جهت تهیه فایل WORD 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 کشاورزی و منابع طبیعی
سال دوازدهم ـ شماره سوم ـ مرداد- شهریور ۱۳۸٤
www.magiran.com/jasnr

بررسی تحمل به تنش شوری ژنوتیپ‌های گندم دوروم حاصل از دو روش گزینش کشت درون شیشه‌ای و مزرعه‌ای در مرحله گیاهچه

سعدا... هوشمند[1]، احمد ارزانی[2] و سیدعلی‌محمد میرمحمدی میبدی[2]
[1]استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، [2]دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت:۸۳/۱/۲٤ ؛ تاریخ پذیرش:۸۳/۱۲/۲۲

چکیده

برمبنای نتایج دو آزمایش ارزیابی درون‌شیشه‌ای و مزرعه‌ای، هشت ژنوتیپ گندم دوروم [*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.] شامل سه ژنوتیپ متحمل و یک ژنوتیپ حساس از هر آزمایش انتخاب و در این بررسی استفاده شد. واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به شوری طی دو دوره ۱۰ و ۲۰ روزه در مرحله گیاهچه‌ای با اعمال سه سطح شوری شامل شاهد ۰، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول نمک طعام در لیتر در سال ۱۳۸۰ در دانشگاه صنعتی اصفهان بررسی گردید. میزان تولید ماده خشک در بوته، سرعت رشد نسبی، میزان آب نسبی، میزان تجمع سدیم، پتاسیم و نسبت K^+/Na^+ در اندام هوایی گیاه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تولید ماده خشک بوته در هر دو دوره ۱۰ و ۲۰ روزه تنش به‌طور معنی‌داری ($P<0/01$) تحت تأثیر ژنوتیپ و سطوح شوری قرار دارد و افزایش سطوح شوری باعث کاهش تولید ماده خشک در گیاه می‌گردد. سرعت رشد نسبی گیاه و همچنین میزان آب نسبی در ژنوتیپ‌ها با نسبت‌های متفاوت تحت تأثیر سطوح شوری کاهش یافت. افزایش سطوح شوری طی دو دوره تنش شوری باعث افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم و نسبت K^+/Na^+ در ژنوتیپ‌های مورد بررسی گردید. بعد از ۲۰ روز و در تیمار ۱۵۰ میلی‌مول نمک، میانگین ماده خشک ژنوتیپ‌های متحمل کشت درون‌شیشه‌ای (۹۷/۲ میلی‌گرم در بوته) بطور معنی‌داری بیش از میانگین ژنوتیپ‌های متحمل مزرعه‌ای (۸۵/٦ میلی‌گرم در بوته) بود. ژنوتیپ‌های دیپر- ٦ و پریون – ۱ (متحمل کشت درون‌شیشه‌ای)، با داشتن غلظت کمتر سدیم، نسبت بالاتر K^+/Na^+ و همچنین سرعت رشد نسبی بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تحمل بیشتری را نسبت به غلظت‌های بالای شوری نشان دادند. بطورکلی نتایج حاصل نشان داد که ژنوتیپ‌های انتخابی از روش کشت درون‌شیشه‌ای گندم دوروم، در مرحله گیاهچه‌ای نیز نمود مطلوبی داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، تحمل به شوری، نسبت K^+/Na^+، ماده خشک و سرعت رشد نسبی

مقدمه

افزایش شوری در محیط ریشه گیاه باعث کاهش جذب آب و کاهش پتانسیل سلول می‌گردد که از تکثیر سلول و در نتیجه رشد گیاه جلوگیری می‌نماید (اشرف، ۱۹۹٤). به‌علاوه، سمیت احتمالی ناشی از تجمع بیش از حد یون‌ها، به‌ویژه سدیم در اندام‌های گیاهی، کاهش تولید ماده خشک گیاه را به دنبال خواهد داشت (فلاور و یو، ۱۹۹۵؛ شانن، ۱۹۹۷). گزارش‌های متعددی (ماس و پوس، ۱۹۸۱؛ منگوزو و همکاران، ۲۰۰۰؛ سینگ و سینگ، ۲۰۰۰

جهت تهیه فایل WORD 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

و هوشمند و همکاران، ۲۰۰۱) دال بر کاهش تولید ماده خشک گیاه ناشی از تنش شوری در گندم وجود دارد که برخی از آنان استفاده از تولید ماده خشک گیاه در محیط شور را به‌عنوان یکی از معیارهای تحمل به شوری ژنوتیپ‌ها توصیه نموده‌اند. از دیگر واکنش‌های گیاه در مقابل شوری افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم در بافت گیاهی می‌باشد، در حالی که K^+ نقش کلیدی در فرآیندهای فیزیولوژیکی ایفا می‌نماید (اسکرودر و همکاران، ۱۹۹٤؛ سانتاماریا و اپستن، ۲۰۰۱)، Na^+ به‌عنوان یک کاتیون ضروری در گیاهان C_3 غیرنمک دوست شناخته نشده است (اپستین، ۱۹۷۲). در گندم تحمل به شوری با سرعت کم انتقال Na^+ و انتخاب‌گری K^+ نسبت به Na^+ مرتبط است و گزارش‌های حاکی از غلظت کمتر سدیم و نسبت بالاتر K^+/Na^+ در ژنوتیپ‌های متحمل نسبت به ژنوتیپ‌های حساس می‌باشد (کافی و استورات، ۱۳۷۷؛ مانز و همکاران، ۲۰۰۰).

