

## بررسی واکنش ارقام متحمل گندم ایرانی به تنش شوری در مرحله جوانه زنی و گیاهچه

فرهاد قوامی<sup>۱</sup>، محمد علی ملبویی<sup>۲</sup>، محمد رضا قنادها<sup>۳</sup>،  
بهمن یزدی صمدی<sup>۴</sup> و جواد مظفری<sup>۵</sup> و محمد جعفر آقایی<sup>۶</sup>  
۱، ۳، ۴، دانشجوی دوره دکتری، دانشیار و استاد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران  
۲، عضو هیات علمی مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک و تکنولوژی زیستی  
۵، ۶، عضو هیات علمی بخش ژنتیک و ذخایر توارثی موسسه تحقیقات نهال و بذر کرج  
تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۸/۲۱

### خلاصه

در این بررسی گندم‌های ماهوتی، روشن و کویر که برای مناطق شور توصیه می‌گردند با دو رقم شاهد حساس و بسیار متحمل به ترتیب چینی بهاره و کارچیا در یک آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرحله جوانه زنی و در طرح کرت‌های خرد شده با سه تکرار در مرحله گیاهچه‌ای در سطوح مختلف شوری مقایسه گردیدند. در مرحله جوانه زنی رقم ماهوتی از لحاظ درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و طول ریشه چه و ساقه چه نسبت به دیگر ارقام متحمل برتری داشت. به طوری که درصد جوانه زنی آن تا ۲۰۰ میلی مولار شوری کاهش نداشت و در شوری ۴۵۰ میلی مولار به ۶۶٪ شرایط بدون شوری می‌رسید. در مرحله گیاهچه‌ای، از میان صفات مورد بررسی صفت وزن خشک گیاهچه تفاوت بین ارقام و همچنین بین تیمارهای شوری را بیش از سایر صفات نمایان ساخت. در این مرحله نیز رقم ماهوتی برتری مشهودی نسبت به دیگر ارقام متحمل داشت و حتی پس از ۲۰ روز تیمار در شوری ۲۵۰ میلی مولار وزن خشک آن ۵۰٪ گیاهان شاهد بود. حال آنکه این مقدار برای ارقام روشن، کویر و کارچیا حدود ۴۰٪ و برای رقم چینی بهاره نزدیک به ۲۰٪ بود. از آنجا که در رقم ماهوتی تعادل نسبت یونی  $Na^+/K^+$  به خوبی کارچیا حفظ نمی‌شود، بنظر می‌رسد مکانیسم‌های تحمل به شوری متفاوتی در این رقم باعث تحمل به شوری در شرایط تنش شدید می‌شود.

### واژه‌های کلیدی: پتاسیم، تنش شوری، جوانه زنی، سدیم، گندم، گیاهچه

#### مقدمه

ایران دارای اقلیم گرم و خشک بوده و مجموع خاکهای شور و سدیمی در آن حدود ۲۷ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود که بیش از نیمی از زمین‌های قابل کشت می‌باشد. این امر باعث تکامل مکانیسم‌های تحمل به شوری در گیاهان زراعی بومی در اثر کشت متوالی در این مناطق گشته است (۲۰). تخمین زده می‌شود در حدود ۴۰۰ تا ۹۰۰ میلیون هکتار از اراضی دنیا با مشکل شوری مواجه هستند که سه برابر مساحتی است که توسط کشاورزان کشت می‌گردد (۱۹).

پاسخ گیاهان به تنش شوری بسیار پیچیده است. این پاسخ از غلظت نمک، نوع یونها، عوامل مختلف محیطی و مرحله رشد و نمو گیاه تأثیر می‌پذیرد. از یک سو، تنش اسمزی تحت شرایط شوری باعث آگیری بافت‌های گیاهی می‌شود و بدین دلیل آن را خشکی فیزیولوژیک هم می‌نامند. از سوی دیگر، مسمومیت یونی در اثر تجمع یون‌های خاص بویژه سدیم ایجاد می‌گردد که موجب اختلال در واکنش‌های متابولیک گیاه می‌شوند. برای مقابله با این تنش‌ها، در شرایط شوری کم و ملایم گیاهان با افزایش غلظت مواد محلول، فشار اسمزی

مونز اشاره می‌کند که پاسخ گیاهان به تنش شوری و خشکی شباهت زیادی دارد. او پیشنهاد نموده است کاهش رشد گیاه در تنش‌های شوری کوتاه مدت به علت تنش اسمزی است و در تنش‌های بلند مدت به علت ورود نمک زیاد در گیاه تنش‌های دیگری نظیر سمیت و عدم تعادل یونی به تنش اسمزی اضافه می‌گردند. وی همچنین کاهش رشد ساقه در اوایل اعمال تنش در گیاه را به علت سیگنال‌های هورمونی می‌داند که توسط ریشه تولید می‌گردند و عنوان می‌کند که رشد ساقه عموماً بیشتر از رشد ریشه تحت تأثیر شوری محدود می‌گردد (۱۶).

از میان روشهای بررسی تحمل گیاهان در شرایط شور، کشت به صورت هیدروپونیک به طور ساده‌تری مقایسه‌ی لاینهای گیاهان زراعی را فراهم می‌آورد. سیستم‌های متنوعی از کشت هیدروپونیک برای بررسی مقاومت به شوری وجود دارد که در آنها تهیه مواد غذایی متعادل، هوادهی مناسب، کنترل غلظت نمک و pH محلول در طول مدت کشت اهمیت ویژه‌ای دارد (۳)، (۲۲).

هدف از این پژوهش، بررسی میزان تحمل به شوری در تعدادی از ارقام گندم بومی متحمل کشور بود که در اثر کشت متوالی در اقلیم‌های خشک و شور نسبت به شرایط شور سازگار گردیده‌اند. در این بررسی، شاخص‌های مربوط به جوانه زنی، رشد و تعادل یونی سه رقم متحمل ایرانی به همراه یک رقم متحمل و یک رقم حساس به عنوان شاهد مورد مقایسه قرار گرفته است.

## مواد و روش‌ها

### مواد گیاهی

بذور گندم‌های ماهوتی، روشن و کویر که توسط وزارت جهاد کشاورزی برای کشت در مناطق شور توصیه می‌گردند به همراه دو رقم شاهد حساس و متحمل به ترتیب چینی بهاره<sup>۱</sup> و کارچیا<sup>۲</sup> از بخش غلات مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردیدند. این مواد گیاهی در آزمایش‌های جوانه زنی و کشت هیدروپونیک استفاده گردیدند.

داخلی خود را حفظ می‌نمایند (۲۲). در غلظت‌های بالای نمک گیاهان، با ورود و خروج یون‌ها، میزان  $Na^+$  درون سیتوپلاسم را کاهش داده و با ثابت نگهداشتن غلظت یون پتاسیم، نسبت  $Na^+ / K^+$  را پائین نگه می‌دارند (۱، ۸). این مکانیسم به حدی در مقابله با اثرات سوء ناشی از تنش شوری موثر است که نسبت  $Na^+ / K^+$  در گیاهان به عنوان یکی از خصوصیات مهم جهت تفکیک گونه‌های متحمل از حساس گزارش شده است (۱۷، ۲۴، ۲۵).

اگر چه گیاهان ممکن است هیچ علامتی برای کمبود آب و یا مواد غذایی و یا واکنش‌های متابولیکی در شوری‌های ملایم و کم از خود بروز ندهند ولی انرژی اضافی که صرف بقای گیاه در این شرایط می‌گردد باعث محدود شدن محصولات فتوسنتزی لازم برای رشد گیاه می‌گردد (۹). در مورد محصولات زراعی، میزان کاهش عملکرد و رشد گیاه در شرایط شور نسبت به شرایط غیر شور به عنوان معیاری برای سنجش میزان تحمل به شوری بکار می‌رود (۲۲).

