تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دوازدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۸
۲۶۲-۲۵۱
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.1278.126

واکنش جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه ژنوتیپ‌های گندم (*Triticum aestivum* and *Triticum durum* L.) به تنش شوری در رژیم‌های مختلف دمایی

عادل مدحج[1*]، اعظم کربلایی[2]

۱. دانشیار گروه زراعت، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر
۲. گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۳۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر برهمکنش شوری و دما بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سه ژنوتیپ گندم نان و دوروم، آزمایشی در سال ۹۳-۱۳۹۲ در آزمایشگاه تخصصی واحد علوم تحقیقات خوزستان در محیط کشت پتری دیش انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و چهار تکرار با سه فاکتور دما (۱۵/۱۰، ۲۵/۲۰ و ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب شب و روز)، ژنوتیپ‌های گندم (دو ژنوتیپ نان شامل رقم چمران و لاین ۲۰ سراسری و لاین دوروم D85-17) و شوری (صفر، دو، چهار، هشت و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) اجرا شد. نتایج نشان داد که افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های گندم شد. ژنوتیپ‌های گندم در دمای ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین رشد گیاهچه را به خود اختصاص دادند. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۱۵/۱۰ و ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. لاین دوروم D85-17 در مقایسه با دو ژنوتیپ نان حساسیت بیشتری نسبت به شوری و دما داشت. افزایش دمای محیط، اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را تشدید کرد. افزایش دما موجب تشدید اثر شوری بر طول ساقه‌چه شد به‌نحوی‌که میزان کاهش طول ساقه‌چه در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس نسبت به شاهد آب مقطر در دماهای ۱۵/۱۰، ۲۵/۲۰ و ۳۵/۳۰ به ترتیب ۳۳/۳، ۵۰ و ۸۴ درصد بود. نسبت سدیم به پتاسیم در گیاهچه ژنوتیپ‌های گندم در دماهای بالا افزایش یافت. لاین دوروم D85-17 از نسبت سدیم به پتاسیم و حساسیت بیشتر به شوری در مقایسه با دو ژنوتیپ نان برخوردار بود.

***واژه‌های کلیدی*: پتاسیم، سدیم، شوری، ریشه‌چه**

مقدمه

شوری و گرما از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی در دنیا محسوب می‌شوند (Grewal, 2010). حدود هفت درصد از مزارع کشاورزی دنیا در معرض شوری قرار دارند (Musyimi et al., 2007). تنش گرما (Roberts, 1988) و شوری (Iqbal et al., 2006) باعث کاهش آماس بذر، جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌شوند. اثر منفی شوری بر جوانه‌زنی به دلیل تنش اسمزی و مسمومیت یونی است (Khan et al., 2005).

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد نه‌تنها گونه‌های گیاهی مختلف بلکه ژنوتیپ‌های یک گونه نیز ممکن است نسبت به شوری میزان تحمل متفاوتی داشته باشند (Khan, et al., 2008; Pervaiz et al., 2007). بادریدز و همکاران (Badridze et al., 2009) با مقایسه ژنوتیپ‌های گندم بهاره و پاییزه دوروم و نان نتیجه گرفتند که ژنوتیپ گندم دوروم از تحمل بیشتری به شوری در مقایسه با گندم نان برخوردار بودند. سازوکارهای اصلی ارقام گندم متحمل به شوری شامل جداسازی سدیم و کلر در واکوئل سلول‌های ریشه‌چه و برگ است. همچنین گزارش شده است که ارقام متحمل باوجود تنش اسمزی در محیط اطراف ریشه، از سرعت رشد گیاهچه مطلوب‌تری برخوردار هستند (Munns et al., 2006).

* نگارنده پاسخگو: عادل مدحج. پست الکترونیک: adelmodhej2006@yahoo.com

گندم در مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه از حساسیت بیشتری به تنش شوری برخوردار است (Ragab et al., 2008). نتایج یک تحقیق نشان داد که شوری سبب کاهش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه ارقام گندم شد، اما نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه با افزایش شوری افزایش یافت (Farshid et al., 2004). در این تحقیق پاسخ جوانه‌زنی ارقام گندم به تنش شوری متفاوت بوده و ارقام بک-کراس روشن، کویر و روشن از درصد و سرعت جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بودند. قوامی و همکاران (Ghavami et al., 2004) دلیل تفاوت ارقام گندم موردمطالعه در واکنش به شوری را با نسبت سدیم به پتاسیم در گیاهچه این ارقام مرتبط دانستند. گیاهچه ژنوتیپ‌های متحمل به شوری در گندم از میزان سدیم کمتر و پتاسیم بیشتر نسبت به ژنوتیپ‌های حساس برخوردارند (Abu Hasan et al., 2015). از سوی دیگر، اسفندیاری و همکاران (Esfandiari et al., 2011) نتیجه گرفتند که ژنوتیپ‌های متحمل گندم به تنش شوری، دارای فعالیت بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پراکسیداسیون کمتر لیپیدها و پایداری بیشتر در غشای سلولی هستند.

در شرایط کشت پاییزه گندم، ممکن است به دلیل برخورد تابش خورشید به سطح خاک، مراحل اولیه رشد گیاهچه با دمای بالای خاک مواجه شود. دمای بالا احتمال تشدید اثر تنش شوری را افزایش می‌دهد (Zaheer Ahmad and Ajmal-Khan, 2010). تشدید اثر تنش شوری در دمای بالا در بسیاری از گونه‌های گیاهی نظیر *Prosopis juliflora* (El-Keblawy and Al-Rawai, 2005)، *Sarcobatus vermiculatus* (Khan et al., 2002) و *Atriplex cordobensis* (Aiazzi et al., 2002) گزارش شده است. دیوتا و همکاران (Duta et al., 2006) گزارش دادند که در شرایط تنش شوری فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز مختل می‌شود و دمای زیاد این اختلال را تشدید می‌کند. هامپسن و سیمپسن (Hampson and Simpson, 1990) با بررسی اثر دماهای صفر تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد و سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی گندم بهاره نتیجه گرفتند که افزایش دما باعث تشدید اثر منفی تنش شوری و اسمزی بر جوانه‌زنی بذر شد. در تحقیق دگیر با بررسی اثر شوری و دما بر فعالیت آنزیمی لوبیا و ذرت گزارش شد که این دو عامل محیطی دارای اثر افزایشی بوده و فعالیت برخی آنزیم‌ها به‌ویژه پلی‌فنل‌اکسیداز را در بذر مختل می‌نمایند (Kabar et al., 1997).