از روش کشت درون‌شیشه‌ای به‌عنوان روشی جهت ایجاد تنوع ژنتیکی (موهان، ۲۰۰۱)، بررسی فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی ناشی از شوری در مرحله سلولی و همچنین ارزیابی تحمل به شوری و یا گزینش ژنوتیپ‌های متحمل (ارزانی و میراجاق، ۱۹۹۹؛ برکت و عبداللطیف، ۱۹۹٦ و کارادیمورا و دامبورا، ۱۹۹۳) استفاده گردیده است، اما در زمینه واکنش ژنوتیپ‌های مطرح شده توسط این روش، در سایر مراحل رشد گیاه نسبت به شوری اطلاعات کمی در دسترس می‌باشد. این در حالی است که این فرضیه وجود دارد مطالعات کشت درون‌شیشه‌ای بیشتر برمبنای واکنش سلولی است، و ممکن است تفاوت مشاهده شده بین ژنوتیپ‌ها در این مرحله با سایر مراحل رشد گیاه مطابقت نداشته باشد. در آزمایش‌های قبل (فیضی، ۱۳۷۷؛ ارزانی و میراجاق، ۱۹۹۹) ژرم‌پلاسم دریافتی از مرکز بین‌المللی اصلاح ذرت و گندم (سیمیت) و ژنوتیپ‌های ایرانی گندم دوروم طی دو سال در مزرعه تحت تنش شوری از لحاظ عملکرد دانه و در دامنه‌ای محدودتر این ژنوتیپ‌ها در کشت درون‌شیشه‌ای از لحاظ میزان رشد نسبی و میزان نکروزه شدن کالوس ژنوتیپ‌ها در سطوح شوری متفاوت بررسی و ژنوتیپ‌های حساس و متحمل به شوری هر یک از روش‌ها تعیین شدند. در این بررسی با ارزیابی ژنوتیپ‌های منتخب از این دو شیوه، به مطالعه تحمل به شوری گندم دوروم در مرحله گیاهچه‌ای و همچنین به مقایسه این دو شیوه انتخاب پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

هشت ژنوتیپ گندم دوروم که برمبنای نتایج ارزیابی‌های تحمل به شوری ژرم‌پلاسم گندم دوروم در کشت مزرعه‌ای (فیضی، ۱۳۷۷) و کشت درون‌شیشه‌ای (ارزانی و میراجاق، ۱۹۹۹) انتخاب شده و در این بررسی استفاده شد. از مطالعه کشت درون‌شیشه‌ای برمبنای کالوس‌زایی در محیط تنش شوری سه ژنوتیپ متحمل پریون –۱، دیپر– ٦ و پی– ای ٤۰۱۰۰ و ژنوتیپ حساس ماسارا – ۱ انتخاب شدند. از آزمایش مزرعه‌ای (فیضی، ۱۳۷۷) براساس میانگین عملکرد دانه در واحد سطح در طی دو سال، ژنوتیپ‌های سرن/واس، آجایا/ هورا/ جرو/۳/گان (آجایا/.../گان) و پی– ای ٤۰۰۹۸ به‌عنوان متحمل و ژنوتیپ لوند– ٦ به‌عنوان حساس به شوری استفاده شدند.

این بررسی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۸۰ و به‌صورت آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ژنوتیپ‌های مذکور به‌عنوان فاکتور اول و سه سطح شوری شامل شاهد (بدون شوری)، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول نمک طعام در محلول غذایی به‌عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شدند. بذور با هیپوکلرید سدیم ٥ درصد ضدعفونی و در پتری‌دیش جوانه‌دار گردید. پنج روز بعد از جوانه‌زنی ۸ گیاهچه به‌محیط کشت هیدروپونیک به‌عنوان واحد آزمایشی، حاوی ٥۰ درصد غلظت محلول هاگلند منتقل شدند و پس از سه روز محلول غذایی با محلول کامل

جهت تهیه فایل WORD 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

هاگلند تعویض شد. طی آزمایش، محلول غذایی توسط پمپ هوا هوادهی شد، و هر ۵ روز یک بار با محلول غذایی تازه جایگزین گردید.

تیمار شوری ۲۲ روز پس از جوانه‌زنی اعمال گردید. معادل ۲۵ میلی‌مول نمک طعام طی دو بار در روز به محلول غذایی اضافه شد تا غلظت نهایی به ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول نمک طعام رسید. از هر واحد آزمایشی ۱۰ و ۲۰ روز بعد از اعمال تیمار شوری ٤ بوته برداشت گردید. وزن تر و خشک بوته اندازه‌گیری شد. سرعت رشد نسبی ژنوتیپ‌ها بر مبنای مقایسه ماده خشک تولیدی در ۱۰ و ۲۰ روز بعد از اعمال شوری و براساس فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{سرعت رشد نسبی} = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$$

که در این فرمول $\ln W_1$ و $\ln W_2$ به‌ترتیب لگاریتم ماده خشک تولیدی در دوره اول و دوم تنش شوری و t_1 و t_2 به‌ترتیب تعداد روز از شروع تنش تا زمان یادداشت‌برداری در دوره اول و دوم تنش شوری می‌باشند.

محتوی نسبی آب اندام هوایی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{محتوی نسبی آب اندام هوایی (٪)} = [(FW-DW)/FW)] \times ۱۰۰$$

که در این فرمول FW و DW به‌ترتیب وزن تازه و وزن خشک اندام هوایی گیاه می‌باشد.

به‌منظور اندازه‌گیری K^+ و Na^+ در اندام‌های هوایی، ۱۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از هر نمونه به‌مدت سه ساعت در کوره ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرارداده شد. یون‌های غیرآلی خاکستر نمونه‌ها با ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک یک مولار استخراج گردیدند. پس از گذراندن محلول به‌دست آمده از کاغذ صافی واتمن و رقیق نمودن محلول به میزان ۱۰ بار، غلظت Na^+ و K^+ با استفاده از دستگاه فتومتر شعله‌ای کورنینگ- ٤١٠ اندازه‌گیری گردیدند.

تجزیه واریانس داده‌ها براساس آزمایش فاکتوریل و با طرح پایه کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای SAS انجام گرفت. برای مقایسه‌های گروهی ژنوتیپ‌ها از مقایسه‌های متعامد (ارتوگونال) استفاده شد. همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی نیز محاسبه گردید.

نتایج

رشد گیاه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر تأثیر بسیار معنی‌دار سطوح شوری بر ماده خشک تولیدی، میزان آب نسبی بعد از ۱۰ و ۲۰ روز تنش شوری و سرعت رشد نسبی طی دوره اعمال تنش بود (جدول ۱). طی هر دو دوره شوری (۱۰ و ۲۰ روز) ژنوتیپ‌ها بطور بسیار معنی‌داری از لحاظ این صفات با هم متفاوت بودند. ضمن اینکه اثر متقابل سطوح شوری و ژنوتیپ برای این ویژگی‌ها معنی‌دار نبود.