مرحله‌ای از رشد که در آن میزان تحمل اندازه‌گیری می‌شود نیز بایستی مورد توجه قرار گیرد. برای مثال، گیاهان چغندر قند، جو و پنبه در دوره رشد رویشی و گلدهی متحمل به تنش شوری هستند، ولی دوره جوانه زنی و یا ابتدای مراحل گیاهچه‌ای آنها حساس به شوری می‌باشد (۲۲). در عوض ذرت، نخود و لوبیا در مراحل انتهایی رشد حساستر بوده و در مراحل ابتدایی تحمل بیشتری نشان می‌دهند. در این گیاهان، انتخاب بر اساس آزمون جوانه‌زنی روش قابل اطمینانی برای تحمل به شوری در دیگر مراحل رشدی نمی‌باشد (۵). حساسیت به شوری در گندم‌های دوروم و نان با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد. این بدان معنی است که مراحل جوانه زنی و اوایل رشد رویشی در تحمل به شوری تعیین کننده می‌باشد (۵، ۸، ۲۰). بررسی اثر شوری بر سرعت و درصد جوانه زنی و همچنین رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در بسیاری از گیاهان زراعی نشان داده است که تنش شوری در مرحله جوانه زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌ها است. زیرا شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (۶، ۸، ۱۰، ۱۵، ۲۱).

1 . Chinese spring

2 . Kharchia

### جوانه زنی در شرایط شوری

به منظور مقایسه قدرت جوانه زنی ارقام، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در سطوح شوری ۰، ۵، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ میلی مولار کلرید سدیم (شرکت مرک) طراحی گردید. بذور در محلول ۰.۵٪ هیپوکلریت سدیم تجاری به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی گردیده و سپس با آب مقطر استریل شستشو داده شدند. به هر ظرف پتری ۳ میلی لیتر از محلول آب نمک (یا آب مقطر برای تیمار شاهد) با غلظت مورد نظر اضافه گردید و تعداد ۱۰ عدد بذر در هر پتری بر روی کاغذهای صافی استریل کشت گردید. ظروف پتری در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  در اتاقک کشت به مدت ۷ روز قرار داده شدند و تعداد بذور جوانه زده هر دو روز یکبار تا روز هفتم شمارش گردید. طول ریشه چه و ساقه چه نیز در روز هفتم اندازه گیری شد. درصد جوانه زنی از تقسیم تعداد نهایی بذور جوانه زده بر تعداد بذور کشت شده و سرعت جوانه زنی بر حسب جوانه زنی نسبی بذور در روز از طریق فرمول ارائه شده توسط ماگونیئر (۱۹۶۲) بدست آمد:

$$X_n = X_1/Y_1 + (X_2 - X_1)/Y_2 + \dots + (X_n - X_{n-1})/Y_n$$

که در آن  $X_n$  درصد بذور جوانه زده در شمارش  $n$ ام و  $Y_n$  تعداد روز از ابتدای کشت تا زمان شمارش  $n$ ام است.

### کشت در محیط هیدروپونیک

برای کشت گیاهان در شرایط هیدروپونیک ابتدا بذور در داخل ظروف پتری جوانه دار گردیدند و پس از ۵ روز جوانه‌ها به محیط هیدروپونیک حاوی محلول غذایی هاگلند (۱۳) با  $\text{pH} = 6$  منتقل شدند. در روز هفتم تیمارهای مختلف شوری اعمال گردید و به هر تیمار مقدار مناسبی  $\text{CaCl}_2$  (شرکت مرک) اضافه گردید تا نسبت  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  در حدود ۱۵ باقی بماند. این امر برای ثابت ماندن SAR<sup>۱</sup> ضروری است (۲۳، ۲۴). گیاهان در گلخانه با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و پریود نوری ۱۶ ساعت در روز نگهداری شدند و محیط کشت به منظور رشد ریشه‌ها توسط پمپ‌های هوا به طور مرتب هوادهی گردید.

ارقام مختلف گندم به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در کرت‌های فرعی و غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار) در کرت‌های اصلی مورد مقایسه

قرار گرفتند. در هر تکرار و برای هر رقم در هر تیمار تعداد ۱۰ عدد گیاه کشت گردید.

همینطور به منظور ثابت نگهداشتن شرایط رشد، حجم محلول و pH آن هر روز بازبینی می‌گردید. برای تجدید مواد غذایی استفاده شده توسط گیاه، هفته‌ای یکبار محیط غذایی مورد استفاده تعویض می‌شد. در ابتدای کار به منظور عادت دادن گیاهان به محیط هیدروپونیک ابتدا گیاهان در محیط هاگلند با نیمی از غلظت کشت گردیدند و پس از یکروز نیم دیگر مواد غذایی به آن اضافه گردید. برای تیمارهای شوری نیز به تدریج هر روز ۵۰ میلی مولار NaCl به محیط‌های کشت اضافه گردید تا به غلظت نهایی برای هر تیمار برسد. پس از اینکه گیاهان به مرحله چهار برگی رسیدند (حدوداً ۴ هفته پس از کشت بذر)، گیاهان برداشت گردیده و طول ریشه، طول ساقه، وزن تر ریشه و وزن تر ساقه اندازه‌گیری گردید. وزن خشک ریشه‌ها و ساقه‌ها پس از قرار دادن آنها در  $70^{\circ}\text{C}$  به مدت ۴۸ ساعت، اندازه گیری شد.

### تعیین مقدار یونهای سدیم و پتاسیم در برگ

پس از رشد کامل برگ چهارم از هر رقم سه گیاه به طور تصادفی انتخاب گردید و برگ چهارم جدا شده و وزن تر و وزن خشک آن تعیین گردید. سپس برگ‌ها در هاون چینی بخوبی آسیاب شده و در محلول اسید استیک ۱۰٪ و اسید نیتریک ۰/۱ نرمال و در دمای اتاق بر روی شیکر هضم گردیدند. پس از ۲۴ ساعت نمونه‌ها توسط فیلتر صاف شدند و غلظت یون‌های پتاسیم و سدیم توسط دستگاه جذب اتمی (Shimadzu AA-670) اندازه گیری شد.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های جمع آوری شده مربوط به صفات اندازه گیری شده در مرحله جوانه زنی با استفاده از آزمایش آماری فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در مرحله گیاهچه‌ای با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای جداسازی پتانسیل رشد ذاتی ژنوتیپ‌ها از تحمل آنها، کلیه اعداد قرائت شده تیمارهای شوری برای تمامی صفات بر عدد شاهد (تیمار بدون شوری) تقسیم شدند. از آنجا که پس از تصحیح، اعداد مربوط به تیمار شاهد یکسان می‌شوند و در واریانس کل اثری

مربوط به هر تیمار به طور جداگانه تجزیه و تحلیل گردید. میزان کاهش درصد جوانه زنی در همه ارقام متحمل گندم روندی تقریباً مشابه داشت (جدول ۲). از میان ارقام متحمل گندم، ماهوتی کمترین کاهش را در درصد جوانه زنی از خود نشان می‌دهد به طوری که درصد جوانه زنی آن تا ۲۰۰ میلی‌مولار کاهش نداشته و حتی در ۴۵۰ میلی‌مولار شوری به ۶۶٪ می‌رسد.

