

مطالعه اثر تنش شوری بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم (*Triticum aestivum*)علی نامور^{۱*}، رئوف سیدشریفی^۲، هاشم هادی^۳^۱ دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه ارومیه^۲ استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی^۳ استادیار گروه زراعت دانشگاه ارومیه* پست الکترونیک نویسنده مسئول: Namvar_a60@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۷)

چکیده

به منظور بررسی واکنش ارقام مختلف گندم به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای مورد بررسی شامل هشت رقم گندم (سای سونز، گاسپارد، فین کان، ام-وی ۱۷، چمران، سرداری، آتیلا ۴ و آذر ۲) و شش سطح شوری ناشی از کلرید سدیم (صفر، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) بودند. نتایج حاکی از آن بود که شوری بر تمامی صفات مورد مطالعه (طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی، وزن گیاهچه، طول‌ترین ریشه‌چه و ساقه‌چه، میانگین تعداد ریشه‌چه در هر بذر، نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه و یکنواختی، سرعت و درصد جوانه‌زنی) اثر معنی‌داری داشت. با افزایش میزان شوری تمامی صفات مورد مطالعه، به جز وزن گیاهچه، وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی و نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه روند کاهشی نشان دادند. بالاترین میزان این صفات از شوری ۲۰۰ میلی‌مولار به دست آمد. رقم نیز اثر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه (به جز وزن گیاهچه و وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی) داشت. رقم چمران دارای بالاترین میانگین تعداد ریشه‌چه در هر بذر، نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه، سرعت و درصد جوانه‌زنی بود. بیشترین طول ریشه‌چه و طول‌ترین ریشه‌چه به رقم سرداری و بیشترین طول ساقه‌چه و طول‌ترین ساقه‌چه به رقم آذر ۲ تعلق داشت. آتیلا ۴ بیشترین میزان وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه را به خود اختصاص داد. به طور کلی می‌توان اظهار داشت که ارقام چمران، سرداری، آذر ۲ و آتیلا ۴ نسبت به سایر ارقام تحمل بیشتری در مقابل تنش شوری از خود نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: ارقام گندم، تنش شوری، تعداد ریشه‌چه، وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی

جنبه‌های نوآوری:

- ۱- معرفی ارقام گندم با تحمل بیشتر به شرایط شوری در مرحله جوانه‌زنی.
- ۲- مطالعه‌ی هشت رقم مختلف گندم از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری.



مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه‌خشک است که شرایط بهینه برای زندگی گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (مصطفوی^۱، ۲۰۱۱؛ هادی^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). بر اساس گزارش‌های موجود، حدود دو میلیون هکتار از زمین‌های کشور جزء خاک‌های شور می‌باشند. آبیاری بیش از حد با آب شور و زهکشی نامناسب خاک‌ها سبب افزایش شوری خاک می‌شود، زیرا پس از تبخیر و تعرق آب خالص از سطح خاک و گیاه، غلظت املاح خاک افزایش یافته و این امر موجب کاهش پتانسیل آب و ایجاد تنش‌های اسمزی در گیاه می‌گردد (المشد و کامل^۳، ۲۰۰۱؛ خدارحم‌پور^۴، ۲۰۱۱؛ تازیکه^۵ و همکاران، ۲۰۱۳). از این‌رو مطالعه‌ی مراحل مختلف رشد گیاهان زراعی در شرایط تنش شوری اهمیت ویژه‌ای در مدیریت زراعی و کاهش اثرات منفی تنش بر رشد و تولید محصول گیاهان زراعی دارد. یکی از مراحل حساس گیاهان به تنش شوری، مرحله‌ی طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم و کلر و کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز نظیر کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زنی بذر و رشد آن تأثیر می‌گذارد (غولام و فارس^۶، ۲۰۰۱؛ گالشی^۷ و همکاران، ۲۰۰۱؛ المشد و کامل، ۲۰۰۱؛ حسین و همکاران، ۲۰۱۱).

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر با افزایش شوری کاهش می‌یابد (غولام و فارس، ۲۰۰۱؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱؛ جاووشوقلو^۹ و همکاران، ۲۰۰۷؛ مصطفوی، ۲۰۱۱). یکنواختی جوانه‌زنی مدت زمانی است که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی از ۱۰ درصد (D_{10}) به ۹۰ درصد جوانه‌زنی نهایی (D_{90}) برسد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱).

یکنواختی جوانه‌زنی عددی منفی است که مقادیر پایین آن نمایانگر یکنواختی کمتر و مقادیر بالای آن حاکی از یکنواختی بیشتر جوانه‌زنی می‌باشد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱). در آزمایش‌هایی که روی گندم، پنبه، نخود، ذرت و لوبیا صورت گرفته، گزارش شده است که با افزایش شوری آب آبیاری، درصد و سرعت جوانه‌زنی، ارتفاع ساقه و طول ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (داش و پاندا^{۱۰}، ۲۰۰۱؛ آلام^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۲؛ اشرف^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۲؛ خدارحم‌پور، ۲۰۱۱؛ احمدپور^{۱۳} و همکاران، ۲۰۱۶). تحقیقات انجام شده روی گیاهان زراعی مختلف بیان‌گر این واقعیت است که با افزایش شوری طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و وزن خشک این اندام‌ها و همچنین نسبت ساقه به ریشه به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش می‌یابد (جاووشوقلو و همکاران، ۲۰۰۷؛ نامور^{۱۴} و همکاران، ۲۰۰۹؛ دهقان‌زاده^{۱۵} و همکاران، ۲۰۱۲). در برخی از تحقیقات گزارش شده است که طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه بیشتر تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد (اشرف و وحید^{۱۶}، ۲۰۰۰؛ خدارحم‌پور، ۲۰۱۱؛ شاکری^{۱۷} و همکاران، ۲۰۱۳).