افزایش سطوح شوری طی ۱۰ روز اعمال تنش تنها کاهش معنی‌داری را در ماده خشک تولیدی پریون- ۱ و پی- ای ٤٠١٠٠ (ژنوتیپ‌های متحمل کشت درون‌شیشه‌ای) در سطح ۷۵ میلی‌مول نمک و ماسارا - ۱ (ژنوتیپ حساس کشت درون‌شیشه‌ای) در سطوح ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول نسبت به شاهد ایجاد نمود (جدول ۲). مقایسه متعامد میانگین ماده خشک گروه متحمل درون‌شیشه‌ای در مقابل متحمل کشت مزرعه طی ۱۰ روز تنش بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین این دو گروه در هر سطح شوری بود. در ۲۰ روز تنش شوری، با افزایش سطوح شوری، ماده خشک در گیاه به شدت کاهش نشان داد بنحوی که به جز دیپر- ٦ و لوند- ٦ در سطح ۷۵ میلی‌مول و آجایا / .../ گان و پی- ای ٤٠١٠٠ در سطح ۱۵۰ میلی‌مول، در سایر موارد با افزایش سطوح شوری، ماده خشک کلیه ژنوتیپ‌ها کاهش معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). در این دوره، در سطوح شوری ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول ماده خشک تولیدی ژنوتیپ‌های متحمل کشت درون‌شیشه‌ای بطور معنی‌داری ($P < ۰/۰۱$) بیش از ژنوتیپ‌های متحمل کشت مزرعه‌ای بود (جدول ۲). از طرف دیگر کاهش شدید ماده خشک در ماسارا- ۱ (حساس کشت درون‌شیشه‌ای) طی هر دو دوره تنش ۱۰ و ۲۰ روزه در تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول نمک باعث

جدول ۱- تجزیه واریانس ماده خشک تولیدی (میلی‌گرم) و میزان آب نسبی (درصد) گیاه طی دو دوره شوری و سرعت رشد نسبی میلی‌گرم بر میلی‌گرم در ۱۰ روز) در هشت ژنوتیپ گندم دوروم.

منابع تغییر	df	ماده خشک گیاه		میزان آب نسبی		سرعت رشد نسبی
		۱۰ روز اعمال شوری	۲۰ روز اعمال شوری	۱۰ روز اعمال شوری	۲۰ روز اعمال شوری	
شوری	۲	۲۵۹/٤**	٦١٠٦/٦***	۰/۰۰۵***	۰/۳۵***	۰/۰٤۱**
ژنوتیپ	۷	۲۸۳/٦***	۱۵۹۳/۹***	۰/۰۰۰۷***	۰/۰۱۳**	۰/۰۳۸**
متحمل درون شیشه‌ای در مقابل متحمل مزرعه[1]	۱	۷/۸۵ ns	۱۸۰۸/٤**	۰/۰ ns	۰/۰۰۷*	۰/۰۳۱**
حساس درون شیشه‌ای در مقابل حساس مزرعه	۱	۵۲۸/۱**	۲۲۲۲/۲**	۰/۰۰۷۱ ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰۱٦*
شوری × ژنوتیپ	۱٤	٤۳/٦ ns	۱۷۰/۰ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰٦ ns
خطا	٤۸	۱۷/۳۲	۳٦/۷۵	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۱	۰/۰۰٤

۱- مقایسه‌ها به صورت متعامد انجام و مقایسه‌های موردنظر در این جدول آورده شده‌اند.

جدول ۲- میانگین ماده خشک بوته (میلی‌گرم) طی ۱۰ و ۲۰ روز تنش شوری (NaCl) در هشت ژنوتیپ گندم دوروم.

ژنوتیپ	۱۰ روز اعمال NaCl				۲۰ روز اعمال NaCl			
	شاهد	۷۵ میلی‌مول	۱۵۰ میلی‌مول	میانگین[1]	شاهد	۷۵ میلی‌مول	۱۵۰ میلی‌مول	میانگین[1]
پریون-۱	۷۳/۳۳	۵۹/۱۷	٦۳/۸۳	٦۵/۲۷	۱۲٦/٦۷	۱۰۹/۱۷	۹۲/۵۰	۱۰۹/٤٤
دیپر-٦	٦۹/۱٦	٦۷/۵۰	٦۸/۳۳	٦۸/۳۳	۱۰٦/٦۷	۱۰۵/۰۰	۹۰/۰۰	۱۰۰/۵٦
پی-ای-٤۰۱۰۰	٦۲/۵۰	۵۰/۲۵	۵۳/۳۳	۵۵/۲۸	۹۱/٦۷	۸۰/۰۰	۷۳/۳۳	۸۱/٦۷
ماسارا-۱	٦۰/۸۳	۵۰/۰۰	٤۷/۵۰	۵۲/۷۸	۹۲/۵۰	٦۱/٦۷	۳۹/۱۷	٦٤/٤٤
سرن/واس	٦٤/۱۷	۵۹/۱۷	٦۳/۳۳	٦۲/۲۲	۹۹/۵۲	۸٦/٦٦	٦۵/۸۳	۸۳/۳۳
پی-ای-٤۰۰۹۸	۵۵/۰۰	۵۵/۸۳	۵۷/۵۰	۵٦/۱۱	۱۰٦/۲۹	۸٦/٦۷	٦۱/٦۷	۸۸/۰٦
آجایا/.../۳/گان	۷۰/۰۵	۷۰/۰۰	٦۵/۰۸	٦۸/۳۸	۱۰۵/۰۰	۷۵/۸۳	۷۵/۸۳	۸۵/۵٦
لوند-٦	٦٦/٦۷	٦۰/۰۵	٦٤/۱٦	٦۳/۱۱	۹۹/۱۷	۹۰/۰۰	۷۰/۸۳	۸٦/٦۷
میانگین گروه۱*	٦۸/۳۳	۵۸/۹۷	٦۱/٦۷	٦۲/۹٦	۱۰۸/۳۳	۹۸/۰٦	۸۵/۲۸	۹۷/۲۲
میانگین گروه ۲	٦۳/۰٦	٦۱/٦۵	٦۱/۹۷	٦۲/۲۳	۱۰۳/۱۱	۸۳/٦۷	٦۷/۷۸	۸۵/٦٤

۱:میانگین روی۳ تکرار و ۳ سطح شوری انجام گردیده است و LSD(٪۵) برای ۱۰ و ۲۰ روز تنش به‌ترتیب برابر ٦/۸۳و ۹/۹۵ می‌باشد.

*: میانگین گروه ۱ و ۲ به ترتیب میانگین ژنوتیپ‌های متحمل روش درون شیشه‌ای و مزرعه می باشند.

LSD(٪۵) برای مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در درون و بین سطوح شوری در ۱۰ و ۲۰ روز تنش به‌ترتیب برابر ٤/٤٤ و۵/۷٤ می‌باشد.

