

بررسی تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ژنوتیپ‌های تریتیکاله

مرتضی محمدیان، احمد ارزانی* و عبدالمجید رضایی^۱

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۱۱)

چکیده

در یک آزمایش فاکتوریل چهل و یک رقم تریتیکاله و دو رقم گندم (گندم نان رقم کویر و گندم دوروم رقم 6 Dipper به عنوان ارقام متحمل به شوری) به عنوان فاکتور اول و شش سطح شوری صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد (معادل صفر، ۸۵، ۱۷۰، ۲۵۵، ۳۴۰ و ۴۲۵ میلی‌مولار) نمک طعام به عنوان فاکتور دوم اجرا شد. نتایج نشان داد که افزایش سطوح شوری موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، تعداد ریشه‌چه و وزن و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه شده است. ژنوتیپ‌های مورد آزمایش اختلاف بسیار معنی‌داری از لحاظ صفات جوانه‌زنی مورد مطالعه و در نتیجه تحمل به شوری داشتند. ضمن اینکه اثر متقابل شوری × رقم نیز برای صفات مزبور بسیار معنی‌دار بود. گندم نان رقم کویر و گندم دوروم رقم 6 Dipper در مرحله جوانه‌زنی تحمل کمتری به شوری نسبت به ارقام تریتیکاله داشتند. ژنوتیپ‌های 'Caracal'، 'Prego'، 'Lasko' و 'Zorro' کمترین درصد کاهش صفات نسبت به تیمار شاهد در سطوح مختلف شوری را داشتند و به عنوان ارقام تریتیکاله متحمل به شوری در شرایط جوانه‌زنی شناخته شدند. در حالی که ارقام تریتیکاله 'Pollmer'، 'Alamos 83' و 'Magnat' بیشترین درصد کاهش صفات نسبت به تیمار شاهد در سطوح مختلف شوری را داشتند که به عنوان ارقام تریتیکاله حساس به شوری در شرایط جوانه‌زنی شناخته شدند. به طور کلی، تنش شوری در ژنوتیپ‌های تریتیکاله از ۱۷۰ میلی‌مولار نمک طعام تا ۳۴۰ میلی‌مولار نمک طعام ایجاد شده و کاهش فزاینده‌ای را در صفات مرتبط با جوانه‌زنی و رشد گیاهچه با افزایش میزان نمک در پی داشت.

واژه‌های کلیدی: تریتیکاله، جوانه‌زنی بذر، گیاهچه، تحمل به شوری

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و اساتید زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a_arzani@cc.iut.ac.ir

مقدمه

یکی از مشکلات عمده اغلب مناطق خشک و نیمه خشک، شور و قلیا بودن خاک است (۵ و ۶). در ایران، با توجه به اینکه بخش زیادی از مساحت کشور در مناطق خشک و نیمه خشک واقع است، مشکل شوری یک معضل بزرگ در کشاورزی می باشد. تریتیکاله (*X. Triticosecale Wittmack*) غله موفق ساخته بشر است که از یک سو دارای ویژگی های مطلوب چاودار از جمله رشد سریع، مقاومت در مقابل سرما و امراض بیماری های گیاهی و قابلیت تولید در اراضی فقیر و کم بازده است و از سوی دیگر دارای ویژگی های برتر کیفی و زراعی گندم پتانسیل عملکرد زیاد و کیفیت مطلوب دانه می باشد (۱۷). کاشت تریتیکاله در مناطق مختلف دنیا طی سه دهه اخیر بیانگر تطابق و سازگاری آن در محدوده وسیعی از شرایط اقلیمی متفاوت است (۱۷). با توجه به رفع مشکل چروکیدگی دانه، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر طی دهه اخیر مجدداً ارقام جدید تریتیکاله را در خزانه های اصلاحی گنجانیده است.

خسارات شوری بر گیاه به دلیل کاهش پتانسیل آب خاک در اثر تجمع املاح، ایجاد خشکی فیزیولوژیک در محیط ریشه و سمیت و عدم تعادل یون ها موجب کاهش شدید عملکرد می شود (۳). مونز و ترمات (۱۶) اظهار داشتند که شوری رشد ریشه چه و ساقه چه را کاهش می دهد و با افزایش شوری میزان کاهش بیشتر می شود. آنها تأکید دارند که کاهش رشد گیاه در تنش های شوری کوتاه مدت به علت تنش اسمزی است و در تنش های بلند مدت، به علت ورود نمک زیاد به گیاه، تنش های دیگری نظیر سمیت و عدم تعادل یونی به تنش اسمزی اضافه می گردند. المنصوری و همکاران (۱) اعلام کردند که اثر فشارهای اسمزی بر جوانه زنی گندم دوروم با محدود کردن جذب آب بیش از اثرات مستقیم سمیت سدیم و کلر، جوانه زنی را محدود نموده است. با توجه به اینکه حساسیت به شوری در گندم های دوروم و نان با افزایش سن گیاه کاهش می یابد، بنابراین مراحل جوانه زنی و اوایل رشد رویشی در تحمل به

شوری تعیین کننده می باشند (۴، ۶ و ۲۰). بررسی اثر شوری بر سرعت و درصد جوانه زنی و هم چنین رشد ریشه چه و ساقه چه در غلات، از جمله گندم و جو، نشان داده است که تنش شوری در مرحله جوانه زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل گندم و جو می باشد. زیرا شوری موجب کاهش درصد و سرعت جوانه زنی و هم چنین کاهش رشد ریشه چه و ساقه چه می شود (۱، ۲، ۷، ۹، ۱۳ و ۲۰). اشرف و همکاران (۴) اثر تنش شوری را بر جوانه زنی گندم مورد مطالعه قرار دادند و اظهار داشتند که درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه و هم چنین وزن تر و وزن خشک آنها در هر سه رقم در اثر شوری کاهش می یابد. در گیاه جو، افزایش شوری، سرعت و درصد جوانه زنی ارقام مختلف را به طور معنی داری کاهش داده است (۲). رحیمیان و همکاران (۱۸) گزارش کردند که در گندم، درصد جوانه زنی و طول ریشه چه و ساقه چه با افزایش تنش شوری کاهش می یابد. به لحاظ وجود ژنوم چاودار در گیاه تریتیکاله، که به آن سختی و مقاومت به تنش های زنده و غیر زنده را اعطا نموده و موجب متداول شدن کاشت آن در زمین های حاشیه ای شده است، مطالعه حاضر با اهداف: بررسی تحمل ارقام مختلف تریتیکاله به تیمارهای مختلف شوری در شرایط جوانه زنی و مقایسه واکنش ارقام مختلف تریتیکاله با یک رقم متحمل به شوری گندم نان و یک رقم متحمل به شوری گندم دوروم انجام گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان و به منظور بررسی تحمل به شوری ارقام مختلف تریتیکاله در مرحله جوانه زنی در سال ۱۳۸۴ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. چهل و سه ژنوتیپ مورد استفاده در آزمایش جوانه زنی شامل ۴۱ ژنوتیپ تریتیکاله و رقم کویر گندم نان و یک رقم گندم دوروم در ۶ سطح شوری شامل آب مقطر (به عنوان شاهد)،

