

بررسی اثر شوری و اندازه بذر بر واکنش های جوانه زنی، کارایی تبدیل ذخایر بذر و
فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در جو (*Hordeum vulgare L.*)

Effect of salinity and seed size on germination response, seed conversion
efficiency and antioxidant enzyme activity in barley under salt stress conditions

اکرم فتحی کوزه گرانی^۱ و تورج میر محمودی*^۲، سامان یزدان ستا^۳

تاریخ دریافت: ۹۹/۲/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۲

چکیده

به منظور بررسی اثر شوری و اندازه بذر بر واکنش جوانه زنی، رشد گیاهچه و کارایی تبدیل ذخایر بذر در جو در شرایط تنش شوری آزمایشی صورت طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تکرار در سال ۱۳۹۷ انجام شد. فاکتور اول انواع شوری در چهار سطح (صفر شاهد، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) و فاکتور دوم اندازه بذر (در سه اندازه ریز (وزن دانه کمتر ۲۵ گرم)، متوسط (وزن هزار دانه بین ۲۵-۴۸ گرم) درشت (وزن هزار دانه بیش از ۴۸ گرم)) بود. در این بررسی بالاترین درصد جوانه زنی بذر (۸۹ درصد)، میانگین جوانه زنی روزانه (۴/۰۲ بذر)، سرعت جوانه زنی (۰/۲۶)، طول ریشه چه (۵/۰۴ سانتی متر)، طول ساقه چه (۵/۳۲ سانتی متر) و وزن خشک ساقه چه (۰/۰۲۶ گرم به سطح صفر شوری (شاهد) اختصاص داشت همچنین کمترین مقادیر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت به سطح صفر شوری اختصاص داشت. در بین اندازه های مختلف بذر بیشترین درصد جوانه زنی (۸۶/۵۶ درصد)، میانگین جوانه زنی روزانه (۴/۰۹ بذر)، سرعت جوانه زنی (۰/۲۶)، و مقدار فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت به بذور با اندازه ریز و بالاترین طول ریشه چه (۵/۳۱ سانتی متر)، طول ساقه چه (۵/۹۴ سانتی متر)، وزن خشک ساقه چه (۰/۰۲۶ گرم)، به بذور با اندازه درشت اختصاص داشت. در بین تیمارهای اثر متقابل بالاترین متوسط زمان جوانه زنی روزانه در بذور با اندازه درشت در سطح ۱۲ دسی زیمنس شوری و بالاترین وزن خشک ریشه چه (۰/۰۶۵ گرم)، وزن ذخایر مصرف شده بذر (۰/۰۶۲ گرم) و درصد انتقال ذخایر بذر (۷۸/۶۹ درصد) به بذور درشت در سطح صفر شوری اختصاص یافت.

کلمات کلیدی: اندازه، بذر، شوری، جو، جوانه زنی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

*نگارنده مسئول: toraj73@yahoo.com

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) پس از گندم، ذرت و برنج چهارمین غله مهم دنیاست جو گیاهی کم توقع و نسبت به شرایط نامساعد محیطی از جمله تنش شوری متحمل است (Emam, 2011). به دلیل این که خاستگاه جو، هلال حاصل خیز است این مناطق جزء مناطق خشک و نیمه خشک دنیا هستند، این گیاه به طور طبیعی با تنش هایی مانند خشکی و شوری روبرو می شود.

تنش شوری پس از خشکی، مهم ترین تنش محیطی محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی مانند جو است. نحوه پاسخ فنولوژیک گیاه به تنش شوری در تحمل به این تنش اهمیت بسیار دارد، زیرا طول دوره سبزمانی بیشتر، تسهیم بیشتر مواد فتوسنتزی و طول دوره مناسب پرشدن دانه برای دستیابی به رشد مناسب در شرایط تنش شوری نقش دارد (Zavareh et al., 2008; Fazel, 2012). شوری موجب اختلال در تقسیم سلول و بزرگ شدن سلول ها شده و تمام واکنش های متابولیکی گیاه را تحت تاثیر قرار می دهد.

زیادی یون های سدیم و کلر باعث کاهش جذب یون های ضروری از جمله پتاسیم، کلسیم، آمونیوم و نترات شده و نیز از فعالیت آنزیم ها کاسته و ساختار غشاء را بر هم می زند. این اثرات سبب کاهش فعالیت های متابولیکی گیاه از جمله فتوسنتز شده و از رشد گیاه در محیط های شور می کاهد و به علاوه سبب کاهش و به تأخیر افتادن جوانه زنی، کاهش رشد اندام هوایی و کاهش تولید ماده خشک و گاهی اوقات نابودی رستنی های مناطق خشک و نیمه خشک می گردد (Munns and Tester, 2008). هرچند جو نسبت به شوری متحمل است و حد آستانه تحمل به شوری آن ۸ دسی زیمنس بر متر برآورد شده است، اما گیاه در مراحل

جوانه زنی و رشد اولیه نسبت به تنش شوری حساس است (Anwar et al., 2011) از طرفی جوانه زنی، رشد گیاه - چه جو و در نهایت درصد سبز و عملکرد در واحد سطح را تحت تاثیر خود قرار می دهد. در ارزیابی تحمل به شوری ارقام جو در شرایط آزمایشگاه و مزرعه طباطبایی و همکاران (Tabatabai et al., 2013) نشان دادند که شوری اثر معنی داری بر کلیه شاخص های جوانه زنی و گیاهچه ای داشت و بیش ترین کاهش جوانه زنی در سطح شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر بود.

تأثیر شوری بر جوانه زنی گیاهان از یک طرف به غلظت نمک و نوع یون و از طرف دیگر به گونه و ژنوتیپ گیاه بستگی دارد (Fernandez and Johnson, 1995) برخی از محققین (Behbodian et al., 2007; Farrokhi and Galeshi, 2006) اندازه بذر را نیز در این موضوع موثر دانسته اند، اگرچه تحقیقات در مورد تأثیر اندازه بذر بر جوانه زنی و رشد گیاهچه نتایج متفاوتی را نشان داده است. هامپتون (Hampton, 1981) گزارش نمود که بین اندازه بذر با جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه رابطه مثبتی وجود دارد در مقابل لافند و باکر (Lafond and Baker, 1986) نشان دادند که بذور کوچک تر نسبت به بذور بزرگ تر نه تنها سریع تر جوانه می زنند بلکه گیاهچه های آنان نیز سریع تر سبز می شوند. از طرفی برخی از محققان (Peterson et al., 1989) براین باورند که اندازه بذر تأثیر معنی داری بر سرعت جوانه زنی و سبز شدن ندارد.

نتایج تحقیقات مشتاقی و قرینه (Moshatati and Gharineh, 2012). نشان دادند که وزن هزار دانه جو، اثر معنی داری بر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و متوسط زمان جوانه زنی ایجاد نمی کند، اما با افزایش وزن هزار دانه، سرعت و درصد جوانه زنی افزایش می یابد، به

گیاهچه، میزان تحریک ذخایر و کارایی تبدیل ذخایر بذر معنی دار بود.