گردید ماده خشک این ژنوتیپ بطور معنی‌داری از ماده خشک لوند- ٦ (حساس کشت مزرعه) کمتر باشد.

مقایسه میانگین ماده خشک تولیدی ژنوتیپ‌ها در دو دوره ۱۰ و ۲۰ روزه تنش شوری، نشان‌دهنده روند متفاوت در افزایش ماده خشک ژنوتیپ‌ها طی دوره شوری است (جدول ۲). در ۱۰ روز بعد از اعمال شوری آجایا/.../گان و دیپر- ٦ بطور میانگین بیشترین ماده خشک را تولید نمودند، اما در ۲۰ روز بعد از اعمال شوری، میانگین ماده خشک پریون – ۱ و دیپر- ٦ به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. وجود ژنوتیپ‌های برتر متفاوت در ۱۰ و ۲۰ روز بعد از تیمارشوری، بیانگر سرعت رشد نسبی متفاوت این ژنوتیپ‌ها در طی دوره شوری است (جدول ۳)، هرچند در تیمار شاهد ژنوتیپ پی- ای ٤۰۰۹۸ بیشترین سرعت رشد نسبی را داشت اما در تیمارهای شوری ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول پریون – ۱ سرعت رشد نسبی بالاتری نسبت به

سایر ژنوتیپ‌ها نشان داد. تیمار ۱۵۰ میلی‌مول باعث کاهش بسیار معنی‌دار ($P < ۰/۰۱$) در سرعت رشد نسبی همه ژنوتیپ‌ها گردید و رشد ماسارا -۱ در این سطح شوری متوقف گردید. مقایسه سرعت رشد نسبی ژنوتیپ‌های متحمل دو گروه نشان می‌دهد که هرچند میزان سرعت رشد نسبی این دو گروه در تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری ندارند اما میزان رشد برتر گروه متحمل انتخابی از روش کشت درون‌شیشه‌ای در دو سطح شوری ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول باعث گردیده است. میانگین سرعت رشد نسبی این گروه به‌ترتیب ۱/۵۵ و ۳/۵۶ برابر میانگین سرعت رشد نسبی گروه متحمل انتخابی از کشت مزرعه می‌باشد.

میزان آب نسبی ژنوتیپ‌ها در هر دو دوره ۱۰ و ۲۰ روزه تنش، با افزایش غلظت نمک روند کاهشی نشان داد (جدول ۳) که این کاهش در اغلب ژنوتیپ‌ها در تیمار ۱۵۰ میلی‌مول نسبت به شاهد معنی‌دار بود. افزایش طول دوره تنش از ۱۰ به ۲۰ روز نیز کاهش میزان آب نسبی را در گیاه به دنبال داشت و میانگین میزان آب نسبی ژنوتیپ‌ها از ۸۵/٤ به ۸۱/۵ درصد رسید. بیشترین کاهش میزان آب نسبی نسبت به شاهد طی دو دوره تنش مربوط به ماسارا -۱ به میزان ۱۱/۵ درصد و در ۲۰ روز تنش و ۱۵۰ میلی‌مول نمک بود. مقایسه متعامد میزان آب نسبی میانگین ژنوتیپ‌های متحمل دو گروه کشت درون‌شیشه‌ای و مزرعه برای تیمارهای مختلف شوری نشان داد که تنها در ۲۰ روز تنش و ۱۵۰تیمار میلی‌مول نمک، گروه اول بطور معنی‌داری دارای میزان آب نسبی بیشتری در گیاه نسبت به گروه دوم هستند.

جدول ۳- میانگین سرعت رشد نسبی بوته (میلی‌گرم بر میلی‌مول در ده روز) طی دوره شوری و میزان آب نسبی بوته در ۱۰ و ۲۰ روز اعمال تنش شوری (NaCl) در هشت ژنوتیپ گندم دوروم.

ژنوتیپ	سرعت رشد نسبی			میزان آب نسبی بوته (٪)					
				۱۰ روز اعمال NaCl			۲۰ روز اعمال NaCl		
	شاهد	۷۵ میلی‌مول	۱۵۰ میلی‌مول	شاهد	۷۵ میلی‌مول	۱۵۰ میلی‌مول	شاهد	۷۵ میلی‌مول	۱۵۰ میلی‌مول
پریون-۱	۰/۵۵	۰/٦۱	۰/۳۷	۸۷/۹۳	۸۳/۷٦	۸٤/۲۳	۸٦/۲۱	۸۰/۱۷	۸۰/۷۷
دیپر-٦	۰/٤۳	۰/٤٤	۰/۲۸	۸۷/۱۱	۸۵/۲۹	۸۲/۷۹	۸۵/٦۸	۸۳/٦۵	۸۱/٦۲
پی-ای-٤۰۱۰۰	۰/۳۸	۰/٤۷	۰/۳۲	۸۹/٦۵	۸٦/۵٦	۸۵/٤۲	۸٤/٦۲	۸۲/٤۱	۸۰/۱۳
ماسارا-۱	۰/٤۲	۰/۲۱	۰/۰۰	۸۷/۹۸	۸۷/۵۹	۸٤/۲۷	۸٤/٦۰	۸۰/۸٤	۷۳/۱۵
سرن/واس	۰/٤٤	۰/۳۸	۰/۰٤	۸۵/۷۵	۸۵/۰٤	۸۳/۸۷	۸۲/۰٦	۸۱/۷۸	۷۲/۰۸
پی-ای-٤۰۰۹۸	۰/٦٦	۰/٤٤	۰/۰۷	۸۷/۹۸	۸۵/۳٤	۸٤/۷٤	۸۷/۲۹	۸۲/۲۷	۷٦/۰۲
آجایا/.../۳/گان	۰/٤۰	۰/۱۸	۰/۱۵	۸۷/٤۵	۸۵/۱۸	۸۵/٦۸	۸۵/۷۳	۸۰/۱۹	۷۷/۹٦
لوند-٦	۰/٤۰	۰/٤۰	۰/۱۰	۸٦/٦۵	۸۵/۳۹	۸٤/٤۳	۸۲/٤۵	۸۲/۷۸	۸۰/٤۲
میانگین	۰/٤٦	۰/۳۸	۰/۱۷	۸۷/۵٦	۸٤/۲۹	۸٤/٤۷	۸٤/۸۳	۸۱/۷٦	۷۷/۷۷
میانگین گروه ۱*	۰/٤٦	۰/۵۱	۰/۳۲	۸۸/۲۸	۸۵/۲۰	۸٤/۱۵	۸۵/۵۰	۸۲/۰۸	۸۰/۸٤
میانگین گروه ۲	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۰۹	۸۷/۰٦	۸۵/۱۹	۸٤/۷٦	۸۵/۰۳	۸۱/٤۱	۷۵/۳۵

☛ : میانگین گروه ۱ و ۲ به‌ترتیب میانگین ژنوتیپ‌های متحمل روش درون‌شیشه‌ای و مزرعه می‌باشند.

