نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال پانزدهم، شماره ۵۸، تابستان ۱۳۹۹ / صفحات: ۱۰-۱

بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر ۱۸ رقم گندم (*Triticum aestivum* L.)

محبوبه ریاحی، اکبر مستاجران*، مهران میراولیایی

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، ایران

تاریخ دریافت:۹۸/۰٤/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۵

چکیده

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که موجب خسارت شدید به محصولات باغی و زراعی و همچنین کاهش تنوع زیستی در گیاهان می‌گردد. مقاومت به شوری در طول جوانه‌زنی و رشد اولیه دانه رست‌ها در مورد ۱۸ رقم گندم (*Triticum aestivum* L.؛ شامل ارقام بومی، غیر بومی و هیبرید) در چهار سطح کنترل، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار کلرور سدیم مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار تصادفی در آزمایشگاه تحقیقاتی گروه زیست شناسی دانشگاه اصفهان در سال ۱۳۹۴ انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری در محیط کاشت، شاخص‌های مختلف جوانه‌زنی با شدت بیشتری تحت تاثیر قرار گرفت. مقایسه میانگین صفات نشان داد که ارقام مختلف گندم واکنش‌های متفاوتی داشتند. این ارقام از نظر مقاومت به شوری طبقه‌بندی شده و ارقام سرخ تخم، هامون، سیوند،، بزوستایا، سپاهان و روشن در گروه مقاوم و ارقام قدس، گاسپارد، کرج و نوید در گروه حساس و پایین دندروگرام قرار گرفتند. سرخ تخم و قدس از نظر شاخص استرس جوانه‌زدنی (GSI) و شاخص تحمل شوری (STI) به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان شاخص را نشان داده بودند. همچنین دیده شده که تیمارهای مختلف شوری اثر قابل توجهی بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین وزن خشک ریشه و ساقه در تمام ارقام مورد مطالعه داشته است. تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: تحمل شوری، تنش شوری، جوانه‌زنی، گندم، وزن خشک

مقدمه

گندم از مهمترین محصولات کشاورزی جهان به شمار می‌رود و با تولید سالانه حدود ۵۴۰ میلیون تن، مقام اول را در بین محصولات زراعی به خود اختصاص داده است (Haydari et al., 2006). سطح زیر کشت گندم در کل کشور معادل ۶ میلیون هکتار و میزان اراضی شور کشور در حدود ۲۷ میلیون هکتار است (Sayyari and Mahmoodi, 2002). عملکرد گندم به عنوان اصلی‌ترین محصول تامین کننده غذا نظیر سایر گیاهان تحت تاثیر تنش‌های مختلف محیطی بخصوص شوری قرار می‌گیرد. رشد و عملکرد گندم در بسیاری از مناطق، تحت تاثیر تنش شوری کاهش می‌یابد. شوری آب و خاک یکی از اساسی‌ترین مشکلات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک است و شور شدن تدریجی خاک از مسائل مهم در بسیاری از مناطق جهان به خصوص در کشور ایران می‌باشد (Haydari, 2001). در این مناطق شوری خاک و کمبود آب به عنوان عامل اصلی کاهش

*نویسنده مسئول: mostajerana@yahoo.com

رشد و عملکرد دانه به شمار می‌رود. معمولاً با افزایش شوری آب آبیاری بر میزان شوری خاک اضافه می گردد و متعاقب آن عوامل دیگری در محیط رشد گیاه تحت تأثیر قرار می گیرند (Ghoulam and Fares, 2001).