با توجه به گسترش خاک‌های شور به خصوص در غرب کشور و اهمیت جو در توسعه دامپروری در غرب کشور تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر شوری و اندازه بذر بر واکنش جوانه زنی، رشد گیاهچه و کارایی تبدیل ذخایر بذر در جو انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تکرار در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام شد. فاکتور اول انواع شوری در چهار سطح (صفر شاهد، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) و فاکتور دوم اندازه بذر (در سه اندازه ریز (وزن دانه کمتر ۲۵ گرم)، متوسط (وزن هزار دانه بین ۲۵-۴۸ گرم) درشت (وزن هزار دانه بیش از ۴۸ گرم)) بود. پس از انتخاب بذر بر اساس وزن هزار دانه، کشت در پتری دیش‌های شش اینچی که در هر پتری دیش یک لایه کاغذ صافی قرار دارد انجام شد. بدین صورت که بعد از گذشت زمان‌های فوق، بذر تیمار شده به تعداد ۲۵ عدد در درون هر پتری دیش قرار داده می‌شود. سپس بذر تحت غلظت‌های مختلف شوری قرار می‌گیرند. هر پتری دیش حاوی ۲۵ عدد بذر تیمار شده خواهد بود که با توجه به نقشه طرح به هر تیمار بذری غلظت‌های صفر (استفاده از آب مقطر)، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر شوری اعمال خواهد گردید. برای ایجاد تنش شوری از محلول NaCl استفاده شد. بعد از اعمال تیمارها در پتری دیش‌ها را با پارافیل کاملاً بسته و برای جوانه زنی در دستگاه ژرمیناتور در دمای ۱۰ دجه سانتیگراد قرار داده خواهد شد. که در این مدت صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

طوری که کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی مربوط به بذر با کمترین وزن هزار دانه و بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی، متعلق به بذره‌ای با بیشترین وزن هزار دانه بود. علی‌زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2011) گزارش کردند اندازه بذر عدس بر سرعت جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه تأثیر معنی داری داشت و اظهار داشتند بذره‌ای بزرگ تر در شرایط نرمال دارای گیاهچه‌های قوی تر و درصد جوانه‌زنی بالاتر و سرعت جوانه‌زنی کمتر بودند. ولی تحمل به شوری در بذره‌ای بزرگ کمتر از بذره‌ای کوچک بوده به طوری که در بذره‌ای بزرگ افت درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن گیاهچه با افزایش شوری شیب بیشتری داشت، آنها نتیجه گرفتند کاشت بذره‌ای با وزن هزار دانه پایین در مناطقی که شوری عامل محدود کننده است، مناسب‌تر است.

موسیویان و اشراقی نژاد (Mosavian and Eshraghi-Nejad, 2013) اظهار داشتند اثر اندازه بذر بر طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر گندم معنی دار بود، آنها همچنین گزارش کردند بذر با اندازه ریز از یکنواختی جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه بالاتری برخوردار بودند اما وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر در این بذر در حداقل مقدار بود. رستگار و همکاران (Rastgar et al., 2011) اظهار داشتند با افزایش اندازه بذر یکنواختی جوانه‌زنی در سویا به صورت معنی دار کاهش نشان داد. همچنین شوری وزن خشک گیاهچه، میزان تحریک ذخایر و کارایی تبدیل ذخایر بذر را به صورت معنی دار کاهش داد اما بر سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی تأثیر معنی دار نشان نداد. آنها همچنین مشاهده کردند اثر متقابل شوری و اندازه بذر بر صفات یکنواختی جوانه‌زنی، وزن خشک

بررسی اثر شوری و اندازه بذر بر واکنش های جوانه زنی ...

وزن ذخایر مصرف شده بذر، کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته بذر و درصد انتقال ذخایر بذر به روش سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2006) و از طریق روابط ذیل محاسبه شد:

وزن ذخایر مصرف شده بذر = (وزن خشک اولیه بذر) - وزن بقایایی بذر

کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته بذر = ((وزن خشک ساقه چه + وزن خشک ریشه چه) / وزن ذخایر مصرف شده بذر)

درصد انتقال ذخایر بذر = (وزن ذخایر مصرف شده بذر / وزن خشک اولیه بذر) × ۱۰۰

به منظور تعیین فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت کلیه نمونه های برداشت شده از گیاهچه در در نیتروژن مایع منجمد شدند و تا زمان اندازه گیری در دمای ۷۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. برای اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم های کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسید هیدروژن از روش بریتون و ماهلی (Britton et al., 1995) استفاده شد.

قبل از انجام تجزیه واریانس جهت برقراری مفروضات تجزیه واریانس در مورد صفاتی که از شمارش حاصل شده بودند و و یا به صورت درصد بودند تبدیل داده (تبدیل آرکسینوس) صورت گرفت سپس داده های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه واریانس گردید و همچنین مقایسه میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده ها اثرهای شوری و اندازه بذر بر کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل شوری و اندازه بذر نیز بر میانگین زمان جوانه زنی، وزن خشک ریشه چه،

برای خشک کردن نمونه ها، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد در آون قرار گرفت. شمارش بذرهای جوانه زده هر روز پس از شروع آزمایش انجام شد. در روز چهاردهم بعد از انجام آزمایش طول ریشه چه و ساقه چه اندازه گیری و ثبت شدند.

بعد از اتمام این دوره صفات زیر اندازه گیری شد:

سرعت جوانه زنی (GR): $GR = \frac{n}{\sum Dn}$
سرعت جوانه زنی = \overline{GR} = تعداد کل روزهای

آزمایش Dn = تعداد بذور جوانه زده در روز n درصد جوانه زنی: در پایان آزمون سرعت جوانه زنی، در هر تیمار و تکرار تعداد کل بذرهای جوانه زده شمارش گردید و با توجه به اینکه در هر کاغذ صافی ۲۵ عدد بذر قرار دارد، درصد جوانه زنی یا درصد بذور زنده هر تیمار تعیین گردید.

میانگین مدت جوانه زنی (MGT): با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$MGT = \frac{\sum Dn}{\sum n}$

در این رابطه D تعداد روزها پس از آزمون جوانه زنی و n تعداد بذرهای جوانه زده در روز D می باشد.

طول ریشه چه و ساقه چه: طول ریشه چه و ساقه چه از محل طوقه تا دو انتهای گیاه چه با خط کش روی سطح صاف (شیشه) در پتری ها اندازه گیری و میانگین هر کدام به عنوان طول ریشه چه و ساقه چه گزارش شد.

وزن خشک ریشه چه و ساقه چه: جهت تعیین وزن خشک ریشه و ساقه چه، این اندام ها به طور جداگانه در داخل پاکت به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در داخل آون الکتریکی قرار داده و با استفاده از یک ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شدند.