تفاوت در قدرت تحمل به شوری نه تنها در میان جنس‌ها و گونه‌ها، بلکه حتی در داخل یک گونه نیز مشاهده می‌شود. میزان کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاه تحت شرایط شوری به رقم، ترکیب نمک، غلظت نمک و مرحله‌ی رشد گیاه بستگی دارد (احمد و بانو^{۱۸}، ۱۹۹۴؛ اشرف و وحید، ۲۰۰۰؛ قلی‌نژاد^{۱۹}، ۲۰۱۱).

گندم به‌عنوان یک غله‌ی مهم، غذای بسیاری از مردم کشورهای در حال توسعه محسوب می‌گردد و از سوی دیگر، در بین غلات بیشترین سطح کشت را به خود اختصاص داده است. لذا هدف از این آزمایش بررسی اثرات تنش شوری ناشی از کلریدسدیم که جزء

¹⁰ Dash and Panda

¹¹ Alam

¹² Ashraf

¹³ Ahmadpour

¹⁴ Namvar

¹⁵ Dehganzadeh

¹⁶ Ashraf and Wahid

¹⁷ Shakeri

¹⁸ Ahmad and Bano

¹⁹ Gholinejhad

¹ Mostafavi

² Hadi

³ El-Mashad and Kamel

⁴ Khodarahmpour

⁵ Tazikeh

⁶ Hussain

⁷ Ghoulam and Fares

⁸ Galeshi

⁹ Cavusoglu

استفاده از روش درون‌یابی خطی به‌دست آمد. محاسبه‌ی اجزای مذکور با استفاده از برنامه‌ی کامپیوتری Germin انجام گردید (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱). زمان تا شروع جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به صورت زیر معین شدند:

$$D_{10} = \text{زمان تا شروع جوانه‌زنی (ساعت)}$$

$$D_{90} - D_{10} = \text{یکنواختی جوانه‌زنی (ساعت)}$$

$$1/D_{50} = \text{سرعت جوانه‌زنی (در ساعت)}$$

به‌منظور تعیین وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه در پایان جوانه‌زنی، بذرهای جوانه‌زده از پتری‌دیش‌ها خارج و صفاتی مانند طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (میانگین طول تمام ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه‌ها)، وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی و وزن گیاهچه، طول طویل‌ترین ریشه‌چه و ساقه‌چه، میانگین تعداد ریشه‌چه در هر بذر و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. برای محاسبه‌ی وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی، هر یک از این اجزا به‌صورت جداگانه در دمای 70 ± 5 درجه‌ی سانتی‌گراد، به مدت ۲۴ ساعت در آن قرار داده شدند. وزن خشک گیاهچه از مجموع وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی به‌دست آمد. برای تجزیه‌ی واریانس داده‌ها، نرم‌افزار SAS به‌کار برده شد و مقایسه‌ی میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد که شوری بر تمامی صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری دارد (جدول ۱). اثر رقم نیز بر تمامی صفات مورد مطالعه به‌جز وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی و وزن گیاهچه معنی‌دار بود. برهم‌کنش رقم در شوری نیز بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول طویل‌ترین ریشه‌چه و ساقه‌چه، میانگین تعداد ریشه‌چه در هر بذر و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار گردید (جدول ۱).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

بررسی اثر متقابل رقم در شوری بر صفت طول ریشه‌چه بیان‌گر برتری رقم سرداری (در سطح شوری

نمک‌های غالب خاک‌های شور در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد، بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم و شناسایی متحمل‌ترین رقم نسبت به شوری بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین اثر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی شامل هشت رقم مختلف گندم (سای‌سونز، گاسپارد، فین‌کان، ام‌وی ۱۷، چمران، سرداری، آتیلا ۴ و آذر ۲) و شش سطح شوری (۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) ناشی از کلرید سدیم بودند. سطوح شوری به‌طور مصنوعی با حل کردن مقادیر مشخصی از نمک کلرید سدیم در آب مقطر تهیه گردید. برای سطح صفر یا شاهد از آب مقطر استفاده شد. به‌منظور ضدعفونی، بذرهای هر رقم به‌طور جداگانه ابتدا با هیپوکلریت سدیم (یک درصد) و سپس با قارچ‌کش بنومیل (دو در هزار) هر یک به مدت ۳۰ ثانیه سترون و بعد از هر مرحله با آب مقطر به‌طور کامل شستشو داده شدند. کلیه وسایل مورد استفاده در آزمایش ضدعفونی شدند. تعداد ۲۰ عدد بذر ضدعفونی شده از هر رقم در داخل هر پتری‌دیش روی کاغذ صافی سترون شده قرار داده شد و به‌اندازه‌ی مناسب از محلول تهیه شده به پتری‌دیش‌ها اضافه گردید و سپس بذرهای در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد درون ژرمیناتور قرار گرفت. شمارش بذرهای جوانه‌زده به‌صورت روزانه و در ساعتی معین انجام می‌شد. به هنگام شمارش، بذری جوانه‌زده تلقی شد که طول ریشه‌چه آن‌ها حداقل دو میلی‌متر بود (حسین و همکاران، ۲۰۱۱). شمارش تا زمانی ادامه یافت که سه روز متوالی تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر پتری‌دیش ثابت بماند.

