دانشگاه گیلان

دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

سال چهارم/ شماره اول/ ۱۳۹۳ (۱۸۴-۱۷۵)

مقاله علمی کوتاه

اثر تنش شوری بر خصوصیات ریشه ارقام جو Sahara 3771 (متحمل) و Clipper (حساس) به شوری

منیر میری‌کندری[۱]، سید ابوالقاسم محمدی[۲،۳*] و علی بنده‌حق[۴]

۱، ۲ و ۴- به ترتیب فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه به نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۳- قطب علمی اصلاح مولکولی غلات دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۳- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۲۶)

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی است که تولید محصولات کشاورزی را در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک کاهش می‌دهد. برای بررسی تأثیر شوری بر خصوصیات ریشه، ارقام جو Sahara 3771 (متحمل به شوری) و Clipper (حساس به شوری) در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار تحت شرایط عادی و تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl در کشت هیدروپونیک ارزیابی شدند. تیمار شوری پس از استقرار گیاهچه‌ها و در مرحله سه برگچه‌ای اعمال شد و تا مرحله ساقه‌دهی (۵ هفتگی) ادامه پیدا کرد. به این ترتیب که، در روز اول اعمال تنش از ۵۰۰ میلی‌لیتر NaCl به همراه نصف غلظت محلول هوگلند و از روز دوم به بعد از ۱۰۰۰ میلی‌لیتر NaCl همراه با غلظت کامل هوگلند استفاده شد. صفات طول، حجم، وزن تر و خشک ریشه، میزان فلورسانس کلروفیل برگ و میزان یون‌های K^+ و Na^+ در سه مرحله ۲۴ ساعت بعد از اعمال تنش در مرحله سه برگی، سه هفته بعد از اعمال تنش در مرحله پنجه‌زنی و پنج هفته بعد از اعمال تنش در مرحله ساقه‌دهی اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شوری ۱۰۰ میلی‌مولار در مقایسه با شرایط عادی باعث کاهش معنی‌دار وزن تر ریشه و نسبت K^+/Na^+ شد. بین مراحل رشدی از نظر وزن تر و خشک ریشه تفاوت معنی‌دار وجود داشت و با پیشرفت مراحل رشدی میزان این صفات افزایش یافت. ارقام از نظر وزن تر و حجم ریشه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان دادند. بیشترین طول و حجم ریشه مربوط به رقم Sahara 3771 در مرحله ساقه‌دهی بود و تنش شوری باعث کاهش بیشتر وزن تر ریشه و نسبت K^+/Na^+ در رقم حساس (Clipper) در مقایسه با رقم متحمل (Sahara 3771) شد.

واژه‌های کلیدی: حجم ریشه، کلروفیل، کلرید سدیم، مراحل رشد رویشی، نسبت K^+/Na^+

* نویسنده مسئول: mohammadi@tabrizu.ac.ir

مقدمه

جو یکی از قدیمی‌ترین و با اهمیت‌ترین غلات دانه‌ای است که رتبه پنجم را بعد از ذرت، گندم، برنج و سویا در تولید ماده خشک در دنیا دارد (FAO, 2013). با توجه به جمعیت روزافزون دنیا و نگرانی در مورد تأمین غذا و نیز محدودیت زمین‌های قابل کشت، افزایش عملکرد گیاهان زراعی تنها راه تولید غذا برای جمعیت دنیا می‌باشد. تنش‌های زیستی و غیرزیستی مانند خشکی، سرما، شوری و دمای بالا محدودیت زیادی در افزایش کمیت و کیفیت تولیدات گیاهی ایجاد می‌کنند. بنابراین، درک پاسخ گیاهان به تنش‌ها یکی از گام‌های اولیه در تولید گیاهان متحمل به تنش است (El-Hendawy *et al*., 2005).

یکی از تنش‌های محیطی محدود کننده عملکرد گیاهان، تنش شوری است که منجر به کاهش تولیدات کشاورزی، عدم توازن اکولوژیکی و زیست محیطی و به خطر انداختن سلامت انسان (فقر غذایی انسان) می‌شود (El-Hendawy *et al.,* 2005; Violeta and Richard, 2006). حدود هفت درصد کل زمین‌های دنیا تحت تأثیر انواع املاح است که تحت عنوان کلی شوری از آن بحث می‌شود و بیش از ۲۰ درصد کل زمین‌های قابل کشت دنیا متأثر از شوری هستند (El-Hendawy *et al.,* 2005). در ایران نیز شوری خاک از مهمترین عوامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی می‌باشد (Akhaii and Ghorbanli, 1993). با توجه به نقش شوری در کاهش عملکرد گیاهان و تأثیر آن روی کیفیت بذور تولیدی از یک طرف و محدودیت منابع تولید و رشد بی رویه جمعیت از طرف دیگر، مقابله با شوری و شناسایی و معرفی گیاهان مقاوم به شوری از اولویت‌های تحقیقات کشاورزی محسوب می‌شوند.