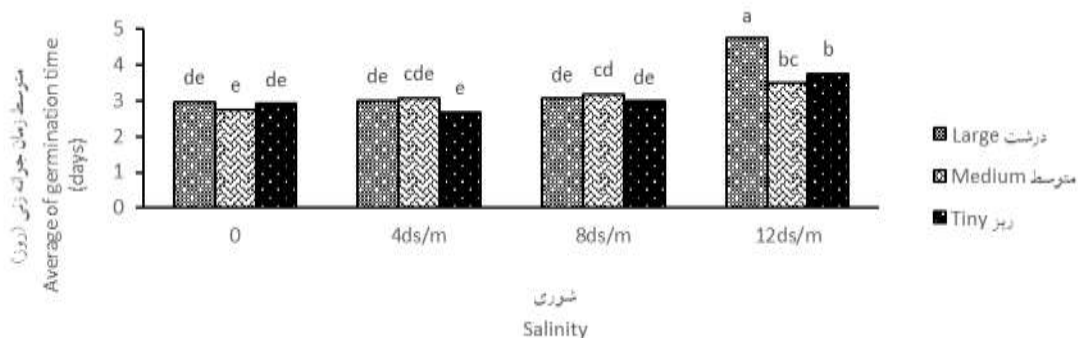
متوسط ۸۲/۰۸ درصد کمترین درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). مارتینلی و همکاران (Matrinelli et al., 2000) در ذرت و هوی و گامبل (Hoy and Gamble, 1985) و سانگ (Sung, 1992) با بررسی روی سویا نشان دادند که اندازه بذر بر جوانه‌زنی و قدرت بذر اثر مستقیم داشت، بذور ریز سویا با تأخیر در تندش مواجه بودند.

وزن ذخایر مصرف شده بذر، کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته بذر و درصد انتقال ذخایر بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

درصد جوانه‌زنی: نتایج نشان داد تیمار صفر شوری (شاهد شوری) با متوسط ۸۹ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد هر چند بین سطح مذکور و سطح ۴ دسی‌زیمنس اختلاف معنی‌دار دیده نشد، در این تحقیق سطح ۱۲ دسی‌زیمنس شوری با متوسط ۷۷/۵۵ درصد کمترین مقدار صفت مذکور را به خود اختصاص داد (جدول ۲). کیدان و یاگمور (Kaydan and Yagmur, 2008) اظهار داشتند شوری در مرحله اول باعث کاهش جذب آب توسط بذرها به دلیل پتانسیل پایین اسمزی محیط شده و در مرحله دوم باعث سمیت و ایجاد تغییر در فعالیت‌های آنزیمی می‌شود. بنابراین کاهش درصد جوانه‌زنی را در تیمارهای شوری را به سمیت ایجاد شده و عدم فعالیت آنزیمی در این تیمارها نسبت داد.

نتایج مقایسات میانگین نشان داد بذور با اندازه ریز با متوسط ۸۶/۵۸ درصد بالاترین و بذور با اندازه درشت با

بررسی اثر شوری و اندازه بذر بر واکنش های جوانه زنی ...



شکل ۱ مقایسه میانگین ترکیبات تیماری شوری و اندازه بذر از لحاظ اثر بر متوسط زمان جوانه زنی بذر گیاهچه جو
Figure 1 mean comparison of salinity and seed size interactions in terms of the effect on average of germination time of the barley

جدول ۱ تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه جو تحت شرایط شوری و اندازه های مختلف بذر

Table 1 - Analysis of variance of investigated traits in barley under saline conditions and different seed sizes

منابع تغییر Sov	درجه آزادی Df	میانگین مربعات MS				
		درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination speed	طول ریشه چه Root length	وزن خشک ریشه چه Root dry weight	طول ساقه چه Stem length
شوری Salinity	3	119.77**	0.008**	1.25**	0.0007**	1.33**
اندازه بذر Seed size	2	111.85**	0.02**	6.31**	0.00010**	9.63**
شوری × اندازه بذر Seed size × Salinity	6	22.80 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.0002**	0.05 ^{ns}
خطا Error	24	17.29	0.01	0.17	0.00005	0.10
ضریب تغییرات	(/cv)	4.89	14.15	9.06	15.82	6.57

ns, * و ** به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * and ** no significant, significant in 5% and 1%

Continuation of Table 1

منابع تغییر Sov	درجه آزادی Df	میانگین مربعات MS			
		وزن خشک ساقه چه Dry shoot weight	وزن ذخایر مصرف شده بذر Weight of seed reserves consumed	کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته بذر Conversion efficiency of transferred seed reserves	درصد انتقال ذخایر بذر Percentage of seed reserves transfer
شوری Salinity	3	0.00072**	0.0012**	66.83 ^{ns}	260.06**
اندازه بذر Seed size	2	0.0018**	0.0012**	69.64 ^{ns}	881.63**
شوری × اندازه بذر Seed size × Salinity	6	0.00001 ^{ns}	0.00054**	549.64**	362.57**
خطا Error	24	0.00014	0.000027	117.57	7.49
ضریب تغییرات	(%cv)	16.71	7.19	117.78	4.25

ns, * و ** به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * and ** no significant, significant in 5% and 1%

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده شوری و اندازه بذر از لحاظ اثر بر خصوصیات مورد بررسی در جو

Table 2 – mean comparison of the effects of simple effect of salinity and seed size in terms of studied traits in barley

شوری (دسی زیمنس) Salinity	درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination speed	طول ریشه- چه Root length	طول ساقه چه Stem length	وزن خشک ساقه- چه Dry shoot weight
0	89a	0.26a	5.04a	5.32a	0.026a
4	86.66ab	0.25a	4.89a	5.16a	0.023ab
8	83.44b	0.2b	4.43b	4.63b	0.02b
12	77.55a	0.18c	4.25b	4.54b	0.017c
اندازه بذر					
درشت Large	82.08b	0.19b	5.31a	5.94a	0.026a
متوسط Medium	83.83ab	0.21b	4.77a	4.48b	0.022b
ریز Tiny	86.58a	0.28a	3.38c	4.31b	0.019b

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد هستند

بررسی اثر شوری و اندازه بذر بر واکنش های جوانه زنی ...

بذرهای کوچک تر عدس در تمامی شرایط دارای سرعت جوانه زنی بهتری نسبت به بذرهای بزرگ تر بودند. گران و همیز (Grant and James, 2000) در بررسی روی سویا گزارش کردند که بذور بزرگ تر سویا تحمل کمتری به شرایط نامساعد آب و هوایی دارند. در بررسی روی گندم نیز گزارش شده است که با افزایش تنش خشکی و شوری بذرهای کوچک از درصد جوانه زنی بالاتری برخوردار بودند (Lafond and Baker, 2006). محققان زیادی بالاتر بودن سرعت جوانه زنی در بذرهای ریزنسبت به بذرهای درشت تر را گزارش کرده- اند (Sung, 1992; Matrinelli et al., 2000).