ترکیب اصلی املاح در خاک‌های شور، کلرور سدیم (NaCl) است که یون Na^+ جزء عناصر ضروری برای رشد گیاه نیست و در صورت حضور بیش از حد سمی است، همچنین در جذب پتاسیم اختلال ایجاد می‌کند (Jamil et al., 2005). همزمان فراوانی یون کلر نیز روی جوانه زدن و رشد گیاه تاثیر می‌گذارد، به‌طوری‌که با تجمع یون‌های کلرور درون گیاه منجر به عدم تعادل در جذب عناصر غذایی و سپس سمیت در گیاه می‌گردد. تنش شوری اغلب به دلیل کاهش پایداری غشاء منجر به تخریب هومئوستازی سلول می‌شود. این تخریب هومئوستازی در سطح سلولی می‌تواند منجر به توقف رشد سلول یا حتی مرگ گیاه شود (Yoshida, 2002). مقاومت به شوری تا حد زیادی مربوط به بازسازی هومئوستازی سلولی است (Hasegawa et al., 2000). همچنین تنش شوری با تأثیر سوء بر فرآیند جوانه زنی، توزیع یون‌ها، فتوسنتز، قابلیت دسترسی به آب برای گیاه و اختلال در فرآیندهای آنزیمی و بیوشیمیایی در نهایت موجب کاهش رشد و عملکرد گیاهان زراعی از جمله گندم می شود (Munns and James, 2003; Pervize et al., 2002).

ساده‌ترین و موثرترین راه برای مدیریت شوری، استفاده از گونه‌ها و ارقام متحمل به شوری در مناطق شور است، لذا بررسی و انجام آزمایش جهت گزینش ارقام مقاوم به شوری ضروری است (Kafi et al., 2002). یک گونه گیاهی با ارقام مختلف ممکن است در مراحل مختلف رشد (مانند جوانه‌زنی، استقرار نهال و مرحله رویشی و زایشی) مقاومت‌های متفاوتی نسبت به عوامل تنش‌زای محیطی (مانند تنش شوری) نشان دهند. با بررسی این مساله ممکن است عملکرد گونه های گیاهی زراعی بهبود یابد (Zhu, 2001). یکی از مراحل مهم رشد گیاهان حساس به شوری، مرحله جوانه‌زنی است که شوری با کاهش پتانسیل آب و فزونی یون‌های مختلف از قبیل سدیم و کلر و همچنین با کاهش جذب یون‌های غذایی مورد نیاز مانند کلسیم و پتاسیم بر میزان جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه تأثیر می‌گذارد (Raid and Smith. 2000).

سرعت و درصد جوانه‌زنی از مهمترین عواملی هستند که تحت تاثیر تنش شوری در مراحل اولیه رشد قرار می‌گیرند. گزارش شده است که با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی، بنیه گیاهچه، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و وزن خشک آنها به همراه نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه به طور معنی داری نقصان می‌یابد (Khammari et al., 2007). نتایج بررسی‌های انجام شده روی ارقام گندم نشان می‌دهد که واکنش آنها به تنش شوری بسیار متنوع است به طوری که برخی از ارقام به شدت و برخی دیگر کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرند. به همین دلیل شاخص‌هایی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، بنیه گیاهچه، وزن خشک ریشه و ساقه می‌توانند در غربال‌گری گیاهان به‌منظور تعیین مقاوم‌ترین و یا میزان حساسیت آنها نسبت به شوری استفاده شوند (Borzouei et al., 2012).

در شرایط فعلی ارقام متفاوتی از گندم برای زراعت دیم و آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقایسه نتایج عملکرد این ارقام در جوانه زنی و رشد اولیه می‌تواند در نحوه استفاده از آنها در شرایط تنش شوری به منظور محصول بیشتر مد نظر قرار گیرد. لذا هدف از اجرای این پژوهش بررسی شاخص‌های جوانه زنی و رشد اولیه دانه رست هیجده رقم گندم (شامل ارقام خودرو، غیر بومی و هیبرید یا دورگه)

تحت تنش شوری ناشی از کلرور سدیم به منظور شناسایی متحمل‌ترین ارقام به تنش شوری در مرحله جوانه زنی و رشد دانه رست‌ها بود.