ریشه‌چه در هر گیاهچه معرفی گردید. طول ساقه‌چه‌ها و ریشه‌چه‌ها با خط‌کش و با مقیاس میلی‌متر اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری SAS انجام شد. با توجه به اینکه داده‌های جوانه‌زنی (%) دامنه وسیعی داشت، به عنوان متغیر باینومیال و با استفاده از آرکسینوس (arcsin) تبدیل شده و سپس مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای مختلف از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی در چهل و یک رقم تریتیکاله و دو رقم گندم در شرایط سطوح شوری نشان داد که شوری بر درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های تریتیکاله به‌طور بسیار معنی‌دار ($P < 0/01$) مؤثر بوده است (جدول ۲). با افزایش میزان شوری، درصد جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد و میانگین درصد جوانه‌زنی کل ژنوتیپ‌ها در تیمار شاهد بیشتر از سایر سطوح شوری بود (جدول ۳). با افزایش شوری تا سطح ۱ درصد، کاهش چشمگیری در درصد جوانه‌زنی مشاهده نشد ولی پس از این سطح شوری، درصد جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

ژنوتیپ‌های مختلف تریتیکاله از لحاظ درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری با یکدیگر متفاوت بودند. جدول ۴ دو گروه مشتمل بر متحمل‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را نسبت به شوری در مرحله جوانه‌زنی نشان داده است. فقط دو ژنوتیپ Zorro و Lasko تقریباً در تمامی سطوح شوری درصد جوانه‌زنی بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. اگرچه، ژنوتیپ Caracal در هیچ‌یک از سطوح شوری در بین ۵ ژنوتیپ برتر رتبه‌بندی نشد، ولی در مجموع سطوح شوری در رتبه چهارم قرار گرفت. این مطلب نشان می‌دهد که این ژنوتیپ در سطوح مختلف شوری درصد جوانه‌زنی نسبتاً

۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد (معادل صفر، ۸۵، ۱۷۰، ۲۵۵، ۳۴۰ و ۴۲۵ میلی‌مولار) کلرید سدیم (NaCl) که به ترتیب با S₅، S₄، S₃، S₂، S₁، S₀ مشخص شدند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. چهل و یک رقم تریتیکاله مورد مطالعه مشتمل بر ۲۰ ژنوتیپ تهیه شده از مرکز بین‌المللی اصلاح گندم و ذرت در مکزیک (سیمیت) و ۲۰ ژنوتیپ تهیه شده از مراکز ذخایر توارثی در مؤسسه اصلاح نباتات لهستان بودند. اسامی و منشأ این ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ آمده است.

برای انجام آزمایش، برای هر رقم در هر تکرار ۶ پتری‌دیش ۲۵ × ۱۰۰ میلی‌متر و جمعاً در هر تکرار ۲۵۸ پتری‌دیش که قبلاً با آب ژاول شسته و توسط دستگاه اتوکلاو کاملاً استریل شده بود، مورد استفاده قرار گرفت. درون هر پتری‌دیش کاغذ صافی واتمن قرار داده شد. در داخل هر پتری ۲۵ عدد بذر قرار داده شد و به میزان ۶ میلی‌لیتر از محلول‌های هر تیمار به آنها اضافه شد. در روز چهارم نیز به هر یک از پتری‌ها به میزان ۲ میلی‌لیتر از محلول‌های متعلق به هر تیمار اضافه‌گردید. پتری‌ها در طول اجرای آزمایش در داخل ژرمیناتور و در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۰٪ نگهداری شدند. پتری‌ها در ژرمیناتور در ۲۴ ساعت اول در شرایط تاریکی و پس از آن طی شبانه‌روز در معرض ۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی قرار داشتند. شش روز پس از قراردادن پتری‌ها در ژرمیناتور، تعداد بذر جوانه‌زده شمارش و درصد نهایی جوانه‌زنی محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری متوسط وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در هر گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه ۱۰ بذر از هر پتری‌دیش به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۷۵ درجه سلسیوس خشک شد و سپس وزن آنها با ترازوی دقیق و تا ۵ رقم اعشار محاسبه گردید.

شش روز پس از قراردادن پتری‌ها در ژرمیناتور، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ۱۰ گیاهچه در هر پتری اندازه‌گیری شد و میانگین آنها به‌عنوان متوسط طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در نظر گرفته شد. تعداد ریشه‌چه‌های موجود در ۱۰ گیاهچه از هر پتری‌دیش نیز شمارش شد و میانگین آنها به‌عنوان متوسط تعداد

جدول ۱. اسامی و منشأ ژنوتیپ‌های تریتیکاله مورد بررسی

ردیف	نام ژنوتیپ	منشأ	ردیف	نام ژنوتیپ	منشأ
۱	Pollmer	CIMMYT	۲۲	Tewo	Poland
۲	Sika	CIMMYT	۲۳	Fidelio	Poland
۳	Passi	CIMMYT	۲۴	LAD 1900	Poland
۴	Fahad	CIMMYT	۲۵	DAD 601	Poland
۵	EMS	CIMMYT	۲۶	Vero	Poland
۶	Anoas	CIMMYT	۲۷	Dagro	Poland
۷	Cananea79	CIMMYT	۲۸	Prego	Poland
۸	Alamos83	CIMMYT	۲۹	Disco	Poland
۹	Bacanora	CIMMYT	۳۰	Presto	Poland
۱۰	Faras	CIMMYT	۳۱	Pronto	Poland
۱۱	Caracal	CIMMYT	۳۲	Lamberto	Poland
۱۲	Tesmo	CIMMYT	۳۳	Kitaro	Poland
۱۳	Beagle 1	CIMMYT	۳۴	Lasko	Poland
۱۴	ERI7012	CIMMYT	۳۵	Pinokio	Poland
۱۵	Altar	CIMMYT	۳۶	Moreno	Poland
۱۶	Alpaca	CIMMYT	۳۷	Woltario	Poland
۱۷	Jago	CIMMYT	۳۸	Sorento	Poland
۱۸	Passi 2	CIMMYT	۳۹	Magnet	Poland
۱۹	ERI 206	CIMMYT	۴۰	Zorro	Poland
۲۰	Eronga 83	CIMMYT	۴۱	RAH 116	Poland
۲۱	Fahad 5	CIMMYT			

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر شوری بر صفات اندازه‌گیری شده در مرحله جوانه‌زنی در ارقام تریتیکاله

میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	تعداد ریشه‌چه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن ریشه‌چه	وزن ساقه‌چه
بلوک	۳	۰/۵۲***	۱/۵۹*	۴/۶۷***	۱/۵۳ n.s	۰/۴۶***	۰/۲۲***
رقم	۴۲	۰/۱۸***	۲۲/۷۷***	۸/۲۲***	۵/۸۸***	۰/۲۷***	۰/۳***
شوری	۵	۹/۰۸***	۲۲۷/۳۶***	۵۹۸/۱۸***	۱۳۳۳/۷***	۱۹/۱۶***	۲۲/۷۳***
رقم×شوری	۲۱۰	۰/۰۲***	۰/۶۴**	۱/۷***	۱/۸۲***	۰/۰۶***	۰/۰۸***
خطا	۷۷۱	۰/۰۱	۰/۴۹	۰/۴۳	۰/۶۲	۰/۰۲۱	۰/۰۲۵

ns: غیر معنی‌دار از لحاظ آماری

***, **, * و * به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده تریتیکاله در مرحله جوانه‌زنی تحت تأثیر سطوح مختلف