طول ریشه چه: نتایج نشان داد با افزایش سطح شوری از صفر به ۱۲ دسی زیمنس به صورت معنی دار از طول ریشه چه کاسته شد به طوری که تیمار شاهد با متوسط ۵/۰۴ سانتی متر بالاترین و سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس با متوسط ۴/۲۵ سانتی متر کم ترین طول ریشه چه را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است که بین سطوح شاهد و سطح ۴ دسی زیمنس و همچنین سطوح ۸ و ۱۲ دسی زیمنس از نظر طول ریشه چه اختلاف معنی دار دیده نشد (جدول ۲). ماکر و همکاران (Makar et al., et al., 2009) گزارش کردند که تحت تنش شوری هم در مرحله آب نوشی و هم استقرار گیاه چه علاوه بر کاهش در جذب آب، یون های اضافی نیز جذب می شود و ممانعت از ظهور ریشه چه عمدتاً به علت کاهش در شیب پتانسیل آب بین محیط بیرون و بذر است.

در بین تیمارهای اندازه بذر، بالاترین طول ریشه چه با متوسط ۵/۳۱ سانتی متر به بذور درشت اختصاص یافت تیمار مذکور توانست طول ریشه چه را در مقایسه با بذور متوسط و ریز به ترتیب ۱۰/۱۶ و ۲۶/۹۳ درصد افزایش داد (جدول ۲). علی زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2011) گزارش کردند وزن و طول ساقه چه و ریشه چه

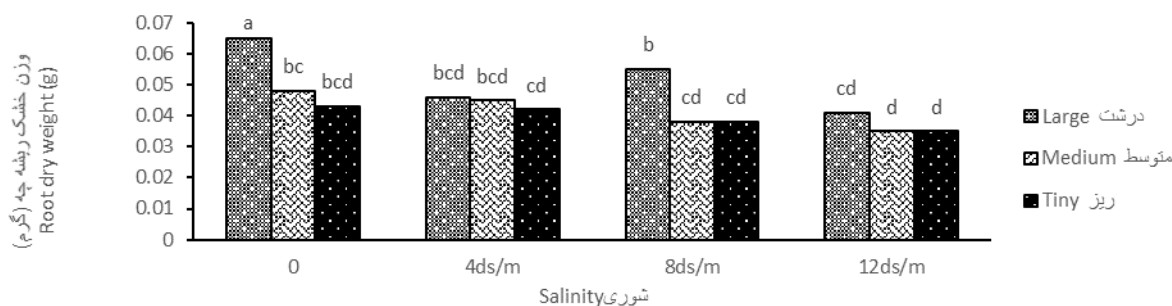
سرعت جوانه زنی: در بین سطوح شوری بالاترین سرعت جوانه زنی به دو سطح شاهد و ۴ دسی زیمنس اختصاص داشت دو سطح مذکور سرعت جوانه زنی را در مقایسه با سطح ۱۲ دسی زیمنس که کمترین سرعت جوانه زنی را به خود اختصاص داده بود به ترتیب ۴۴/۴۴ و ۳۸/۸۸ درصد افزایش دادند (جدول ۲). بذور برای انجام فعالیت های حیاتی و شروع به جوانه زنی احتیاج به آب کافی دارند. چنانچه جذب آب دچار اختلال شود و یا به کندی صورت گیرد، فعالیت های داخل بذر به کندی صورت می گیرد و مدت زمان لازم برای خروج ریشه از بذر افزایش می یابد، به عبارتی سرعت جوانه زنی کاهش می یابد. به نظر می رسد در جوانه زنی تحت تنش شوری به دلیل افت پتانسیل اسمزی، فرآیند جذب آب مختل شده و در ادامه نیز از فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز جلوگیری می شود (Afzal, 2005). تنش شوری باعث می شود که بذر نتواند رطوبت مورد نیاز خود را به میزان کافی جذب نماید و با ایجاد نوعی خشکی فیزیولوژیکی، میزان جوانه زنی و سرعت آن را کاهش می دهد. در تنش شوری به علت کاهش پتانسیل آب محیط خاکی اطراف بذر، مدت زمان بیشتری طول می کشد تا بذر بتواند آب مورد نیاز خود را به مقدار کافی به دست آورد. طباطبایی و همکاران (Tabatabai et al., 2013) نشان دادند بیشترین کاهش جوانه زنی در سطح شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر بود.

در این مطالعه بالاترین سرعت جوانه زنی به بذور با اندازه ریز اختصاص داشت، سطح مذکور سرعت جوانه زنی را در مقایسه با بذور با اندازه متوسط و درشت به ترتیب ۳۳/۳۴ و ۴۷/۳۶ درصد افزایش داد، بین بذور با اندازه متوسط و ریز از نظر سرعت جوانه زنی اختلاف معنی دار دیده نشد (جدول ۲). علی زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2011) در تحقیقی نشان دادند

اختصاص داشت، کمترین مقدار صفت مذکور نیز به متوسط ۰/۰۰۳۵ گرم به تیمار شوری ۱۲ دسی زیمنس در بذوری با اندازه متوسط و ریز دیده شد (شکل ۲). یکی از دلایل عمده که می‌تواند کاهش وزن خشک ساقه‌چه را در پتانسیل‌های بالا توجیه کند تحریک موادغذایی و انتقال آنها از لپه‌ها به محور روئی است، قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور روئی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند بر تحرک موادغذایی و انتقال آنها از لپه‌ها به محور روئی تأثیر بگذارند.

در بذورهای بزرگتر در شرایط غلظت صفر درصد شوری بیشتر از بذورهای کوچک‌تر بود آنها اظهار همچنین اظهار داشتند بذور ریز به دلیل ذخایر بذر کمتر قادر به تولید گیاهچه‌های قوی نبوده‌اند دیگر محققان نیز اظهار داشته‌اند بذور با اندازه درشت‌تر از طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بالاتری برخوردار هستند (Mian, and Nafziger, 1994; Soltani et al., 2002).

وزن خشک ریشه‌چه: نتایج مقایسات میانگین نشان داد بالاترین وزن خشک ریشه‌چه با متوسط ۰/۰۰۶۵ گرم به تیمار شاهد شوری (سطح صفر) و اندازه بذر بزرگ



شکل ۲ مقایسه میانگین ترکیبات تیماری شوری و اندازه بذر از لحاظ اثر بر وزن خشک ریشه‌چه بذر گیاهچه جو
Figure 2 mean comparison of salinity and seed size interactions in terms of the effect on root dry weight of the

خاقانی و همکاران (Khaghani et al., 2012) بیش‌ترین طول ساقه‌چه مربوط به بذورهای کوچک بود که با بذورهای دیگر در این مورد اختلاف معنی‌داری نشان داد. این امر می‌تواند ناشی از جذب آب سریع‌تر توسط بذورهای کوچک‌تر باشد که به دلیل نیاز آبی کمتر آنها صورت می‌گیرد و در نتیجه رشد ساقه‌چه سریع‌تر رخ داده و منجر به افزایش طول ساقه‌چه در بذورهای کوچک‌تر می‌شود.