برای ارزیابی اجزای جوانه‌زنی، منحنی پیشرفت درصد جوانه‌زنی تجمعی در مقابل زمان از شروع آزمایش (برحسب ساعت) ترسیم شد و سپس از این منحنی‌ها، زمان از شروع آزمایش تا رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی (D_{10})، ۵۰ درصد جوانه‌زنی (D_{50}) و ۹۰ درصد جوانه‌زنی (D_{90}) محاسبه گردیدند و حداکثر جوانه‌زنی با

گرفته و با بروز تنش، نوع فعالیت‌ها و ترکیباتی که می‌سازند تغییر می‌کند و این تغییرات، برگ و ساقه‌چه را بیشتر از ریشه‌چه تحت تأثیر قرار می‌دهد (دهشیری، ۱۹۹۸؛ داش و پاندا، ۲۰۰۱؛ مصطفوی، ۲۰۱۱).

وزن ریشه‌چه، وزن ساقه‌چه و نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه

با توجه به نتایج جدول ۲ مشاهده می‌شود که رقم آتیلا ۴ بیشترین و رقم فین‌کان، از کمترین وزن ریشه‌چه برخوردار بودند. در مورد وزن ساقه‌چه نیز ارقام آتیلا ۴ و آذر ۲ با هشت میلی‌گرم دارای بیشترین مقدار بودند. کمترین وزن ساقه‌چه به رقم سای‌سونز مربوط می‌شد که البته اختلاف معنی‌داری با رقم فین‌کان نداشت (جدول ۴). بیشترین وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه در شوری ۲۵ میلی‌مولار مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با سایر سطوح شوری نشان می‌داد. به‌طور کلی با افزایش میزان شوری وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش چشم‌گیری داشت. به‌طوری‌که اختلاف وزن ریشه‌چه سطح شوری ۲۵ میلی‌مولار با تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار، ۴/۲ میلی‌گرم و اختلاف وزن ساقه‌چه در تیمار شوری ۲۵ میلی‌مولار با سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار، ۹/۲ میلی‌گرم بود (جدول ۵). کاهش وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر افزایش غلظت شوری، امری طبیعی بوده و نتایج محققان دیگر نیز این امر را ثابت کرده است (موسوی‌نیک^۳ و همکاران، ۲۰۱۱؛ خدارحم‌پور، ۲۰۱۱؛ دهقان‌زاده و همکاران، ۲۰۱۲). آذرنیوند و جعفریان^۴ (۲۰۰۳) در بررسی تنش شوری بر جوانه‌زنی دو گونه از آگروپایرون بیان نمودند که با افزایش غلظت نمک، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش می‌یابد. جاووشوقلو و همکاران (۲۰۰۷) در گیاه جو و آلام و همکاران (۲۰۰۲) در گندم نتایج مشابهی گزارش نمودند.

۲۵ میلی‌مولار) نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه بود. رقم فین‌کان در این صفت ضعیف‌تر از سایر ارقام ظاهر گردید. در بالاترین سطح شوری رقم آذر ۲ دارای بالاترین طول ریشه‌چه و رقم سای‌سونز دارای پایین‌ترین طول ریشه‌چه بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تیمارها بر طول ساقه‌چه نشان داد که رقم فین‌کان در سطح شوری اول (شاهد) و رقم‌های سرداری و آذر ۲ در سطح شوری دوم (۲۵ میلی‌مولار) دارای بیشترین طول ساقه‌چه بودند، هرچند که اختلاف معنی‌داری میان آن‌ها نبود. در سطوح بالای شوری، ارقام ام-وی ۱۷، چمران و آذر ۲ در مقایسه با دیگر ارقام از طول ساقه‌چه بیشتری برخوردار بودند که این امر می‌تواند به‌عنوان یک صفت مطلوب مطرح باشد (جدول ۳). مطالعه‌ی اثرات متقابل تیمارها نشان داد که با افزایش شوری، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تمام ارقام مورد آزمایش کاهش می‌یابد. اختلاف این دو صفت در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار و بالاتر با تیمار شاهد کاملاً معنی‌دار و قابل توجه بود. این نتایج با یافته‌های جاووشوقلو و همکاران (۲۰۰۷) در گیاه جو، آلام و همکاران (۲۰۰۲) و قلی‌نژاد (۲۰۱۱) در گندم و احمدپور و همکاران (۲۰۱۶) در نخود مطابقت دارد. در ضمن نتایج به‌دست آمده نشان داد که طول ساقه‌چه بیشتر از طول ریشه‌چه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد که این یافته با تحقیقات بسیاری از محققان مطابقت دارد (ولدیانی^۱ و همکاران، ۲۰۰۵؛ جاووشوقلو و همکاران، ۲۰۰۷؛ تازیکه و همکاران، ۲۰۱۳). اگرچه علت این پدیده هنوز به‌درستی مشخص نشده است، ولی برخی معتقدند که فشار تورژسانس لازم برای انجام یافتن رشد در اندام‌های مختلف، متفاوت می‌باشد. به‌عنوان مثال، در ریشه‌ی گندم این فشار معادل ۰/۰۵ مگا پاسکال و در برگ حدوداً برابر ۰/۱ مگا پاسکال است؛ بنابراین در مقدار معین آب (تنش مشخص) ممکن است رشد سلول‌های ساقه‌چه و برگ متوقف شود، ولی سلول‌های ریشه‌چه به رشد خود ادامه دهند (دهشیری^۲، ۱۹۹۸). در ضمن تحمل اندام‌هایی که در راستای سنتز مواد دیواره‌ای فعالیت دارند، تحت تأثیر کم‌آبی قرار