گندم در بسیاری از مناطق مرکز و جنوب خوزستان در شرایط خاک شور کاشته شده و دمای بالا در تاریخ کاشت های زودهنگام ممکن است اثر شوری را تشدید نماید. باوجود بررسی اثر تنش شوری در ارقام مختلف گندم، پژوهش‌های بسیار محدودی به ارزیابی اثر برهمکنش شوری و گرما بر جوانه‌زنی گندم پرداخته‌اند. در این تحقیق، واکنش دو رقم گندم نان و یک لاین دوروم به تنش شوری در شرایط دمایی متفاوت موردمطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تنش شوری و دما بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه ژنوتیپ‌های گندم نان و دوروم در محیط کشت پتری دیش در آزمایشگاه واحد علوم و تحقیقات خوزستان در سال ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل با سه فاکتور در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای موردبررسی در این آزمایش شامل سه ژنوتیپ گندم رقم چمران (نان)، لاین ۲۰ سراسری (نان) و D85-17 (دوروم) و سه دمای ۱۵/۱۰ (شب/روز)، ۲۵/۲۰ (شب/روز) و ۳۵/۳۰ (شب/روز) درجه سانتی‌گراد و پنج سطح شوری صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بودند. لاین ۲۰ سراسری گندم نان میان‌رس، متحمل به خشکی و گرما و مقاوم به ورس است. لاین دوروم D85-17 نیز متحمل به خشکی و گرما و یک لاین میان‌رس است.

به‌منظور انجام آزمایش در محیط کشت پتری دیش، ابتدا بذور در محلول پنج درصد هیپوکلرید سدیم به مدت سه دقیقه ضدعفونی شده و سپس به‌وسیله قارچ‌کش مانکوزب به نسبت دو در هزار آغشته شدند. در هر پتری دیش با قطر نه سانتیمتر ۲۰ بذر روی کاغذ صافی قرار گرفت. برای اعمال تیمار در اولین مرحله هفت میلی‌لیتر از محلول‌های حاوی نمک و آب مقطر برای تیمار شاهد مصرف شد. در مراحل بعدی، پنج میلی‌لیتر از محلول‌ها مورداستفاده قرار گرفت. تیمارهای شوری با استفاده از NaCl آزمایشگاهی تهیه‌شده و جهت تعیین دقیق میزان شوری از دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی استفاده شد.

تنظیم دمای ژرمیناتور بر اساس تیمار دما در سه سطح ۱۵/۱۰، ۲۵/۲۰ و ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد (شب/روز) با ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی و رطوبت نسبی ۶۰ درصد صورت گرفت. در طی آزمایش، بذری جوانه‌زده تلقی

گردید که طول ریشه‌چه آن حداقل دو میلی‌متر بود. یک هفته پس از اعمال تیمارها، برای اندازه‌گیری صفات موردنظر از هر پتری دیش پنج بذر انتخاب شد. صفات طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و کلئوپتیل، درصد جوانه‌زنی، میزان (سرعت) جوانه‌زنی و نسبت سدیم به پتاسیم موردراندازه‌گیری قرار گفتند. برای اندازه‌گیری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و کلئوپتیل از خط کش مدرج استفاده شد.

درصد جوانه‌زنی از طریق رابطه (۱) محاسبه شد (Scott et al., 1984)

$$GR = \frac{\Sigma G}{N} \times 100 \qquad [۱]$$

که در آن GR: درصد جوانه‌زنی بذر، G: تعداد بذور جوانه‌زده در روز موردنظر و N: تعداد کل بذور هستند.

به‌منظور اندازه‌گیری میزان سدیم و پتاسیم گیاهچه‌های گندم از دستگاه فلیم فتومتر با واحد میلی‌گرم بر گرم ماده خشک استفاده شد. بدین منظور گیاهچه‌های گندم به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشکانده شدند. سپس یک گرم از نمونه خشک برداشت‌شده و در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر گردید. پس از افزودن ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک یک نرمال، نمونه‌های در دستگاه فلیم فتومتر قرارگرفته و میزان سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری شد.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver.9.1 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج جدول آنالیز واریانس نشان داد که اثر دما، شوری، رقم و اثر برهمکنش دما × شوری و دما × رقم بر طول ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار بود. همچنین اثر برهمکنش شوری × رقم × دما برای این صفت در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۱).

بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه به ترتیب به دماهای ۲۵/۲۰ و ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد اختصاص داشت (جدول ۲). با افزایش دما از ۱۵/۱۰ به ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد به میزان ۴۳ درصد به طول ساقه‌چه افزوده شد. افزایش دما از ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد به ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد طول ساقه‌چه را حدود ۵۲ درصد کاهش داد. سونگ و همکاران (Song et al., 2006) گزارش دادند که با افزایش دما از ۱۵ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رشد گیاهچه‌های گندم افزایش یافت و در مقابل، افزایش دما از ۲۵ درجه سانتی‌گراد موجب کاهش رشد گیاهچه ها شد. همچنین در یک پژوهش، افزایش دما موجب افزایش خطی طول ساقه‌چه گندم تا دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد شده است (Addae and Pearson, 1992). بوریرو و همکاران (Buriro et al., 2010) نتیجه گرفتند که دمای مطلوب جوانه‌زنی ارقام گندم موردمطالعه بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود و بیشترین طول ساقه‌چه در تیمار دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. بیان شده است که تنش گرما موجب تغییر ترکیبات و ساختار غشایی سلول‌ها و درنتیجه خروج یون‌ها شده و ماهیت آنزیم‌های فعال در جوانه‌زنی را تغییر می‌دهد (Ding et al., 2008).