مواد و روش‌ها

بذر ارقام مختلف گیاه گندم با نام‌های سرخ تخم، هامون، سیوند، شعله، گاسپارد، کاوه، کاسکوژن، دز، نوید، زرین، سپاهان، بم، بزوستایا، سرداری، کرج، روشن، قدس، آزادی از مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر استان البرز تهیه شد. تیمار شوری شامل محلول ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی مولار کلرور سدیم بود که در محیط پتری‌دیش اعمال گردید (Aghdasi et al., 2019). بذرها به مدت ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۵٪ قرار گرفتند و با آب مقطر سه بار آبکشی شدند. تعداد ۱۵ بذر در هر پتری‌دیش قرار گرفت و به هر پتری‌دیش ۸ میلی‌لیتر محلول حاوی تیمار آب نمک اضافه شد و در دمای ۲۵±۲ سانتی‌گراد قرار گرفتند. خارج شدن ریشه‌چه (حدود یک میلی‌متر)، مبنای جوانه‌زنی قرار گرفت و درصد جوانه‌زنی به صورت روزانه تا روز هشتم ثبت گردید. پس از ۸ روز متغیرهای مختلف از قبیل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص تنش جوانه زنی، بنیه دانه رست، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه و ساقه و شاخص مقاومت به تنش از روابط زیر پس از اندازه‌گیری محاسبه شد.

درصد جوانه زنی (Mukhtar, 2012):

$$GP = \left[\frac{ni}{N}\right] \times 100$$

سرعت جوانه‌زنی (GR) (Maguire, 1962):

$$GR = \sum_{i=20}^{8} \frac{ni}{Di}$$

بنیه دانه رست (VI) (Abdul-Baki and Anderson, 1973)

$$VI = (Sh.L + R.L) \times GP\%$$

شاخص مقاومت به تنش (STI) (Fernandez, 1992)

$$STI = \left(\frac{Yp \times Ys}{[yp2]}\right)$$

شاخص تنش جوانه‌زنی (GSI) (Sapra et al., 1991)

$$GSI = \frac{PIS}{PIC} \times 100$$

$$PI = nd4(0.8) + nd5(0.7) + nd6(0.4) + nd7(0.3)$$

N تعداد کل بذرها

ni تمام بذرهای جوانه زده در انتهای آزمایش

Di روزی که شمارش صورت گرفته

ShL طول ساقه‌چه

RL طول ریشه‌چه

Yp مقدار شاخص در شرایط تنشی

Ys مقدار شاخص در شرایط غیر تنشی

YP_2 میانگین شاخص در شرایط عادی

PIS شاخص سرعت جوانه زدن در شرایط تنش

PIC شاخص سرعت جوانه زدن در شرایط شاهد

nd تعداد بذور جوانه زده تا روز شمارش شده

در روز هشتم، تعداد ۱۰ دانه رست از هر پتری‌دیش به صورت تصادفی انتخاب شد و سپس طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌طور جداگانه پس از قراز گرفتن در آون با حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت توزین شد. آمار و ارقام حاصل با استفاده از برنامه SPSS16 مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمون مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم دندروگرام از نرم‌افزار PC Ordination و برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

درصد و سرعت جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که رقم و شوری و اثر متقابل آنها روی

درصد و سرعت جوانه‌زنی معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی در تمام ارقام مورد مطالعه در قیاس با شاهد شدیداً تحت تاثیر تیمار شوری قرار گرفتند (جدول ۲). کمترین درصد و سرعت جوانه زنی در رقم قدس و بیشترین در رقم سرخ تخم مشاهده شد. براساس درصد و سرعت جوانه‌زنی ارقام گندم در پاسخ به تنش شوری به دو گروه قابل تقسیم بودند که این ارقام سرخ تخم، هامون، سیوند، بزوستایا، سپاهان و روشن در گروه مقاوم و ارقام قدس، گاسپارد، کرج و نوید در گروه حساس قرار گرفتند.

طول ریشه و ساقه: رشد اولیه دانه رست‌ها بر اساس طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطوح مختلف شوری ثبت شد. طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه به طور معنی‌داری تحت تاثیر دو فاکتور شوری و نوع رقم و همچنین اثر متقابل هر دو عامل قرار گرفتند (جدول ۱). افزایش غلظت کلرور سدیم شاخص های مذکور را در تمام ارقام کاهش داد (جدول ۲).