خسارت شوری در گیاهان از طریق اثر اسمزی، اثر سمیت ویژه یون‌ها و اختلال در جذب عناصر غذایی رخ می‌دهد (Mauromicale and Licandro, 2002; Flowers, 2004; Sairam and Tyagi, 2004). مهم‌ترین پاسخ گیاه به شوری خاک، کاهش رشد است. با افزایش غلظت املاح به بیش از «آستانه تحمل» گیاه، آهنگ رشد کاهش یافته و اندازه گیاه کوچک می‌شود. آستانه تحمل یا آستانه مقاومت گیاه، غلظتی از املاح محلول در خاک است که در سطوح بالاتر از آن کاهش عملکرد آغاز می‌شود. کاهش رشد در گیاهان تحت شرایط تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد که این امر متأثر از کاهش و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیستی گیاه می‌باشد (Kerepesi and Galiba, 2000). از اثرهای منفی شوری بر گیاهان می‌توان به کاهش فتوسنتز، افزایش غلظت سدیم و کلر در گیاه و عدم تولید برخی از پروتئین‌ها و آنزیم‌ها اشاره کرد (Azarnivand *et al*., 2005). اگرچه تحمل به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی گیاهچه و مرحله بلوغ گیاه متفاوت است اما تحمل به تنش در مرحله گیاهچه جو منعکس کننده تحمل به تنش در مراحل بلوغ این گیاه است (Epstein, 1983; Ye, 2006). جانا و همکاران (Jana *et al*., 1980) در بررسی تحمل به تنش شوری، چهار رقم جو زراعی، تفاوت معنی‌داری از لحاظ جوانه‌زنی تحت تنش مشاهده کردند. آنها رابطه معنی‌داری بین تعداد بوته، بافت لمای ریشک، وزن هزار دانه و عملکرد گزارش کردند.

ویدودو و همکاران (Widodo *et al*., 2009) با بررسی پاسخ متابولیکی تنش شوری روی دو گونه جو زراعی Sahara (متحمل به شوری) و Clipper (حساس به شوری) مشاهده کردند که Sahara در مقایسه با Clipper حد بالایی از Na^+ را تجمع کرده و مقدار برگ‌های نکروزه کمتری را دارد که این نشان‌دهنده مقاومت بیشتر Sahara به تجمع Na^+ است. آنها همچنین گزارش کردند سه هفته پس از اعمال تنش شوری رشد Clipper متوقف شد در حالی که Sahara مانند گیاهان شاهد به رشد طبیعی خود ادامه داد. یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2009) در بررسی جو زراعی تحت تنش قلیایی و شوری به این نتیجه رسیدند که اثرات SS ($SS=NaCl/Na_2SO_4$) در محتوای آب، فعالیت سیستم ریشه‌ای، نفوذ پذیری غشاء و محتوای فتوسنتز رنگدانه بسیار کمتر از تأثیر AS ($AS=NaHCO_3/Na_2CO_3$) می‌باشد. بنابراین، AS به عملکرد ریشه، رنگدانه‌های فتوسنتزی و سیستم غشاء خسارت می‌زند که این عوامل منجر به کاهش شدید در مقدار آب، فعالیت سیستم ریشه، محتوای فتوسنتز رنگدانه‌ها، کاهش سرعت فتوسنتز خالص و افزایش شدید در میزان نشت الکترولیت می‌گردد. کریمی و شکاری (Karimi and Shekari, 1996) با مطالعه تحمل ارقام جو در مرحله جوانه‌زنی به غلظت‌های مختلف آنیون به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت آنیون‌ها درصد بذور

جوانه زده کاهش می‌یابد که دلیل آن را کاهش پتانسیل اسمزی محلول و افزایش درجه سمیت یون‌های موجود در محلول بیان کردند.

تحقیقات انجام شده در مورد اثر شوری بر رشد و عمل ریشه در مقایسه با قسمت‌های هوایی بسیار کم می‌باشد. گزارش شده است که رشد ریشه در مقایسه با رشد قسمت‌های هوایی کمتر تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد ولی ممکن است شوری موجب ایجاد تغییرات مورفولوژیکی و آناتومی در ریشه شده و در نتیجه جذب آب و املاح را دچار اختلال کند (Poljakff Mayber and Lerner, 1994; Babaeian Jelodar and Tabar Ahamadi, 2002). بنابراین، پایداری و ثبات عملکرد و اجزای آن تحت شرایط تنش از جمله شاخص‌های اصلی انتخاب برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در بسیاری از برنامه‌های اصلاحی به شمار می‌رود (Abde Mishani and Shah Nejat Boshehri, 1998).