وزن ساقه‌چه (گرم)	وزن ریشه‌چه (گرم)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	تعداد ریشه‌چه	جوانه‌زنی (%)	سطح شوری (%)
۶/۴۲ ^a	۵/۱۲ ^a	۶/۹ ^a	۴/۸۴ ^a	۴/۱۸ ^a	۸ ^a	۰
۵/۶۴ ^b	۴/۸۴ ^b	۵/۷۸ ^b	۴/۶۲ ^b	۴/۲۹ ^a	۷۷ ^b	۰/۵
۴/۰۹ ^c	۴/۲ ^c	۳/۲۳ ^c	۳/۳ ^c	۳/۹۱ ^b	۶۵ ^c	۱
۲/۱۷ ^d	۲/۷ ^d	۱/۳۵ ^d	۱/۸۲ ^d	۳/۰۷ ^c	۴۸ ^d	۱/۵
۱/۲۶ ^e	۱/۴۸ ^e	۰/۵۸ ^e	۰/۸۸ ^e	۲/۱۶ ^d	۳۷ ^e	۲
۰/۸۲ ^e	۰/۷۵ ^f	۰/۳۱ ^f	۰/۵۴ ^f	۱/۴۵ ^e	۲۳ ^f	۲/۵

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (LSD_{0.05}).

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های تریتیکاله در سطوح مختلف شوری

۲/۵ درصد		۲ درصد		۱/۵ درصد		۱ درصد		۰/۵ درصد		شاهد	
جوانه ژنوتیپ زنی (%)	Zorro	جوانه ژنوتیپ زنی (%)	Zorro	جوانه ژنوتیپ زنی (%)	Zorro	جوانه ژنوتیپ زنی (%)	Zorro	جوانه ژنوتیپ زنی (%)	کویر	جوانه ژنوتیپ زنی (%)	کویر
۶۰ ^a	Zorro	۶۲ ^a	Zorro	۸۰ ^a	Zorro	۸۴ ^a	Zorro	۹۲ ^a	کویر	۹۳ ^a	کویر
۳۶ ^b	Lasko	۶۱ ^{ab}	کویر	۷۵ ^{ab}	Lasko	۸۱ ^{ab}	Lasko	۹۱ ^{ab}	Zorro	۹۳ ^a	Lasko
۳۵ ^{bc}	Fahad5	۶۱ ^{ab}	Lasko	۷۱ ^{abc}	Fahad5	۸۱ ^{ab}	Fahad5	۸۸ ^{abc}	Fahad5	۹۲ ^a	Pronto
۳۴ ^{bcd}	EMS	۵۸ ^{abc}	RAH 116	۷۰ ^{a-d}	کویر	۸۰ ^{abc}	RAH 116	۸۷ ^{a-d}	Prego	۹۲ ^a	Prego
۳۲ ^{bcd}	Jago	۵۴ ^{a-d}	Fahad5	۶۵ ^{a-e}	Prego	۷۸ ^{a-d}	Lamberto	۸۶ ^{a-d}	Jago	۹۱ ^{ab}	Fahad 5
.
.
.
۱۰ ^{lmn}	Altar	٪۲۲ ^{mno}	Altar	٪۳۰ ^{o-r}	Fahad	٪۵۲ ^{n-r}	Altar	۶۵ ^{ijk}	Fahad	۷۱ ^{f-i}	Faras
۱۰ ^{lmn}	Magnat	٪۲۱ ^{mno}	Tesmo	٪۲۹ ^{pqr}	Alamos 83	٪۵۰ ^{o-r}	Alpaca	۶۲ ^{jk}	Altar	۷۰ ^{ghi}	Fahad
۱۰ ^{lmn}	Alamos 83	٪۲۱ ^{mno}	Magnat	٪۲۸ ^{pqr}	Woltario	٪۴۹ ^{pqr}	Magnat	۶۱ ^k	EMS	۶۹/۵ ^{hi}	EMS
۶ ^{mn}	Woltario	٪۲۰ ^{no}	Sorento	٪۲۶ ^{qr}	Tesmo	٪۴۸/۵ ^{qr}	Alamos 83	۶۰ ^k	Pollmer	۶۹ ⁱ	Tesmo
۵ ⁿ	Pollmer	٪۸ ^o	Pollmer	٪۱۸ ^r	Magnat	٪۴۸ ^r	Passi	۶۰ ^k	Tesmo	۴۶ ^j	Alamos 83

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (LSD_{0.05}).

گندم دوروم برخوردار بوده است (۱۱). نتایج مطالعه حاضر، با سایر گزارش‌های موجود که به طور مقایسه‌ای تربیتکاله را با گندم و چاودار در شرایط شوری اجرا کرده و تحمل بیشتر تربیتکاله را در مقام مقایسه با گندم و چاودار نشان داده، هماهنگی دارد (۱۰ و ۱۴).

کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر افزایش شوری در گیاهان گندم و جو گزارش شده است (۱، ۴، ۱۶، ۱۸، ۱۹ و ۲۰). در آزمایشی که توسط دونوان و دی (۷) روی ارقام مختلف جو انجام شد، مشخص شد که با افزایش شوری، درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. المنصوری و همکاران (۱) با مطالعه اثر سطوح شوری ۰/۵۸، ۱/۱۷ و ۱/۷۵ درصد (به ترتیب ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) بر ارقام گندم دوروم مشاهده کردند که درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر ۰/۵۸٪ شوری (نمک طعام) قرار نگرفت. ولی با افزایش سطح شوری، جوانه‌زنی کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است. کاهش چشمگیر در میزان جوانه‌زنی در اثر شوری زیاد ممکن است به خاطر تنش اسمزی یا اثر سمیت یون‌ها یا هر دو باشد (۳ و ۴). میزان سهم هر کدام از این دو عامل در کاهش درصد جوانه‌زنی نامشخص بوده، ضمن اینکه در ژنوتیپ‌های مختلف نیز متفاوت است. مقادیر کم و متوسط شوری، جوانه‌زنی را به تأخیر انداخته ولی تنش‌های شدید شوری اثر بسیار بارزی بر درصد جوانه‌زنی دارند (۲۱). زیرا شوری زیاد موجب اختلال در جذب آب و مواد غذایی توسط ریشه می‌شود، ضمن اینکه در اثر جذب یون‌های سدیم و کلر حاصل از نمک، کاهش جوانه‌زنی ناشی از ایجاد سمیت این یون‌ها امکان‌پذیر است.

تعداد ریشه‌چه

شوری بر تعداد ریشه‌چه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). با افزایش سطح شوری، تعداد ریشه‌چه کاهش پیدا کرد و میانگین تعداد ریشه‌چه کل ژنوتیپ‌ها در تیمار ۰/۵٪ نمک طعام بیشتر از سایر سطوح شوری بود (جدول ۳). با افزایش شوری تا سطح ۱٪، کاهش

زیاد و یکنواختی دارد. تربیتکاله رقم Fahad 5 در تمامی سطوح شوری روند و رتبه کم و بیش یکسانی داشت. این نتایج با سایر گزارش‌ها در مورد غلات و سایر گیاهان زراعی، از این نظر که تنوع ژنوتیپی برای واکنش به شوری مشاهده شده است، هماهنگی دارد (۱، ۲، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۲، ۲۰ و ۲۱).