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد جوانه زنی ۵ رقم گندم در سطوح شوری مختلف

رقم	غلظت نمک (میلی مولار)									
	۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰
ماهوتی	۹۶ <sup>a</sup>	۹۶ <sup>a</sup>	۹۶ <sup>a</sup>	۹۶ <sup>a</sup>	۹۶ <sup>a</sup>	۹۶ <sup>a</sup>	۹۳ <sup>a</sup>	۸۶ <sup>a</sup>	۸۳ <sup>a</sup>	۶۶ <sup>a</sup>
روشن	۹۰ <sup>a</sup>	۹۰ <sup>a</sup>	۸۶ <sup>a</sup>	۸۳ <sup>a</sup>	۸۰ <sup>a</sup>	۸۰ <sup>a</sup>	۸۰ <sup>a</sup>	۷۶ <sup>a</sup>	۷۳ <sup>ab</sup>	۵۳ <sup>ab</sup>
کویر	۹۶ <sup>a</sup>	۹۳ <sup>a</sup>	۹۳ <sup>a</sup>	۹۰ <sup>a</sup>	۸۶ <sup>a</sup>	۸۳ <sup>a</sup>	۸۰ <sup>a</sup>	۷۳ <sup>ab</sup>	۶۰ <sup>a</sup>	۴۶ <sup>ab</sup>
کارچیا	۹۳ <sup>a</sup>	۸۶ <sup>a</sup>	۸۶ <sup>a</sup>	۸۳ <sup>a</sup>	۸۳ <sup>a</sup>	۸۳ <sup>a</sup>	۸۰ <sup>a</sup>	۵۳ <sup>b</sup>	۴۰ <sup>b</sup>	
چینی بهاره	۸۶ <sup>a</sup>	۷۰ <sup>a</sup>	۶۰ <sup>a</sup>	۳۰ <sup>b</sup>	۱۰ <sup>b</sup>					

مقایسه میانگین در شرایط غیر شور روی داده‌های اصلی و در تیمارهای دیگر روی داده‌های تصحیح شده صورت گرفته است. در هر ستون a, b, c نشان دهنده گروه بندیهای متفاوت در دسته بندی دانکن می باشد. ( $P < 0.05$ )

همانطور که در جدول ۲ دیده می‌شود ارقام روشن، کویر و ماهوتی از لحاظ درصد جوانه زنی تفاوت معنی داری نداشته و تقریباً در تمامی تیمارهای شوری در یک گروه قرار می‌گیرند. درصد جوانه زنی در رقم چینی بهاره پس از تیمار شوری ۵۰ میلی‌مولار روند کاهشی چشمگیری داشته به طوری که در تیمارهای بیش از ۱۵۰ میلی‌مولار در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت (جدول ۲).

#### ۱-۲- مقایسه سرعت جوانه زنی ارقام در غلظت‌های مختلف نمک

سرعت جوانه زنی ارقام مورد مطالعه با وجود شباهت زیاد روند نامنظم‌تری نسبت به درصد جوانه زنی از خود نشان می‌دهد. مقایسات میانگین‌های سرعت جوانه زنی ارقام متفاوت (جدول ۳) بیانگر برتری ارقام متحمل نسبت به رقم حساس

ندارند تیمار شاهد از محاسبات آماری حذف گردید. سپس تبدیل کمان سینوس جذر نسبتها روی داده‌های تصحیح شده اعمال گردید. برای تجزیه واریانس و مقایسات میانگین‌ها (آزمون چند دامنه‌ای دانکن) از برنامه اس‌آس<sup>۱</sup> استفاده گردید و پردازش داده‌ها و رسم گرافها نیز توسط برنامه Excel صورت گرفت.

## نتایج و بحث

برای بررسی میزان تحمل به شوری ۵ رقم گندم از دو روش آزمون جوانه زنی و کشت در شرایط هیدروپونیک در مرحله گیاهچه‌ای استفاده گردید.

### ۱- اثر شوری بر جوانه زنی

تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل ارقام مختلف گندم تحت تیمارهای مختلف شوری نشان داد که تفاوت بسیار معنی داری ( $P < 0.01$ ) میان ارقام مختلف از نظر تحمل به شوری و همچنین میان تیمارهای مختلف شوری در مرحله جوانه زنی وجود دارد (جدول ۱). اثر متقابل میان شوری و رقم برای تمامی صفات به جز درصد جوانه زنی غیر معنی دار بود. این با نتایج رجبی (۱۳۸۰) در مورد طول ساقه چه و ریشه چه و محبتی (۱۳۸۰) به جز در مورد درصد جوانه زنی مطابقت دارد.

### جدول ۱- تجزیه واریانس جوانه زنی ۵ رقم مختلف گندم تحت ۹

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	طول ریشه چه
تکرار	۲	۰/۲۲۶**	۰/۵۶۴**	۰/۳۲۱**	۰/۲۵۲**
شوری	۸	۰/۵۰۲**	۰/۷۴۸**	۱/۵۳۹**	۲/۲۴۵**
رقم	۴	۱/۴۰۹**	۱/۲۸۱**	۰/۶۰۱**	۰/۴۱۹**
شوری × رقم	۳۲	۰/۰۶۳۶**	۰/۰۴۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۳ <sup>ns</sup>
خطا	۸۸	۰/۰۱۹۲	۰/۰۳۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۸

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و NS غیر معنی دار می باشد.

### ۱-۱- مقایسه درصد جوانه زنی ارقام در غلظت‌های مختلف نمک

برای آنکه بتوان اختلاف ارقام را در هر یک از تیمارهای شوری به طور مجزا مورد مقایسه آماری قرار داد، داده‌های

افزایش معنی‌داری را در طول ساقچه‌چه در اثر شوری مشاهده نموده است. رقم ماهوتی از لحاظ طول ساقچه‌چه همواره درصد قرار داشته و خصوصاً در شوریه‌های ۵۰ میلی‌مولار و بالاتر از ۱۰۰ میلی‌مولار، طول ساقچه‌چه بلندتری نسبت به رقم‌های دیگر داشته است.

در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار و بالاتر تفاوت ماهوتی با دیگر ارقام متحمل به شوری ایرانی نیز معنی‌دار گشته است. در مقایسه رشد ساقه‌چه رقم چینی بهاره پس از شوری ۵۰ میلی‌مولار دچار کاهش شدید شده و در ۲۰۰ میلی‌مولار متوقف می‌شود. رشد ریشه‌چه رقم ماهوتی در تمامی تیمارهای شوری بیش از سایر گیاهان بود (جدول ۵). از آنجا که رقم روشن در شرایط بدون شوری نیز رشد ریشه‌چه اندک دارد، مقایسه میانگین این دو رقم تفاوت معنی‌داری را از لحاظ طول ریشه‌چه نشان نمی‌دهد. رقم کویر و کارچیا هم با وجود اختلاف طول ریشه‌چه در شوریه‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری با همدیگر نشان نمی‌دهند. رقم چینی بهاره همواره در رده آخر قرار گرفته و در شوری ۲۵۰ میلی‌مولار طول ریشه‌چه آن به نزدیک صفر می‌رسد.

چینی بهاره می‌باشد. در میان این ارقام، سرعت جوانه زنی رقم ماهوتی تا غلظت ۲۵۰ میلی‌مولار نمک کاهش چندانی نداشته و پس از آن تا ۴۵۰ میلی‌مولار شوری تقریباً به نصف شاهد می‌رسد. این کاهش در سایر ارقام متحمل در غلظت‌های کمتر نمک آغاز گردید به طوری که در رقم حساس چینی بهاره از ۵۰ میلی‌مولار آغاز می‌شود و به سرعت کاهش می‌یابد.

با دقت در جداول ۲ و ۳ روشن می‌گردد که اثر شوری بر سرعت جوانه زنی بیش از درصد جوانه زنی بوده و درصد جوانه زنی تنها توسط غلظت بالای نمک تاثیر می‌پذیرد. مشابه چین نتایجی توسط رجبی (۱۳۸۰) و پاراشر و وارما (۱۹۹۲) در مطالعه روی گندم گزارش شده است.