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و طرح آزمایشی

مواد گیاهی مورد مطالعه شامل ارقام جو Sahara 3771 و Clipper بود. Sahara 3771 بومی الجزایر، بهاره، شش ردیفه و متحمل به شوری است. Clipper رقم بهاره، اصلاح شده در استرالیا، دو ردیفه و حساس به شوری می‌باشد (Widodo *et al*., 2009). برای ارزیابی فنوتیپی، ابتدا بذرهای ارقام مورد مطالعه در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز با شرایط دمای ۲۱/۱۶°C (روز/شب) و روشنایی ۱۶/۸ ساعت (روز/شب)، در داخل ظروف ضدعفونی شده و روی کاغذ صافی استریل مرطوب رشد داده شدند و پس از جوانه‌زنی، گیاهچه‌هایی با ارتفاع یکسان به گلدان‌های یک کیلوگرمی حاوی پرلیت انتقال داده شدند. تغذیه گیاهان با استفاده از محلول هوگلند با pH حدود ۷-۶/۵ انجام و تا مرحله سبز شدن بذرها هر سه ساعت یکبار و بعد از انتقال گیاهچه‌ها به گلدان‌ها هر روز سه بار آبیاری شدند. اعمال تنش شوری بعد از رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله سه برگی (استقرار گیاهچه) انجام شد و تا مرحله ساقه‌دهی (۵ هفتگی) ادامه پیدا کرد. به این ترتیب که در روز اول اعمال تنش شوری از NaCl به میزان ۵۰۰ mL به همراه نصف غلظت محلول هوگلند، و از روز دوم به بعد از NaCl به میزان ۱۰۰۰ mL همراه با غلظت کامل هوگلند استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو ژنوتیپ تحت شوری صفر (عادی) و NaCl به میزان ۱۰۰mM در سه تکرار انجام شد. صفات طول، وزن تر، وزن خشک، حجم ریشه، نسبت پتاسیم به سدیم و میزان فلورسانس کلروفیل برگ در سه مرحله، ۲۴ ساعت بعد از اعمال تنش در مرحله سه برگی، سه هفته بعد از اعمال تنش در مرحله پنجه‌زنی و پنج هفته بعد از اعمال تنش در مرحله ساقه‌دهی در هر دو شرایط اندازه‌گیری شدند. بدین ترتیب که گیاهان مذکور بعد از برداشت در هر مرحله به دو قسمت ریشه و اندام هوایی (پهنک) تقسیم شدند و بعد از اندازه‌گیری طول ریشه و ساقه با خط کش هر دو قسمت در آون در دمای ۷۰°C، به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و سپس توزین گردیدند. برای اندازه‌گیری حجم ریشه از استوانه مدرج کوچک استفاده شد و میزان کلروفیل برگ نیز با استفاده از دستگاه فلورومتر (Handi PEA V 1.21) اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری نسبت K^+/Na^+ ابتدا نمونه‌ها داخل بوته چینی و در اسید نیتریک غلیظ تا ۱۰۰°C حرارت داده شد تا زمانیکه کاملا در اسید هضم شدند. سپس نمونه‌ها صاف شده و با آب مقطر دیونیزه به حجم ۵۰ mL رسیدند. بعد از آن غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلایم فتومتر و بر پایه محلول‌های استاندارد اندازه گیری شد.

پس از بررسی مفروضات تجزیه واریانس شامل یکنواختی خطاهای آزمایش، توزیع نرمال باقیمانده‌ها و اثر افزایشی تکرار و تیمار، تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس مدل آماری طرح مورد استفاده و نرم‌افزار MSTATC انجام گردید. توزیع باقیمانده داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk نشان داد که باقیمانده‌های مربوط به صفات وزن تر و خشک ریشه از توزیع نرمال برخوردار نبودند. برای نرمال کردن صفت وزن تر ریشه از تبدیل جذری و صفت وزن خشک ریشه از تبدیل لگاریتمی استفاده شد. برای ارزیابی داده‌های پرت از نمودارهای Q-Q پلات در نرم افزار SPSS استفاده شد. این نمودار یک نمودار پراکنش است که وضعیت داده‌ها را به صورت پراکندگی نقاط نشان می‌دهد و در صورت وجود داده پرت آن داده به صورت ستاره‌دار روی این نمودار مشخص می‌شود. همچنین نمودارهای مربوط به باکس پلات

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در ریشه ارقام جو Sahara 3771 و Clipper تحت شرایط عادی و ۱۰۰میلی‌مولار NaCl در سه مرحله رشدی

Table 1. Analysis of variance of measured root traits in barley cultivars, Clipper and Sahara 3771, under 100 mM NaCl and normal conditions at three growth stages

Sources of variation	منابع تغییر	درجه آزادی df	Mean squares میانگین مربعات					
			نسبت پتاسیم به سدیم K^+/Na^+	فلورسانس کلروفیل برگ Leaf chlorophyll fluorescence	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	حجم ریشه Root volume	طول ریشه Root length
Replication	تکرار	2	0.212	0.006	0.788**	0.049	0.03	13.123
Cultivar (C)	رقم (ر)	1	0.718	0.08*	0.000	0.638**	1.823**	0.071
Salt (S)	شوری (ش)	1	4.937*	0.002	0.188	0.268**	0.061	7.005
C × S	ر × ش	1	1.085	0.002	0.02	0.02	0.250	17.528
Growth stage (G)	مرحله رشد (م)	2	1.371	0.001	0.994**	0.729**	2.453**	50.626**
C × G	ر × م	2	0.127	0.002	0.106	0.103	0.594**	25.265*
S × G	ش × م	2	0.881	0.011	0.006	0.049	0.234	3.20
C × S × G	ر × ش × م	2	0.186	0.041	0.064	0.014	0.066	8.71
Error	خطای آزمایش	22	0.936	0.014	0.132	0.033	0.082	5.354
CV (%)	ضریب تغییرات (٪)	-	86.43	1.47	9.58	27.21	65.29	15.10