افزایش شوری موجب کاهش معنی‌دار طول ساقه‌چه شد (جدول ۲). تیمارهای ۲، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، طول ساقه‌چه را به ترتیب ۹/۶، ۱۵/۸۲، ۳۷/۵۷ و ۵۸/۱۹ درصد کاهش داد. طول کلئوپتیل نیز در تیمارهای شوری به‌طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۲)؛ بنابراین افزایش شوری علاوه بر کاهش طول ساقه‌چه ممکن است از طریق کاهش طول کلئوپتیل افزایش صدمات فیزیکی گیاهچه در هنگام سبز شدن را به همراه داشته باشد. کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از آندوسپرم به رویان از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش شوری گزارش شده است (Jamil et al., 2006). ژنوتیپ‌های گندم ازنظر طول ساقه‌چه و کلئوپتیل دارای تفاوت معنی‌دار بودند. رقم چمران ازنظر این صفت دارای برتری معنی‌دار نسبت به دو رقم دیگر بود (جدول ۲). طول ساقه‌چه ژنوتیپ‌های موردمطالعه به شوری متفاوت بود. لاین دوروم بیشترین تغییرات طول ساقه‌چه در تیمار شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد را به خود اختصاص داد (۶۱/۴ درصد). کمترین تغییرات طول ساقه‌چه (۵۴ درصد) در این تیمار شوری به رقم چمران تعلق داشت (جدول ۳). دابکوسکی و همکاران (Dubcovsky et al., 1996) نتیجه گرفتند که ارقام نان به دلیل جذب کمتر سدیم از تحمل بیشتری به شوری در مقایسه با ارقام دوروم برخوردار بودند. بیشترین طول ساقه‌چه ژنوتیپ‌های گندم در دمای ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات موردمطالعه

Table 1. Analysis of variance for evaluated traits

Treatments تیمار	df. درجه آزادی	MS میانگین مربعات: طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه Radicle length	طول کلئوپتیل Coleoptile length	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	میزان جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate	نسبت یونی سدیم به پتاسیم Na^+/K^+
دما Temperature (T)	2	41.46**	18.72**	11.74**	34286.8**	249.53**	327.842**
شوری Salinity (S)	4	18.54**	14.46**	2.37**	681.66**	9.82**	376.357**
ژنوتیپ Genotype (G)	2	4.56**	1.43ns	1.55**	2181.3**	49.1**	131.135**
دما × شوری T×S	8	4.35**	1.71**	0.26ns	255.83**	1.35ns	449.47**
دما × ژنوتیپ T×G	4	8.44**	7.56**	0.89**	1603.2**	17.72**	100.78**
شوری ×ژنوتیپ S×G	8	0.82ns	0.38ns	0.24ns	47.5ns	0.64ns	315.291**
دما × شوری×ژنوتیپ S×T×G	16	1.26*	1.4**	0.2ns	126.04ns	1.43ns	678.045**
اشتباه Error	90	0.58	0.55	0.16	82.59	0.86	0.03
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		*28.4*	*25.73*	*27.43*	*12.18*	*18.45*	*16.25*

ns و * و **: به ترتیب بیانگر تفاوت غیر معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج و تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد است.

n.s and **: non-significant and significant 1% critical levels, respectively.

جدول ۲. اثر تیمارهای موردمطالعه بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و نسبت سدیم به پتاسیم گیاهچه ژنوتیپ‌های گندم

Table 2. Effect of investigated treatments on seed germination and Na^+/K^+ of wheat genotypes

Treatments تیمارها	طول ساقه‌چه Plumule length (cm)	طول ریشه‌چه Radicle length	طول کلئوپتیل Coleoptile length (cm)	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	میزان جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seed.day-1)	نسبت یونی سدیم به پتاسیم Na^+/K^+
دما (شب/روز) Temperature (Day/Night ˚C)						
15/10	2.6 b	3.1 a	1.3 b	100.0 a	6.8 a	1.68 c
25/20	3.7 a	3.3 a	2.0 a	78.5 b	6.3 a	1.93 b
35/30	1.77 c	2.1 b	1.0 c	45.2 c	2.3 b	6.48 a
شوری (دسی‌زیمنس) Salinity ($ds.m^{-1}$)						
0	3.5 a	3.6 a	1.7 a	79.6a	5.5 a	1.14 e
2	3.2 ab	3.6 a	1.6 a	78.7 a	5.5 a	2.08 d
4	2.9 b	3.1 b	1.6 a	75.7 ab	5.2 a	3.17 c
8	2.2 c	2.5 c	1.2 b	70.9 bc	4.7 b	4.66 b
12	1.5 d	1.7 d	1.0 c	67.9 c	4.1 c	5.78 a
ژنوتیپ‌ها Genotypes						
سراسری	2.5 b	2.7 b	1.4 b	78.4 a	5.8 a	3.10b
چمران	3.0 a	3.0 a	1.6 a	78.8 a	5.4 b	3.13 b
دوروم	2.5 b	2.7 ab	1.3 b	73.5 b	3.8 c	4.67a

در هر ستون، میانگین‌های که دارای حروف مشترک هستند، دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش دانکن نیستند.

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan,s Multiple Range Test

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تیمارهای شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه ارقام گندم

Table 3. Comparison of salinity effect on seed germination and seedling Na/K of wheat genotypes