### ۱-۳- مقایسه طول ساقه‌چه و ریشه‌چه ارقام در غلظت‌های مختلف نمک

همانطور که در جدول ۴ دیده می‌شود طول ساقه‌چه با افزایش شوری در تمامی ارقام کاهش می‌یابد. کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در اثر شوری در گندم توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (۱، ۲). ولی با این وجود محبتی (۱۳۸۰)

جدول ۳- مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی (جوانه زنی نسبی در روز) ۵ رقم گندم در سطوح شوری مختلف

رقم	۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰
ماهوتی	۰/۴۲۴ <sup>a</sup>	۰/۴۰۳ <sup>a</sup>	۰/۳۹۷ <sup>a</sup>	۰/۴۰۳ <sup>a</sup>	۰/۳۷۵ <sup>a</sup>	۰/۳۳۳ <sup>a</sup>	۰/۳۳۶ <sup>a</sup>	۰/۳۱۱ <sup>a</sup>	۰/۲۳۳ <sup>a</sup>	۰/۲۳۱ <sup>a</sup>
روشن	۰/۳۷۷ <sup>a</sup>	۰/۳۸۳ <sup>a</sup>	۰/۳۶۷ <sup>a</sup>	۰/۳۳۱ <sup>a</sup>	۰/۳۰۶ <sup>a</sup>	۰/۳۱۶ <sup>a</sup>	۰/۲۷۸ <sup>a</sup>	۰/۲۳۱ <sup>ab</sup>	۰/۲۰۳ <sup>a</sup>	۰/۱۶۷ <sup>a</sup>
کویر	۰/۳۹۷ <sup>a</sup>	۰/۳۹۶ <sup>a</sup>	۰/۳۹۷ <sup>a</sup>	۰/۴۰۳ <sup>a</sup>	۰/۳۴۴ <sup>a</sup>	۰/۳۲۲ <sup>a</sup>	۰/۳۱۹ <sup>a</sup>	۰/۲۳۵ <sup>ab</sup>	۰/۲۲۱ <sup>a</sup>	۰/۱۷۲ <sup>a</sup>
کارچیا	۰/۳۸۳ <sup>a</sup>	۰/۳۳۱ <sup>a</sup>	۰/۳۵۵ <sup>a</sup>	۰/۳۲۱ <sup>ab</sup>	۰/۲۸۷ <sup>a</sup>	۰/۳۱۴ <sup>a</sup>	۰/۲۷۷ <sup>a</sup>	۰/۱۴۶ <sup>b</sup>	۰/۱۶۷ <sup>a</sup>	۰/۱۲۵ <sup>a</sup>
چینی بهاره	۰/۳۳۳ <sup>a</sup>	۰/۳۰۵ <sup>a</sup>	۰/۲۳۸ <sup>a</sup>	۰/۱۶۱ <sup>b</sup>	۰/۰۸۱ <sup>b</sup>	۰/۰۲۸ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰ <sup>c</sup>	۰/۰۰۰ <sup>b</sup>	۰/۰۰۰ <sup>b</sup>

مقایسه میانگین در شرایط غیر شور روی داده‌های اصلی و در حالات دیگر روی داده‌های تصحیح شده صورت گرفته است. در هر ستون a, b و c نشان دهنده

گروه‌بندیهای متفاوت در دسته بندی دانکن می‌باشد. ( $P < 0.05$ )

جدول ۴- مقایسه میانگین طول ساقه‌چه (میلی متر) ۵ رقم گندم در سطوح مختلف شوری

رقم	۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰
ماهوتی	۱۱۳/۷ <sup>a</sup>	۹۷/۲ <sup>a</sup>	۷۶/۳ <sup>a</sup>	۶۲/۶ <sup>a</sup>	۵۰/۲ <sup>a</sup>	۳۲/۶ <sup>a</sup>	۱۳/۷ <sup>a</sup>	۶/۹ <sup>a</sup>	۲/۸ <sup>a</sup>	۱/۷ <sup>a</sup>
روشن	۱۱۲/۷ <sup>a</sup>	۹۶/۳ <sup>a</sup>	۸۵/۵ <sup>a</sup>	۳۹/۷ <sup>ab</sup>	۲۳/۹ <sup>b</sup>	۱۷/۶ <sup>ab</sup>	۷/۴ <sup>bc</sup>	۲/۷ <sup>b</sup>	۱/۲ <sup>ab</sup>	۰/۷ <sup>ab</sup>
کویر	۱۱۰/۲ <sup>a</sup>	۸۳/۸ <sup>a</sup>	۶۰/۳ <sup>ab</sup>	۴۴/۵ <sup>ab</sup>	۲۴/۲ <sup>b</sup>	۷/۹ <sup>b</sup>	۳/۴ <sup>c</sup>	۱/۵ <sup>b</sup>	۱/۳ <sup>ab</sup>	۰/۸ <sup>ab</sup>
کارچیا	۱۱۳/۳ <sup>a</sup>	۷۴/۴ <sup>a</sup>	۷۰/۸ <sup>a</sup>	۳۰/۳ <sup>b</sup>	۳۳/۸ <sup>b</sup>	۲۴/۵ <sup>a</sup>	۸/۷ <sup>ab</sup>	۰/۸ <sup>b</sup>	۰/۶ <sup>b</sup>	۰/۲ <sup>bc</sup>
چینی بهاره	۱۱۰/۶ <sup>a</sup>	۷۴/۱ <sup>a</sup>	۳۷/۷ <sup>b</sup>	۲۱/۳ <sup>b</sup>	۰/۷ <sup>c</sup>	۰/۲ <sup>c</sup>	۰/۱ <sup>d</sup>	۰/۰ <sup>c</sup>	۰/۰ <sup>c</sup>	۰/۰ <sup>c</sup>

مقایسه میانگین در شرایط غیر شور روی داده‌های اصلی و در حالات دیگر روی داده‌های تصحیح شده صورت گرفته است. در هر ستون a, b, c, d نشان دهنده

گروه بندیهای متفاوت در دسته بندی دانکن می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۵- مقایسه میانگین طول ریشه چه ( میلی متر) ۵ رقم گندم در سطوح شوری مختلف

رقم	غلظت نمک (میلی مولار)									
	۴۵۰	۴۰۰	۳۵۰	۳۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۰
ماهوتی	۴/۵ <sup>a</sup>	۷/۷ <sup>a</sup>	۱۲/۸ <sup>a</sup>	۱۹/۲ <sup>ab</sup>	۲۳/۱ <sup>a</sup>	۳۰/۹ <sup>a</sup>	۵۳/۷ <sup>a</sup>	۷۴/۳ <sup>a</sup>	۷۴/۳ <sup>a</sup>	۱۰۳/۲ <sup>a</sup>
روشن	۲/۴ <sup>a</sup>	۴/۱ <sup>a</sup>	۸/۰ <sup>a</sup>	۱۲/۹ <sup>a</sup>	۱۵/۴ <sup>ab</sup>	۱۹/۲ <sup>ab</sup>	۲۹/۸ <sup>a</sup>	۴۸/۰ <sup>a</sup>	۴۸/۰ <sup>a</sup>	۵۶/۳ <sup>a</sup>
کویر	۰/۸ <sup>ab</sup>	۳/۷ <sup>ab</sup>	۶/۸ <sup>a</sup>	۱۲/۷ <sup>b</sup>	۲۱/۸ <sup>ab</sup>	۲۰/۵ <sup>b</sup>	۴۱/۱ <sup>ab</sup>	۵۶/۸ <sup>a</sup>	۵۶/۸ <sup>a</sup>	۹۳/۷ <sup>a</sup>
کارچیا	۲/۲ <sup>ab</sup>	۱/۹ <sup>b</sup>	۴/۹ <sup>a</sup>	۱۳/۴ <sup>ab</sup>	۱۹/۸ <sup>b</sup>	۳۰/۹ <sup>ab</sup>	۲۹/۷ <sup>b</sup>	۶۵/۸ <sup>a</sup>	۶۵/۸ <sup>a</sup>	۹۱/۸ <sup>a</sup>
چینی بهاره	۰/۰ <sup>b</sup>	۰/۰ <sup>c</sup>	۰/۱ <sup>b</sup>	۰/۱ <sup>c</sup>	۱/۴ <sup>c</sup>	۴/۸ <sup>c</sup>	۲۱/۳ <sup>b</sup>	۴۴/۱ <sup>a</sup>	۴۴/۱ <sup>a</sup>	۹۲/۷ <sup>a</sup>

مقایسه میانگین در شرایط غیر شور روی داده های اصلی و در حالات دیگر روی داده های تصحیح شده صورت گرفته است. در هر ستون a, b, c, d و نشان دهنده گروه بندیهای متفاوت در دسته بندی دانکن می باشد ( $P < 0.05$ ).

متحمل معنی دار شده بود.