³ Moussavi-Nik

⁴ Azarnivand and Jafarian

¹ Valadiani

² Dehshiri

Table 1. Analysis of variance of effects of different levels of salinity on germination components of wheat cultivars

منابع تغییر S.O.V	df	میانه‌های سریشات (MS)												
		طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقچه Plumule length	وزن ریشه‌چه Radicle weight	وزن ساقچه Plumule weight	وزن بذر باقیمانده Remaining seed weight	وزن گیله‌چه Seedling weight	طول ترین ریشه‌چه Longest radicle	طول ترین ساقچه Longest plumule	میانه‌های حمله ریشه‌چه Number of radicle per seed	نسبت ریشه‌چه به ساقچه Ratio of radicle to plumule weight	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	درصد جوانه‌زنی Germination percentage
شوری Salinity (S)	5	574.71 **	684.66 **	6654×10^{-4} **	34335×10^{-4} **	335700×10^{-4} **	582757×10^{-4} **	1062.71 **	854.34 **	4.52 **	1.20 **	3637.21 **	0.00062 **	13645.23 **
رقم Cultivar (C)	7	37.46 **	12.50 **	1157×10^{-4} **	1388×10^{-4} **	36631×10^{-4} **	205337×10^{-4} **	50.16 **	16.98 **	4.78 **	0.24 *	526.17 **	0.0000125 **	710.124 **
شوری × رقم S × C	35	3.82 **	3.47 **	52×10^{-4} **	219×10^{-4} **	17147×10^{-4} **	65820×10^{-4} **	6.34 **	4.22 **	0.49 **	0.11 **	87.48 **	0.00000063 **	56.08 **
خطای آزمایشی Error	96	1.72	1.00	68×10^{-4}	172×10^{-4}	17808×10^{-4}	17680×10^{-4}	2.17	1.31	0.22	10.08	102.68	0.00000185	39.11

ns, * and ** represent: not significant, significant at 5% and 1% error probability, respectively.

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1% درصد

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف شوری بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی ارقام گندم

نامور و همکاران: مطالعه اثر تنش شوری بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم...

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در رقم برای صفت طول ریشه‌چه (سانتی‌متر).

Table 2. Mean comparison of interaction effects of salinity and wheat cultivars on radicle length (cm).

شوری Salinity (mM)	Saysons	Gaspard	Finkan	MV-17	Chamran	Sardari	Atila-4	Azar-2
0 (control)	10.06 e-h	10.50 d-g	9.24 g-j	13.40 bc	12.13 cd	15.08 ab	12.46 cd	12.87 c
25	8.23 h-k	10.58 d-g	9.72 f-j	13.44 bc	11.42 c-f	16.88 a	12.94 c	11.92 c-e
50	8.00 i-k	8.77 g-j	6.35 kl	11.40 c-f	9.21 g-j	12.91 c	10.01 e-i	11.59 c-f
100	4.96 lm	4.00 mn	4.76 lm	7.43 jk	5.05 lm	7.67 jk	6.24 kl	9.12 g-j
150	1.03 op	1.33 op	1.51 op	1.91 op	1.84 op	2.06 n-p	1.82 op	2.62 no
200	0.53 p	0.61 op	0.68 op	1.05 op	1.05 op	1.10 op	1.21 op	2.22 n-p

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Means with same letters have no significant difference, based on LSD Test ($\alpha=0.05$).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در رقم برای صفت طول ساقه‌چه (سانتی‌متر).

Table 3. Mean comparison of interaction effects of salinity and wheat cultivars on plumule length (cm).

شوری Salinity (mM)	Saysons	Gaspard	Finkan	MV-17	Chamran	Sardari	Atila-4	Azar-2
0 (control)	10.53 i-k	9.58 j-l	15.80 a	11.92 d-f	11.50 e-i	13.33 cd	11.62 e-h	13.21 cd
25	10.39 g-j	11.40 e-i	14.21 bc	12.70 de	12.15 d-f	15.36 ab	12.62 d-f	14.50 a-c
50	10.28 g-j	10.15h-k	11.43 e-i	11.16 f-i	11.34 e-i	11.49 e-i	12.18d-f	11.68 e-g
100	7.03 no	5.92 o	6.08 o	9.43 j-l	8.68k-m	7.67 mn	8.15 l-n	9.23 j-l
150	0.90 rs	1.37 p-s	0.76 rs	2.52 pq	2.83 p	1.53 p-r	2.84 p	2.46 pq
200	0.39 rs	0.03 s	0.16 rs	1.18 q-s	1.19 q-s	0.51 rs	0.82 rs	0.83 rs

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Means with same letters have no significant difference, based on LSD Test ($\alpha=0.05$).

جدول ۴- مقایسه میانگین مؤلفه‌های جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم.

Table 4. Mean comparison of germination components in different wheat cultivars.

رقم Cultivar	وزن ریشه‌چه Radicle weight (mg)	وزن ساقه- چه Plumule weight (mg)	وزن بذر باقیمانده Remaining seed weight (mg)	وزن گیاهچه Seedling weight (mg)	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه Ratio of radicle to plumule weight	یکنواختی جوانه- زنی Germination uniformity (h)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (h ⁻¹)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage
Saysons	3.9 d	5.7 d	19.9	29.6	0.85 a	53.47 c	0.0112 cd	50.00 c
Gaspard	4.0 dc	7.1 cb	27.6	38.7	0.54 b	45.88 ab	0.0106 d	42.66 d
Finkan	2.5 e	6.0 d	26.3	36.9	0.57 b	36.28 a	0.0126 ab	56.93 b
MV-17	3.8 d	6.4 cd	29.6	39.9	0.66 ab	47.46 bc	0.0113 cd	50.80 c
Chamran	4.7 b	7.0 cb	16.3	28.1	0.79 a	42.81 b	0.0127 a	62.90 a
Sardari	4.0 dc	7.5 ab	22.5	36.1	0.56 b	49.59 bc	0.0117 bc	50.93 c
Atila-4	5.4 a	8.0 a	21.2	36.6	0.73 ab	50.20 bc	0.0102 d	49.00 c
Azar-2	4.5 bc	8.0 a	20	32.5	0.75 ab	48.50 bc	0.0100 d	48.60 c