بنیه دانه رست: پاسخ ارقام مختلف به تنش شوری متفاوت بود. به طوری که کاهش در شاخص بنیه دانه رست تحت تاثیر رقم، شوری، و اثر متقابل این دو عامل قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین مقدار بنیه دانه رست برای رقم سرخ تخم (۹۵۴) و کمترین آن برای رقم قدس (۲۵۰) دیده شده بود (جدول ۲).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس ۱۸ رقم گندم در سطوح مختلف شوری برای صفات مختلف

منابع تغییرات	میانگین مربعات					
	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	بنیه دانه رست
رقم (A)	۱۷	۱۲۶۲/۸**	۵/۱۵**	۴/۴۳**	۲/۸۳**	۸۶۰۷۴۳/۸۳ **
شوری (B)	۳	۲۸۷۷۴/۲**	۱۳۵/۷**	۸۷۰/۴۹**	۶۵۳/۵۷**	۳۳۰۶۵۶۰۱/۱**
رقم × شوری (AB)	۵۱	۴۲۶/۸**	۱/۲**	۲/۶۴**	۱/۲۵**	۱۵۸۰۷/۷۲ **
خطا	۱۴۴	۸۵/۲	۰/۳	۰/۳۶	۰/۳	۰/۶۲۷۰

*در سطح ۰،۰۵ و ** در سطح ۰،۰۱ تفاوت معنی دار وجود دارد. ns تفاوت معنی داری وجود ندارد.

وزن خشک ساقه و ریشه: نتایج تجزیه واریانس و اثرات متقابل بین رقم و شوری بر صفات مورد اندازه‌گیری از قبیل وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ساقه به ریشه، شاخص تنش جوانه‌زنی در جدول ۳ آورده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود شوری اثر معنی‌داری بر روی همه صفات مورد اندازه‌گیری شده گذاشت. این در حالی هست که اثر رقم و اثر متقابل شوری و رقم بر روی همه صفات به غیر از وزن خشک ساقه معنی‌دار بود. ماده خشک تولید شده در گیاه در شرایط شوری به عنوان شاخصی از رشد و یکی از معیارهای اصلی در بررسی تحمل گیاه به تنش کاهش یافته و در ارقام گندم مورد استفاده متفاوت بود. مقایسه میانگین صفات ارقام در جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری وزن خشک ریشه کاهش یافت و کمترین وزن خشک در شوری ۲۵۰ میلی مولار مشاهده شد که به لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف شوری و همچنین مقایسه برای ۱۸ رقم گندم

تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طوله ساقه‌چه	بنیه دانه رست
۰	۹۹/۳۸A	۶/۱۵A	۱۰/۷A	۸/۸۱A	۱۵۶۸/۰۸A
۱۰۰	۸۶/۵۴B	۴/۸۱B	۳/۹B	۲/۸۰B	۴۹۶/۸۰B
۲۰۰	۶۵/۹۲C	۳/۶۱C	۲/۹C	۲/۰۵C	۲۸۸/۲۷C
۲۵۰	۴۶/۹۱D	۲/۴۶D	۱/۷D	۲/۱۲D	۱۱۱۲/۶۵D
رقم					
سیوند	۸۲/۷۷A-D	۴/۷۲A-C	۵/۲۳A-D	۴/۱۰A-D	۸۰۹/۷BCD
هامون	۷۷/۷۷ B-E	۴/۷۰A-D	۵/۱۰A-E	۴/۱۰A-D	۷۸۱/۵۴CDE
کاوه	۷۲/۷۷ DE	۴/۱۰B-E	۴/۸۲C-E	۳/۵۶C-G	۶۷۷/۳۳E
بزوستایا	۸۶/۶۶ A-B	۴/۸۷A-B	۵/۵۰A-C	۴/۱۱A-C	۸۳۵/۰۰۶BC
سرداری	۶۹/۴۴DE	۳/۹۶ C-E	۴/۷۲C-E	۳/۳۰E-G	۳۹۵/۵۵F
کاسکوژن	۷۳/۳۳C-E	۴/۱۷ B-E	۴/۸۹C-E	۳/۵۰C-G	۸۰۳/۸۸DE
آزادی	۷۱/۱۱ DE	۴/۰۹B-E	۴/۷۹C-E	۳/۴۶C-G	۴۰۸/۲۲F
گاسپارد	۶۷/۲۲E	۳/۷۷E	۴/۳۲EF	۳/۰۷G	۳۵۸/۸۴FG
کرج	۶۵E	۳/۷۵E	۳/۹۲FG	۳/۰۷G	۳۱۲/۲۷FG
سرخ‌تخم	۹۳/۳۳A	۵/۳۸A	۵/۹A	۴/۷۹A	۹۵۴/۲A
قدس	۴۷/۲۲F	۲/۴۷ F	۳/۳۸G	۳/۳۱D-G	۲۵۱/۵G
دز	۷۱/۱۱DE	۴/۰۱C-E	۴/۷۵C-E	۳/۳۴C-G	۳۹۵/۸۸F
سپاهان	۸۹/۴۴AB	۵/۳۵A	۵/۸۲AB	۴/۳۹AB	۸۹۷/۸AB
روشن	۷۷/۲۲B-E	۴/۴۱B-E	۵/۰۳A-E	۳/۹۶B-E	۷۵۶/۱۹CDE
زرین	۷۷/۲۲B-E	۴/۳۹B-E	۴/۹۹B-E	۳/۹۰B-F	۷۵۱/۲۶CDE
شعله	۷۶/۱۱B-E	۴/۳۶B-E	۴/۹۶B-E	۳/۸۹B-F	۷۱۴/۷۳DE
بم	۷۵C-E	۴/۳۳B-E	۴/۹۴C-E	۳/۵۹B-G	۷۱۱/۰۸DE
نوید	۶۸/۳۳E	۳/۸۷DE	۴/۴۲D-E	۳/۱۰FG	۳۸۱/۸۸F

حروف متفاوت قید شده روی هر میانگین نشانگر معنی‌دار بودن تفاوت بین دو میانگین در سطح ۵٪ است.

شاخص تنش جوانه‌زنی: شاخص تنش جوانه‌زنی به عنوان یک صفت بیانگر تحمل به تنش شوری به خوبی نشان داده است که می‌تواند تحمل جوانه زدن بذر در شرایط شوری را به نمایش بگذارد (Sapra et al., 1991). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود ارقام سرخ‌تخم، هامون، سیوند،، بزوستایا، سپاهان و روشن از نظر شاخص GSI بر پایه مقایسه میانگین‌ها در گروه مقاوم قرار گرفته‌اند و بیشترین مقدار این شاخص متعلق به رقم سرخ تخم است که رقم متحمل به شوری شناخته می‌شود. ارقامی که از نظر دو شاخص GSI و درصد نهایی جوانه زدن در گروه مقاوم قرار داشته باشند می‌تواند تحمل به تنش آنها از جامعیت بیشتری برخوردار باشد.

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس ۱۸ رقم گندم در سطوح مختلف شوری برای صفات مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه / وزن خشک ریشه	شاخص تنش جوانه‌زنی
رقم (A)	۱۷	۰/۰۰۱^{Ns}	۰/۰۰۴**	۰/۳۳۷۰**	۱۳۳/۱ **
شوری (B)	۳	۰/۰۸۹**	۰/۰۹۶**	۷/۹۳**	۱۸۶۰۹/۸ **
رقم × شوری (AB)	۵۱	ns۰	۰/۰۰۴**	۰/۵۴**	۵۳۳/۲ **
خطا	۱۴۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۲۲۵۰	۱۰۱/۶