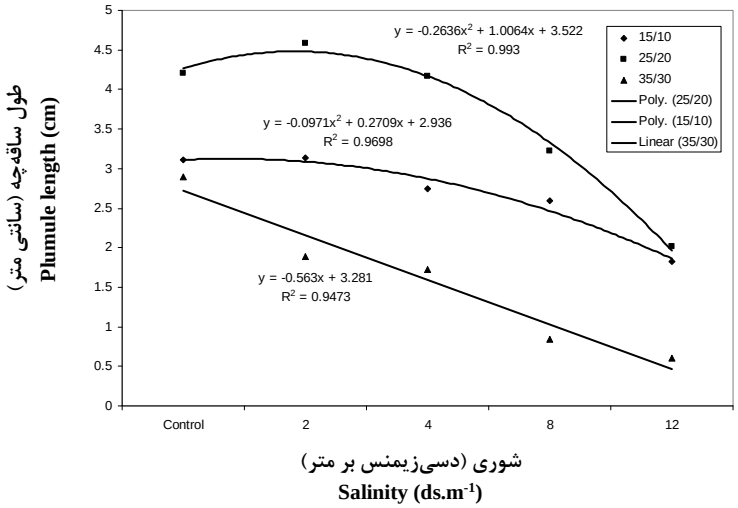
شوری Salinity ($ds.m^{-1}$)	ژنوتیپ‌ها Genotypes	طول ساقه‌چه Plumule length (cm)	طول ریشه‌چه Radicle length (cm)	طول کلئوپتیل Coleoptile length (cm)	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	نسبت یونی سدیم به پتاسیم Na^+/K^+
0	۲۰ سراسری Sarasari 20	3.44 a-c	3.25 ab	1.62 bc	83.89 a	0.5 m
	چمران Chamran	4.11 a	3.44 ab	2.01 a	85.56 a	0.6 l
	D-85-17	3.06 b-d	3.2 b	1.47 cd	69.44 e-h	0.6 l
2	۲۰ سراسری Sarasari 20	3.13 b-d	3.44 ab	1.66 a-c	81.67 a-c	1.7 k
	چمران Chamran	3.74 ab	3.92 a	1.91 ab	82.78 ab	2.4 i
	D-85-17	2.74 c-e	3.45 ab	1.42 c-e	71.67 d-g	2.0 j
4	۲۰ سراسری Sarasari 20	2.52 d-f	2.98 bc	1.64 bc	80.0 a-d	2.6 h
	چمران Chamran	3.1 b-d	3.17 b	1.63 bc	81.67 a-c	3.2 d
	D-85-17	3/31 bc	3.4 ab	1.55 b-d	65.56 f-h	2.6 hi
8	۲۰ سراسری Sarasari 20	1.99 fg	2.32 cd	0.95 fg	72.78 d-g	2.9 g
	چمران Chamran	2.48 d-f	2.82 bc	1.51 cd	75.0 b-e	3.6 f
	D-85-17	2.17 ef	2.45 cd	1.33 d-f	65.0 gh	5.5 b
12	۲۰ سراسری Sarasari 20	1.44 gh	1.87 de	1.06 e-g	73.89 c-f	3.3 e
	چمران Chamran	1.83 f-h	2.07 de	1.24 d-f	68.89 e-h	4.5 c
	D-85-17	1.18 h	1.38 e	0.77 g	61.11 h	6.5 a

در هر ستون، میانگین‌های که دارای حروف مشترک هستند، دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش دانکن نیستند.

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan,s Multiple Range Test

بیشترین طول ساقه‌چه به تیمارهای آب مقطر و شوری‌های ۲ و ۴ دسی‌زیمنس در دمای ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد تعلق داشت، کمترین مقدار این صفت در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس و دمای ۳۵/۳۰ مشاهده شد (شکل ۱). افزایش دما موجب تشدید اثر شوری بر طول ساقه‌چه شد به‌نحوی‌که میزان کاهش طول ساقه‌چه در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس نسبت به شاهد آب مقر در دماهای ۱۵/۱۰، ۲۵/۲۰ و ۳۵/۳۰ به ترتیب ۳۳/۳، ۵۰ و ۸۴ درصد بود. روند تغییرات کاهش طول ساقه‌چه در بالاترین تیمار دمایی به‌صورت خطی بوده و از شیب تندتری نسبت به دو دمای دیگر برخوردار بود (شکل ۱).

بیشترین طول ریشه‌چه در دمای ۲۵/۲۰ مشاهده شد که با دو دمای دیگر تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۲). افزایش شوری بیشتر از دو دسی‌زیمنس، موجب کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه شد. به عبارتی کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه از شوری چهار دسی‌زیمنس آغاز شد. میزان کاهش طول ریشه‌چه در تیمارهای چهار، هشت و ۱۲ دسی‌زیمنس به ترتیب شش، ۳۰/۵ و ۵۲/۷ درصد بود. گزارش شده است که در شرایط تنش شوری به دلیل کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، مقدار قندهای محلول و کربوهیدرات‌های قابل‌دسترس رویان برای رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش می‌یابد (mansouri et al., 2001). افزایش دما شیب تغییرات کاهش طول ریشه‌چه در تیمارهای شوری را افزایش داد (شکل ۲). بیشترین طول ریشه‌چه در دمای ۲۵/۲۰ درجه و شوری دو دسی‌زیمنس و کمترین آن در شوری ۱۲ و دمای ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. در دمای ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد برخلاف دو دمای پیشین، روند تغییرات از یک روند خطی با شیب تند تبعیت کرد.



شکل ۱. روند تغییرات رگرسیونی طول ساقه‌چه در واکنش به شوری و دماهای مختلف

Fig. 1. Regression trend of plumule length under salinity stress and temperature treatments

جدول ۴. مقایسه میانگین برهمکنش تیمارهای دمایی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و نسبت سدیم به پتاسیم در ژنوتیپ‌های گندم

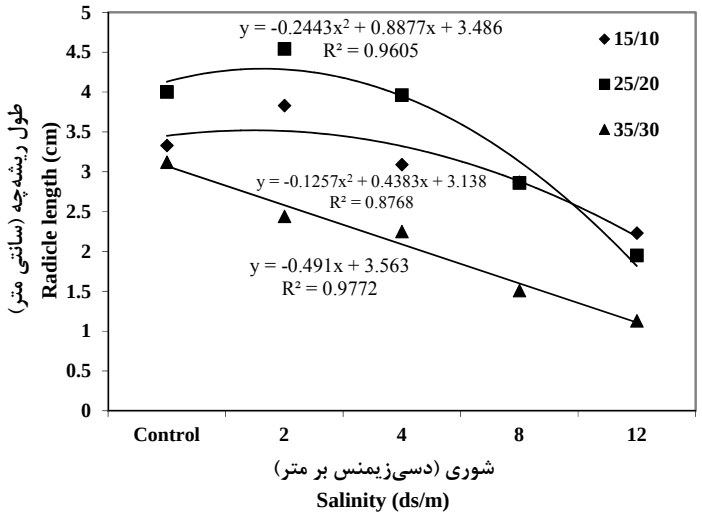
Table 4. Comparison of salinity and temperature interaction effect on seed germination and seedling Na^+/K^+ of wheat genotypes

دما (شب/روز) Temperature (˚C) (Day/Night)	ژنوتیپ Genotype	طول ساقه‌چه Plumule length (cm)	طول ریشه‌چه Radicle length	طول کلئوپتیل Coleoptile length (cm)	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	نسبت یونی سدیم به پتاسیم Na^+/K^+
15/10	۲۰ سراسری Sarasari 20	2.28 c	2.76 b	1.18 c	100 a	1.059 h
	چمران Chamran	3.34 b	3.69 a	1.78 b	100 a	1.875 f
	D-85-17	2.13 c	2.97 b	1.16 c	100 a	2.122 e
25/20	۲۰ سراسری Sarasari 20	3.08 b	3.0 b	1.78 b	94 a	1.703 g
	چمران Chamran	3.58 b	3.0 b	2.13 a	79.33 b	1.588 g
	D-85-17	4.41 a	4.04 a	2.08 a	62.33 c	2.509 d
35/30	۲۰ سراسری Sarasari 20	2.17 c	2.55 b	1.19 c	41.33 d	4.125 c
	چمران Chamran	2.23 c	2.56 b	1.1 c	57 c	5.921 b
	D-85-17	0.93 d	1.32 c	0.68 d	37.33 d	9.392 a

در هر ستون، میانگین‌های که دارای حروف مشترک هستند، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش دانکن ندارند.