اگرچه گندم کویر در سطوح شاهد و ۰/۵ درصد شوری از بیشترین درصد جوانه‌زنی برخوردار بود، اما در مجموع سطوح شوری در رتبه پنجم قرار داشت. قابل ذکر است که گندم رقم کویر به عنوان یکی از ارقام گندم متحمل به شوری کشور محسوب می‌شود [۹]. اما از لحاظ پتانسیل تحمل به شوری، قادر به رقابت با ژنوتیپ‌های متحمل به شوری تربیتکاله، به‌ویژه در سطح شوری ۲/۵ درصد نمک طعام، نبوده و حتی جزو پنج ژنوتیپ متحمل نیز گروه‌بندی نشده است. با توجه به اینکه تربیتکاله حاوی ژنوم چاودار می‌باشد که به آن تحمل به تنش‌های محیطی از جمله شوری را اهدا می‌کند، بنابراین چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نیست. رفتار گندم دوروم لاین Dipper 6 در سطوح مختلف شوری برای صفت درصد جوانه‌زنی، بسیار متفاوت بوده ولی در مجموع سطوح شوری با میانگین ۵۹٪ جوانه‌زنی در رتبه ۱۶ قرار می‌گیرد. این رقم گندم دوروم در سطوح صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد نمک طعام، به ترتیب با میانگین‌های ۸۳، ۷۶، ۶۶، ۵۶، ۵۱ و ۱۹ درصد در رتبه‌های ۱۸، ۲۸، ۱۹، ۱۱، ۷ و ۳۰ قرار گرفت. همانگونه که مشاهده می‌شود، تحمل نسبتاً بالایی را در سطوح ۱/۵ و ۲ درصد و تحمل کمی را در سطوح ۰/۵ و ۲/۵ درصد شوری در مقایسه با ژنوتیپ‌های تربیتکاله داشته است. از آنجایی که گندم دوروم از سطح پلوییدی پایین‌تری نسبت به گندم نان و تربیتکاله برخوردار می‌باشد، حساسیت بیشتر آن نسبت به شوری قابل انتظار است. ولی رقابت ژنوتیپ دوروم مورد استفاده با تربیتکاله در شوری‌های قابل تحمل برای گندم که تا ۲۵۵ میلی‌مولار (۱/۵ درصد) نمک بوده، به لحاظ این است که این ژنوتیپ در آزمایش‌های قبلی در محیط این ویترو (*Invitro*) و مزرعه‌ای هم از بیشترین تحمل به شوری در میان ژنوتیپ‌های

نمک طعام در لیتر بود (جدول ۳). با افزایش شوری تا سطح ۱/۱، کاهش چشمگیری در طول ریشه‌چه مشاهده نشد. ولی پس از این سطح شوری، طول ریشه‌چه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت.

ژنوتیپ‌های متحمل و حساس از لحاظ طول ریشه‌چه در سطوح مختلف شوری، با یکدیگر متفاوت بودند (جدول ۶). بدین ترتیب که ژنوتیپ‌های Zorro و Prego تقریباً در تمامی سطوح شوری، طول ریشه‌چه بلندی داشتند و این تفاوت در سطح شوری ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد که کاهش چشمگیری در میزان طول ریشه‌چه ژنوتیپ‌های حساس مشاهده شد، قابل توجه بود. احتمالاً ریشه‌های ژنوتیپ‌های مزبور از طریق تنظیم فشار اسمزی و هم‌چنین جذب انتخابی (عدم جذب یا دفع سدیم) به مقابله با نمک موجود در منطقه ریشه می‌پردازند. از آنجایی که هر دو ژنوتیپ فوق با منشأ لهستان بوده و از تحمل به سرمای بالایی نیز برخوردار می‌باشند، بنابراین توانایی در تنظیم فشار اسمزی که در تحمل به تنش یخ‌زدگی و سرما رخ می‌دهد، داشته و از طریق همین مکانیسم هم ممکن است از تحمل بالاتری نسبت به شوری برخوردار شده باشند. رقم گندم کویر در اکثر سطوح شوری در رتبه‌های پایین (حساس‌تر) قرار داشته و در مجموع سطوح شوری از جمله ۵ ژنوتیپ حساس بود. گندم دوروم لاین 6 Dipper در سطوح مختلف شوری برای صفت طول ریشه‌چه متفاوت عمل نمود، ولی در مجموع سطوح شوری با میانگین ۲/۸۸ سانتی‌متر در رتبه ۱۴ قرار گرفت. این لاین در سطوح صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد به ترتیب با میانگین طول ریشه‌چه ۶/۰۴، ۵/۷۷، ۲/۴۳، ۱/۸۳، ۰/۹۸ و ۰/۲۴ سانتی‌متر رتبه‌های ۹، ۷، ۳۵، ۲۳، ۱۵ و ۴۰ را به خود اختصاص داد. بنابراین، این رقم بالاترین تحمل را در سطوح صفر، ۰/۵ و ۲ درصد و کمترین تحمل را در سطوح ۱ و ۲/۵ درصد داشت. رحیمیان و همکاران (۱۸) گزارش کردند که طول ریشه‌چه در گندم با افزایش شوری کاهش یافت. کاهش بیشتر طول ریشه‌چه در محلول کلرور سدیم احتمالاً به دلیل سمیت یونی و اثر منفی آن روی غشاء می‌باشد.

چشمگیری در تعداد ریشه‌چه مشاهده نشد. ولی پس از این سطح شوری، تعداد ریشه‌چه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. ژنوتیپ‌های تریتیکاله مورد مطالعه از لحاظ تعداد ریشه‌چه در هر گیاهچه، اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند (جدول ۵). هم‌چنین ژنوتیپ‌های متحمل و حساس از لحاظ تعداد ریشه‌چه در سطوح مختلف شوری، با یکدیگر اختلاف بارزی داشتند (جدول ۵). به طوری که ژنوتیپ‌های متحمل Jago و Fahad تقریباً در تمامی سطوح شوری تعداد ریشه‌چه زیادی داشتند، به خصوص در سطوح شوری ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد که کاهش چشمگیری در تعداد ریشه‌چه ژنوتیپ‌ها دیده می‌شود.

گندم دوروم و گندم نان رقم کویر در سطوح شوری صفر، ۰/۵ و ۱ درصد در بین پنج ژنوتیپ حساس قرار گرفتند. هم‌چنین در مجموع سطوح شوری نیز از جمله ژنوتیپ‌های حساس بودند. ژنوتیپ‌های Magnat و Pollmer در تمامی سطوح شوری و هم‌چنین در مجموع سطوح جزو حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. در مطالعه المنصوری و همکاران (۱) روی گندم دوروم نیز با افزایش غلظت کلرید سدیم، تعداد ریشه در هر گیاهچه کاهش یافت. فرایند جوانه‌زنی از لحاظ سه مکانیسم بازدارندگی، متابولیسمی که منجر به آغاز رشد ریشه‌چه می‌شود و رشد ریشه‌چه که به نوبه خود منجر به ظهور ریشه‌چه می‌شود، قابل مطالعه است. حد آستانه‌ای از آب برای ظهور و افزایش طول ریشه‌چه‌ها مورد نیاز است و نمک طعام با نفوذ در سلول‌های گیاه منجر به کاهش پتانسیل اسمزی داخلی آنها شده و از رشد و توسعه ریشه‌چه جلوگیری می‌کند (۸، ۱۳، ۱۹ و ۱۵).