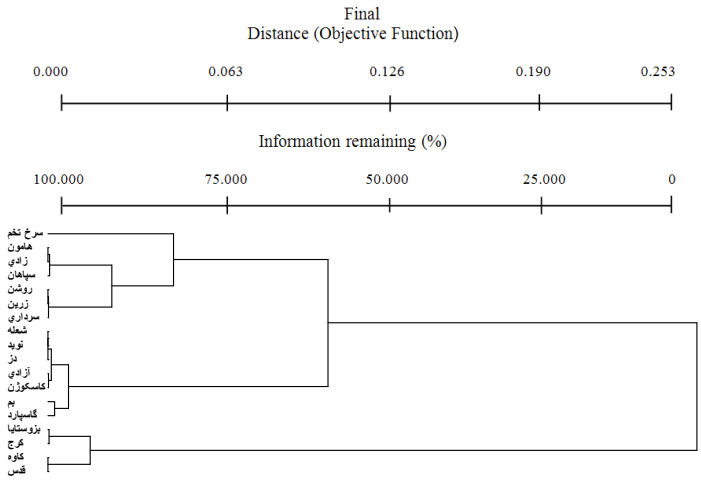
*در سطح ۰,۰۵ و ** در سطح ۰,۰۱ تفاوت معنیدار وجود دارد ns تفاوت معنی‌داری نیست.

جدول ٤: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف شوری و همچنین مقایسه برای ۱۸ رقم گندم

تیمار	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه / وزن خشک ریشه	شاخص تنش جوانه‌زنی
شوری (mM)				
۰	۰/۱۰۱A	۰/۱۱A	۱/۱۱A	۷۶/۲۷A
۱۰۰	۰/۰۳۴B	۰/۰۳۶B	۱/۰۷A	۵۶/۷۴B
۲۰۰	۰/۰۲۳C	۰/۰۲۵C	۱/۰۴A	۳۹/۱۶C
۲۵۰	۰/۰۰۹D	۰/۰۲۳C	۰/۰۳۱B	۲۲/۱۱D
رقم				
سیوند	۰/۰۵۱AB	۰/۰۵۰AB	۰/۸۳BCD	۶۷/۱۶ABC
هامون	۰/۰۴۶BC	۰/۰۵۰AB	۰/۸۷BCD	۶۳/۹۴A-D
کاوه	۰/۰۴۰BCD	۰/۰۴۵AB	۰/۸۲BCD	۵۳/۸۶CD
بزوستایا	۰/۰۵۲AB	۰/۰۵۰AB	۱/۰۵ABC	۷۲/۵۹AB
سرداری	۰/۰۳۵BCD	۰/۰۴۰AB	۰/۹۰BCD	۵۲/۹۲CD
کاسکوژن	۰/۰۴۱BCD	۰/۰۴۵AB	۰/۹۴A-D	۵۴/۹۸CD
آزادی	۰/۰۴۰BCD	۰/۰۴۵AB	۱/۰۷AB	۵۳/۲۸CD
گاسپارد	۰/۰۳۰CD	۰/۰۴۰AB	۰/۶۸CD	۴۸/۴۲D
کرج	۰/۰۲۶D	۰/۰۳۷AB	۰/۶۱D	۴۸/۲۰D
سرخ تخم	۰/۰۶۷A	۰/۱۲A	۰/۹۱A-D	۸۰/۲۹A
قدس	۰/۰۲۶D	۰/۰۳۴B	۰/۷۱BCD	۲۶/۹۸E
دز	۰/۰۳۸BCD	۰/۰۴۲AB	۱/۰۴ABC	۵۲/۹۶CD
سپاهان	۰/۰۵۳AB	۰/۰۵.AB	۰/۹۷A-D	۷۲/۵۲A
روشن	۰/۰۴۶BC	۰/۰۴۹AB	۰/۸۷BCD	۵۹BCD
زرین	۰/۰۴۵BC	۰/۰۴۹AB	۰/۷۴BCD	۵۷/۷۷BCD
شعله	۰/۰۴۰BCD	۰/۰۴۸AB	۱/۲۹A	۵۷/۱۷BCD
بم	۰/۰۴۲BCD	۰/۰۴۶AB	۰/۶۸CD	۵۵/۰۵CD
نوید	۰/۰۳۱CD	۰/۰۴۰AB	۰/۸۷BCD	۵۰/۹۰CD

اعداد داخل هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.