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan,s Multiple Range Test

واکنش طول ریشه‌چه ژنوتیپ‌های گندم به سطوح مختلف شوری متفاوت بود (جدول ۳). تنوع ژنتیکی ارقام گندم در واکنش به شوری توسط رویو و آبیو (Royo and Abio, 2003) گزارش شده است. درصد کاهش طول ریشه‌چه ارقام نان سراسری و چمران و همچنین لاین دوروم D85-17 در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس نسبت به شاهد آب مقطر به ترتیب ۴۱/۵، ۴۱/۱ و ۵۹/۵ درصد بود. برخی تحقیقات نشان می‌دهند که ارقام دوروم گندم در مقایسه با ارقام نان از حساسیت بیشتری به شوری برخوردارند (Munns et al., 2006).



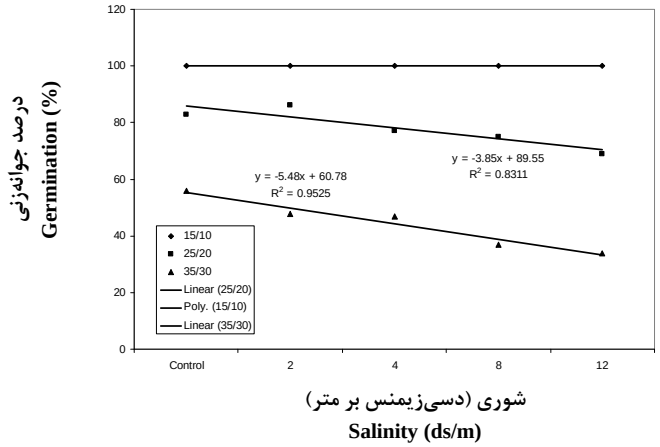
شکل ۲. روند تغییرات رگرسیونی طول ریشه‌چه در تیمارهای شوری تحت تأثیر دماهای مختلف

Fig. 2. Regression trend of radicle length under salinity stress and temperature treatments

تفاوت درصد جوانه‌زنی در تیمارهای شاهد و شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار نبود (جدول ۲). کاهش معنی‌دار این صفت در مقایسه با شاهد از هشت دسی‌زیمنس شوری آغاز شد. افزایش دما از ۱۵/۱۰ درجه سانتی‌گراد موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی شد (جدول ۲). نیاچیو و همکاران (Nyachio et al., 2002) گزارش دادند که درصد جوانه‌زنی ارقام گندم نسبت به دما واکنش معنی‌دار نشان داد. گزارش شده است که در هنگام جوانه‌زنی و سبز شدن ممکن است دمای سطح خاک به حدود ۴۵-۴۵ درجه سانتی‌گراد رسیده و استقرار گیاهچه را به‌طور معنی‌دار کاهش دهد (Acevedo et al., 2002). تخریب آنزیم‌ها و کاهش فعالیت آنزیمی به‌ویژه آلفا آمیلاز در شرایط تنش گرما یکی از دلایل عمده کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه باشد (Dutta et al., 2006). اثر تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود. تفاوت درصد جوانه‌زنی بین شاهد و تیمارهای شوری دو و چهار دسی‌زیمنس معنی‌دار نشد (جدول ۲). تیمارهای هشت و ۱۲ دسی‌زیمنس درصد جوانه‌زنی را به ترتیب ۱۱ و ۱۴/۷ درصد کاهش دادند. کاهش جوانه‌زنی، با افزایش میزان غلظت شوری در محیط، به دلیل اثر فیزیک و شیمیایی یا به‌واسطه اثر سمی ـ اسمزی املاح موجود در محلول شوری صورت می‌گیرد. درواقع با افزایش فشار اسمزی (منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی) حاصل از افزایش شوری در محیط از یک‌سو، مرحله آبگیری بذر دچار اختلال گشته و از سوی دیگر، وجود غلظت بالای آنیون‌ها و کاتیون‌ها (به‌ویژه سدیم و کلر) در محیط، با ایجاد مسمومیت در بذر، مانع از جوانه‌زنی بذر می‌شود (Rajabi and Postini, 2005). علاوه بر این، اثر منفی شوری بر نفوذپذیری غشا، تقسیم سلولی و همچنین بر ساخت پروتئین و فعالیت‌های آنزیمی به‌ویژه آلفا آمیلاز، سبب کاهش میزان جوانه‌زنی و رشد طولی ریشه‌چه می‌گردد (Dutta et al., 2006). همچنین گزارش شده است که تخریب غشاهای سلولی و کاهش فعالیت برخی آنزیم‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری موجب کاهش جوانه‌زنی بذر ارقام گندم شده و ارقامی که از فعالیت بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت برخوردار هستند، تحمل بالاتری به شوری دارند (Esfandiari et al., 2011).