طول ریشه‌چه

طول ریشه‌چه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به طور معنی‌داری تحت تأثیر شوری قرار گرفت (جدول ۲). با افزایش میزان شوری، طول ریشه‌چه کاهش پیدا کرد و میانگین طول ریشه‌چه کل ژنوتیپ‌ها در تیمار شاهد ۹ برابر بیشتر از سطح شوری ۲/۵ گرم

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های تعداد ریشه‌چه‌ها، زونتیپ‌های تربیکاله طی آزمون جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری

درصد ۲/۵		درصد ۱/۵		درصد ۰/۵		شاهد	
تعداد ریشه‌چه	زونتیپ	تعداد ریشه‌چه	زونتیپ	تعداد ریشه‌چه	زونتیپ	تعداد ریشه‌چه	
۲/۷۵ ^a	Jago	۲/۵۷ ^{at}	Jago	۴/۹۵ ^a	Jago	۵/۱۲ ^a	Pronto
۲/۳۵ ^{ab}	Sika	۲/۳ ^{ab}	Fahad	۴/۷۷ ^{ab}	Cananea79	۴/۵ ^{ab}	Sorento
۲/۲۲ ^{abc}	Tesmo	۲/۸۷ ^{abc}	Passi	۴/۷۵ ^{bc}	Fidelio	۴/۹۳ ^{abc}	Jago
۲/۸۵ ^{bc-d}	EMS	۲/۸۵ ^{abc}	RAH116	۴/۶۴ ^{cd}	ERI70012	۴/۸۳ ^{cd}	Pinokio
۲/۰۷ ^{bc-e}	Fahad	۲/۸۱ ^{cd}	Faras	۴/۶۴ ^{cd}	Sika	۴/۶۳ ^{cd}	Lasko
.
۰/۶۳ ^{cd-m}	Moreno	۱/۷۵ ^{bij}	Sorento	۳/۴۱ ^m	Pollmer	۳/۶۶ ^{fj}	Magnat
۰/۵۲ ^{klm}	Magnat	۱/۶۹ ^{ij}	Disco	۳ ^{kn}	دوروم	۳/۵۷ ^{gj}	دوروم
۰/۵ ^{lm}	Lamberto	۱/۶۸ ^{ij}	Moreno	۲/۹ ^{lmn}	کوبر	۳/۵۲ ^{hj}	Altar
۰/۲۵ ^m	Woltario	۱/۰۸ ^{jk}	Magnat	۲/۸۷ ^{mn}	Vera	۳/۴ ^{h-j}	EMS
۰/۲ ^m	Pollmer	۰/۳۷ ^k	Pollmer	۲/۳۵ ⁿ	Magnat	۳/۱۵ ⁱ	Faras

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (LSD_{0.05}).

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های طول ریشه‌چه زنبوب‌های تریپیکاله طی آزمون جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری

۲/۵ درصد		۲ درصد		۱/۵ درصد		۱ درصد		۰/۵ درصد		شاهد	
طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	زنبوب	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	زنبوب	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	زنبوب	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	زنبوب	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	زنبوب	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	زنبوب
۱/۰۳ ^a	Sika	۱/۴ ^a	Zorro	۳/۶ ^a	Zorro	۴/۶ ^a	Lasko	۷/۶ ^a	Zorro	۹/۲ ^a	Zorro
۱ ^{ab}	Caracal	۱/۳ ^a	Prego	۳/۰ ^a	Prego	۴/۶ ^a	Presto	۶/۹ ^a	Prego	۷/۴ ^b	Prego
۰/۹ ^a	Tesmo	۱/۳ ^a	Passi	۲/۷ ^b	Eronga83	۴/۵ ^a	Prego	۶/۴ ^a	Lasko	۶/۸ ^a	Lasko
۰/۸ ^a	Bacanora	۱/۳ ^a	Lasko	۲/۶ ^b	Fahad	۴/۳ ^a	Zorro	۶/۰ ^a	Lamberto	۶/۷ ^a	Pronto
۰/۸ ^a	Fahad	۱/۹ ^a	LAD1900	۲/۵ ^a	Caracal	۴/۴ ^a	Eronga83	۵/۸ ^b	Passi2	۶/۷ ^a	RAH116
.
.
۰/۲ ^a	Alamos83	۰/۵ ^a	Alpaca	۱/۲ ^a	Anoas	۲/۲ ^a	Vero	۳/۴ ^a	EMS	۳/۰ ^a	Altar
۰/۲ ^a	دوروم	۰/۵ ^a	Cananea79	۱/۲ ^a	Magnat	۲/۱ ^a	Alamos83	۳/۳ ^a	Anoas	۲/۸ ^a	Dagro
۰/۱ ^a	Magnat	۰/۴ ^a	Alamos83	۱/۱ ^a	Cananea79	۳ ^a	Alpaca	۳/۲ ^a	Cananea79	۲/۸ ^a	Alamos83
۰/۱ ^a	Woltario	۰/۴ ^a	Magnat	۱/۰ ^a	Pollmer	۱/۹ ^a	Magnat	۳ ^a	Tesmo	۲/۴ ^a	EMS
۰/۰ ^a	Pollmer	۰/۰ ^a	Caracal	۰/۹ ^a	Alamos83	۱/۵ ^a	کویر	۲/۱ ^a	Magnat	۲/۴ ^a	Magnat

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (LSD_{0.05})

طول ساقه‌چه

تأثیر شوری بر طول ساقه‌چه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش میزان شوری، طول ساقه‌چه کاهش پیدا کرد و میانگین طول ساقه‌چه کل ژنوتیپ‌ها در تیمار شاهد بیشتر از سایر سطوح شوری بود (جدول ۳). با افزایش شوری تا سطح ۱/۵ درصد، کاهش چشمگیری در طول ساقه‌چه مشاهده نشد. ولی پس از این سطح شوری، طول ساقه‌چه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. ژنوتیپ‌های متحمل و حساس از لحاظ طول ساقه‌چه در سطوح مختلف شوری با یکدیگر متفاوت بودند (جدول ۷). ژنوتیپ‌های متحمل در سطوح شوری کمتر (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) با سطوح شوری بیشتر (۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد) متفاوت است و در مجموع سطوح شوری، ژنوتیپ‌های Caracal, Lasko, Zorro, Prego, Fahad و Bacanora به ترتیب با میانگین طول ساقه‌چه ۴/۱۱، ۴/۰۷، ۴/۰۱۵، ۳/۷۷ و ۳/۶۳ سانتی‌متر در رتبه‌های بالا قرار داشتند.