LSD (٪۵) برای مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در درون و بین سطوح شوری سرعت رشد نسبی برابر ۰/۱۰ می‌باشد.

LSD (٪۵) برای مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در درون و بین سطوح شوری میزان آب نسبی بوته در ۱۰ و ۲۰ روز به‌ترتیب برابر ۲/۲٦ و ۳/۰۸ می‌باشد.

غلظت Na^+ و نسبت K^+/Na^+: بعد از ۱۰ روز اعمال شوری غلظت سدیم اندام هوایی دیپر- ٦ در سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌داری نداشت ولی در سایر ژنوتیپ‌ها حداقل در یکی از سطوح ۷۵ و یا ۱۵۰

جدول ٤ - اثر سطوح مختلف شوری بر غلظت سدیم، (Na^+) اندام هوایی(برحسب میلی مول در گرم ماده خشک) در ۱۰ و ۲۰روز بعد از تنش شوری در هشت رقم گندم دوروم.

ژنوتیپ	۱۰ روز اعمال NaCl			۲۰ روز اعمال NaCl		
	شاهد	۷۵ میلی‌مول	۱۵۰ میلی‌مول	شاهد	۷۵ میلی‌مول	۱۵۰ میلی‌مول
پریون-۱	۰/۹۸	۱/۳۷	۱/٦۷	۰/۵۹	۰/۷۹	۱/۱۱
دیپر-٦	۱/۳۰	۱/۲۱	۱/٤۱	۰/٦۸	۰/۸۰	۱/۰٦
پی-ای-٤۰۱۰۰	۰/۹٦	۱/٤۲	۱/٦۹	۰/۷۸	۱/۱۱	۱/۲۹
ماسارا-۱	۱/۲۳	۲/۰۳	۲/۰۰	۰/٦۸	۱/۵۳	۲/٦۱
سرن/واس	۱/۰۷	۱/٤۹	۱/٤۸	۰/۹٤	۰/۹۱	۱/۳۹
پی-ای-٤۰۰۹۸	۱/۲٤	۱/۳٦	۱/٦۰	۰/٦۰	۱/۰۱	۱/٦۵
آجایا/هورا/جرو/۳/گان	۰/۸۹	۱/۳٤	۱/۳٦	۰/۵۸	۱/۲۰	۱/۱٦
لوند-٦	۱/۰۵	۱/۲۵	۱/٤۵	۰/۷٦	۱/۰٤	۱/۳۸
میانگین گروه۱*	۱/۰۸	۱/۳۳	۱/۵۹	۰/٦۸	۰/۹۰	۱/۱۵
میانگین گروه ۲	۱/۰۷	۱/٤۰	۱/٤۸	۰/۷۱	۱/۰٤	۱/٤۰

* : میانگین گروه ۱ و۲ به‌ترتیب میانگین ژنوتیپ‌های متحمل روش درون‌شیشه‌ای و مزرعه می‌باشند.

LSD (٪۵) برای مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در درون و بین سطوح شوری غلظت سدیم اندام هوایی در ۱۰ و ۲۰ روز تنش به‌ترتیب برابر ۰/۲۳ و ۰/۱۸ می‌باشد.

میلی‌مول نمک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری در غلظت سدیم اندام هوایی مشاهده شد (جدول ٤). بعد از ۲۰ روز تنش به جز ژنوتیپ‌های دیپر - ٦ و سرن / واس در سطح ۷۵ میلی‌مول نسبت به شاهد، و همچنین آجایا / .../ گان و پی- ای ٤۰۱۰۰ در سطح ۱۵۰ میلی‌مول نسبت به سطح ۷۵ میلی‌مول در سایر موارد با افزایش هر سطح شوری تجمع سدیم در اندام هوایی ژنوتیپ‌ها بطور معنی‌داری افزوده شد. در هر دو دوره از تنش شوری بیشترین تجمع سدیم در اندام هوایی در سطوح شوری ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مول نسبت به شاهد مربوط به ماسارا-۱ بود که بطور معنی‌داری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بیشتر بود.

غلظت سدیم اندام هوایی ژنوتیپ‌ها در۲۰ روز نسبت به ۱۰ روز تنش کاهش یافت. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های متحمل دو گروه بیانگر آن است که میانگین غلظت سدیم اندام هوایی ژنوتیپ‌های متحمل کشت درون‌شیشه‌ای تنها در ۱۵۰ میلی‌مول به‌طور معنی‌داری کمتر از میانگین گروه کشت مزرعه‌ای بوده است.

به دنبال افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم (داده‌ها نشان داده نشده است)، نسبت K^+/Na^+ در اندام هوایی تمام ژنوتیپ‌ها در ۱۰ روز بعد از اعمال شوری کاهش نشان داد (جدول ۵). این کاهش به جز در مورد دیپر- ٦ در تیمار ۷۵ میلی‌مول سایر موارد معنی‌دار بود. با افزایش دوره شوری به ۲۰ روز کاهش نسبت K^+/Na^+ در اندام هوایی ژنوتیپ‌ها ادامه یافت. در این دوره شدت کاهش در سطح ۷۵ میلی‌مول نسبت به ۱۰ روز شدیدتر بود. ضمن اینکه دیپر- ٦ و ماسارا- ۱ به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار نسبت K^+/Na^+ را در هر دو سطح شوری ۷۵ و ۱۵۰ نشان دادند. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های متحمل دو گروه برای این ویژگی نشان داد که میانگین نسبت K^+/Na^+ ژنوتیپ‌های متحمل کشت درون شیشه‌ای تنها در ۲۰ روز تنش و تیمار ۱۵۰ میلی‌مول بطور معنی‌داری بیش از میانگین گروه کشت مزرعه‌ای بوده است.

ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی نشان داد (جدول ٦) که در هر دو دوره شوری همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین ماده خشک تولیدی با غلظت K^+

و نسبت K^+/Na^+ وجود دارد. هرچند همبستگی غلظت سدیم و تولید ماده خشک در هر دو دوره منفی بود، اما این ارتباط تنها در ۲۰ روز بعد از تنش معنی‌دار گردید.

همبستگی بین ماده خشک تولیدی و سرعت رشد نسبی مثبت و در ۲۰ روز بعد از تنش بسیار معنی‌دار بود. میزان آب نسبی با میزان Na^+ ارتباط منفی و معنی‌داری را در دو دوره شوری نشان داد، ضمن اینکه همبستگی این ویژگی با غلظت K^+ و K^+/Na^+ مثبت و معنی‌دار بود.

بحث

تولید ماده خشک هشت ژنوتیپ مورد بررسی با افزایش میزان و طول دوره تنش کاهش نشان داد. این کاهش ممکن است ناشی از هزینه انرژی متابولیک مربوط به سازگاری به شرایط تنش، کاهش نرخ فتوسنتز در واحد سطح برگ، کاهش جذب کربن، صدمه به بافت‌ها و رسیدن به حداکثر غلظت نمکی باشد که گیاه آن را تحمل می‌نماید (اشرف، ۱۹۹٤؛ منگوزو و همکاران،۲۰۰۰؛ شانن، ۱۹۹۷). عدم یکنواختی در کاهش ماده خشک بیانگر آستانه‌های تحمل متفاوت از لحاظ میزان و مدت تنش در ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد (اشرف، ۱۹۹٤). بنظر می‌رسد وجود مکانیزمی از طریق کنترل غلظت یون سدیم، پتاسیم و نسبت آنها در ژنوتیپ‌هایی همانند دیپر – ٦، و گروه انتخابی از کشت‌مزرعه‌ای باعث تحمل نسبی بالاتر آنها می‌گردد و باعث می‌شود در ماده خشک آنها در ده روز تنش کاهش معنی‌داری رخ ندهد (جدول ۲). با افزایش دوره شوری به ۲۰ روز، به جز دیپر – ٦ و سرن / واس، تا سطح ۷۵ میلی‌مول در سایر موارد این مکانیزم کارایی خود را از دست داده، و کاهش معنی‌دار ماده خشک تولیدی را به دنبال دارد. از طرف دیگر عدم کاهش معنی‌دار در ماده خشک برخی ژنوتیپ‌ها همچون آجایا / .../ گان از ۷۵ به ۱۵۰ میلی‌مول احتمالاً ناشی از مکانیزمی است که نمک را تا آستانه خاصی جذب می‌کند و سپس از جذب آن ممانعت به‌عمل می‌آورد. همچنین عدم چنین مکانیزمی در ماسارا – ۱ باعث می‌شود طی ده روز تنش و ۷۵ میلی‌مول بیشترین تجمع سدیم را نشان دهد و کاهش معنی‌داری در تولید ماده خشک آن شود و در ۱۵۰ میلی‌مول رشد آن متوقف شود. گزارش‌های متعددی مبنی بر کاهش ماده خشک تولیدی در اثر تنش شوری وجود دارد (ماس و پوس، ۱۹۸۱؛ ریچاردز، ۱۹۸۳؛ ریچاردز و همکاران، ۱۹۸۷ و راسون و همکاران، ۱۹۸۸). منگوزو و همکاران (۲۰۰۰) کاهش فشار اسمزی و کاهش فشار آب ناشی از تنش شوری در گندم دوروم از عوامل کاهش تولید ماده خشک ذکر نموده‌اند.

سرعت رشد نسبی ژنوتیپ‌ها به‌ویژه در تیمار ۱۵۰ میلی‌مول در اثر شوری کاهش یافت، بنحوی که سرعت رشد نسبی ماسارا – ۱ در این غلظت شوری صفر گردید (جدول ۳). شانن (۱۹۹۷) معتقد است تنش یونی ناشی از شوری باعث کاهش سطح فتوسنتزکننده و در نتیجه ماده لازم برای ادامه رشد می‌شود. بنابراین، سرعت رشد نسبی بالاتر ژنوتیپ‌هایی همچون دیپر– ٦ و پریون –۱ می‌تواند یکی از علل تولید ماده خشک بیشتر این ژنوتیپ‌ها در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها در شوری بالا باشد. راوسن و همکاران (۱۹۸۸) نیز سرعت رشد بالاتر و نمود برتر در ژنوتیپ‌های متحمل به شوری را گزارش نموده‌اند. در این بررسی همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری بین سرعت رشد نسبی و غلظت سدیم در اندام هوایی مشاهده گردید (جدول ٦). چیزمن و ویکنز (۱۹۸٦) مکانیزم هم‌تنظیمی[1] را بین سرعت رشد و میزان تجمع سدیم در گیاه را در توجیه همبستگی منفی این دو ویژگی مطرح نموده‌اند.

میزان آب نسبی ژنوتیپ‌های مورد بررسی با افزایش سطح شوری و همچنین دوره شوری از ۱۰ به ۲۰ روز کاهش نشان داد (جدول ۳). این کاهش می‌تواند ناشی از کاهش جذب آب جهت تنظیم اسمزی درپی تنش شوری باشد (اشرف، ۱۹۹٤). از طرف دیگر احتمالاً افزایش تجمع یون‌ها به‌ویژه سدیم و کلر می‌تواند در کاهش میزان آب نسبی مؤثر باشد. کاهش میزان آب اندام هوایی ناشی از تنش شوری در گندم توسط منگوزو و همکاران

1- Co-regulation

(۲۰۰۰) و راسیکو و همکاران (۲۰۰۱) گزارش گردیده است.