## ۲- تأثیر شوری بر رشد گیاهچه

### ۲-۲- مقایسه اثر شوری بر وزن خشک و وزن تر ارقام مختلف

تجزیه واریانس برای صفت وزن تر همانند صفت طول گیاه تفاوت معنی داری را میان ارقام مختلف در شوری ۵۰ میلی مولار نشان نداد. اما در شوری های بیشتر، مقایسات میانگین ارقام مختلف برای این صفت نشان از برتری رقم ماهوتی داشت. رقم ماهوتی گاه به تنهایی در صدر قرار گرفته و گاه در کنار رقم روشن، کویر و کارچیا قرار می گیرد (جدول ۸).

شوری علاوه بر اینکه میزان رشد گیاه را در اثر کاهش فتوسنتز به تعویق می اندازد، باعث بسته شدن روزنه ها و کاهش ورود آب به داخل گیاه شده (۹، ۱۹، ۲۲) و بدین ترتیب کاهش مضاعفی را در وزن تر گیاه ایجاد می نماید. در این آزمایش نیز میزان کاهش در وزن تر گیاه بیش از سایر صفات بوده به طوریکه در رقم ماهوتی به کمتر از ۴۰٪ وزن تر آن در شرایط شاهد رسیده و برای ارقام کویر، کارچیا و روشن به حدود ۲۵٪ میرسد (جدول ۸).

تجزیه واریانس برای صفت وزن خشک نشان داد که حتی در شوری ۵۰ میلی مولار میزان کاهش در وزن خشک گیاه نسبت به رقم شاهد حساس معنی دار می باشد (جدول ۹). این بدان معنی است که وزن خشک گیاه صفتی است که می تواند تفاوتها را بیش از سایر صفات نمایان سازد. دسته بندی دانکن در این تیمار شوری و برای این صفت نشان داد که رقم ماهوتی در صدر قرار داشته و به همراه رقم روشن و کارچیا در یک دسته قرار می گیرد (جدول ۹). رقم ماهوتی در شوری ۱۰۰ میلی مولار به همراه کویر و در شوری ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار به تنهایی بیشترین وزن خشک گیاه را نسبت به سایر ارقام دارا بود

تجزیه واریانس در مرحله گیاهچه ای برای داده های تصحیح شده نشان داد که ارقام مختلف تفاوت بسیار معنی داری از نظر طول گیاه، وزن تر و وزن خشک گیاه دارند. تجزیه واریانس همچنین نشان داد که اثر متقابل میان شوری و رقم برای هیچ کدام از صفات در این مرحله معنی دار نمی باشد (جدول ۶).

جدول ۶- تجزیه واریانس خصوصیات رشدی ۵ رقم مختلف گندم تحت ۵ تیمار مختلف شوری در مرحله گیاهچه ای در شرایط هیدروپونیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول گیاه	وزن تر	وزن خشک
تکرار	۲	۰/۰۴۵۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۱۷۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۹۲۲ <sup>ns</sup>
شوری	۴	۰/۴۷۲۴ <sup>**</sup>	۰/۹۳۴۱ <sup>**</sup>	۰/۶۵۴۳ <sup>**</sup>
خطای a	۸	۰/۰۴۲۴	۰/۰۸۶۹	۰/۰۴۷۹
رقم	۴	۰/۰۸۴۲ <sup>**</sup>	۰/۱۲۵۴ <sup>**</sup>	۰/۱۹۵۶ <sup>**</sup>
شوری × رقم	۱۶	۰/۰۰۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۹۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۸۶ <sup>ns</sup>
خطای b	۴۰	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۵۱

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ns غیر معنی دار می باشد

### ۲-۱- مقایسه رشد طولی ارقام در غلظت های مختلف نمک

همانطور که در جدول ۷ دیده می شود طول گیاه با افزایش غلظت نمک کاهش می یابد، اما میزان این کاهش در رقم ماهوتی کمتر از سایر ارقام می باشد. همانطور که دیده می شود روند کاهش طول گیاه در ارقام متحمل تقریباً شبیه به هم بوده و در تجزیه واریانس مقایسات میانگین ها برای این صفت نتوانست تفاوت میان ارقام را به خوبی مشخص نماید (جدول ۷). با این حال، در اکثر تیمارها تفاوت میان رقم چینی بهاره و ارقام

گیاه در اثر شوری در اکثر مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (۲، ۳، ۲۳، ۲۴) به طوری که در بسیاری از مطالعات به عنوان شاخص اصلی تحمل به شوری از آن استفاده شده و تحمل به شوری بر اساس آن تعریف می‌گردد (۲۴).

(جدول ۹). وزن خشک رقم ماهوتی حتی در شوری ۲۵۰ میلی مولار بالاتر از ۵۰٪ وزن خشک آن در شرایط بدون شوری است. حال آنکه این مقدار برای روشن، کویر و کارچیا حدود ۴۰٪ و رقم چینی بهاره نزدیک به ۲۰٪ می‌باشد. کاهش در وزن خشک

جدول ۷- مقایسه میانگین صفت طول گیاه (سانتیمتر) ۵ رقم گندم تحت تیمارهای مختلف شوری در مرحله گیاهچه‌ای.

رقم	غلظت نمک (میلی مولار)					
	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۰
ماهوتی	۲۶/۵۴ <sup>a</sup>	۳۰/۴۸ <sup>a</sup>	۳۵/۲۷ <sup>a</sup>	۴۱/۰۱ <sup>a</sup>	۴۶/۰۴ <sup>a</sup>	۵۰/۷۵ <sup>bc</sup>
روشن	۲۶/۵۲ <sup>a</sup>	۳۰/۷۳ <sup>a</sup>	۳۳/۱۳ <sup>bc</sup>	۴۰/۱۴ <sup>ab</sup>	۴۸/۷۳ <sup>a</sup>	۵۵/۱۹ <sup>ab</sup>
کویر	۲۱/۸۵ <sup>a</sup>	۲۵/۸۲ <sup>a</sup>	۳۰/۱۳ <sup>ab</sup>	۳۴/۱۳ <sup>ab</sup>	۳۸/۲۰ <sup>a</sup>	۴۶/۵۲ <sup>c</sup>
کارچیا	۲۶/۰۸ <sup>a</sup>	۲۸/۵۹ <sup>a</sup>	۳۱/۴۰ <sup>cd</sup>	۳۹/۱۹ <sup>b</sup>	۴۸/۱۹ <sup>a</sup>	۵۹/۹۵ <sup>a</sup>
چینی بهاره	۱۷/۱۸ <sup>b</sup>	۲۱/۵۷ <sup>a</sup>	۲۳/۲۸ <sup>d</sup>	۳۱/۳۰ <sup>b</sup>	۳۸/۳۵ <sup>a</sup>	۴۹/۵۲ <sup>c</sup>

مقایسه میانگین در شرایط غیر شور روی داده‌های اصلی و در حالات دیگر روی داده‌های تصحیح شده صورت گرفته است. در هر ستون a, b, c, d نشان دهنده گروه‌بندیهای متفاوت در دسته بندی دانکن می‌باشد. (P<0.05)

جدول ۸- مقایسه میانگین وزن تر (گرم) ۵ رقم گندم تحت تیمارهای مختلف شوری در مرحله گیاهچه‌ای.

