‌شوند و بدین ترتیب از انتقال سدیم به بخش‌های هوایی جلوگیری نموده‌اند(Greenwey and Munns, 1980 ; Stas et al., 1991; Lacan and Durand 1996). در تأئید این امر مشاهده می‌شود که در این ژنوتیپ ظرفیت جذب انتخابی پتاسیم نسبت به سدیم از بقیه بیشتر بود (Allen et al., 1995). هر چند احتمالاً تنظیم اسمزی پر هزینه‌تر ویا کاهش جذب آب به دلیل ناکارمد بودن در تنظیم اسمزی ویا عدم توانایی در بخش‌بندی همین مقدار سدیم جذب شده سبب در صد کاهش وزن خشک زیاد این ژنوتیپ می‌شود. ژنوتیپ Rayon به عنوان ژنوتیپ نسبتاً حساس به شوری مقادیر زیادی

جدول ۲- وزن خشک بخش هوایی و ریشه (گرم) ژنوتیپ‌های گندم رشد یافته به مدت ۲۷ روز در محیط‌های با غلظت‌های مختلف شوری

Table 2. Dry weight (g) of shoot and root in wheat genotypes grown in media with different salinity concentration for 27 days

ژنوتیپ‌ها Genotypes		غلظت‌های کلرید سدیم NaCl concentration (mM)						میانگین Means
		0	25	50	75	100	150	
وزن خشک بخش هوایی	Opata/Bow	0.29	0.28	0.28	0.22	0.21	0.18	0.24b
	Pgo/Seri	0.32	0.33	0.29	0.22	0.19	0.16	0.25b
	Zagros	0.33	0.32	0.31	0.25	0.21	0.18	0.26ab
Shoot dry weight (g)	Tajan	0.33	0.31	0.29	0.25	0.22	0.18	0.26ab
	Rayon	0.36	0.34	0.32	0.26	0.23	0.17	0.28a
	Mean	0.32a	0.31ab	0.29b	0.24c	0.21d	0.17e	
وزن خشک ریشه	Opata/Bow	0.09	0.09	0.08	0.07	0.05	0.04	0.07a
	Pgo/Seri	0.08	0.09	0.07	0.07	0.06	0.04	0.07a
	Zagros	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.04	0.06a
Root dry weight (g)	Tajan	0.09	0.09	0.08	0.06	0.06	0.04	0.07a
	Rayon	0.09	0.08	0.08	0.06	0.05	0.04	0.06a
	Means	0.08a	0.08ab	0.07b	0.06c	0.05d	0.04e	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% level of probability using LSD .

جدول ۳- درصد کاهش وزن خشک کل ژنوتیپ‌های گندم رشد یافته در محلول‌های غذایی با غلظت‌های مختلف شوری نسبت به شاهد (صفر میلی مولار)

Table 3. Reduction percentage of total dry weight of wheat genotypes grown in media with different salinity concentration in compared to control (0 mM NaCl)

ژنوتیپ Genotypes	غلظت‌های کلرید سدیم NaCl concentration (mM)					
	25	50	75	100	150	Means
Opata/Bow	2.6	5.3	23.7	31.6	42.1	18.4
Pgo/Seri	5.0*	10.0	30.0	40.0	50.0	22.5
Zagros	2.4	7.3	22.0	34.1	46.3	22.0
Tajan	4.8	11.9	26.2	33.3	47.6	21.4
Rayon	6.7	11.1	28.9	37.8	53.3	24.4

* این مقدار درصد افزایش وزن خشک را نسبت به شاهد نشان می‌دهد.

* : Indicates increment percentage of total dry weight in compared to control.

شکل ۱- غلظت یون سدیم در بخش هوایی و ریشه پنج ژنوتیپ گندم

میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارد.

Fig. 1. Concentration of Na^+ in shoots and roots of 5 genotypes of wheat

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level using LSD

شکل ۲- غلظت یون پتاسیم در بخش هوایی و ریشه پنج ژنوتیپ گندم

میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارد.

Fig. 2. Concentration of K^+ in shoots and roots of 5 genotypes of wheat

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level using LSD

شکل ۳- غلظت یون کلر در بخش هوایی و ریشه پنج ژنوتیپ گندم

میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارد.

Fig. 3. Concentration of Cl^- in shoots and roots of 5 genotypes of wheat

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level using LSD

شکل ٤- غلظت فسفر در بخش هوایی و ریشه پنج ژنوتیپ گندم

میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارد.