در هر دو دوره با افزایش سطوح شوری، افزایش غلظت سدیم و کاهش نسبت K^+/Na^+ در اندام هوایی ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید. ژنوتیپ‌های متحمل بطور نسبی دارای غلظت کمتر سدیم و مقادیر بالاتر نسبت K^+/Na^+ بودند. تجمع کمتر سدیم در گیاه ناشی از سه مرحله جذب کمتر سدیم توسط ریشه، انتقال کمتر آن به اندام هوایی و اختصاص آن به درون اجزای خاص سلولی می‌باشد (شانن، ۱۹۹۷). کاهش نسبت K^+/Na^+ ناشی از تنش شوری در سایر مطالعات گزارش گردیده است (مانز و همکاران، ۲۰۰۰؛ منگوزو و همکاران، ۲۰۰۰). میزان بالاتر نسبت K^+/Na^+ در اندام هوایی ژنوتیپ‌های متحمل همچون دیپر – ٦ احتمالاً ناشی از توانایی بالاتر آن در جلوگیری ورود سدیم به ریشه، توانایی بالاتر در نگهداری محتوای K^+ در اندام هوایی و همچنین سازگاری بهتر این ژنوتیپ‌ها به شرایط تنش و سرعت رشد بالاتر این ژنوتیپ‌ها می‌باشد که کاهش غلظت سدیم در اندام هوایی را به دنبال داشته‌اند. مانز و همکاران (۲۰۰۰) مشاهده نمودند که ژنوتیپ‌های متحمل نسبت به ژنوتیپ‌های حساس به شوری، میزان سدیم کمتری را جذب و منتقل نموده‌اند و دارای غلظت پتاسیم بالاتری بوده‌اند. همچنین وجود ارتباط بین نسبت بالای پتاسیم به سدیم و تحمل به شوری در گندم دوروم (مانز و همکاران، ۲۰۰۰) تأکید شده است. در این بررسی نیز همبستگی منفی میزان ماده خشک تولیدی با غلظت سدیم اندام هوایی و همچنین همبستگی مثبت این ویژگی با غلظت پتاسیم و نسبت K^+/Na^+، بیانگر آن است که این مکانیزم با میزان تجمع کاتیون‌های سدیم و پتاسیم در اندام هوایی در ارتباط بوده است.

نتایج این بررسی نشان داد که ژنوتیپ‌های انتخابی از روش کشت درون‌شیشه‌ای (که بر مبنای واکنش سلولی گزینش شده بودند) در مقابل گروه انتخابی از کشت‌مزرعه (که بر مبنای عملکرد دانه گزینش شده بودند) توانسته‌اند در مرحله گیاهچه‌ای نیز واکنش مناسبی را در مقابل شوری نشان دهند، بنحوی که ژنوتیپ‌های متحمل انتخابی از کشت درون‌شیشه‌ای به‌ویژه در ۲۰ روز تنش شوری و ۱۵۰ میلی‌مول نمک از لحاظ کلیه ویژگی‌های مورد بررسی نمود بهتری را در مقایسه با گروه متحمل انتخابی از کشت مزرعه بروز دادند. از طرف دیگر، ماسارا – ۱ از لحاظ ویژگی‌های مورد بررسی حساس‌ترین ژنوتیپ در این بررسی بود. از آنجا که تحمل به شوری یک پدیده مرحله – اختصاصی است (ماس و پوس، ۱۹۸۹)، بنابراین نمود بهتر ژنوتیپ‌های انتخابی از روش کشت درون‌شیشه‌ای ممکن است به دلیل تطابق بیشتر رشد گیاهچه‌ای با واکنش سلولی بخاطر تکثیر سریع سلول‌ها در این مرحله باشد. از طرف دیگر، هر دو آزمایش کشت درون‌شیشه‌ای و آزمایش حاضر در شرایط کنترل شده انجام گردیده است که با شرایط محیطی مزرعه متفاوت است.

جدول ۵ - اثر سطوح مختلف شوری نسبت پتاسیم به سدیم، (K+/Na+) اندام هوایی در ۱۰ و ۲۰ روز بعد از تنش شوری (NaCl) در هشت رقم گندم دوروم.

ژنوتیپ	۱۰ روز اعمال NaCl			۲۰ روز اعمال NaCl		
	شاهد	۷۵ میلی‌مول	۱۵۰ میلی‌مول	شاهد	۷۵ میلی‌مول	۱۵۰ میلی‌مول
پریون-۱	۱/۵۷	۱/۰۰	۰/۸۲	۱/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۳
دیپر-۶	۱/۲۲	۱/۲۵	۱/۰۲	۱/۴۲	۰/۶۶	۰/۷۴
پی-ای-۴۰۱۰۰	۱/۵۱	۱/۱۲	۰/۷۹	۱/۱۳	۰/۷۳	۰/۵۴
ماسارا-۱	۱/۲۴	۰/۶۹	۰/۶۲	۱/۳۹	۰/۴۶	۰/۲۱
سرن/واس	۱/۲۷	۰/۹۸	۰/۸۳	۱/۰۵	۰/۷۲	۰/۵۱
پی-ای-۴۰۰۹۸	۱/۳۹	۱/۱۸	۰/۸۱	۱/۶۳	۰/۵۹	۰/۳۳
آجایا/هورا/جرو/۳/گان	۱/۵۶	۱/۱۰	۰/۹۰	۱/۶۵	۰/۵۸	۰/۶۴
لوند-۶	۱/۲۷	۱/۱۱	۰/۸۹	۱/۳۶	۰/۶۳	۰/۵۰
میانگین گروه۱☛	۱/۴۳	۱/۱۲	۰/۸۸	۱/۳۷	۰/۶۶	۰/۶۴
میانگین گروه ۲	۱/۴۱	۱/۰۹	۰/۸۵	۱/۴۴	۰/۶۳	۰/۴۹

☛ : میانگین گروه ۱ و۲ بترتیب میانگین ژنوتیپ‌های متحمل روش درون شیشه ای و مزرعه می باشند.

(٪۵) روز تنش ترتیب LSD برای مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در درون و بین سطوح شوری نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی در ۱۰ و ۲۰ برابر ۰/۰۷ و ۰/۱۴ می‌باشد.

جدول ۶- ضرائب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه در ۱۰ روز (بالای قطر) و ۲۰ روز (پایین قطر) بعد از اعمال تنش شوری در هشت رقم گندم دوروم.

صفت	تولید ماده خشک	میزان آب نسبی	سرعت رشد نسبی	غلظت سدیم (Na^+)	غلظت پتاسیم (K^+)	نسبت K^+/Na^+
تولید ماده خشک	-	۰/۰۶^{ns}	۰/۱۱^{ns}	-۰/۱۵^{ns}	۰/۶۳***	۰/۵۷***
میزان آب نسبی	۰/۵۸***	-	۰/۱۹^{ns}	-۰/۳۸***	۰/۳۳**	۰/۴۸***
سرعت رشد نسبی	۰/۸۴***	۰/۵۸***	-	-۰/۴۲***	۰/۲۲*	۰/۳۶**
غلظت سدیم (Na^+)	-۰/۳۲**	-۰/۴۸***	-۰/۴۱***	-	-۰/۱۵^{ns}	-۰/۶۳***
غلظت پتاسیم (K^+)	۰/۷۷***	۰/۵۸***	۰/۶۸***	-۰/۶۱***	-	۰/۸۵***
نسبت K^+/Na^+	۰/۷۰***	۰/۵۹***	۰/۶۵***	-۰/۷۶***	۰/۹۷***	-

*، **و ***به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ ، ۱ و ۰/۱ درصد. Ns: عدم معنی‌دار.