نتایج جدول ۱ نشان داد، ژنوتیپ‌های گندم ازنظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار داشتند. در دمای ۱۵/۱۰ درجه سانتی‌گراد و شاهد آب مقطر درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های گندم ۱۰۰ درصد ارزیابی شد (جدول ۵). درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های گندم در دمای ۱۵/۱۰ درجه سانتی‌گراد در تمامی سطوح شوری، ۱۰۰ درصد بود که تفاوت آن با درصد جوانه‌زنی در هر پنج تیمار شوری و دمای ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار نشد. افزایش دما، کاهش درصد جوانه‌زنی در تیمارهای شوری را به دنبال داشت. به عبارتی در صورت وجود دمای مطلوب ۱۵/۱۰ تا ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد، بذر تا ۱۲ دسی‌زیمنس قدرت جوانه‌زنی خود را حفظ کرد

درحالی‌که افزایش دما به ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد، حساسیت جوانه‌زنی بذر به شوری را افزایش داد. شیب کاهشی درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر از سایر تیمارهای دمایی بود (شکل ۳). خان و همکاران (Khan et al., 2002) گزارش دادند که افزایش دما باعث کاهش معنی‌دار توان جوانه‌زنی بذر *Sarcobatus vermiculatus* در شرایط تنش شوری گردید. در تمامی تیمارهای شوری و دمایی موردمطالعه، لاین دوروم از درصد جوانه‌زنی کمتر و حساسیت بیشتر نسبت به دو رقم گندم نان برخوردار بود. این نتایج با تحقیقات مونس و همکاران (Munns et al., 2006) مطابقت داشت.



شکل ۳. روند تغییرات رگرسیونی درصد جوانه‌زنی در تیمارهای شوری تحت تأثیر دماهای مختلف

Fig. 3. Regression trend of germination percentage under salinity stress and temperature treatments

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های برهمکنش شوری و دما بر درصد جوانه‌زنی بذر ژنوتیپ‌های گندم

Table 5. Mean comparison of salinity and temperature treatments on germination percentage of wheat genotypes

دما (شب/روز) Temperature (˚C) (Day/Night)	ژنوتیپ‌ها Genotypes	شوری Salinity ($dS.m^{-1}$) 0	2	4	8	12
15/10	۲۰ سراسری Sarasari 20	100a	100a	100a	100a	100a
	چمران Chamran	100a	100a	100a	100a	100a
	D-85-17	100a	100a	100a	100a	100a
25/20	۲۰ سراسری Sarasari 20	96.67 a	96.7 a	96.7 a	90.0 ab	90.0 ab
	چمران Chamran	95.67 a	96.7 a	73.3 c-e	78.3 b-d	66.6 d-g
	D-85-17	85.0 bc	71.7 c-e	61.6 e-h	56.6 f-i	51.7 h-j
35/30	۲۰ سراسری Sarasari 20	55.0 g-i	48.33 h-k	43.33 i-l	33.28 m	31.67 lm
	چمران Chamran	75.0 c-e	51.67 h-j	71.67 c-e	46.67 i-k	40.0 j-m
	D-85-17	38.33 j-m	43.33 i-l	35.0 kl	38.33 j-m	31.6-m

در هر ستون، میانگین‌های که دارای حروف مشترک هستند، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش دانکن ندارند.

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan multiple test

افزایش شوری و دما باعث افزایش معنی‌دار نسبت سدیم به پتاسیم شد (جدول ۲). نسبت سدیم به پتاسیم در دمای ۳۵/۳۰ نسبت به ۱۵/۱۰ درجه سانتی‌گراد در حدود ۳/۸ برابر افزایش یافت. تفاوت این صفت در تیمارهای ۱۵/۱۰ و ۲۵/۲۰ درجه نیز معنی‌دار بود. بیشترین میزان افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در دمای ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دماهای پایین‌تر، به لاین دوروم اختصاص یافت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که افزایش دمای محیط، توان بذر ژنوتیپ‌های گندم برای تحمل شوری از طریق کاهش نسبت سدیم به پتاسیم را به‌طور معنی‌دار کاهش می‌دهد. این نسبت درواقع معیاری برای ارزیابی میزان تحمل و حساسیت ارقام به شوری محسوب می‌شود (Dvořak et al., 1994). افزایش میزان کلرید سدیم، تجمع سدیم در گیاهچه گندم را افزایش داد. ژنوتیپ‌های گندم ازنظر میزان تجمع سدیم در گیاهچه دارای تفاوت معنی‌دار بودند (جدول ۲). نسبت سدیم به پتاسیم در لاین دوروم به‌طور معنی‌دار از دو رقم گندم نان بیشتر بود. گزارش شده است که ارقام دوروم سدیم بیشتری را در شرایط شور در خود انباشته می‌کنند (Salam et al., 1999). با بررسی ژنوتیپ‌های گندم متحمل و حساس به شوری مشخص شد که گندم‌های نان متحمل از ورود سدیم به‌طور چشمگیری جلوگیری می‌نمایند (اجتناب) و در شرایط تنش شوری نسبت پتاسیم به سدیم را بالا نگه می‌دارند (Dubcovsky et al., 1996). آن‌ها همچنین یک مکان ژنی را با نام Knal روی کروموزوم شماره چهار از ژنوم D شناسایی و معرفی نمودند که مسئول کنترل ویژگی‌های ذکرشده در گندم نان است.

کمترین نسبت سدیم به پتاسیم در گندم لاین سراسری مشاهده شد که با رقم چمران تفاوت معنی‌دار داشت. در دمای بالا، نسبت تجمع سدیم در گیاهچه با افزایش شوری به‌صورت خطی افزایش یافت (جدول ۶ و شکل ۴). در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس تفاوت میزان سدیم انباشته‌شده در گیاهچه در دمای ۳۵/۳۰ نسبت به دماهای ۱۵/۱۰ و ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۸۲ و ۶۸ درصد بیشتر بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام گندم ازنظر تجمع سدیم در سطوح مختلف شوری دارای تفاوت معنی‌دار بودند (جدول ۳). بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در گیاهچه لاین دوروم D85-17 و شوری ۱۲ دسی‌زیمنس مشاهده شد. تفاوت نسبت سدیم به پتاسیم این لاین با دو رقم دیگر، از شوری هشت دسی‌زیمنس به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت. به نظر می‌رسد، تجمع بالای سدیم در این ژنوتیپ یکی از دلایل اصلی حساسیت رشد گیاهچه به تنش شوری باشد. مونس و همکاران (Munns et al., 2006) دلیل حساسیت بیشتر ارقام دوروم نسبت به ارقام نان را تجمع بیشتر سدیم در این ارقام بیان کردند. از سوی دیگر گزارش شده است که میزان تجمع سدیم در برگ ژنوتیپ‌های گندم، با میزان حساسیت به شوری ارتباط مستقیم دارد (Ashraf, 2002).