از لحاظ طول ساقه‌چه، رقم گندم کویر در اغلب سطوح شوری، به‌ویژه در سطوح شوری زیاد (۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد) در رتبه‌های پایین (حساس‌تر) قرار دارد و در مجموع سطوح شوری، جزو گروه ۵ ژنوتیپ‌های حساس قرار گرفت. واکنش گندم دوروم لاین 6 Dipper در سطوح مختلف شوری برای صفت طول ساقه‌چه، متفاوت بوده ولی در مجموع سطوح شوری، با میانگین ۲/۷۲ سانتی‌متر در رتبه ۳۰ قرار داشت. این لاین در سطوح صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد به ترتیب با میانگین ۶/۵۲، ۵/۹، ۱/۶۶، ۱/۵۸، ۰/۴۵ و ۰/۱۷ سانتی‌متر طول ساقه‌چه رتبه‌های ۲۸، ۱۹، ۴۱، ۱۳، ۲۶ و ۳۹ را به خود اختصاص داد. بدین ترتیب این لاین متحمل به شوری بیشترین تحمل را در سطوح ۰/۵ و ۱/۵ درصد و کمترین تحمل را در سطوح ۱ و ۲/۵ درصد نسبت به دیگر ارقام داشته است. این ژنوتیپ از لحاظ جوانه‌زنی نیز دقیقاً همین واکنش را نشان داده است و دلایل توجهی در این رابطه در بخش مربوطه ارائه شده است. رحیمیان و همکاران (۱۸) نیز گزارش کردند که طول

ساقه‌چه با افزایش شوری در گندم کاهش می‌یابد. در مطالعه حاضر، میزان کاهش نسبت به تیمار شاهد در ساقه‌چه بیش از ریشه‌چه بود. شوری از طریق محدود کردن جذب آب به طریق اسمزی، نمو عادی ساقه‌چه را به تأخیر می‌اندازد.

وزن ریشه‌چه

تأثیر شوری بر وزن ریشه‌چه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش میزان شوری، وزن ریشه‌چه کاهش پیدا کرد و میانگین وزن ریشه‌چه کل ژنوتیپ‌ها در تیمار شاهد بیشتر از سایر سطوح شوری بود (جدول ۳). با افزایش شوری تا سطح ۱٪ کاهش چشمگیری در وزن ریشه‌چه مشاهده نشد. ولی پس از این سطح شوری، وزن ریشه‌چه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. ژنوتیپ‌های متحمل و حساس از لحاظ وزن ریشه‌چه در سطوح مختلف شوری با یکدیگر متفاوت بودند (جدول ۸). ژنوتیپ‌های Zorro و Sika تقریباً در تمامی سطوح شوری وزن ریشه‌چه بالایی داشته و ژنوتیپ Caracal نیز در سطوح شوری ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد که کاهش چشمگیری در میزان وزن ریشه‌چه ژنوتیپ‌ها دیده می‌شود، در بین ژنوتیپ‌های متحمل دیده می‌شود.

رقم گندم کویر در اکثر سطوح شوری در رتبه‌های میانی و پایین قرار داشت و در مجموع سطوح شوری با میانگین وزن ریشه‌چه ۲/۵۴ میلی‌گرم رتبه ۲۷ را به خود اختصاص داد (داده‌ها ارائه نشده است). گندم دوروم لاین 6 Dipper در سطوح مختلف شوری برای صفت وزن ریشه‌چه، در میان ژنوتیپ‌های بسیار حساس قرار داشته و در مجموع سطوح شوری با میانگین ۱/۹۵ سانتی‌متر در رتبه ۳۸ (پنج ژنوتیپ حساس) قرار گرفت.

وزن ساقه‌چه

تأثیر شوری بر وزن ساقه‌چه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش میزان شوری، وزن ساقه‌چه کاهش پیدا کرد و میانگین وزن ساقه‌چه کل ژنوتیپ‌ها در تیمار

جدول ۷. مقایسه میانگین‌های طول ساقه‌چه ژنوتیپ‌های تریپیکاله طی آزمون جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری

۲/۵ درصد		۲ درصد		۱/۵ درصد		۱ درصد		۵/۵ درصد		شاهد	
طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	ژنوتیپ	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	ژنوتیپ
۰/۸۹ ^h	Prego	۱/۴۳ ^h	Vero	۳/۲۶ ^g	Lasko	۵/۳۷ ^g	Prego	۸/۱۹ ^a	Prego	۹ ^a	Zorro
۰/۶۹ ^{ab}	Sika	۱/۱۴ ^{ab}	LAD1900	۲/۳۳ ^h	Zorro	۵/۱۷ ^g	Caracal	۸/۰۳ ^{ab}	Bacanora	۸/۸۲ ^{ab}	Fahad
۰/۵۱ ^{bc}	Tesmo	۱/۱۲ ^{abc}	EMS	۲/۱۶ ^{bc}	Bacanora	۴/۹۸ ^{ab}	Lasko	۷/۷۸ ^{abc}	Zorro	۸/۶۰ ^{abc}	Pinokio
۰/۵ ^{bcd}	ERI206	۱/۰۸ ^{cd}	Cananea79	۲/۱۱ ^{bcd}	LAD1900	۴/۶۳ ^{ab}	Presto	۷/۳۴ ^{a-d}	Sorento	۸/۴۹ ^{a-d}	Lasko
۰/۴۹ ^{bcd}	Anoas	۱/۰۴ ^{a-c}	Beagle	۲/۱۱ ^{bcd}	LAD601	۴/۳۹ ^{a-d}	Fahad	۷/۳۰ ^{a-d}	Caracal	۸/۲۵ ^{a-e}	کویر
.
.
۰/۱۷ ^{Fi}	دوروم	۰/۲۷ ^{lm}	Pinokio	۰/۷۹ ^{jk}	Fidelio	۲/۱۵ ^h	Altra	۴/۴۱ ^{j-m}	ERI206	۵/۴۸ ^h	کویر
۰/۰۹ ^{ghi}	Wolharjo	۰/۲۶ ^{lm}	Pollmer	۰/۷۱ ^{ijk}	Lamberto	۱/۱۸ ^{gh}	Alamos83	۴/۳۷ ^{j-m}	Alamos83	۵/۴۲ ^{g-t}	EMS
۰/۰۹ ^{ghi}	Cananea79	۰/۲۵ ^{lm}	Magnat	۰/۶۶ ^{ik}	Moreno	۱/۶۶ ^{gh}	دوروم	۳/۹۴ ^{klm}	Fidelio	۵/۳ st	ERI1012
۰/۰۳ ^{hi}	Pollmer	۰/۲۳ ^{lm}	Anoas	۰/۶۳ ^{ik}	RAH116	۱/۵۵ ^{gh}	Magnat	۳/۶ ^{lm}	Cananea79	۵/۰۳ st	Magnat
۰/۰۲ ⁱ	کویر	۰/۰۳ ^m	کویر	۰/۳۱ ^k	Pollmer	۱/۱۶ ^t	کویر	۲/۸۵ ^m	Magnat	۴/۶۷ ^t	Alpaca

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (LSD_{0.05})

جدول ۸. مقایسه میانگین های وزن ریشه چه ژنوتیپ های تربیتکاله طی آزمون جوانه زنی در سطوح مختلف شوری