رقم	غلظت نمک (میلی مولار)					
	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۰
ماهوتی	۰/۴۵ <sup>a</sup>	۰/۶۱ <sup>ab</sup>	۰/۷۳ <sup>a</sup>	۱/۰۰ <sup>a</sup>	۱/۰۷ <sup>a</sup>	۱/۲۸ <sup>ab</sup>
روشن	۰/۳۸ <sup>ab</sup>	۰/۵۱ <sup>ab</sup>	۰/۶۰ <sup>b</sup>	۰/۸۰ <sup>bc</sup>	۱/۱۵ <sup>a</sup>	۱/۳۶ <sup>a</sup>
کویر	۰/۲۳ <sup>bc</sup>	۰/۳۷ <sup>b</sup>	۰/۴۳ <sup>b</sup>	۰/۷۰ <sup>ab</sup>	۰/۸۵ <sup>a</sup>	۱/۰۷ <sup>bc</sup>
کارچیا	۰/۳۳ <sup>bc</sup>	۰/۴۳ <sup>bc</sup>	۰/۵۰ <sup>b</sup>	۰/۸۱ <sup>bc</sup>	۱/۲۵ <sup>a</sup>	۱/۴۴ <sup>a</sup>
چینی بهاره	۰/۱۵ <sup>c</sup>	۰/۲۲ <sup>c</sup>	۰/۳۶ <sup>b</sup>	۰/۵۲ <sup>c</sup>	۰/۶۴ <sup>a</sup>	۱/۰۰ <sup>c</sup>

مقایسه میانگین در شرایط غیر شور روی داده‌های اصلی و در حالات دیگر روی داده‌های تصحیح شده صورت گرفته است. در هر ستون a, b, c, d نشان دهنده گروه‌بندیهای متفاوت در دسته بندی دانکن می‌باشد. (P<0.05)

### ۲-۳- مقایسه اثر شوری بر نسبت طول و وزن ریشه به ساقه ارقام

همانطور که در شکل ۱ دیده می‌شود، نسبت طول ریشه به طول ساقه از ۵۰ میلی مولار شوری تا ۱۵۰ میلی مولار اندکی کاهش یافته و سپس به مقدار نسبتاً ثابتی می‌رسد. در مقابل نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه (شکل ۲) نشان داد که این نسبت در ارقام مختلف گندم تحت تنش شوری افزایش می‌یابد. تمامی ارقام در ۱۵۰ میلی مولار شوری یک جهش در این نسبت از خود نشان دادند ولی این نسبت بعد از آن در اکثر ارقام بطور بطئی کاهش یافته و یا ثابت ماند. از آنجا که گیاهان در شرایط هیدروپونیک کشت گردیده‌اند لذا ریشه

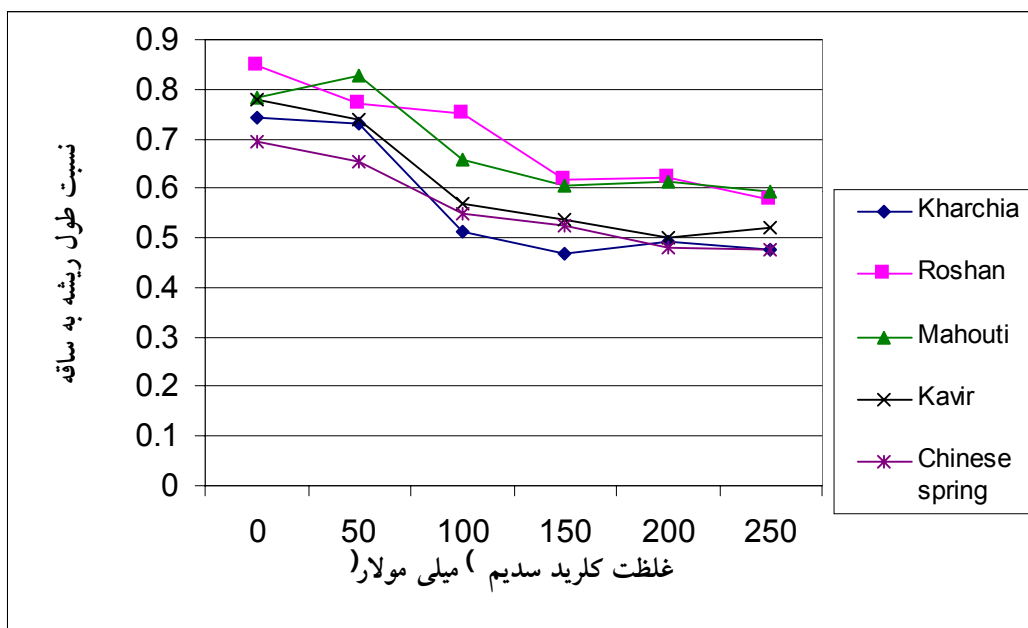
### جدول ۹- مقایسه میانگین صفت وزن خشک (میلی گرم) ۵ رقم گندم تحت تیمارهای مختلف شوری در مرحله گیاهچه .

رقم	غلظت نمک (میلی مولار)					
	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۰
ماهوتی	۶۱ <sup>a</sup>	۷۴ <sup>a</sup>	۷۸ <sup>a</sup>	۹۴ <sup>a</sup>	۱۰۶ <sup>a</sup>	۱۱۶ <sup>bc</sup>
روشن	۵۲ <sup>ab</sup>	۶۳ <sup>b</sup>	۶۷ <sup>b</sup>	۸۶ <sup>bc</sup>	۱۰۹ <sup>a</sup>	۱۲۳ <sup>ab</sup>
کویر	۳۹ <sup>b</sup>	۴۷ <sup>b</sup>	۵۷ <sup>b</sup>	۷۴ <sup>ab</sup>	۸۴ <sup>ab</sup>	۱۰۳ <sup>cd</sup>
کارچیا	۴۴ <sup>b</sup>	۵۹ <sup>b</sup>	۶۰ <sup>bc</sup>	۸۶ <sup>bc</sup>	۱۲۲ <sup>a</sup>	۱۳۲ <sup>a</sup>
چینی بهاره	۲۱ <sup>c</sup>	۲۸ <sup>c</sup>	۴۰ <sup>c</sup>	۵۷ <sup>c</sup>	۶۴ <sup>b</sup>	۹۷ <sup>d</sup>

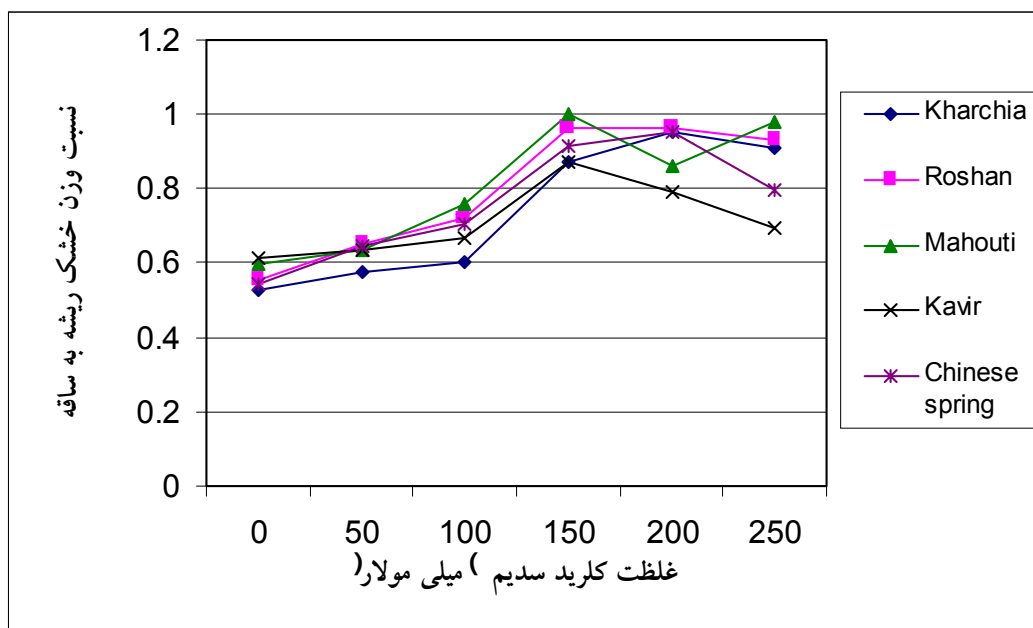
مقایسه میانگین در شرایط غیر شور روی داده‌های اصلی و در حالات دیگر روی داده‌های تصحیح شده صورت گرفته است. در هر ستون a, b, c, d نشان دهنده گروه‌بندیهای متفاوت در دسته بندی دانکن می‌باشد. (P<0.05)

رشد ریشه به ساقه در گزارشات مختلفی آمده است (۱۵، ۱۶). در همین رابطه گرهام و همکاران (۱۹۸۴) نیز گزارش کرده‌اند که در آگروپیرون میزان وزن تر ساقه پس از ۵۷ روز تیمار شوری ۲۵۰ میلی‌مولار ۳۱ درصد شرایط شاهد بوده است، حال آنکه این مقدار در ریشه تنها به ۵۰ درصد می‌رسید.