وزن خشک ساقه‌چه: مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری از نظر وزن خشک ساقه‌چه نشان داد با افزایش غلظت شوری از وزن خشک ساقه‌چه کاسته شد به

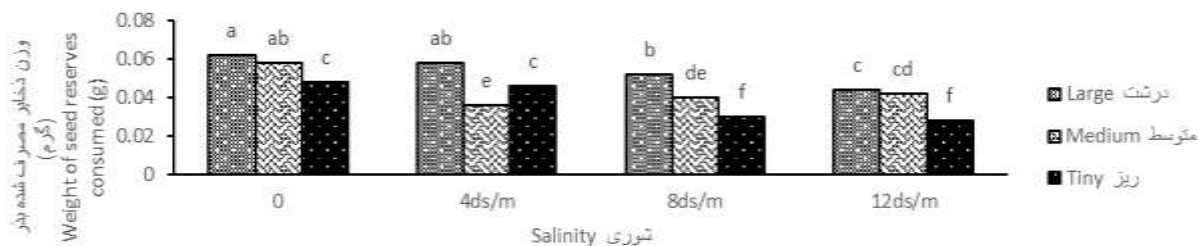
طول ساقه‌چه: مقایسه میانگین تیمارها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار تیمارهای شوری را به دو دسته تقسیم بندی کرد به طوریکه دو سطح شاهد و ۴ دسی زیمنس به ترتیب با متوسط ۵/۳۲ و ۵/۱۶ سانتی‌متر بالاترین و دو سطح ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس به ترتیب با متوسط ۴/۶۳ و ۴/۵۴ سانتی‌متر کمترین طول ساقه‌چه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). در مطالعه حاضر بذور درشت با متوسط ۵/۹۴ سانتی‌متر علاوه بر اینکه بالاترین طول ساقه‌چه را به خود اختصاص داد مقدار صفت مذکور را در مقایسه با بذوری با اندازه متوسط و ریز به ترتیب ۳۲/۵۸ و ۳۷/۸۱ درصد افزایش داد (جدول ۲). در مطالعه

بررسی اثر شوری و اندازه بذر بر واکنش های جوانه زنی ...

وزن ذخایر مصرف شده بذر: نتایج مقایسات میانگین نشان داد اگرچه بذر با اندازه درشت در سطح صفر (شاهد شوری) با متوسط ۰/۰۶۲ گرم بالاترین مقدار صفت مذکور را به خود اختصاص داد اما بین تیمار مذکور و بذر با اندازه متوسط در سطح صفر شوری و بذر با اندازه درشت در سطح ۴ دسی‌زیمنس شوری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در بررسی حاضر بذر با اندازه ریز در سطوح ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس به ترتیب با متوسط ۰/۰۳۰ و ۰/۰۲۸ گرم کمترین مقدار صفت مذکور را به خود اختصاص دادند (شکل ۳). رشد هتروتروفیک گیاهچه را می‌توان بر اساس دو قسمت وزن ذخایر انتقال یافته یا پویا شده و کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته بذر به بافت گیاهچه تقسیم کرد (Soltani et al., 2006). کاهش وزن خشک گیاهچه می‌تواند به علت کاهش میزان پویایی ذخایر بذر و یا کاهش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده باشد (Soltani et al., 2006). همچنین سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2002) گزارش کردند که کاهش رشد گیاهچه در اثر شوری بیشتر به علت کاهش میزان تخلیه ذخایر بذر است و کارایی تبدیل ذخایر پویا شده فقط در تنش شوری کاهش می‌یابد. در مطالعه بلوچی و احمد دهکردی (Balouchi and Ahmadpour Dehkordi, 2013) تنش شوری به صورت معنی‌داری بر وزن ذخایر مصرف شده بذر داشت و با افزایش سطح شوری از مقدار وزن ذخایر مصرف شده بذر کاسته شد. سلطانی و همکاران (Soltani, 2002) گزارش کردند که کاهش رشد گیاهچه در اثر شوری بیشتر به علت کاهش میزان تخلیه ذخایر بذر است و کارایی تبدیل ذخایر پویا شده در تنش شوری کاهش می‌یابد.

نحوی که سطح صفر شوری (تیمار شاهد) با متوسط ۰/۰۲۶ گرم علاوه بر اینکه بالاترین وزن خشک ساقه چه را به خود اختصاص داد مقدار صفت مذکور را در مقایسه با سطوح ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۱۱/۵۳، ۲۳/۰۷ و ۳۴/۶۱ درصد افزایش داد (جدول ۲). یکی از دلایل عمده ای که کاهش وزن خشک ساقه چه را در پتانسیل های بالا توجیه کند، تحریک مواد غذایی و انتقال آنها از لپه به محور روپایی است قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور روپایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌توانند بر تحریک مواد غذایی و انتقال آنها از لپه ها به محور روپایی تأثیر بگذارند (Bagheri, 2001).

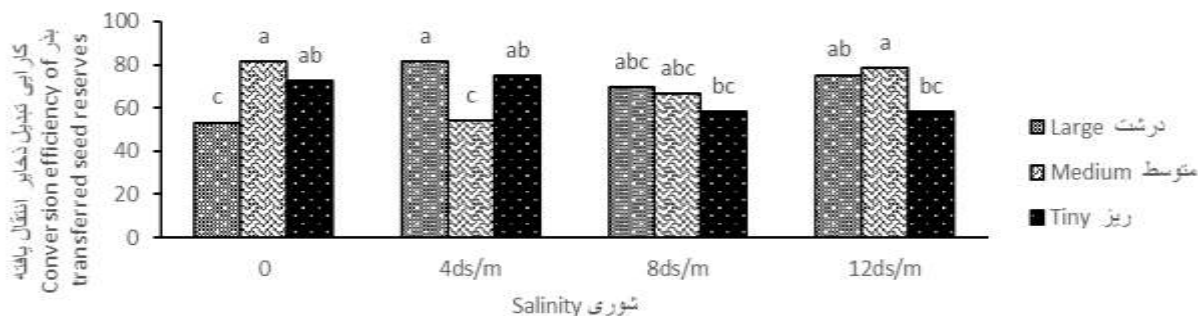
مقایسه میانگین تیمارهای اندازه بذر از نظر وزن خشک ساقه چه نشان داد بذر با اندازه درشت با متوسط ۰/۰۲۶ گرم بالاترین وزن خشک ساقه چه را به خود اختصاص داد کمترین مقدار صفت مذکور نیز با متوسط ۰/۰۱۹ گرم به تیمار اندازه بذر ریز اختصاص داد هر چند بین تیمار مذکور و تیمار بذر با اندازه متوسط اختلاف معنی‌دار دیده نشد (۰). در مطالعه خاقانی و همکاران (Khaghani et al., 2012) در نخود بیشترین میزان وزن تر و وزن خشک گیاهچه در بذرهای بزرگ مشاهده شد که با دیگر بذرها از نظر آماری اختلاف معنی‌دار داشت، این امر ممکن است به دلیل مقدار بیشتر محتوای ذخیره‌های بذر در بذرهای بزرگتر باشد (Gan et al., et al., 2003). اختیاری و همکاران (Ekhtiari et al., 2010) اظهار داشتند تجمع مواد سمی در اثر تنش شوری که موجب اختلال در ساختمان اندامک‌های سلولی، تخریب کلروفیل، کاهش اندازه برگ و کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه می‌شود در آخر با کاهش فتوآسیمیلات‌های تولیدی تأثیر منفی بر رشد گیاهچه و وزن خشک آن خواهد شد