درصد ۲/۵		درصد ۲		درصد ۱/۵		درصد ۱		درصد ۰/۵		شاهد	
وزن ریشه چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ریشه چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ریشه چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ریشه چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ریشه چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ریشه چه (گرم)	
۱/۹ ^l	Disco	۳/۰۱ ^k	Caracal	۴/۸۹ ^{lmn}	Caracal	۶/۷۶ ^m	Caracal	۶/۳ ⁿ	Passi2	۷/۰۷ ^l	Pronto
۱/۷۳ ^{kl}	Tesmo	۲/۷۵ ^{jk}	Altar	۴/۴۶ ^{k-l}	Fahad	۶/۰۳ ^{lm}	Fahad	۶/۳ ^{mn}	Eronga83	۶/۶ ^{ij}	Pinokio
۱/۴۷ ^{kl}	Caracal	۲/۶۹ ^{ijk}	Passi	۳/۸۹ ^{kl}	Zorro	۵/۸۸ ^{klm}	Bacanora	۶/۰۲ ^{lmn}	Dagro	۶/۳ ^{hij}	Sika
۱/۴۳ ^{l-l}	ERI206	۲/۳۹ ^{h-k}	Fahad	۳/۶۳ ^{il}	Sika	۵/۳۷ ^{klm}	Sika	۶/۰۲ ^{lmn}	Zorro	۶/۳ ^{hij}	Zorro
۱/۴۳ ^{l-l}	Fahad	۲/۳۹ ^{h-k}	Jago	۳/۵۴ ^{h-l}	Jago	۵/۳۷ ^{l-m}	ERA7012	۶/۰۲ ^{lmn}	LAD1900	۶/۳ ^{hij}	Vero
.
.
.
۰/۳۵ ^{bc}	Moreno	۱/۰۹ ^{b-d}	Kitaro	۲/۰۸ ^{b-e}	Faras	۳/۳۸ ^{a-e}	Alamo83	۳/۸۹ ^{abc}	Alamos83	۴/۱۶ ^{abc}	Faras
۰/۳۳ ^b	Alpaca	۰/۸۷ ^{bcd}	Magnat	۲/۰۴ ^{bcd}	Moreno	۳/۰۱ ^{a-d}	دوروم	۳/۶۳ ^{ab}	دوروم	۴/۱۶ ^{abc}	Presto
۰/۱۴ ^a	Pollmer	۰/۸۱ ^{bc}	Moreno	۱/۹۴ ^{bc}	Sorento	۲/۸۱ ^{abc}	Pollmer	۳/۵۸ ^{ab}	Faras	۴/۰۷ ^{ab}	EMS
۰/۱۴ ^a	Magnat	۰/۷۵ ^b	دوروم	۱/۸۱ ^{ab}	Magnat	۲/۶۳ ^{ab}	Vero	۳/۴۶ ^{ab}	RAH116	۴/۰۷ ^{ab}	دوروم
۰/۱۲ ^a	Woltario	۰/۱۶ ^a	Pollmer	۱ ^a	Pollmer	۲/۵۱ ^a	Magnat	۳/۳۱ ^a	Magnat	۳/۵۴ ^a	Altar

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار می باشند (LSD_{0.05})

جدول ۹. مقایسه میانگین‌های وزن ساقه‌چه ژنوتیپ‌های تریپیکاله طی آزمون جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری

۲/۵ درصد		۲ درصد		۱/۵ درصد		۱ درصد		۵/۵ درصد		شاهد	
وزن ساقه‌چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ساقه‌چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ساقه‌چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ساقه‌چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ساقه‌چه (گرم)	ژنوتیپ	وزن ساقه‌چه (گرم)	ژنوتیپ
۱/۹ ⁱ	Tesmo	۲/۱۸ ⁱ	LAD1900	۲/۴۶ ^p	Fahad	۶/۱۶ ⁿ	Fidelio	۷/۴ ⁿ	Bacanora	۷/۷۶ ^m	Pinokio
۱/۹ ⁱ	Faras	۲/۱۸ ⁱ	Fahad	۳/۳۸ ^p	Lasko	۶/۰۳ ^{nm}	Caracal	۷/۳ ^{nm}	Prego	۷/۷۶ ^m	Cananea79
۱/۸۱ ^{ti}	Sika	۲/۱۳ ⁱ	Passi	۳/۳۱ ^{op}	Pinokio	۵/۸۸ ^{lm}	Fahad	۷/۲۱ ^{nm}	Dagro	۷/۵۸ ^{lm}	Alamos83
۱/۵۸ ^{thi}	LAD1900	۲/۱۳ ⁱ	Alamos83	۳/۱۶ ^{uop}	Disco	۵/۴۹ ^{k-n}	Bacanora	۷/۰۷ ^{k-n}	Eronga83	۷/۵۷ ^{klm}	Pronto
۱/۵۳ ^{thi}	Passi	۱/۹۹ ^{thi}	ERI7012	۳/۱۶ ^{uop}	Sika	۵/۴۹ ^{k-n}	Prego	۷/۰۶ ⁿ	Passi2	۷/۵۷ ^{klm}	ERI7012
.
۰/۲۶ ^{bcd}	Cananea79	۰/۸۳ ^{b-c}	Alpaca	۱/۴۴ ^{n-d}	Fidelio	۳/۱۶ ^{cd}	Vero	۴/۳۶ ^{abc}	Fidelio	۵/۶۲ ^{bcd}	Magnat
۰/۲۶ ^{bcd}	Tewo	۰/۷ ^{bcd}	Pollmer	۱/۴۴ ^{n-d}	Magnat	۳/۰۱ ^{cd}	Pollmer	۴/۳۶ ^{abc}	Pollmer	۵/۴۹ ^{bcd}	Sorento
۰/۲۱ ^{bc}	Fahad5	۰/۶ ^{bc}	Moreno	۱/۳۳ ^{abc}	Vero	۲/۵۷ ^{bc}	Alpaca	۴/۲۶ ^{ab}	Cananea79	۲/۰۱ ^{bc}	Wolario
۰/۱۵ ^{ab}	Pollmer	۰/۴۷ ^b	Dagro	۱/۲۳ ^{ab}	Fahad5	۲/۱۳ ^b	گندم دوروم	۳/۸ ^a	گندم کویر	۴/۷۸ ^{ab}	گندم دوروم
۰/۱ ^a	گندم کویر	۰/۱ ^a	گندم کویر	۱/۳ ^a	Pollmer	۱/۵۱ ^{as}	گندم کویر	۳/۸ ^a	Magnat	۴/۲۶ ^a	گندم کویر

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (LSD_{0.05})

واحد سطح ساقه، کاهش جذب کربن و رسیدن به حداکثر غلظت نمکی باشد که گیاه آنرا تحمل می‌نماید (۱۹).

نتیجه‌گیری

ژنوتیپ‌های مورد آزمایش اختلاف بسیار معنی‌داری از لحاظ صفات جوانه‌زنی و در نتیجه تحمل به شوری داشتند. گندم نان رقم کویر و گندم دوروم رقم Dipper 6 در مرحله جوانه‌زنی از تحمل به شوری کمتری نسبت به میانگین ارقام تریتیکاله برخوردار بودند. ضمن اینکه ژنوتیپ‌های 'Caracal'، 'Prego'، 'Lasko' و 'Zorro' به‌عنوان ارقام تریتیکاله متحمل به شوری در شرایط جوانه‌زنی شناخته شدند. ارقام تریتیکاله 'Pollmer'، 'Alamos 83' و 'Magnat' بیشترین درصد کاهش صفات نسبت به تیمار شاهد در سطوح مختلف شوری را داشتند که به‌عنوان ارقام تریتیکاله حساس به شوری در شرایط جوانه‌زنی شناخته شدند. به‌طورکلی، تنش شوری در ژنوتیپ‌های تریتیکاله از ۱۷۰ میلی‌مولار تا ۴۲۵ میلی‌مولار نمک طعام ایجاد شده و با افزایش میزان نمک، کاهش فزاینده صفات مرتبط با جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را در پی داشت.