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Means with same letters in each column have no significant difference, based on LSD Test ($\alpha=0.05$).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های تأثیر سطوح مختلف شوری بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی گندم

Table 5. Mean comparison of wheat germination components under salinity stress

شوری Salinity (mM)	وزن ریشه‌چه Radicle weight (mg)	وزن ساقه- چه Plumule weight (mg)	وزن بذر باقیمانده Remaining seed weight (mg)	وزن گیاهچه Seedling weight (mg)	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه Ratio of radicle to plumule weight	یکنواختی جوانه- زنی Germination uniformity (h)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (h ⁻¹)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage
0 (control)	5.3 b	9.6 b	11.8 d	26.7 c	0.55 c	33.32 a	0.0167 a	86.33 a
25	5.9 a	10.5 a	14.4 cd	30.9 bc	0.56 c	39.84 b	0.0137 b	71.44 b
50	5.1 b	9.6 b	15.7 cd	30.5 bc	0.56 c	53.77 c	0.0108 c	56.11 c
100	4.0 c	7.6 c	2.07 c	32.4 bc	0.55 c	57.40 c	0.0092 d	37.0 d
150	2.5 d	3.3 d	31.5 b	37.2 b	0.77 b	55.24 c	0.0080 e	11.0 e
200	1.7 e	1.3 e	43.3 a	46.4 a	1.10 a	51.0 c	0.0001 f	2.00 e

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند
Means with same letters in each column have no significant difference, based on LSD Test ($\alpha=0.05$).

و یا حتی در شرایط بدون تنش است که نمایانگر کارایی کمتر تبدیل مواد ذخیره‌ای به ترکیبات پویا و قابل‌مصرف برای جنین می‌باشد (اشرف و همکاران، ۲۰۰۲).

اشرف و وحید (۲۰۰۰) در آزمایشی که بر روی بذور ذرت انجام دادند به این نتیجه رسیدند که شوری سبب محدود شدن ذخایر قندی محلول و در نتیجه اختلال در متابولیسم تنفسی جنین می‌شود. احمد و بانو (۱۹۹۴) گزارش نمودند که شوری در انواع مختلف بذور گیاهی باعث کاهش هیدرولیز و تبدیل ذخایر غذایی می‌شود که در نهایت سبب افزایش وزن باقیمانده پس از جوانه‌زنی می‌گردد. بالا بودن وزن گیاهچه‌ی حاصل از رقم ام-وی ۱۷ احتمالاً ناشی از بالا بودن وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی در این رقم می‌باشد.

طول‌ترین ریشه‌چه و ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که رقم و شوری اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر طول طول‌ترین ریشه‌چه و ساقه‌چه دارد. همچنین برهم‌کنش تیمارهای مورد مطالعه در این صفات نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در شوری حاکی از آن بود که رقم سرداری در بین ارقام مورد مطالعه توانایی بیشتری برای تولید ریشه‌چه‌های طولی از خود نشان می‌دهد. به طوری که این رقم توانست در سطوح شوری صفر و ۲۵ میلی‌مولار طولی-

رحیمیان^۱ و همکاران (۱۹۹۱) نیز عنوان نمودند که کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گندم در محلول کلرورسدیم احتمالاً به دلیل سمیت یون‌ها و اثرات منفی آن‌ها در غشای سلولی است. از سوی دیگر ارقام سالی‌سونز و چمران بالاترین نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه را به خود اختصاص دادند. کمترین میزان نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه در ارقام گاسپارد، سرداری و فین‌کان مشاهده گردید (جدول ۴). سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار بالاترین نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه را نشان داد (جدول ۵). این امر خود می‌تواند تأییدی بر تأثیرپذیری بیشتر ساقه‌چه از تنش شوری نسبت به ریشه‌چه باشد.

وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه

هر چند رقم اثر معنی‌داری بر وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی و وزن گیاهچه نشان نداد (جدول ۱)، ولی رقم ام-وی ۱۷ بالاترین میزان این صفات را نشان داد (جدول ۴). بذور جوانه‌زده در تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار دارای بیشترین وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی و وزن گیاهچه بودند (جدول ۵). بالا بودن میزان وزن بذر باقیمانده پس از جوانه‌زنی نشان‌دهنده‌ی پایین بودن کل ذخایر پویا شده تحت تأثیر تنش شوری

¹ Rahimian

ثبات بیشتر از نظر این صفت در سطوح مختلف شوری، رقم برتری نسبت به فین‌کان از نظر ایجاد طویل‌ترین ساقه‌چه باشد.

صفات طویل‌ترین ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش میزان شوری روندی کاهشی نشان دادند، به طوری که کوتاه‌ترین ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه‌ها در تیمار شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد. تولید ریشه‌چه‌های طویل‌تر می‌تواند عاملی بر برتری ارقام برای دسترسی بیشتر به منابع موجود، به‌ویژه رطوبت که فاکتور مهمی در ایجاد تنش در گیاهان است، باشد. چنین ویژگی می‌تواند به استقرار بهتر و سریع‌تر گیاهچه به‌خصوص در اراضی دیم کمک شایانی نماید.