شکل ۳ مقایسه میانگین ترکیبات تیماری شوری و اندازه بذر از لحاظ اثر بر وزن ذخایر مصرف شده بذر جو
Figure 3 mean comparison of salinity and seed size interactions in terms of the effect on Weight of seed reserves consumed of the barley

گیاه نخود مؤثر بود (Soltani, 2002). سلطانی و همکاران (Soltani, 2002; 2006) نشان دادند که کاهش رشد گیاهچه گندم در اثر تنش شوری و خشکی هر دو ناشی از کاهش تخلیه بذر است و مقدار بیشتری صرف تولید بافت می شود، اما با افزایش شوری کارایی تبدیل ذخایز مورد استفاده، صرف تنفس نگه داری می شود. هورلینگ و همکاران (Horlings et al., 1992) نشان دادند که لاین‌هایی از سویا که بذور کوچکتر داشتند در مقابل تغییرات آب و هوایی مزرعه مقاومت بیشتری نسبت به بذور بزرگتر داشتند. بارک و گاردنر (Barkke and Gradner, 1987) دریافته‌اند که در بذورهای کوچک نخود و سویا کارایی تبدیل ذخیره بذر بیش تر از بذور بزرگ بود.

کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته بذر: نتایج نشان داد بذور با اندازه متوسط در سطوح صفر و ۱۲ دسی‌زیمنس و بذور درشت در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس به ترتیب با متوسط ۸۱/۶۴، ۸۷/۶۲ و ۸۱/۶۱ درصد بالاترین کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته بذر را به خود اختصاص دادند کمترین مقدار شاخص مذکور نیز با مقادیر ۵۳/۲۱ و ۵۴/۱۲ درصد به دو تیمار بذور با اندازه درشت در سطح صفر شوری و بذور با اندازه متوسط در شوری ۴ دسی‌زیمنس اختصاص داشت (شکل ۴). شوری سبب کاهش کارایی بذر می‌گردد و در اثر کاهش کارایی بذر بیشترین آسیب متوجه رشد گیاهچه می‌شود (ناریانان و همکاران، ۱۹۸۴). همچنین تنش بر سرعت رشد گیاهچه، سرعت کارایی تبدیل ذخایر بذر و کارایی تبدیل ذخایر بذر در

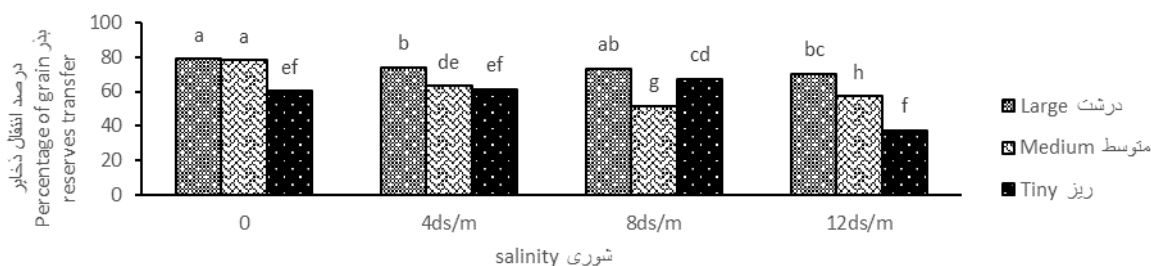


شکل ۴ مقایسه میانگین ترکیبات تیماری شوری و اندازه بذر از لحاظ اثر بر کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته بذر جو
Figure 4 mean comparison of salinity and seed size interactions in terms of the effect on Conversion efficiency of transferred seed reserves of the barley

بررسی اثر شوری و اندازه بذر بر واکنش های جوانه زنی ...

دسی زیمنس اختلاف معنی دار مشاهده نشد. کمترین مقدار درصد انتقال ذخایر بذر نیز با متوسط ۳۷/۲۸ درصد به بذوری با اندازه ریز در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس اختصاص داشت (شکل ۵).

درصد انتقال ذخایر بذر: نتایج مقایسات میانگین نشان داد بذور با اندازه درشت و متوسط در سطح صفر شوری (شاهد شوری) به ترتیب با متوسط ۷۸/۶۹ و ۷۸/۰۹ درصد بالاترین درصد انتقال ذخایر بذر را به خود اختصاص دادند، لازم به ذکر است که بین تیمارهای مذکور و تیمار بذور با اندازه درشت در سطح شوری ۴



شکل ۵ مقایسه میانگین ترکیبات تیماری شوری و اندازه بذر از لحاظ اثر بر درصد انتقال ذخایر بذر جو

Figure 5 mean comparison of salinity and seed size interactions in terms of the effect on Percentage of grain reserves transfer seed reserves of the barley

زیمنس مقدار فعالیت آنزیم کاتالاز را در مقایسه با شاهد به صورت معنی دار افزایش دادند. در این مطالعه با افزایش سطح شوری از صفر به ۱۲ دسی زیمنس به صورت معنی داری بر مقدار فعالیت آنزیم پراکسید هیدروژن افزوده شد، هر چند این افزایش از سطح ۴ به ۸ دسی زیمنس از لحاظ آماری معنی دار نبود. در بین اندازه های بذر، بذور با اندازه درشت در مقایسه با بذور با اندازه متوسط و ریز از مقدار فعالیت پراکسید هیدروژن کمتری برخوردار بودند. افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت باعث سمیت زدایی و جلوگیری از اثرات بازدارنده و تخریب کننده گونه های اکسیژن فعال (ROS) می گردد. در شرایط تنش، مانند تنش شوری تولید گونه های اکسیژن فعال که عمدتاً شامل سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال هیدروکسیل می باشد افزایش می یابد و سبب خسارت اکسیداتیو می شوند (Wang et al.,

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد بین سطوح شوری و اندازه بذر از لحاظ اثر بر مقدار فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت.