گیاهان در آب غوطه‌ور بوده و نیازی به افزایش طول برای جبران کاهش جذب آب نبوده است. لذا افزایش نسبت رشد ریشه به ساقه در شرایط هیدروپونیک به صورت طولی نبوده و فقط به صورت وزنی قابل مشاهده است. تاثیر بیشتر شوری بر کاهش رشد برگ نسبت به ریشه و در نتیجه افزایش نسبت



شکل ۱- نسبت طول ریشه به طول ساقه در ارقام متفاوت گندم تحت تنش های مختلف شوری



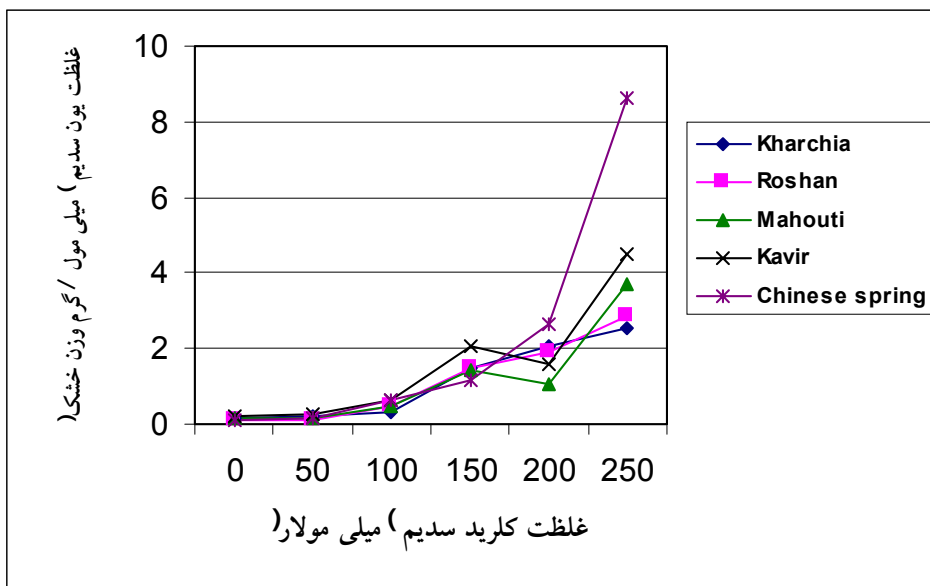
شکل ۲- نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه در ارقام متفاوت گندم تحت تنش های مختلف شوری



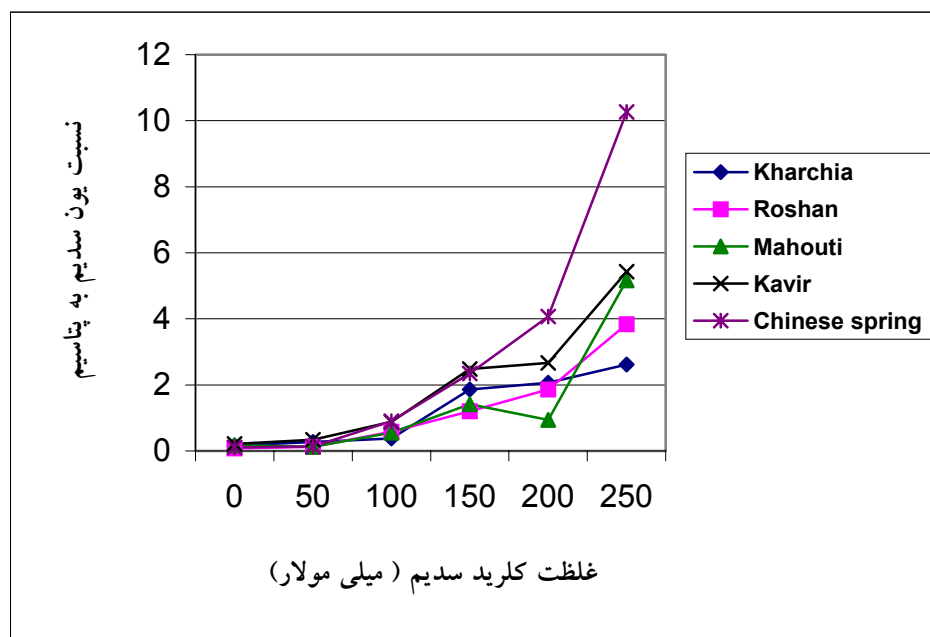
در غلظت یون پتاسیم مشاهده نمود، حال آنکه در مطالعه او کاهش نسبت پتاسیم به سدیم کاملاً معنی‌دار بود. افزایش غلظت یون سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در پاسخ به تنش شوری از منابع متعددی گزارش شده است (۳، ۱۱، ۲۳، ۲۴). با این وجود در ارقام متحمل یون سدیم کمتری وارد بافتهای گیاه شده و از این رو نسبت سدیم به پتاسیم در گیاه به عنوان شاخصی جهت تحمل استفاده می‌شود. (۲۳، ۲۴، ۲۵).

۳- تغییرات غلظت سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در گیاهچه

روند افزایش یون سدیم (شکل ۳) و نسبت سدیم به پتاسیم (شکل ۴) در اثر افزایش شوری نسبتاً شبیه به هم می‌باشد که بیانگر روند نسبتاً ثابت جذب پتاسیم می‌باشد. رجبی (۱۳۸۰) نیز در مطالعه روی غلظت یون سدیم و پتاسیم برگ گندم در پاسخ به تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای کاهش معنی داری



شکل ۳- غلظت یون سدیم در برگ چهارم ارقام مختلف گندم در غلظت های شوری متفاوت در محیط کشت.



شکل ۴- نسبت یون سدیم به پتاسیم در برگ چهارم ارقام مختلف گندم در غلظت های شوری متفاوت در محیط کشت.

### نتیجه گیری

آنچه از آزمایشات جوانه زنی و رشد گیاهچه در حضور غلظت‌های مختلف نمک مشخص گردید رقم ماهوتی تحمل بیشتری نسبت به سایر ارقام متحمل دارا است. این رقم را می‌توان برای پژوهش‌های بعدی جهت بررسی مکانیسم تحمل این گیاه به شوری و همچنین اصلاح کلاسیک و جداسازی ژنهای مؤثر در تحمل به شوری بکار برد. برتری ارقام متحمل ایرانی بخصوص رقم ماهوتی در آزمایش‌های جوانه زنی و رشد گیاهچه نسبت به رقم متحمل کارچیا بیانگر وجود تحمل بالا در ژرم پلاسماهای ایرانی نسبت به ژنوتیپ‌های معروف متحمل به شوری در دنیاست. از آنجا که رقم ماهوتی نمی‌تواند تعادل نسبت یونی  $Na^+/K^+$  را به خوبی کارچیا حفظ نماید، بنظر می‌رسد که مکانیسم‌های تحمل دیگری در این رقم فعال است که برای تحمل به شوری در شرایط تنش سخت بسیار مناسب است.

### سپاسگزاری

این پژوهش با بودجه طرح شماره ۱۶۶ در مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک و تکنولوژی زیستی انجام شده است. از بخش غلات موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر به جهت در اختیار قرار دادن بذور و از بخش ژنتیک و ذخایر توارثی موسسه مذکور به خاطر فراهم نمودن امکانات گلخانه‌ای و کشت هیدروپونیک گیاهان قدردانی می‌گردد.