ترین ریشه‌چه‌ها را ایجاد نماید (جدول ۶). رقم فین‌کان نیز در مورد صفت تولید طویل‌ترین ریشه‌چه کمترین کارایی را نشان داد، هر چند اختلاف معنی‌داری در میان ارقام در سطوح شوری ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده نگردید (جدول ۶). همچنین رقم فین‌کان در تیمار شاهد (آب مقطر) توانست طویل‌ترین ساقه‌چه را به‌وجود آورد که البته طول ساقه‌چه‌های تولید شده توسط این رقم در سطح تیمار شاهد، اختلاف معنی‌داری با طول طویل‌ترین ساقه‌چه ایجاد شده توسط رقم سرداری در سطح شوری ۲۵ میلی‌مولار نداشت (جدول ۷). با وجود ایجاد طویل‌ترین ساقه‌چه توسط رقم فین‌کان، به‌نظر می‌رسد رقم سرداری به‌دلیل نشان دادن

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل شوری در رقم برای صفت طویل‌ترین ریشه‌چه (سانتی‌متر)

Table 6. Mean comparison of interaction effects of salinity and wheat cultivars on the longest radicle (cm)

شوری Salinity (mM)	Saysons	Gaspard	Finkan	MV-17	Chamran	Sardari	Atila-4	Azar-2
0 (control)	13.16 f-j	14.16 e-i	13.14 f-j	17.62 bc	17.05 cd	19.60 b	17.78 bc	16.08c-e
25	11.94 i-l	14.94d-f	12.69 f-j	16.08c-e	15.87c-e	22.73 a	17.46bc	16.83cd
50	11.48 j-l	12.31 g-k	9.72 l-n	14.52e-g	12.17h-k	17.09 cd	14.20e-h	15.71c-e
100	6.78 op	5.42 p	7.10 op	10.28 k-m	7.86 no	10.32k-m	8.44m-o	11.78j-l
150	1.6 q	2.53 q	1.94 q	2.70 q	2.40 q	2.45 q	2.49 q	2.88 q
200	0.7 q	0.73 q	0.99 q	1.48 q	1.46 q	1.40 q	1.61 q	1.76 q

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means with same letters have no significant difference, based on LSD Test ($\alpha=0.05$).

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل شوری در رقم برای صفت طویل‌ترین ساقه‌چه (سانتی‌متر)

Table 7. Mean comparison of interaction effects of salinity and wheat cultivars on the longest plumule (cm)

شوری Salinity (mM)	Saysons	Gaspard	Finkan	MV-17	Chamran	Sardari	Atila-4	Azar-2
0 (control)	12.23 h-k	12.00 i-m	18.11 a	13.91 e-h	12.46 h-k	15.03 c-f	13.24 f-j	15.20 c-e
25	12.63 h-k	12.96 g-j	16.03 bc	14.06 d-h	14.63 c-g	17.53 ab	14.00 d-h	15.83 b-d
50	11.36 j-n	11.40 j-n	14.62 c-g	12.70 h-k	13.63 e-i	14.70 c-g	14.01 d-h	15.01 c-f
100	8.40 op	7.93 p	7.76 p	11.01 k-n	10.16 m-o	10.03 no	10.43 l-n	11.36 j-n
150	1.71 t-w	2.21 s-v	1.40 u-w	3.61 q-s	4.23 q	2.33 r-u	4.14 qr	3.22 q-t
200	0.62 u-w	0.06 w	0.36 vw	1.63 t-w	2.00 s-v	0.82 u-w	1.46 t-w	1.60 t-w

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means with same letters have no significant difference, based on LSD Test ($\alpha=0.05$).

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل شوری در رقم برای صفت میانگین تعداد ریشه‌چه در بذر

Table 8. Mean comparison of interaction effects of salinity and wheat cultivars on the number of the radicle

شوری Salinity (mM)	Saysons	Gaspard	Finkan	MV-17	Chamran	Sardari	Atila-4	Azar-2
0 (control)	4.4 a-e	4.4 a-e	3.5 f-k	3.8 d-i	4.8 ab	3.2 h-k	4.8 ab	3.1 h-m
25	4.8 ab	4.6 a-c	3.1 h-m	3.4 g-k	4.8 ab	3.2 h-k	4.4 a-e	3.2 h-k
50	4.2 b-f	4.3 a-e	3.6 e-j	3.6 e-j	4.8 ab	3.3 h-k	4.3 a-e	3.4 g-k
100	3.8 d-i	4.3 a-e	3.3 h-k	3.8 d-i	5.0 a	3.2 h-k	4.5 a-d	3.2 h-k
150	3.8 d-i	3.0 i-m	2.8 k-m	3.8 d-i	4.1 b-g	2.9 j-m	4.2 b-f	3.5 f-k
200	1.9 n	2.4 mn	2.4 l-n	3.3 h-k	3.8 c-h	3.1 h-m	3.2 h-l	2.9 j-m

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means with same letters have no significant difference, based on LSD test ($\alpha=0.05$).