شاهد بیشتر از سایر سطوح شوری بود (جدول ۳). با افزایش شوری تا سطح ۱٪، کاهش چشمگیری در وزن ساقه‌چه مشاهده نشد. ولی پس از این سطح شوری، وزن ساقه‌چه به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. ژنوتیپ‌های تریتیکاله متحمل و حساس از لحاظ وزن ساقه‌چه در سطوح مختلف شوری با یکدیگر متفاوت بودند (جدول ۹). ژنوتیپ‌های متحمل در سطوح شوری کمتر (صفر، ۵/۰ و ۱۰ درصد) با سطوح شوری بیشتر (۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد) متفاوت بوده و در مجموع سطوح شوری، ژنوتیپ‌های Sika و Disco، Tesmo، Caracal، Fahad به ترتیب با میانگین وزن ساقه‌چه ۳/۷۱، ۳/۵۴، ۳/۵۴، ۳/۴۶ و ۳/۴۶ میلی‌گرم در رتبه‌های بالا قرار داشتند. رقم گندم کویر در اکثر سطوح شوری و در مجموع سطوح شوری از جمله پنج ژنوتیپ حساس بود. گندم دوروم لاین 6 Dipper در سطوح مختلف شوری برای صفت وزن ساقه‌چه در بین ارقام حساس قرار داشته و در مجموع سطوح شوری، با میانگین وزن ساقه‌چه ۱/۸۶ میلی‌گرم رتبه ۴۱ را داشت. گزارش‌های متعددی مبنی بر کاهش وزن ساقه‌چه در اثر تنش شوری وجود دارد (۵، ۷، ۸ و ۱۰). این کاهش ممکن است ناشی از هزینه انرژی متابولیک مربوط به سازگاری به شرایط تنش، کاهش نرخ فتوسنتز در

منابع مورد استفاده

- Almansouri, M., J. M. Kinet and S. Lutts. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil* 231: 243-255.
- Al-Karaki, G. N. 2001. Germination, sodium, and potassium concentrations of barley seeds as influenced by salinity. *Journal of Plant Nutrition* 24: 511-522.
- Arzani, A. 2008. Improving salinity tolerance in crop plants: A biotechnological view. *In Vitro Cellular and Developmental Biology- Plant* 44: 373-383.
- Ashraf, M. and A. Khanum. 1997. Relationship between ion accumulation and growth in two spring wheat lines differing in salt tolerance at different growth stages. *Journal of Agronomy and Crop Science* 178: 39-51.
- Chachar, Q. I., A.G. Solangi and A. Verhoef. 2008. Influence of sodium chloride on seed germination and seedling root growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pakistan Journal of Botany* 40: 183-197.
- Colmer, T. D., R. Munns and T. J. Flowers. 2004. Improving salt tolerance of wheat and barley: Future prospects. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 45: 1425-1443.
- Donovan, T. J. and A. D. Day. 1969. Some effects of high salinity on germination and emergence of barley. *Agronomy Journal* 61: 236-238.
- EL-Hendawy, S. E., H. Yuncai, G. M. Yakout, A. M. Awad, S. E. Hafiz and U. Schmidhalter. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *European Journal of Agronomy* 22: 243-253.
- Ghavami, F., M. A. Malboobi, M. R. Ghannadha, B. Yazdi Samadi, J. Mozaffari and M. Jafar Aghaei. 2004. An evaluation of salt tolerance in Iranian wheat cultivars at germination and seedling stages. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 34: 453-464. (In Farsi).

10. Gorham, J. 1990. Salt tolerance in the Triticeae: Ion discrimination in rye and triticale. *Journal of Experimental Botany* 41: 609-614.
11. Houshmand, S., A. Arzani, S. A. M. Maibody and M. Feizi. 2005. Evaluation of salt-tolerant genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments. *Field Crops Research* 91: 345-354.
12. Huang, J. and R. E. Redmann. 1995. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. *Canadian Journal of Plant Science* 75: 815-819.
13. Meneguzzo, S., F. Navari-Izzo and R. Izzo. 2000. NaCl effects on water relations and accumulation of mineral nutrients in shoot, roots and cell sap of wheat seedling. *Journal of Plant Physiology* 156: 711-716.
14. Moran- Manceau, A., E. Prader and G. Tremblin. 2004. Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress. *Plant Physiology* 161: 25-33.
15. Munns, R., H. Greenway, R. Delane and J. Gibbs. 1982. Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum vulgare* growing at high external NaCl. *Journal of Experimental Botany* 135: 574-583.
16. Munns, R. and A. Termaat. 1986. Whole-plant responses to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology* 13: 143-160.
17. Oettler, G. 2005. The fortune of a botanical curiosity– Triticale: Past, present and future. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 143: 329-346.
18. Rahimian-Mashadi, N. K., A. R. Bagheri and A. Yaryab. 1991. Effect of different potential of polyethylene glycol, sodium chloride and temperature on seed germination of wheat landraces. *Agricultural Sciences and Technology Journal* 5: 26-46. (In Farsi).
19. Ramagopal, S. 1990. Inhibition of seed germination by salt and its subsequent effect on embryonic protein synthesis in barely. *Journal of Plant Physiology* 130: 621-625.
20. Rashid, A., R. H. Qureshi, P. A. Hollington and R. G. W. Jones. 1999. Comparative responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to salinity at the seedling stage. *Journal of Agronomy and Crop Science* 182: 99-207.
21. Tlig, T., M. Gorai and M. Neffati. 2008. Germination responses of *Diploaxis harra* to temperature and salinity. *Flora* 203: 421-428.

The Effect of Salinity on Seed Germination and Seedling Growth of Triticale Genotypes

S. M . Mohamadian, A. Arzani* and A. M. Rezaei¹

(Received : Dec. 22-2010 ; Accepted : Nov. 2-2011)

Abstract

A factorial experiment with forty one triticale genotypes and two wheat cultivars ('Kavir' bread wheat cultivar and 'Dipper-6' durum wheat cultivar as salt-tolerant genotypes) as the first factor and six salinity levels of 0, 0.5, 1, 1.5, 2 and 2.5 percent (0, 85, 170, 255, 340 and 425 mM) of NaCl as the second factor was conducted. Results indicated that the increase of salinity level has lead to a significant decrease in germination percentage, number, weight and length of roots and number and weight of shoots of the germinated seeds. There was a high and significant genotypic difference in germination-related traits of seeds. Moreover, interaction of salinity \times genotype was highly significant in the mentioned traits. 'Kavir' cultivar of bread wheat and 'Dipper-6' cultivar of durum wheat were less salt-tolerant compared to triticale genotypes at the germination stage. The Caracal, Prego, 'Lasko' and 'Zorro' genotypes were least affected by different salinity levels compared to control treatment and hence could be suggested as salt-tolerant triticale genotypes at the germination stage. On the other hand, 'Pollmer', 'Alamos-83' and 'Magnat' genotypes were most affected at different salinity levels compared to control treatment and hence could be suggested as salt-sensitive triticale genotypes at the germination stage for further studies. Overall, salinity stress developed by 170 to 425 Mm NaCl in triticale and the increment of salts lead to a regular decrease of germination and seedling growth variables.

Keywords: Triticale, Seed germination, Seedling, Salt tolerance.

1. Former MSc. Student and Profs. of Agron. and Plant Breed., Respectively, College of Agric., Isf. Univ. Technol., Isfahan, Iran.

*: Corresponding Author, Email: a_arzani@cc.iut.ac.ir