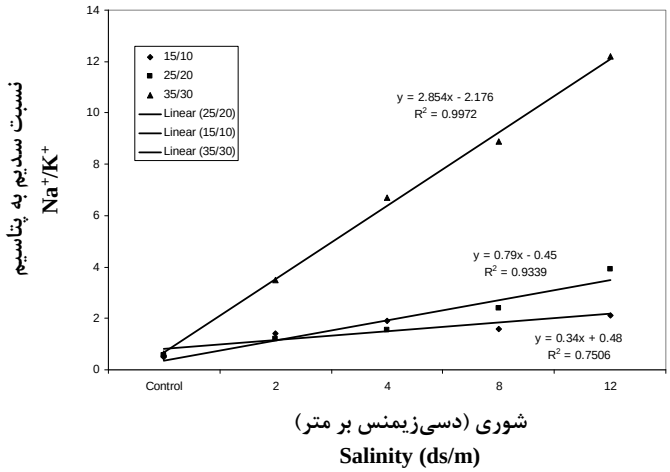
جدول ۶. مقایسه میانگین‌های برهمکنش شوری و دما بر نسب سدیم به پتاسیم گیاهچه ژنوتیپ‌های گندم

Table 6. Mean comparison of salinity and temperature interaction on Na^+/K^+ of wheat genotypes seedlings

دما (شب/روز) Temperature (Day/Night °C)	ژنوتیپ‌ها Genotypes	شوری Salinity ($dS.m^{-1}$) 0	2	4	8	12
15/10	۲۰ سراسری Sarasari 20	0.721 vw	0.822 u-w	0.992 t-v	1.123 st	1.639 o-r
	چمران Chamran	1.78 mn	1.678 n-q	1.8m-p	1.945 mn	1.861 m-p
	D-85-17	1.8m-l	1.827 m-q	1.88m-o	1.886 m-o	2.938 j
25/20	۲۰ سراسری Sarasari 20	0.431 x	1.196 st	1.993 m	1.973 m	2.92 j
	چمران Chamran	0.628 wx	1.365 rs	1.114 st	2.547 kl	2.286 l
	D-85-17	0.59 wx	1.176 st	1.564 qr	2.718 jk	6.495 e
35/30	۲۰ سراسری Sarasari 20	1.267 st	3.326 i	4.933 g	5.615 f	5.485 f
	چمران Chamran	0.371 x	4.366 h	5.0g	9.813 d	10.478 b
	D-85-17	1.071 tu	2.956 j	4.67 g	12.349 a	9.916 c

در هر ستون، میانگین‌های که دارای حروف مشترک هستند، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش دانکن ندارند.

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan multiple test



شکل ۴. روند تغییرات رگرسیونی نسبت سدیم به پتاسیم در تیمارهای شوری تحت تأثیر دماهای مختلف

Fig. 4. Regression trend of Na^+/K^+ under salinity stress and temperature treatments

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در تیمارهای دمایی ۱۵/۱۰ و ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد دمای شب/ روز صورت گرفت و افزایش دما به ۳۵/۳۰ درجه سانتی‌گراد موجب کاهش ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر شد افزایش دما، حساسیت جوانه‌زنی به شوری را افزایش داد که دلیل آن تجمع بیشتر سدیم در گیاهچه بود. با توجه به نتایج، شاخص نسبت سدیم و پتاسیم معیار مناسبی برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها به شوری در تیمارهای دمایی به شمار آمد. لاین دوروم مورد مطالعه از حساسیت بیشتری به شوری برخوردار بود و دو ژنوتیپ نان به دلیل تجمع کمتر سدیم و نسبت بالاتر سدیم به پتاسیم، دارای تحمل بیشتری به شوری بودند. در ضمن، ژنوتیپ‌هایی نظیر چمران که تحمل بیشتری به دما داشتند از حساسیت کمتری به شوری نیز برخوردار بودند.

منابع

Abu Hasan., Hafiz, H.R., Siddiqui, N., Khatun, M., Islam, R., Al-Mamum, A., 2015. Evaluation of wheat genotypes for salt tolerance based on some physiological traits. Journal of Crop Science and Biotechnology. 18(5), 333-340.

Addae, P. C., Pearson, C. J., 1992. Thermal requirement for germination seedling growth of wheat. Australian Journal of Agricultural Research, 43, 585-594.

Acevedo, E., Silva, H., and Silva, P., 2002. Wheat growth physiology. In: Curtic, B.C., Rajarm, S., Pherson, M., Gomez C., (eds.), Bread Wheat Improvement and Production. FAO, Rome. Italy.

Aiazzi, M.T., Carpane, P.D., Rienzo, J.A., Arguello, J.A., 2002. Effects of light and temperature on the germination and seedling vigor of *Atriplex cordobensis* (Gandoger et Stuckert) seeds harvested in autumn and winter. Seed Science and Technology. 28(2), 477-484.

Almansouri, M., Kinet, J.M., Lutts, S., 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) Plant and Soil. 231, 243–254.

Ashraf, M., 2002. Exploitation of genetic variation for improvement of salt tolerance in spring wheat. In: Ahmad, R., Malik, K.A., (eds.), Prospects for Saline Agriculture. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp.113–121.

Badridze, G., Weidner, A., Asch, F., Börner, A., 2009. Variation in salt tolerance within a Georgian wheat germplasm collection. Genetic Resources Crop Evolution, 56, 1125–1130.

Baskin, C.C., Baskin, J.M., 1998. Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego.

Batlla, D., Grundy, A., Dent, K.C., Clay, H.A., Finch-Savage, W.E., 2009. A quantitative analysis of temperature-dependent dormancy changes in *Polygonum aviculare* seeds. Seed Science Research. 49, 428–438.

Buriro, M., Oad, F. C., Keerio, M.I. Tunio, S., Gandahi, A.W., Hassan, S.W.U., and Oad, S. M., 2010. Wheat seed germination under the influence of temperature regimes. Sarhad Journal of Agriculture. 27(4), 539-543.

Ding, Y. F., Cheng, H. Y., Song, S. Q., 2008. Changes in extreme high-temperature tolerance and activities of antioxidant enzymes of sacred lotus seeds. Science in China Series C: Life Sciences. 51(9), 842-853.