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

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

پراکندگی داده‌ها را نسبت به میانگین و واریانس نشان می‌دهد. در این پژوهش نیز توزیع نرمال داده‌ها در نمودارهای Q-Q پلات و عدم اختلاف داده‌ها از میانگین‌ها در نمودار باکس پلات نشان دهنده عدم وجود داده پرت می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌های صفات اندازه‌گیری شده در دو رقم Sahara 3771 و Clipper تحت شرایط عادی و تنش شوری NaCl به میزان ۱۰۰ mM در سه مرحله رشدی نشان داد که بین ارقام از نظر صفات حجم و وزن تر ریشه (سطح احتمال یک درصد) و میزان فلورسانس کلروفیل برگ (سطح احتمال پنج درصد) اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). تنش شوری بر وزن تر ریشه (سطح احتمال یک درصد) و نسبت یون‌های K^+/Na^+ (سطح احتمال پنج درصد) تأثیر معنی‌دار داشت. بین میانگین مراحل رشدی (سه برگچه‌ای، پنجه‌زنی و ساقه‌دهی) از نظر کلیه صفات به غیر از میزان فلورسانس کلروفیل برگ و نسبت پتاسیم به سدیم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. آثار متقابل دو جانبه رقم × شوری و مرحله رشدی × شوری و اثر متقابل سه جانبه رقم × شوری × مرحله رشدی برای کلیه صفات مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بود. اثر دو جانبه رقم × مرحله رشدی فقط برای طول ریشه در سطح احتمال پنج درصد و حجم ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین آثار اصلی (شکل ۱) نشان دادند که تنش شوری ۱۰۰ mM در میانگین رقم و مرحله رشدی سبب کاهش معنی‌دار وزن تر ریشه و نسبت پتاسیم به سدیم در مقایسه با شرایط عادی گردید. حیدری شریف آباد (Heydari Sharif Abad, 2001) گزارش کرد که در شرایط تنش شوری، توسعه برگ کاهش یافته، جذب نور کمتر شده و ظرفیت فتوسنتزی گیاه دچار کمبود می‌شود که در نهایت با کاهش اسمیلات تولیدی بر رشد گیاه تأثیر خواهد گذاشت. در این بررسی کاهش معنی‌دار نسبت یون‌های K^+/Na^+ در ریشه بعد از اعمال تنش نشان داد که شوری با جلوگیری از قابلیت انتقال هیدرولیکی ریشه، انتقال آب را کاهش داده و مانع از اثر اصلاحی کلسیم بر گیاه می‌شود. از آنجایی که یون سدیم از جذب یون پتاسیم ممانعت و با آن رقابت می‌کند (Hagh Niya, 1992)،

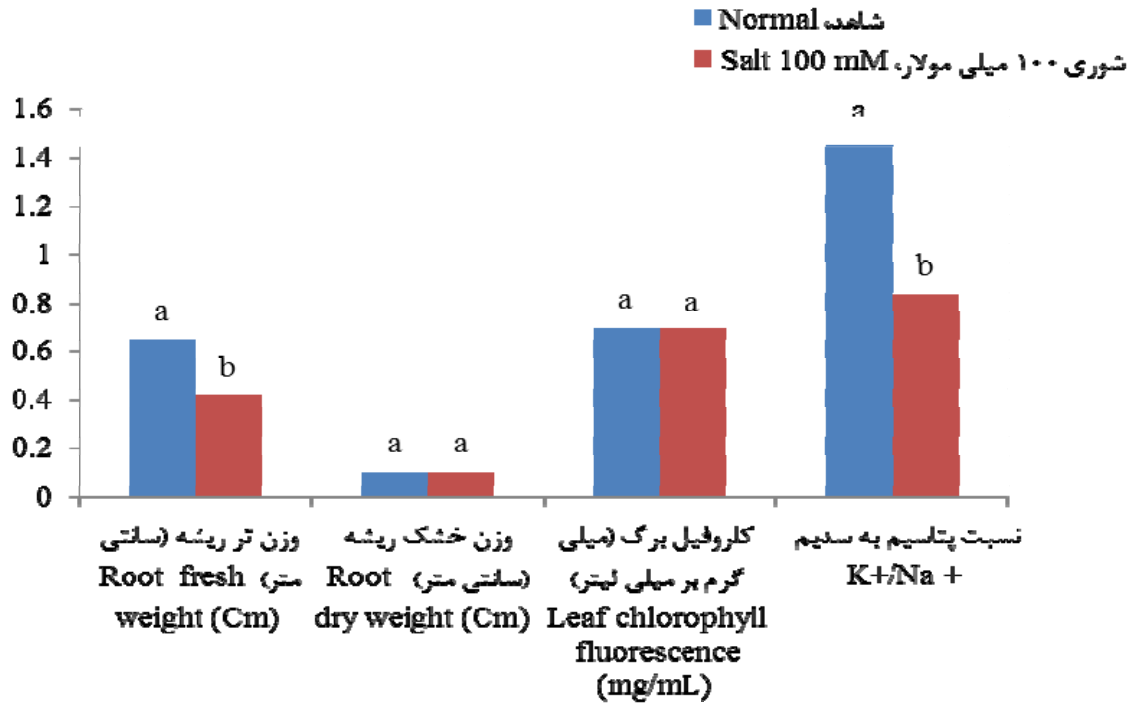
کاهش در میزان پتاسیم نسبت به سدیم با افزایش میزان نمک قابل قبول خواهد بود. رابطه بین نسبت پتاسیم به سدیم بالا و تحمل به شوری گیاهان به وسیله تعدادی از پژوهشگران گزارش و به عنوان معیار مناسب برای تعیین سطح عملکرد و تحمل به تنش شوری بکار گرفته شده است (Jeschke, 1984; Flowers and Yeo, 1989; Chhipa and Lai, 1995).