در بین سطوح شوری بالاترین مقدار فعالیت سوپراکسید دیسموتاز به سطح ۱۲ دسی زیمنس شوری اختصاص داشت، همچنین مقدار فعالیت آنزیم مذکور در بذور با اندازه درشت به صورت معنی داری در مقایسه با بذور با اندازه های متوسط و ریز بالاتر از بذور با اندازه متوسط و ریز بود. مقایسه میانگین تیمارها از لحاظ مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز نشان داد با افزایش سطح شوری از صفر به ۱۲ دسی زیمنس بر مقدار فعالیت آنزیم مذکور اضافه شد، همچنین بذور با اندازه درشت در مقایسه با بذور با اندازه ریز از مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز بالاتری برخوردار بودند. نتایج نشان داد به غیر از سطح

حاصل از تنش فائق آیند. در حقیقت ساخت و عملکرد آنزیم های آنتی اکسیدانت هزینه صرف انرژی برای سلول دارد و در بذور بزرگ با ایجاد توان اولیه بالاتر برای گیاهچه امکان تأمین این هزینه انرژی برای پاسخ های مقاومتی در مراحل بعدی را فراهم کرده و افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت نیز موجب پاکروبی ROS و از جمله کاهش سطح H_2O_2 شده است. در مطالعه Nourbakhshian et al., (2015) گیاهچه های حاصل از بذور بزرگ در مقایسه با بذور کوچک فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدنتی بیشتر و میزان H_2O_2 کمتری داشتند که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. نتایج تحقیقات چيو و همکاران (Chiu et al., 2006) نشان داد که در بذور بزرگ گیاه گل پنج هزاری (*Purple coneflower*) مقادیر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت بیشتری در مقایسه با بذور ریز مشاهده شد.

2009). تنش شوری سبب افزایش تولید ABA و H_2O_2 شده و این ملکول ها به عنوان سیگنال عمل کرده و مسیرهای پیام رسانی مرتبط با Ca و غیره را فعال می کنند که در نهایت موجب افزایش نسخه برداری و رونویسی ژن های SOD، APX و CAT می شوند (Agarwal et al., 2005). در این مطالعه بذور با اندازه درشت از مقدار فعالیت سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز و مقدار پراکسید هیدروژن کمتری برخوردار بودند. گیاهچه های حاصل از بذور بزرگ بیوماس بیشتری تولید می کنند، به نظر می رسد این الگوی تقویت رشد فیزیولوژیکی در سطح سلولی پاسخ های بیوشیمیایی را نیز تحت تأثیر قرار داده است، بطوری که گیاهچه های حاصل از این بذور توانایی بالقوه بیشتری برای تولید آنزیم های آنتی اکسیدانت در شرایط نرمال داشته باشند. همین آمادگی اولیه بالاتر به آنها این امکان را می دهد تا در شرایط رویارویی با تنش قوی تر عمل کنند و سریعتر سطح آنزیم های آنتی اکسیدانت خود را افزایش دهند و بر ROS

جدول ۳ تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه جو تحت شرایط شوری و اندازه های مختلف بذر

Table 3 - Analysis of variance of investigated traits in barley under saline conditions and different seed sizes

منابع تغییر Sov	درجه آزادی Df	میانگین مربعات MS			
		سوپراکسید دیسموتاز (SOD)	پراکسیداز (POX)	کاتالاز (CAT)	پراکسید هیدروژن (H_2O_2)
شوری Salinity	3	2220.63**	160543**	136.91ns	0.01**
اندازه بذر Seed size	2	704.29**	34975**	305.33**	0.02**
شوری × اندازه بذر Seed size × Salinity	6	93.14 ^{ns}	3967 ^{ns}	16.06 ^{ns}	0.0005 ^{ns}
خطا Error	24	44.04	1492	41.93	0.0012
ضریب تغییرات	(/cv)	24.12	15.23	10.89	13.84

ns, * و ** به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * and ** no significant, significant in 5% and 1%

ریشه چه، طول ساقه چه و وزن خشک ساقه چه کاست و بر مقدار فعالیت آنزیم های سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز، کاتالاز و پراکسید هیدروژن افزود. در بین

نتیجه گیری

در این بررسی تنش شوری از درصد جوانه زنی بذر، میانگین جوانه زنی روزانه، سرعت جوانه زنی، طول

بررسی اثر شوری و اندازه بذر بر واکنش های جوانه زنی ...

شده بذر و درصد انتقال ذخایر بذر به بذر درشت در سطح صفر شوری اختصاص یافت، با توجه به نتایج تحقیق حاضر می توان نتیجه گرفت در شرایط نرمال محیطی استفاده از بذر درشت و در شرایط تنش شوری استفاده از بذر ریز می تواند شرایط مساعدی برای جوانه زنی و استقرار گیاهچه جو فراهم آورد.

اندازه های مختلف بذر بیشترین درصد جوانه زنی، میانگین جوانه زنی روزانه، سرعت جوانه زنی و پراکسید هیدروژن به بذر با اندازه ریز و بالاترین طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن خشک ساقه چه، مقدار فعالیت آنزیم- های سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز، کاتالاز به بذر با اندازه درشت اختصاص داشت. در بین تیمارهای اثر متقابل نیز بالاترین وزن خشک ریشه چه، وزن ذخایر مصرف

References

فهرست منابع

- Afzal, I. 2005.** Seed enhancements to induced salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Ph.D. Thesis, Agricultural University of Srivastava, Pakistan, 266 p.
- Agarwal, S., Sairam, C. C., Srivastava, T. A., and Meena, R. C. 2005.** Role of ABA, salicylic acid, calcium and hydrogen peroxide on antioxidant enzymes induction in wheat seedling. *Plant Science*, 169: 559-570.
- Alizadeh, Y., Moradi, R. A., Nezami, A., and Ashgizadeh, H. R. 2011.** Effect of salinity and seed size on germination and seedling growth characteristics of Lentil (*Lens culinaris Medik*). *Iranian Journal of Agricultural Research*, 9 (2): 202-220. (In Persian)
- Anwar, S., Shafi, M., Bakht, J., Tariq Jan, M., and Hayat, Y. 2011.** Effect of salinity and seed priming on growth salinity. *Plant and Soil*, 147:197-205.
- Balouchi H.R., and Ahmadpour Dehkordi, S. 2013.** Effect of different seed priming on germination traits in Black cumin (*Nigella sativa*) under salinity stress. *Journal of Plant Production*, 20 (3): 1-25. (In Persian).
- Brakke, M. Gardner and Gardner, F. P. 1987.** Juvenile growth in pigeon pea, soybean, and cowpea in relation to seed and seedling characteristics. *Crop Science*, 27,311-316.
- Behbodian, B., Lahouti, M., and Nezami, A. 2007.** Effects of salinity stress on germination of chickpea genotypes. *Journal of Agricultural Science*, 28 (2): 36-44. (In Persian).
- Chiu, K. Y., Chuang, S. J., and Sung, J. M. 2006.** Both antioxidant and lipid carbohydrate conversion enhancements are involved in priming-improved emergence of *Echinacea purpurea* seeds that differ in size. *Scientia Horticulturae*,108:220-226.
- Ekhtiari, R., Farbodi, M., Moraghebi, F., and Khoda bande, N. 2010.** The study of the effect of salinity on germination of *Cuminum Cyminum* L. in laboratory condition. *Plant and Ecosystem*, 6 (22): 65-74. (In Persian).
- Emam, Y. 2011.** Cereal production. Shiraz University Press, Shiraz, Iran. (In Persian).
- Farrokhi, A., and Galeshi, F. 2006.** Effects of salinity, seed size and their interactions on harvests, conversion efficiency of seed reserves and growth of soybean seed (*Glycine max*). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 26 (5): 1233-1239. (In Persian).
- Fernandez, G., and Johnson, M. 1995.** Seed vigor testing lentil, bean and chickpea. *Seed Science and Technology*, 23: 617- 627.
- Gan, Y.T., Miller, P., and McDonald, C. L. 2003.** Response of Kabuli chickpea to seed size and planting depth. *Canadian Journal of Plant Science*, 83(1): 39-46.
- Grant, T. J., and James, T. A. 2000.** Genotypic variation in soybean for weathering tolerance. *NSW Agriculture*. 32:101-105.
- Hampton, J.G. 1981.** The extent and significance of seed size variation in New Zealand wheats. *Agricultural Journal*, 9: 179-183.
- Horlings, G. P., Gamble E. E., and Shanmugasundaram, S. 1991.** The influence of seed size, and seed coat characteristics on seed quality of soybean in the tropics. *Seed Science and Technology*, 19: 665- 683.