منابع

۱.فیضی. م. ۱۳۷۷. بررسی ارقام گندم دوروم نسبت به شوری. گزارش پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان ۳۷ صفحه.

۲.کافی، م ، و و. استوارت. ۱۳۷۷. اثرات شوری و تجمع کاتیون‌ها در اندام هوایی و ریشه ارقام متحمل و حساس به شوری. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱. شماره۲. ص ۲۱-۹.

3.Arzani, A., and Mirodjagh, S.S. 1999. Response of durum wheat cultivars to immature embryo culture callus induction and *in vitro* salt stress. Plant Cell, Tiss. Org. Cult. 58: 67-72.

4.Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plant. Crit. Rev. Plant Sci. 13: 17-42.

5.Barakat, M., and Abdel Latif, H. 1996. *In vitro* selection of wheat callus tolerant to high levels of salt plant regeneration. Euphytica 91: 127-140.

6.Cheeseman, J.M., and Wickens, L.K. 1986. Control of Na^+ and K^+ transport in *Speragularia marina*. III. Relationship between ion uptake and growth at moderate salinity. Physiol. Plant. 67: 15- 22

7.Epstein, E. 1972. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Prespectives, John Wiley and Sons. New York.

8.Flowers, T.J., and Yeo, A.R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: Where next? Aust. J. Plant Physiol. 22: 875-84.

9.Houshmand, S., Arzani, A. Rezai, A. and Feizi, M. 2001. Comparison of superior genotypes of durum wheat selected for salt tolerance in field and *in vitro*.pp 183-185. Proc. Int. Wheat Genetics and Breeding Symp. Zhhngzhou China, May 9-12.

10.Karadimora, M, and Djambora, G. 1993. Increased NaCl-tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. durum* Desf) through *in vitro* selection. *In Vitro* Cell. Dev. Biol: 29: 180-182.

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

12.Meneguzzo. S., Navari-Izzo, F. and Izzo, R. 2000. NaCl effects on water relations and accumulation of mineral nutrients in shoots, roots and cell sap of wheat seedling. J. Plant Physiol. 156: 711-716.

13.Mohan, Jain. S. 2001. Tissue culture-derived variation in crop improvement. Euphytica. 118:153-158

14.Munns, R.R., Hare, A. James, R.A. and Rebetzke, G. J. 2000. Genetic variation for improving the salt tolerance of durum wheat. Aust. J. Agric. Res. 51: 69-74.

15.Rascio, A., Russo, M. Mazzucco, L. Plantani, C. Nicastro, G. and Fonz, N.D. 2001. Enhanced osmotolerance of wheat selected for potassium accumulation. Plant Sci. 160: 441-448

16.Rawson, H.M., Richards, R.A. and Munns, R. 1988. An examination of selection criteria for salt tolerance in wheat, barley and triticale genotypes. Aust. J. Agric. Res. 39: 759-772.

17.Richards, R.A. 1983. Should selection for yield in saline conditions be made on saline or non saline soils. Euphytica 32: 431-438

18.Richards. R.A., Dennett, C.W. Qualset, C.O. Epstein, E. and Norlyn, J. D. 1987. Variation in yield of grain and biomass in wheat, barley and triticale in salt- affected field. Field Crop Res. 15: 277-287.

19.Santa-Maria, G.E., Epstein, E. 2001. Potassium/Sodium in wheat and the amphidiploid cross wheat and *Lophopyrum elongatum*. Plant Sci. 160: 523-534.

20.Schroder, J.I., Ward, J. M. and Gassman, W. 1994. Perspectives on the physiology and structure of inward-rectifying K^+ channels in higher plants: Biophysical implications for K^+ uptake. Ann. Rrev. Biophys. Biomol. Struct. 23: 441- 471.

21.Shannon, M. 1997. Adaptation of plants to salinity. Adv. Agron. 60: 75-120

22.Singh, S., and Singh, M. 2000. Genotypic basis of response to salinity stress in some crosses of spring wheat *Triticum aestivum* L. Euphytica 115: 209-219.

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 12(3), Aug-Sep 2005
www.magiran.com/jasnr

Study of salt stress-tolerant durum wheat genotypes derived from *in Vitro* and field methods at the seedling stage

S. Houshmand[1], A. Arzani[2] and S.A. Mohamad Maibody[2]
[1]Assistant Prof, College of Agriculture, Shahrekord University, [2]Associale Prof, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

Abstract

Based on the results of *in vitro* and field experiments, eight genotypes of durum wheat *[Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.], comprising three salt tolerant genotypes and one salt sensitive genotype from each of which, were selected and used in this study. Genotypic responses to salt stress at seedling stage were assessed under greenhouse conditions with salinized solution culture at control 0 mM, 75 mM and 150 mM NaCl concentrations using supplemental Ca^{2+}. Plant dry weight, relative growth rate, relative water content and Na^+, K^+ and accumulated in the hydroponically grown seedlings were measured at 10 and 20 days after salinity treatments. Results indicated that plant dry weight is affected significantly ($P<0.01$) by both genotypes and salinity levels in a way that salinity increments caused plant dry weight reduction. Relative growth rate and relative water content of genotypes were influenced with different rate under salinity levels. Increasing salinity levels during both 10 and 20 days periods caused increment of sodium concentration and reduction of potassium concentration and K^+/Na^+ ratio. There was a significant difference for mean of plant dry weight between *in vitro* tolerant genotypes (97.2 mg/plant) and field tolerant genotypes (85.6 mg/plant) under 150 mM NaCl treatment after 20 days salinity. *In vitro* salt tolerant genotypes (ITGs) 'Dipper-6' and 'Prion-1' produced the highest dry weight, growth rate and K^+/Na^+ ratio under salt stress conditions (150 mM NaCl) in the greenhouse. It is concluded that durum wheat genotypes, selected from *in vitro* saline conditions, performed successfully at the seedling stage.

Keywords: Durum wheat; Salt tolerance; K^+/Na^+ ratio; Relative growth rate