Dubcovsky, J., Santa-Maria, G., Epstein, E., Luo, M.C., Dvorak, J., 1996. Mapping of the K/Na discrimination locus Kna1 in wheat. Theoretical and Applied Genetics. 92, 448–454.

Dutta, T.K., Jana, M., Pahari. P.R., Bhattachaya, T., 2006. The Effect of Temperature, pH, and Salt on Amylase in *Heliodiaptomus viduus* (Gurney) (Crustacea: Copepoda: Calanoida). Turkish Journal of Zoology. 30: 187-195.

Dvořak, J., Noaman, M.M., Goyal, S., Gorham, J., 1994. Enhancement of the salt tolerance of *Triticum turgidum* L. by the *Kna1* locus transferred from the *Triticum aestivum* L. chromosome 4D by homoeologous recombination. Theoretical and Applied Genetics. 87(7), 872-877.

El-Keblawy, A., Al-Rawai, A., 2005. Effects of salinity, temperature, and light on germination of invasive *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. Journal of Arid Environments, 61, 555–565.

Esfandiari, E., Enayati, V., Abbasi, A., 2011. Biochemical and physiological changes in response to salinity in two durum wheat (*Triticum turgidum* L.) genotypes. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39(1), 165-170.

Farshid, R., Sahrai, E., Zamani, G., 2014. Effect of NaCl salinity on germination and seedling growth of 12 wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Iranian Journal of Field Crops Research, 12(1), 146-152. [In Persian with English summary].

Ghavami, F., Malboobi, M.A., Ghannadha, M.R., Yazdi Samadi, B., Mozafari, J., and Jafar Aghaei, M., 2004. An evaluation of salt tolerance in Iranian wheat cultivars at germination and seedling stages. Iranian Journal of Agricultural Science. 35 (2), 453-464. [In Persian with English summary].

Grewal, H.S., 2010. Water uptake, water use efficiency, plant growth and ionic balance of wheat, barley, canola and chickpea plants on a sodic vertosol with variable subsoil NaCl salinity. Agricultural Water Management. 97, 148-156.

Hampson, C.R., Simpson, G.M., 1990. Effects of temperature, salt, and osmotic potential on early growth of wheat (*Triticum aestivum*). I. germination. Canadian Journal of Botany. 68(3), 524-528.

Iqbal, M., Ashraf, M., Jamil, A., Ur-Rehman, S., 2006. Does seed priming induce changes in the levels of some endogenous plant hormones in hexaploid wheat plants under salt stress? Journal of Integrated Plant Biology. 48, 181–189.

Jamil, M., Lee, D.B., Yung, K.Y., Ashraf, M., Lee, S.C., Rha, E.S., 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. Journal of Central European Agriculture. 7(2), 273-281.

Kabar, K., Atici, O., Kocacalickan, I., 1997. Effect of high-temperature and salt (NaCl) stresses on polyphenoloxidase activity during seed germination. Turkish Journal of Botany 21(1), 1-7.

Khan, B.A., Khan, A.N., Khan, T.H., 2005. Effect of salinity on the germination of fourteen Wheat cultivars. Gomel University Journal of Research. 21, 31-33.

Khan, M.A., Gul, B., Weber, D.J., 2002. Effect of temperature, and salinity on the germination of *Sarcobatus vermiculatus*. Biologia Plantarum. 45, 133–135.

Khan, M.J., Bakht, J., Khalil, I.A., Shafi, M., Ibrar, M., 2008. Response of various wheat genotypes to salinity stress sown under different locations. Sarhad Journal of Agriculture. 24(1), 28-35.

Kumar G., Krishnaprasad B. T., Savitha M., Gopalakrishna R., Mukhopadhyay K., Ramamohan G., 1999. Enhanced expression of heat shock proteins in thermotolerant lines of sunflower and their progenies selected on the

basis of temperature induction response (TIR). Theoretical and Applied Genetics. 99, 359–367.

Munns, R., James, R.A., and Läuchli, A., 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany. 57(5), 1025–1043.

Musyimi, D.M., Netondo, G.W., Ouma, G., 2007. Effects of Salinity on Gas Exchange and Nutrients Uptake in Avocados. Journal of Biological Sciences. 7(3), 496-505.

Nyachiro, J.M., Clarke, F.R., DePauw, R.M., Knox, R.E., Armstrong, K.C., 2002. Temperature effects on seed germination and expression of seed dormancy in wheat. Euphytica. 126, 123–127.

Pervaiz, S., Saqib, M., Akhtar, J., Atif Riaz, M., Anwar-ul-Haq, M., Nasim, M., 2007. Comparative growth and leaf ionic composition of four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes in response to salinity. Pakistan Journal of Agricultural Science. 44(1), 15-20.

Ragab, A.M., Hella, F.A. Abd El-Hady, M., 2008. Water salinity impacts on some properties and nutrients uptake by Wheat plant in sandy calcareous soil. Australian Journal of Basic and Applied Science. 2(2), 225 – 233.

Rajabi, R., Postini, K., 2005. Effect of Nacl on thirty cultivars of bread wheat seed germination. Agriculture Science Journal, 27(1), 29-45.

Roberts, E.H., 1988. Temperature and seed germination. Symposium of Society of Experimental Biology. 42, 109–132.

Royo, A., Abio, D., 2003. Salt tolerance in durum wheat cultivars. Spanish Journal of Agricultural Research. 1, 27-35.

Salam, A., Hollington, P.A., Gorham, J., Wyn Jones, R.G., Gliddon, C., 1999. Physiological genetics of salt tolerance in wheat *(Triticum aestivum* L.): performance of wheat varieties, inbred lines and reciprocal F1 hybrids under saline conditions. Journal of Agronomy and Crop Science. 183, 145-15.

Saberi, M., Davari, A., Pouzesh, H., Shahriari, A., 2013. Effect of different levels of salinity and temperature on seeds germination characteristics of two range Species under laboratory condition. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(14), 1553-1559.

Scott, S.J., Jones, R.A., Williams, W.A., 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24, 1192-1199.

Song, Y.L., Chen, D.L., Dong, W.J., 2006. Influence of climate on winter wheat productivity in deferent climate regions of China, 1961-2000. Climate Research. 32, 219-227.

Zaheer Ahmed. M., Ajmal-Khan, M., 2010. Tolerance and recovery responses of playa halophytes to light, salinity and temperature stresses during seed germination. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 205(11), 764-771.