رقم Sahara 3771 در مقایسه با رقم Clipper به طور معنی‌دار دارای میانیگن وزن تر ریشه و میزان فلورسانس کلروفیل بیشتری بود. بررسی‌ها نشان داده است که افزایش در محتوای کلروفیل برگ تحت شرایط شوری، احتمالاً به علت کاهش در سطح برگ می‌باشد، ولی آگاستیان و همکاران (Agastia *et al.*, 2000) گزارش کردند که با اعمال تنش شوری محتوای کلروفیل کاهش می‌یابد. دل‌زوپو و همکارن (Del Zoppo *et al.*, 1999) نشان دادند که تنش ۵۰-۱۵۰ mM نمک در گندم سبب کاهش جزئی در کلروفیل a و b گردید. آنها کاهش ارتفاع بوته، مساحت کل برگ، و وزن تر و خشک گیاه را در اثر تنش شوری مشاهده کردند. تردیدی نیست که افزایش غلظت یون‌های سمی از جمله یون سدیم در بافت برگی در اثر افزایش شوری محیط، موجب تخریب کلروفیل می‌گردد (Asch *et al.*, 2000). با افزایش زمان رشد گیاه، وزن تر و خشک ریشه افزایش یافت. به طوریکه بیشترین و کمترین مقادیر آنها به ترتیب در در مرحله ساقه‌دهی (هفته پنجم شرایط عادی) و مرحله سه برگچه‌ای (۲۴ساعت عادی و تنش) مشاهده شد. بایی و همکاران (Bai *et al*, 2011) گزارش کردند که تأثیر تنش شوری بر وزن تر و خشک گیاه در طول زمان‌های مختلف متفاوت است طوریکه در هفته پنجم بعد از اعمال تنش شوری (مرحله ساقه‌دهی) کاهش چشمگیری در وزن تر و خشک ریشه مشاهده شده است. کاهش مشابه در وزن تر و خشک برگ، ریشه و ساقه در شرایط تنش شوری در گندم، برنج، فلفل و گواوا گزارش شده است (Ali Dinar *et al.*, 1999; Chartzoulaksi and Klapaki, 2000; El-Hendawy *et al.*, 2007; Hu *et al.*, 2006).

مقایسه میانگین رقم × مرحله رشدی (شکل ۲) نشان داد که بیشترین و کمترین طول ریشه متعلق به رقم Sahara 3771 به ترتیب در مرحله ساقه‌دهی و سه برگچه‌ای (پنج هفته و ۲۴ ساعت بعد از اعمال تنش) بود. بیشترین حجم ریشه نیز در رقم Sahara 3771 در هفته پنجم مرحله رشدی (ساقه‌دهی) و کمترین آن در هر دو رقم در ۲۴ ساعت بعد از اعمال تنش (سه برگچه‌ای) مشاهده شد (شکل ۳). بایی و همکاران (Bai *et al.*, 2011) با بررسی اثر تنش شوری روی ارقام جو مقاوم و حساس به شوری Sakha93 و MX9H-15 بیان کردند که اثر شوری بر ارتفاع بوته به ژنوتیپ و مدت زمان تنش بستگی دارد. در این پژوهش نیز با پیشرفت مراحل رشدی مشاهده شد که بیشترین و کمترین طول ریشه متعلق به رقم Sahara 3771 به ترتیب در مرحله ساقه‌دهی و سه برگچه‌ای (پنج هفته و ۲۴ ساعت بعد از اعمال تنش) بود. کاهش رشد گیاه در نتیجه تنش شوری ممکن است به دلیل واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاه مانند وضعیت آب گیاه، عدم تعادل یونی، سمیت یونی و یا اختصاص کربوهیدرات‌ها باشد (El-Hendawy *et al*, 2007; Tammam *et al.,* 2008). زو لین و همکاران (Xue-Lin *et al.*, 2009) با اعمال تنش شوری با غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار در پنبه زراعی، کاهش ارتفاع بوته و طول ریشه، مهار رشد گیاه و از بین رفتن تعداد زیاد ریشه‌های جانبی را مشاهده کردند. در این پژوهش نیز طول کمتر ریشه در رقم Clipper در مراحل مختلف رشدی نسبت به رقم Sahara 3771 نشان دهنده حساسیت بیشتر رقم Clipper به شوری بود.