- Hoy, J. D. and Gamble, E. E. 1985.** The effects of seed size and seed density of germination and vigor in soybean. *Canadian Journal of Plant Science*, 56:1-8.
- Kafi, M., Barzui A., Salehi, M., Kamandi, A., Masumi, A. S., and Nabati, G. 2009.** Physiology of environmental stresses in plants. Mashhad Academic Publications. 502 pages.
- Kayden, D., and Yagmur, M. 2008.** Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. *African Journal of Biotechnology*, 7(16): 2862-2868.
- Khaghani, L., Nabavi Kalat, M., and Raisi, A. 2012.** The effect of seed size on germination of Iranian chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Seed Research (Journal of Seed Science and Technology)* .2 (3): 45-51. (In Persian)
- Khodarahmpour, Z., and Soltani, A., 2013.** Evaluation of Salinity Stress Tolerance of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Genotypes Based on Seedling Growth. *Journal of Crop Physiology - Islamic Azad University - Ahvaz Branch*, 6 (22): 23-35. (In Persian)
- Lafond, G. P., and Baker, R. G. 1968.** Effects of temperature stress, and seed size on germination of nine spring wheats. *Crop Science*, 26:563-567.
- Makar, T.K., Turan, O., and Ekmekci, Y. 2009.** Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. *Gazi University Journal of Science*, 22(1): 5-14.
- Matrinelli-Seneme, A., Zenotto, M. D., and Nakagawa, J. 2000.** Seed size and shape effect on corn seed quality, cultivar AL- 34. *Revista Brasileira de Sementes*, 22:232-238.
- Mian, M. A. R., and Nafziger, E. D. 1994.** Seed size and water potential effect on germination and seedling growth of winter wheat. *Crop Science*, 34:169-171.
- Munns, R., and Tester, M. 2008.** Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651-681.
- Nourbakhshian, S. J., Nabipour, M., Meskrebashi, M., Amoo Aghaei, R. 2015.** Evaluation of dry matter and antioxidant enzymes activity in saplings under priming and seed size under drought stress. *Journal of Plant Process and Function of Iranian Society of Plant Physiology*. 14(4): 125-138.
- Peterson, C. M., Klepper, B., and Rickman, R.W. 1989.** Seed reserves and seedling development in winter wheat. *Agronomy Journal*. 81:245-251. (In Persian)
- Rastegar, Z., Sedghi, M., and Khangari, S. 2011.** Effect of salinity and seed size on seed stock and soybean seedling growth. *Seed Research (Journal of Seed Science and Technology)*. 1 (1): 1-5. (In Persian)
- Soltani, A. S., Galeshi, E., Zeinali, H., and Latifi, N. 2002.** Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology*, 30: 661- 672.
- Soltani, A., Gholipoor, M., and Zainali, E. 2006.** Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 55: 195-200.
- Sung, J. M. 1992. Field emergence of edible soybean seeds differing in seed size and emergence strength. *Seed Science and Technology*, 20:527-532.

- Tabatabai, S.A., Kochaki, A., and Malsadeghi, G. 2013.** Evaluation of salinity tolerance of barley cultivars under laboratory and field conditions. *Journal of Crop Physiology - Islamic Azad University - Ahvaz Branch*, 5 (20): 87-102 (In Persian).
- Wang, W. B., Kim, Y. H., Lee, H. S., Kim, K. Y., Deng, X. P., and Wak, S. S. 2009.** Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*. 47:570–577.
- Zavareh, M., Hoogenboom, G., Rahimian Mashhadi, H., and Arab, A. 2008.** A decimal code to describe the growth stages of sesame (*Sesamum orientale* L.). *International Journal of Plant Production*, 2 (3): 193-206.

Effect of salinity and seed size on germination response, seed conversion efficiency and antioxidant enzyme activity in barley under salt stress conditions

A. Fathi Kozegarani¹ and T. Mir Mahmoodi^{*2}, Saman Yazdanseta³

Received date: 18 May 2020

Accepted date: 31 January 2021

Abstract

To study the effect of salinity and seed size on germination response, seedling growth and seed conversion efficiency in barley under salt stress conditions, a factorial experiment based on a completely randomized block was conducted in 2018. The first factor was salinity in four levels (zero (control), 4, 8 and 12 dS/m) and the second factor was seed size (in three sizes, small sizes (1000 grain weight less than 25 g), average (1000 grain weight between 25-48 g), large (1000 grain weight above 48g). In this study, the highest seed germination percentage (89%), daily germination average (4.02% seed), root length (5.04 cm), stem length (5.32 cm), stem dry weight (0.026 g), was allocated to the zero level of salinity (control). Also, the lowest amount of antioxidant enzyme activity was assigned to zero salinity level. Among the different seed sizes, the highest germination percentage (86.56%), mean daily germination (4.9 seeds), were belonged to seed with small size and the highest root length (5.31 cm), stem length (5.94 cm), stem dry weight (0.026) and amount of antioxidant enzyme activity were observed in seed white large size. Among interactive treatments, the highest average daily germination time was observed in large-sized seed at 12 d.S and the highest root dry weight (0.065 g), seedling dry weight (0.091 g), the weight of stored grain consumption (0.062), and percentage of transfer of seed reserves was significant (78.96) was belonged to seed with large size in zero salinity (control).

Keywords: Size, Seed, Salinity, Barley, Germination.

1- Ms.c. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

2- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

3- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

* Corresponding Author: toraj73@yahoo.com