میانگین تعداد ریشه‌چه در هر بذر

تعداد ریشه‌چه‌های ایجاد شده توسط بذر به‌هنگام جوانه‌زنی از صفات مهمی است که می‌تواند به استقرار بهتر گیاهچه به‌خصوص تحت شرایط تنش، کمک نماید. نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل حاکی از آن است که افزایش سطح شوری سبب کاهش میانگین تعداد ریشه‌چه تولیدی توسط هر بذر می‌شود، به‌طوری‌که در ارقام مختلف، بالاترین تعداد ریشه‌چه در تیمار شاهد و پایین‌ترین تعداد ریشه‌چه از سطح شوری ۲۰۰ میلی-مولار حاصل گردید. رقم چمران از نظر تولید تعداد ریشه‌چه به ازای هر بذر برتر از سایر ارقام عمل نمود (جدول ۸). درحالی‌که رقم فین‌کان ضعیف‌ترین نتایج را از نظر این صفت نشان داد. از سوی دیگر تعداد ریشه‌چه‌های تولیدی توسط هر رقم در سطوح مختلف شوری در اکثر ارقام، با وجود نشان دادن یک روند کاهشی، تفاوت معنی‌داری نشان نداد که این امر می‌تواند دلیلی بر خصوصیت ذاتی هر رقم در توانایی تولید تعداد مشخصی ریشه‌چه در شرایط متفاوت باشد. جاووشوقلو و همکاران (۲۰۰۷) نیز نتایج مشابهی در بذور جو گزارش نموده‌اند.

یکنواختی، سرعت و درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که رقم و شوری اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر یکنواختی، سرعت و درصد جوانه‌زنی دارد (جدول ۱). فین‌کان بالاترین میزان یکنواختی جوانه‌زنی را نشان داد که البته اختلاف معنی‌داری با گاسپارد نداشت.

سای سونز از نظر یکنواختی جوانه‌زنی پایین‌تر از سایر ارقام قرار گرفت (جدول ۴). رقم چمران بالاترین میزان سرعت و درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد که به‌نوعی نشان‌گر توانایی این رقم از نظر قدرت جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری می‌باشد (جدول ۴). آذر ۲، آتیلا ۴ و گاسپارد به ترتیب، کمترین سرعت جوانه‌زنی را نشان دادند. همچنین گاسپارد نسبت به سایر ارقام کمترین درصد جوانه‌زنی را داشت (جدول ۴). افزایش میزان شوری سبب کاهش چشم‌گیری در یکنواختی، سرعت و درصد جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم گردید، به‌طوری‌که یکنواختی جوانه‌زنی از ۳۳/۳۲ (ساعت)، سرعت جوانه‌زنی از ۰/۰۱۶۷ (ساعت) و درصد جوانه‌زنی از ۸۶/۳۳ (درصد) در تیمار شاهد به ترتیب به ۵۱ (ساعت)، ۰/۰۰۱۳ (ساعت) و ۲ (درصد) در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار رسید (جدول ۵). این نتایج با گزارش‌های احمدپور و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت، افزایش شدت شوری اثرات بازدارنده‌ای بر صفات جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم دارد. از سوی دیگر عکس‌العمل ارقام نیز در برابر شوری کاملاً متفاوت بود. ارقام چمران، سرداری، آذر ۲ و آتیلا ۴ نسبت به سایر ارقام، تحمل و پایداری بیشتری در مقابل تنش شوری از خود نشان دادند. توجه به این نکته که چمران، سرداری و آذر ۲ جزو ارقامی از گندم هستند که معمولاً در برخی از مناطق به‌صورت

این نتایج می‌توان رقم مناسب را برای کشت در هر منطقه با در نظر گرفتن شرایط حاکم بر منطقه، خصوصاً شوری، انتخاب نمود.

دیم کشت می‌شوند، بسیار حائز اهمیت است. ام-وی ۱۷ میزان متوسطی از تحمل و پایداری را در مقابل تنش شوری نشان داد. فین‌کان، گاسپارد و سای‌سونز نیز از این نظر ضعیف‌تر از سایر ارقام ظاهر شدند. با توجه به

منابع

- Ahmad, J., and Bano, M. 1994. The effect of sodium chloride on the physiology of cotyledon and mobilization of reserve food in *Cicer arietinum*. Pakistan Journal of Botany, 24(1): 40-48.
- Ahmadpour, R., Armand, N., and Hossinzadeh, S.R. 2016. Effect of vermicompost extract on germination characteristics of chickpea (*Cicer arietinum*) under salinity stress. Iranian Journal of Seed Research, 2(2):123-135. [In Persian with English abstract].
- Alam, S.M., Khan, M.A., Mujtaba, S.M., and Shereen, A. 2002. Influence of aqueous leaf extract of common lambsquarters and NaCl salinity on the germination, growth and content of wheat. Acta Physiologiae Plantarum, 24(4): 359-364. <https://doi.org/10.1007/s11738-002-0030-8>
- Ashraf, M.Y., and Wahid, S. 2000. Time course changing in organic metabolites and mineral nutrients in germination maize seeds under salt (NaCl). Seed Science and Technology, 28(3): 641-656.
- Ashraf, M.Y., Sarwar, G., Ashraf, M., Afaf, R., and Satar, A. 2002. Salinity induced changes α -amylase activity during germination and early cotton seedling growth. Biologia Plantarum, 45(4): 589-591. <https://doi.org/10.1023/A:1022338900818>
- Azarnivand, H., and Jafarian, Z. 2003. Effects of salinity on germination of *Agropyron desertorum* and *Agropyrun cristatim*. Desert Journal, 1(8): 52-62. [In Persian with English Summary].
- Cavusoglu, K., Kilic, S. and Kabar, K. 2007. Some morphological and anatomical observation during alleviation of salinity (NaCl) stress on seed germination and seedling growth of barley by polyamines. Acta Physiologiae Plantarum, 29(6): 551-557. <https://doi.org/10.1007/s11738-007-0066-x>
- Dash, M., and Panda, S.K. 2001. Salt stress induced changes in growth and enzyme activities in germination *Phaseolus mungo* seed. Biologia Plantarum, 44: 587-589. <https://doi.org/10.1023/A:1013750905746>
- Dehganzadeh, H., Sanjari, Sh. and Afsharmanesh, Gh. 2012. Effects of salt stress on germination indices of wheat cultivars. Plant and Ecosystem, 8(30): 89-98. [In Persian with English Summary].
- Dehshiri, A. 1998. Response of rapeseed cultivars to water stress. M.Sc. Thesis Agriculture Department. Tarbiat Modares University. [In Persian with English Summary].
- El-Mashad, A.A., and Kamel, E.A. 2001. Amelioration of NaCl stress in *Pisum sativum* L. International Journal of Experimental Biology, 39: 469-475.
- Galeshi, S., Soltani, A., and Zeinali, E. 2001. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Symposium. In 26th Congress of the International Seed Testing Association (ISTA). Anger, France, P.12.
- Gholinejhad, A. 2011. Effects of salinity stress on germination indices of wheat genotypes. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 1(1): 14-21. [In Persian with English Summary].
- Ghoulam, C., and Fares, K. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology, 29(2): 357-364.