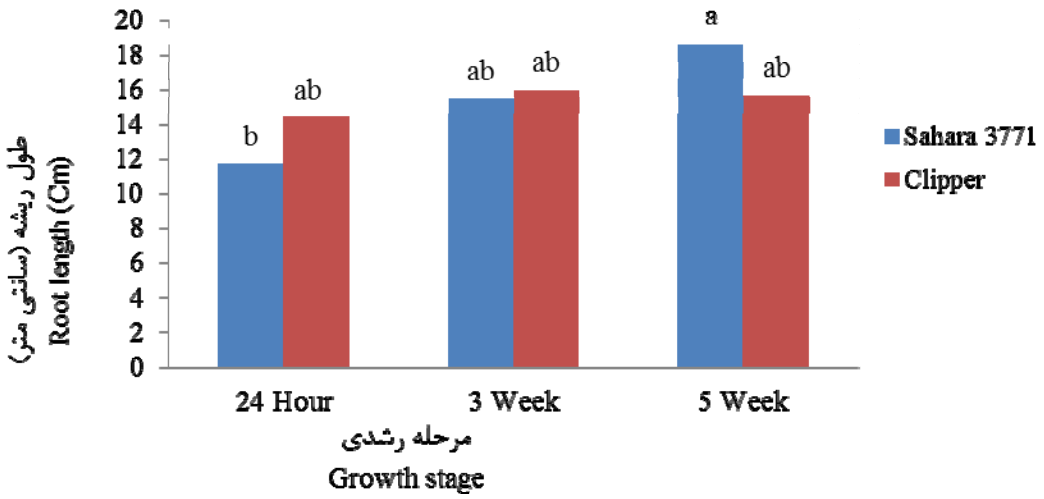
رشد گیاه نتیجه توسعه یکپارچه سلول‌های جوان است که به وسیله تقسیم مداوم مریستمی تولید می‌شوند. شور شدن می‌تواند تقسیم و توسعه سلولی را در بافت‌های در حال رشد ریشه‌ها، ساقه‌ها و برگ‌ها محدود کند (Mosavi Nick and Mobasser, 2007). لئوپوید و ویلینگ (Leopoid and Willing, 1984) بیان کردند که سمی بودن نمک موجب آسیب رساندن به غشا شده و در نتیجه سبب نشت مواد محلول در سلول می‌شود. شوری آب و خاک، گیاهان گلیکوفیت را از رشد باز می‌دارد. این کاهش رشد ناشی از تجمع مواد حد واسط سمی در بافت گیاه است که موجب اغتشاش در ساختمان اندامک‌های سلولی، تخریب کلروفیل و کاهش فعالیت فتوسنتزی می‌شود (Bagheriye *et al.*, 1995). مکی و مینئو (Maki and Mineo, 2000) با اعمال NaCl به میزان ۳۰۰ mM به مدت ۲۴ ساعت، گزارش کردند که تنش شوری برای ریشه‌های مسن‌تر کشنده است، اما ریشه‌های جوان از

طریق تشکیل ریشه‌های جدید و شروع مجدد طویل شدن بعد از قطع تنش به رشد خود ادامه می‌دهند. فراورده‌های حاصل از تخریب DNA (تیمیدین-H3) برای تشکیل بافت‌های جدید در ریشه‌های قدیمی قابل بازیافت می‌باشند. اجازراسل و رحمان (Ejaze Rassl and Rahmanm, 1997) و رگیانی و برتانی (Reggiani and Bertani, 1995) گزارش کردند که با افزایش شوری به طور معنی‌داری طول ساقه و ریشه نیشکر و گندم کاهش یافت. علت این امر شاید به دلیل اختلال رشدی و از بین رفتن سطوح فتوسنتز کننده گیاه در شرایط تنش شوری است.



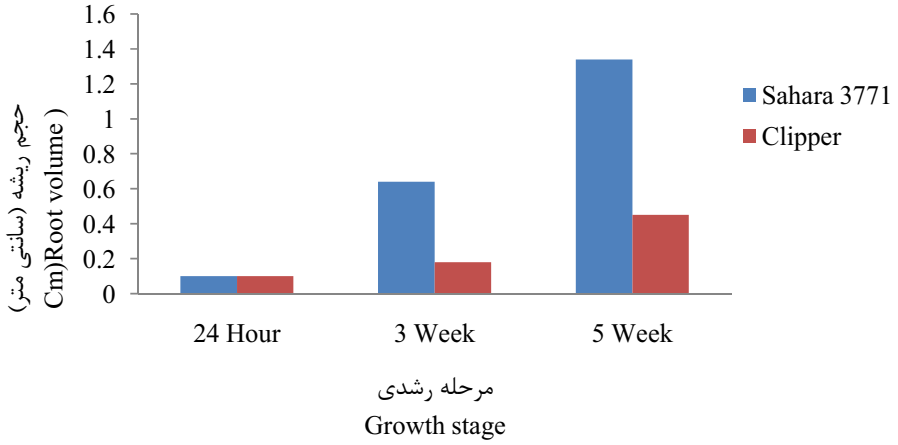
شکل ۱- تأثیر شوری بر صفات، وزن تر و خشک ریشه، فلورسانس کلروفیل برگ و K^+/Na^+ ارقام جو

Figure 1. Effect of salinity on root fresh and dry weight, chlorophyll fluorescence and K^+/Na^+ of Barley cultivars