همانطور که در شکل‌های ۳ و ۴ دیده می‌شود غلظت یون سدیم موجود در بافت برگ ارقام مختلف گندم مورد آزمایش تا ۱۰۰ میلی مولار شوری افزایش قابل توجهی نشان نمی‌دهد و غشاء سیتوپلاسمی و سیستم ریشه می‌تواند به نحو بسیار مطلوبی از جذب این یون ممانعت کند. پس از شوری ۱۰۰ میلی مولار، جذب یون سدیم توسط گیاهان و مقدار آن در بافت‌ها افزایش می‌یابد. اما ارقام متحمل می‌توانند مقدار آن را تا ۲۰۰ میلی مولار ثابت نگه دارند. در شوری ۲۵۰ میلی مولار، گیاهان افزایش چشمگیری در جذب یون سدیم نشان می‌دهند ولی همانطور که دیده می‌شود در رقم کارچیا تعادل یونی به خوبی حفظ می‌شود. تحمل بالای کارچیا در نتیجه حفظ تعادل یونی مناسب و پائین نگه داشتن میزان سدیم داخل سلولی در شرایط شور مکانیسمی است که در اغلب مقالات گزارش شده است (۲۳، ۲۴). در رقم ماهوتی میزان سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم تا حد زیادی نسبت به کارچیا افزایش یافته است (شکل‌های ۳ و ۴). ولی با وجود افزایش سدیم داخل سلولی، رقم ماهوتی تحمل بهتری به تنش شوری شدید داشته است. اسکاچمن و همکاران (۱۹۹۱) نیز در مقایسه ارقام متحمل، غلظت یون سدیم در برگ را برای تخمین تحمل ارقام کافی ندانسته و آزمایشات بیشتر مراحل رشدی گیاه و اندازه‌گیری میزان تولید آن را جهت تایید تحمل ارقام ضروری می‌دانند. بنابراین رقم ماهوتی نسبت به شرایط شوری متحمل‌تر بوده و احتمال می‌رود از مکانیسم‌های متفاوتی برای کاهش اثر اسمزی و سمی سدیم استفاده کند.

### مراجع مورد استفاده

۱. حاجیلویی، س. ۱۳۷۷. بررسی ژنتیکی تحمل به شوری در گندم به روش دای آلل. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ایران.
۲. رجبی، ر. ۱۳۸۰. واکنش ارقام مختلف گندم از نظر جوانه زنی و رشد رویشی نسبت به تنش شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ایران.
۳. محبتی، ف. ۱۳۸۰. بررسی واکنش ارقام مصنوعی و بومی گندم به تنش شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ایران.
4. Blumwald, E. 2000. Sodium transport and salt tolerance in plants. *Current Opinion in Cell Biology*. 12:431-434.
5. Dewey, D.R. 1962. Breeding crested wheat grass for salt tolerance. *Crop Sci.* 2: 403-407.
6. Farida, F. 1996. A comparative study of the effect of NaCl salinity on germination. *Scientific and Industrial Research*, 31:43-47.

7. Francois, L.E., C.M. Grieve, E.V. Mass, & S.M. Lesch. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. *Agron. J.* 86:100-107.
8. Francois, L.E., E. Mass, T. J. Donovan, & V.L. Yoongs. 1986. Effect of salinity on grain and quality, vegetative growth and germination of semidwarf and durum wheat. *Agron. J.* 78: 1053-1058.
9. Gale, J. & M. Zeroni. 1985. The cost to plant of different stress by increasing assimilation. *Plant Soil* 89: 57-67.
10. Ghoulam, C. & K. Fares. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) *Seed Sci. and Technol.* 29: 357-364.
11. Gorham, J., E. McDonnell, E. Budrewicz, & R.G. Wyn Jones. 1985. Salt tolerance in the Triticeae: growth and solute accumulation in leaves of *Thinopyrum bessarabicum*. *Journal of Experimental Botany.* 36: 1021-1031.
12. Gorham, J., E. McDonnell, & R. G. Wyn Jones. 1984. Salt tolerance in the Triticeae: *Leymus sabulosus*. *Journal of Experimental Botany.* 35: 1200-1209.
13. Hoagland, D. R. & D. I. Arnon. 1950. The water- culture method of growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station, University of California, USA.
14. Maguire, J. D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seed vigour. *Crop Sci.* 2: 176-177.
15. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 25:239-250.
16. Munns, R. & A. Termaat. 1986. Whole plant responses to salinity. *Plant Physiol.* 13:143-160.
17. Omielan, J.A., E. Epstein, & J. Dvorak. 1991. Salt tolerance and ionic relations of wheat as affected by individual chromosomes of salt tolerant *Lonphopyrum elongatum*. *Genome.* 34:961-964.
18. Parasher, A. & S. K. Varma. 1992. Effect of different levels of soil salinity on germination, growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian Journal of Agricultural Research.* 26: 100-106.
19. Redy, M. P. & E. R. R. Iyengar. 1999. Crop responses to salt stress: Seawater application and prospects pp. 1041- 1068 In Pessaraki, M. Hand book of plant and crop stress. Marcel Dekker Inc. New York. USA
20. Rezvani Moghaddam, P. & A. Koocheki. 2001. Research history on salt affected lands of Iran: Present and future prospects – Halophytic ecosystem – International symposium on prospects of saline agriculture in the GCC Countries. Dubai, UAE.
21. Smith, S. E. & A. K. Dobrenz. 1987. Seed age and salt tolerance at germination in alfalfa: *Crop Sci.* 27: 1053-1058.
22. Subbarao, G. V. & C. Johansen 1999. Strategies and scope for improving salinity tolerance in crop plants. pp. 1069 - 1087 In Pessaraki, M. Hand book of plant and crop stress. Marcel Dekker Inc. New York. USA
23. Schatchman, D. P., E. S. Lagudah, & R. Munns. 1992. The expression of salt tolerance from *Triticum tauschii* in hexaploid wheat. *Theor. Appl. Genet.* 84: 714-719.
24. Schatchman, D. P., R. Munns, & M. I. Whitecross. 1991. Variation in sodium exclusion and salt tolerance in *Triticum tauschii*. *Crop Sci.* 31: 992-997.
25. Weimberg, R. 1987. Solute adjustments in leaves of two species of wheat at two different stages of growth in response to salinity. *Physiol. Planta.* 70: 381-388.

## An Evaluation of Salt Tolerance in Iranian Wheat Cultivars at Germination and Seedling Stages

F. GHAVAMI<sup>1</sup>, M. A. MALBOOBI<sup>2</sup>, M.R.GHANNADHA<sup>3</sup>,  
B. YAZDI SAMADI<sup>4</sup>, J. MOZAFFARI<sup>5</sup> AND M. JAFAR AGHAEI<sup>6</sup>  
1, 3, 5, Ph. D. Student, Associate Professor and Professor, Faculty of Agriculture,  
University of Tehran, 2, Staff Member, National Research Center for Genetic  
Engineering and Biotechnology, 3, 6, Staff Members, Department of Genetics,  
Plant Breeding and Seed Development Institute, Karaj, Iran.  
Accepted Jan. 11, 2004

### SUMMARY

In this study, three wheat cultivars recommended for cultivation in saline areas, Mahouti, Roshan and Kavir were compared with Kharchia and Chinese spring varieties for various traits in different salt concentrations conditions at germination and seedling stages by factorial analysis and split plot design in a complete random block design with three replications. Mahouti cultivar was found superior with respect to germination percentage, germination rate, radicle and plumule length traits. Compared with other cultivars, the germination percentage of this cultivar was not affected when salt concentration was elevated to 200 mM. Even at 450 mM of salt, germination percentage could reach 66% of the control. At seedling stage, plant dry weight proved to be the trait of choice for assessing the tolerance among cultivars as well as treatments. Mahouti cultivar performed better than others considering dry weight which was 50% of control when seedlings were subjected to 250 mM NaCl for 20 days. In contrast, the level of this indicator was 40% for Roshan, Kavir and Kharchia while only 20% for Chinese spring. Interestingly, unlike in Kharchia, Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> balance was not maintained in Mahouti when salt concentration was increased to 250 mM. It seems that salt tolerance mechanism in Mahouti differs from that of Kharchia when subjected to harsh salt stress conditions.

**Key words:** Germination, Potassium, Salt stress, Seedling, Sodium, Wheat