- Hadi, H., Seyed Sharifi, R., and Namvar, A. 2016. Phytoprotectants and abiotic stresses. Urmia University Publication. 341p. [In Persian].
- Hussain, S.A., Akhtar, J., Anwar-ul-haq, M., and Ahmad, R. 2011. Growth, yield and ionic concentration of two sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes exposed to brackish water irrigation. *Soil and Environment*, 30(1): 58-65.
- Khodarahmpour, Z. 2011. Screening maize (*Zea mays* L.) hybrids for salt stress tolerance at germination stage. *African Journal Biotechnology*, 10(71): 15959-15965.
<https://doi.org/10.5897/AJB11.2493>
- Mostafavi, K. 2011. An evaluation of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.), seed germination and seedling characters in salt stress conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 6(7): 1667-1672.
- Moussavi-Nik, M., Babaeian, M., and Tavassoli, A. 2011. Effect of seed size and genotype on germination characteristic and seed nutrient content of wheat. *Scientific Research and Assays*, 6: 2019-2025. <https://doi.org/10.5897/SRE11.621>
- Namvar, A., Seyed Sharifi, R., Khandan, T., and Molaei, P. 2009. Influence of extracts of *Chenopodium album* and NaCl salinity on germination and seedling growth of soybean. *Allelopathy Journal*, 23(1): 193-202.
- Rahimian, H., Bagheri Kazem Abad, A. and Paryab, A. 1991. Effects of different potential of PEG and NaCl in combination with temperature on germination of wheat. *Agricultural Sciences and Industry*, 5(1): 37-42. [In Persian with English Summary].
- Shakeri, R., Tobeh, A., and Jamaati, Sh. 2013. Study the effects of seed priming on germination indices of wheat under salinity stress. *Seed Research Journal*, 3(4): 8-19. [In Persian with English abstract].
- Tazikeh, N., Dadashi, M., and Jafari, M. 2013. Study of germination of two wheat cultivars under salinity stress. *Seed Research Journal*, 3(4): 1-7. [In Persian with English Summary].
- Valadiani, A., Hassanzadeh, A., and Tajbakhsh, M. 2005. Study on the effects of salt stress in germination and embryo growth stages of the four prolific and new cultivars of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pajouhesh & Sazandegi*, 66: 23-32. [In Persian with English Summary].

A Study into the Effects of Salt Stress on Germination Components of Different Wheat (*Triticum aestivum*) Cultivars

Ali Namvar^{1*}, Raouf Seyed Sharifi², Hashem Hadi³

¹ Ph.D. Student of Crop Physiology, Department of Agronomy, Urmia University, Urmia, Iran

² Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

³ Assistant Professor, Department of Agronomy, Urmia University, Urmia, Iran

*Corresponding author, E-mail address: Namvar_a60@yahoo.com

(Received: 19.10.2016; Accepted: 09.10.2017)

Abstract

In order to study the effects of different levels of salinity on germination components of wheat cultivars, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with three replications. Experimental factors were wheat cultivars at eight levels (Saysons, Gaspard, Finkan, MV-17, Chamran, Sardari, Atila-4 and Azar-2) and six levels of salinity (0, 25, 50, 100, 150 and 200 mM NaCl). The results indicated that salinity had significant effects on all of the traits studied (i.e., radicle length and dry weight, plumule length and dry weight, remaining seed weight after germination, seedling weight, the longest radicle and plumule, number of radicle per seed, ratio of radicle weight to plumule weight and rate, and uniformity and percentage of germination). All of these traits declined with an increase in the salinity (except the ratio of radicle weight to plumule weight, remaining seed weight after germination and seedling weight). The highest ratio of radicle weight to plumule weight, remaining seed weight after germination and seedling weight were recorded in the salinity of 200 mM NaCl. The cultivars showed significant effects on all of the traits studied (except remaining seed weight after germination and seedling weight). Chamran cultivar showed the highest number of radicle per seed, the ratio of radicle weight to plumule weight, rate and percentage of germination. The highest radicle length and the longest radicle were obtained from the Sardari cultivar while in Azar-2 cultivar it was *vice versa* in plumule. Atila-4 cultivar showed the highest radicle and plumule weight. It seems that compared with other cultivars, out of the cultivars studied, Chamran, Azar-2, Sardari and Atila-4 were more resistant to salinity stress.

Keywords: *Number of radicle, Remaining seed weight after germination, Salt stress, Wheat cultivars*

Highlights:

- 1- Introduction of wheat cultivars with more tolerance to salinity conditions at germination stage.
- 2- Study of eight different wheat cultivars in terms of germination indices under salinity stress conditions.