شکل ۲- اثر متقابل رقم در و مرحله رشدی برای صفت طول ریشه

Figure 2. Interaction of cultivar and growth stages for root length traits



شکل ۳- اثر متقابل رقم در مرحله رشدی برای صفت حجم ریشه

Figure 3. Interaction of cultivar and growth stages for root volume traits

نتایج این تحقیق نشان داد که تنش شوری باعث کاهش بیشتری در وزن تر ریشه و نسبت K^+/Na^+ در رقم Clipper (حساس به شوری) نسبت به رقم Sahara 3771 (متحمل به شوری) گردید که با پیشرفت مراحل رشدی این تأثیر مشخص‌تر شد. همچنین حجم و طول ریشه در رقم Sahara 3771 به دلیل مقاومت بیشتر به تنش شوری کمتر تحت تأثیر قرار گرفت. در عین حال باید خاطر نشان کرد که در بسیاری از مطالعات، اثر شوری روی رشد ریشه گیاه به غلظت نمک ربط داده شده است. برخی از غلظت‌ها می‌توانند رشد ریشه‌ها را تحریک کنند در صورتی که از رشد ساقه جلوگیری می‌نمایند. تحمل تنش در یک ژنوتیپ گیاهی به برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی آن بستگی دارد. امروزه تلاش برای یافتن معیارهایی که بتوان از آنها به طور مؤثری در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل یا مقاوم بهره جست ادامه دارد. با این حال احتمال این که ژن‌های متحمل به تنش در گیاه متمرکز و با روش‌های فیزیولوژیکی شناخته شوند بسیار کم است.

سپاسگزاری

از قطب علمی اصلاح مولکولی غلات دانشگاه تبریز برای تامین اعتبار پروژه سپاسگزاری می شود.

References

Abde Mishani, S. and Shah Nejat Boshehri, E. A. 1998. Supplementary breeding (1st ed.). Vol. 2. Tehran University Press. (In Persian)

Agastia, N. P., Kingsley, S. J. and Vivekanandan, M. 2000. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. **Photosynthetica** 38: 287-290.

Akhaii, H. and Ghorbanli, M. 1993. A contribution to the halophytic vegetable and flora of Iran. In: Leith, H. and Almasson A. A. (Eds.). Towards the rational use of high salinity tolerant. 1: 35-44.

Ali Dina,R. H. M., Ebert, G. and Ludders, P. 1999. Growth, chlorophyll content, photosynthesis and water relations in guava (*Psidium guajava* L.) under salinity of different nitrogen supply. **Plant Physiologyo** 64: 54-59.

Asch, F., Dingkuch, M. and Droffling, K. 2000. Salinity increases CO_2 assimilation but reduces growth in field growth irrigated rice. **Plant and Soil** 218: 1-10.

Azarnivand, H. K., Bijan Zadeh, A. and Shahbazi, A. 2005. Effect of salinity and temperature on seed germination of two species of *Atriplex canescen* and *A. halimus*. **Desert Magazine** 10: 396-383. (In Persian)

Babaeian Jelodar, N. and Tabar Ahmadi, Z. 2002. Plant growth in saline soils and the waste lands (Translation). Mazandaran University Press. (In Persian).

Bagheriye, B. and Farahi Ashtiyani, H. 1995. The effect of different concentrations of phosphate nutrient solution on the growth of rice seedlings Salt conditions. **Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources** 2: 18-11. (In Persian).

Bai, R., Zhang, Z., Hu, Y., Fan, M. and Schmidhalter, U. 2011. Improving the salt tolerance of Chinese spring wheat through an evaluation of genotype genetic variation. **Australian Journal of Crop Science** 5: 1173-1178.

Chartzoulaksi, K. S. and Klapaki, G. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. **Scientia Horticulturae** 86: 247-260.

Chhipa, B. R. and Lal, P. 1995. Na^+/K^+ ratios as the basis of salt tolerance in wheat. **Australian Journal of Agricultural Research** 46 : 533-53.

Del Zoppo, M., Galleschi, L., Onnis. A., Pardossi, A. and Saviozzi, F. 1999. Effect of salinity on water relations, sodium accumulation, chlorophyll content and proteolytic enzymes in a wild wheat. **Plant Biology** 42: 97-104.

Ejazerassl, A. W. and Rahman, R. 1997. Germination responses of sensitive and tolerance sugarcane lines to sodium chloride. **Seed Science and Technology** 25: 465-471.

El-Hendawy, S. E., Hu, Y., Yakout, G. M., Awad, A. M., Hafiz, S. E. and Schmidhalter, U. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. **European Journal of Agronomy** 22: 243-253.

El-Hendawy, S., Hu, Y. C. and Schmidhalte,r U. 2007. Assessing the suitability of various physiological traits to screen wheat genotypes for salt tolerance. **Journal of Integrative Plant Biology** 49 (9): 1352-1360.

Epstein, E. 1983. Crops tolerance of salinity and other mineral stresses. **Better Crop for Food**. 97: 61-82.

FAO, 2013. FAOSTAT. FAO, Rome. www.faostat.fao.org.

Flowers, T. J. and Yeo, A. R. 1989. Effects of salinity on plant growth and crop yield. In: Cherry, J. H. (Ed.). Environmental stress in plants. NATO AST Series. Vol. 19. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 370-410.

Flowers, T. J. 2004. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany** 55: 307-319.

Hagh Niya, Gh. 1992. Guide to plants tolerant than to salinity (Translation). Mashhad University Jahad Publications. (In Persian).

Heydari Sharif Abad, Kh. 2001. Plants and salinity. Publications of the Research Institute of Forests and Rangelands. (In Persian).

Hu, Y. C., Burucs, Z. and Schmidhalter, U. 2006. Short-term effect of drought and salinity on growth and mineral elements in wheat seedlings. **Journal of Plant Nutrition** 29: 2227-2243.

Jana, M. K., Jana, S. and Acharran, S. N. 1980. Salt stress tolerance in heterogenous population of barley. **Crop Science** 29: 409-417.