Fig. 4. Concentration of P in shoots and roots of 5 genotypes of wheat

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level using LSD

جدول ٤- نتایج تجزیه آماری تراکم عناصر در ریشه و بخش هوایی بین ژنوتیپ‌ها و بین سطوح متفاوت شوری

Table 4. Results of statistic analysis of ion concentration in shoot and root between genotypes and salinity levels

	غلظت‌های کلرید سدیم NaCl concentration (mM)					
Mineral	0	25	50	75	100	150
Shoot Na^+	2.51a	16.85b	18.38b	21.72c	25.05d	26.95a
Root Na^+	5.71a	42.45b	48.09c	59.94d	64.41e	80.52a
Shoot K^+	68.75a	58.48b	53.62c	44.17d	37.68e	33.36e
Root K^+	58.35a	49.43b	46.87b	41.74c	35.66d	24.58e
Shoot P	3.55a	2.92b	2.82b	2.60c	2.52c	2.29d
Root P	2.09a	2.12a	2.11a	2.03a	2.09a	1.80b
Shoot Cl^-	14.65a	26.94b	35.45c	40.65d	55.30b	60.50a
Root Cl^-	12.76a	21.51b	26.47c	31.67d	36.16b	41.59a

	Genotypes ژنوتیپ‌ها				
Mineral	Opata/Bow	Pgo/Seri	Zagros	Tajan	Rayon
Shoot Na^+	18.56ab	17.27b	19.37a	18.92ab	18.77ab
Root Na^+	46.39b	51.05a	50.11a	50.58a	52.80a
Shoot K^+	49.79abc	52.61a	47.09bc	46.53c	50.34ab
Root K^+	42.70b	47.32a	36.29d	38.09c	49.46a
Shoot P	2.88a	2.80a	2.72a	2.73a	2.78a
Root P	2.12a	2.08a	1.92a	2.02ab	2.06b
Shoot Cl^-	41.75b	30.13e	38.80c	35.06d	48.84a
Root Cl^-	29.54ab	26.39bc	24.62c	28.75ab	32.50a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف در سطح احتمال ۵٪ با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means within rows followed by the same letters are not significantly different at the 5% level probability using LSD.

یون سدیم را جذب و انباشت نموده است. این نتایج نشان می‌دهد که ژنوتیپ Opta/Bow با وجود غلظت نسبی زیاد یون سدیم وکلر در بخش هوای تحمل به شوری بالایی دارد. این ژنوتیپ توانایی خوبی برای کشت در زمین‌های شور دارد، آزمایش‌های بیشتر در شرایط مزرعه لازم است.

منابع مورد استفاده References

پوستینی،ک. ۱۳۷٤. واکنش‌های فیزیولوژیکی دو رقم گندم نسبت به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی ایران، ٦۳-٥۷: ۲٦(۲).

کافی، م. و و.س. استیوارت. ۱۳۷۷. اثرات شوری و تجمع کاتیون‌ها در اندام‌های هوایی و ریشه ارقام گندم متحمل و حساس به شوری. مجله علوم زراعی ایران، ۲۰-۹:(۲)۱.

Abdolzadeh, A., S. Kazuto and K.Chiba. 1998. Effect of salinity on growth and ion content in *Lolium multiflorum*, L. perenne and *Festuca arundinacea.* J. Jap. Soc. Reveget. Tech., **23** (3): 161-169.

Allen, G. J., R. G. Wyn Jones and R. A. Leigh. 1995. Sodium trransport measured in plasma membrane vesicles isolated from wheat genotypes with differing K^+/Na^+ discrimination traits. Plant Cell and Environment, **18**: 105-115.

Greenwey, H. and R. Munns. 1980. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. Ann.Rev. Plant Physiol., **31**: 149-190.

Kingsbury, R. W. 1986. Salt sensitivity in wheat. Plant Physiol. **80**: 651- 654.

Kingsbury, R. W., E. Epstein and R. W. Pearey. 1984. Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. Plant Physiol., **74**: 417-423.

Lacan, D. and M. Durand. 1996. Na^+-K^+ exchange at the xylem /symplast boundary. Plant Physiol., **110**: 705-711.

Manchandar H. R., S. K. Sharma, D. K. Sharma, and D. K. Bhandari. 1982. Response of barley and wheat to phosphorus in the presence of chloride and sulphate salinity. Plant and Soil, **66**: 233-241.

Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press London.

Martin, P. K. and R. M. D. Koebner. 1995. Sodium and chloride ions contribute synergistically to salt toxicity in wheat. Biologia Plantarum, **37** (2): 265-274.

Mass, E. V. and J. A. Poss. 1989. Salt sensitivity of wheat at various growth stages. Irrig. Sci., **10**: 29-40.

Pessaraki, M., T. C. Tucker and K. Nakabaayshi. 1991. Growth response of barley and wheat to salt stress. J. of Plant Nut., **14** (4): 331-340.

Stas, M., F. J. M. Maathuis, J. T. M. Elzenga, J. M. Cverbeek and H. B. A. Prins. 1991. Na^+/H^+ antiport activity in tonoplast from roots of the salt-sensitive *Plontago media*. Physiolgia Plantarum, **82**: 179-184.