Jeschke, W. D. 1984. K^+ / Na^+ exchange at cellular membranes, intracellular compartmentation of cations, and salt tolerance. In: Staples, R. C. and Toenniessen, G. H. (Eds.). Salinity tolerance in plants. John Wiley and Sons. New York. pp: 37-65.

Karimi, A. and Shekari, F. 1996. Study tolerance of five varieties of barley at different stages of germination, the concentration of anions in saline soils of Tabriz plain. **Seed and Plant Journal** 12: 9-1. (In Persian).

Kerepesi, H. and Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. **Crop Science** 40: 482-487.

Leopoid, A. C. and Willing, R. P. 1984. Evidence for toxicity effects of salt on membrane in salinity tolerance in plant. In: Staples, S. R. and Toeniessen, G.A. (Eds.). Strategies for crop improvement. Wiley. New York. pp. 67-76.

Maki, K. and Mineo, S. 2000. Cell death and growth recovery of barley after transient salt stress. **Journal of Plant Research** 113: 239-243.

Mauromicale, G. and Licandro, P. 2002. Salinity and temperature effects on germination, emergence and seedling growth of global Artichoke. **Agronomie** 22: 443-450.

Mosavi Nick, M. and Mobasser, H. 2007. Stresses on plants and deal with them (Translation). Shoara Publications. (In Persian).

Poljakff- Mayber, A. and Lerner, H. R. 1994. Plants in saline environment. In: Pessarakli, M. (Ed.). The handbook of plant and crop stress. Springer-Verlag. New York. USA. pp. 65-96.

Reggiani, R., Bertani, A. and Bozo, S. 1995. The effect of salinity on early seedling growth of seeds of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. **Canadian Journal of Plant Science** 75 (1): 175-177.

Sairam, R. K. and Tyag, A. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plant. **Current Science** 86: 407-421.

Tammam, A. A., Abou Alhamd, M. F. and Hemdeda, M. M. 2008. Study of salt tolerance in wheat *(Triticum aestium* L.) cultivar, Banysoif. **Australian Journal of Crop Science** 1: 115-125.

Violeta, A. and Richard, T. 2006. Changes in gene expression in maize kernel in response to water and salt stress. **Plant Cell Reports** 25: 71–79.

Widodo, P. J. H., Patterson, J. H., Newbigin, E. d., Tester, M., Bacic, A. and Roessner, U. 2009. Metabolic responses to salt stress of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars, Sahara and Clipper, which differ in salinity tolerance**. Journal of Experimental Botany** 60: 4089-4103.

Xue-Lin, L., Zhong-Xu, L., Yi-Chun, N., Xiao-Ping, G. and Xian-Long, Z. 2009. Methylation-sensitive amplification polymorphism of epigenetic changes in cotton under salt stress. **Acta Agronomica Sinence** 35: 588-596.

Yang, C. W., Xu, H. H., Wang, L. L., Liu, J., Shi, D. C. and Wang, D. L. 2009. Comparative effects of salt stress and alkali stress on the growth, photosynthesis, solute accumulation, and ion balance of barley plans. **Photosynthetica** 47: 79-86.

Ye, W. W., Pang, N. C., Wang, J. J. and Fan, B. X. 2006. Characteristics of absorbing, accumulating a distribution of Na^+ under the salinity stress on cotton. **Cotton Science** 18: 279-283.

Short Communication

Effect of salinity on root characteristics of Sahara 3771 (salt tolerant) and Clipper (salt sensitive) barley varieties

Monir Miri Kondori[1], Seyyed Abolghasem Mohammadi[2,3*] and Ali Bandehhagh[4]

1, 2 and 4. Former M. Sc. Student, Prof. and Assist. Prof., respectively, Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, 3. Center of Excellence in Cereal Molecular Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Received: March 4, 2014- Accepted: June 16, 2014)

Abstract

Salinity is one of the most important abiotic stresses that decreases agricultural production in arid and semi-arid soils. To study the effect of salinity on root characteristics, Sahara3771 (salt tolerant) and Clipper (salt-sensitive) cultivars were evaluated in a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications under 100 mM NaCl and normal conditions in hydroponic culture. Salinity treatment was applied at three leaves stages and continued for five weeks. To establish salinity stress, 500 mL of NaCl along with the half concentration of Hoagland solution was added at first day of stress treatment and after second day and onwards, 1000 mL NaCl and complete concentration of Hoagland was used. Root length, volume, fresh and dry weight, chlorophyll fluorescence and K^+/Na^+ ratio were measured at 24 hours, three weeks and five weeks after stress application. Analysis of variance and mean comparisons revealed that 100 mM NaCl compared with normal condition caused a significant reduction in root fresh weight and the K^+/Na^+ ratio. Significant differences were observed among growth stages for root fresh and dry weight and K^+/Na^+ ratio and with advanced of growth stages, the mean of studied traits was increased. Significant differences were found between cultivars for root volume and fresh weight at 1% probability level. Maximum root length and volume was observed in Sahara 3771 at shooting stage. Salinity stress caused more reduction in root weight and K^+/Na^+ in the susceptible cultivar (Clipper) compared with tolerant one (Sahara 3771).

Keywords: K^+/Na^+, Root volume, Salt stress, Sodium chloride, Vegetative growth stages

*Corresponding author: mohammadi@tabrizu.ac.ir