شاخص تحمل شوری: براساس شاخص ضریب تحمل حاصل از عملکرد کلی یا مجموع صفات مورد آزمایش، دندروگرام رسم شد و ارقام مقاوم و حساس مشخص شدند (شکل ۱). با توجه به شاخص ضریب تحمل، ارقام سرخ تخم، هامون، سیوند، بزوستایا، سپاهان و روشن در گروه مقاوم و ارقام قدس، گاسپارد، کرج و نوید در گروه حساس در برابر تنش شوری بودند.



شکل ۱: دندروگرام تجزیه خوشه‌های ارقام مختلف گندم براساس شاخص STI

بحث

ترکیب اصلی املاح در خاک‌های شور، کلرور سدیم (NaCl) است و در صورت حضور بیش از حد سمی است. پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که در غلظت‌های متوسط نمک کاهش پتانسیل اسمزی عامل محدودکننده جوانه‌زنی است اما در غلظت بالا سمیت یونی و در پی آن افزایش جذب یون‌ها بخصوص NaCl و عدم تعادل بین عناصر غذایی از عوامل ایجاد اختلال و کاهش درصد جوانه‌زنی محسوب می‌شود (Ghoulam and Fares, 2001). کاهش و تاخیر در جوانه‌زنی در محیط‌های شور توسط محققان متعددی گزارش شده است (Ghoulam and Fares, 2001; Khan and Ungar, 1997). این در حالی است که کیو و همکاران (Qu, et al., 2008) در مورد گیاه هالوفیت *Halocnemum strobilaceum*، کرنژادی و همکاران (Kornajadi et al., 2004) در مورد پنبه، خمری و همکاران در مورد چای ترش، سنای هندی، زوفا، ریحان و کنگر فرنگی (Khammari et al., 2007). و حسینی و رضوانی‌مقدم (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006) در مورد اسفرزه نیز گزارش کردند که سطوح مختلف شوری می‌تواند سرعت جوانه‌زنی را کاهش دهد.

دلیل کاهش رشد و نمو طول ریشه و ساقه احتمالاً به‌دلیل سمیت یون‌ها و اثر منفی آنها بر غشاء سلول است. پایین‌ترین میانگین طول ریشه و ساقه مربوط به شوری در غلظت ۲۵۰ میلی‌مولار از نمک است. لذا به نظر می‌رسد ارقام سرخ تخم، هامون، سیوند، بزوستایا، سپاهان و روشن در گروه مقاوم به عنوان ارقام متحمل به شوری، با افزایش طول ریشه به گونه‌ای با خشکی ناشی از تنش شوری مقابله کرده و از کاهش جذب آب و موادغذایی که به دنبال آن کاهش وزن خشک ریشه اتفاق خواهد افتاد جلوگیری نمایند و قادر به استفاده از آب و موادغذایی از عمق بیشتری از خاک باشند. گزارش شده که طول ریشه به عنوان شاخصی

برای توانایی گیاهان جهت جذب آب از لایه‌های عمیق از خاک و نفوذپذیری بهتر ریشه‌ها در خاک محسوب می‌شود (Kulkarni and Swati, 2009). مشاهدات مشابهی توسط حسینی و رضوانی‌مقدم گزارش شده است (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006).

تحت تاثیر شوری بنیه دانه رست کاهش یافت. از آنجایی که سطوح بالای شوری علاوه بر طول دانه رست درصد جوانه‌زنی را نیز کاهش می دهد، لذا شاخص بنیه دانه رست که از حاصل ضرب این دو پارامتر بدست می‌آید نیز کاهش یافت. کاهش وزن خشک در شرایط شوری توسط سایر محققین گزارش شده است. براساس نتایج حاصل از مقیاس میانگین‌ها ارقام سرخ‌تخم و قدس به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه و ساقه را به خود اختصاص دادند. آنچه در مورد این ارقام قابل نتیجه‌گیری است تحمل مطلق این ارقام در شرایط شوری است که علت آن ممکن است علاوه بر مکانیسم تحمل شوری بالا بودن ظرفیت رشد و عملکرد باشد (Verslues et al., 2006). برزوئی و همکاران، با مطالعه تاثیر شوری بر ویژگی های ریشه ارقام گندم کاهش یافتن وزن خشک ریشه در شوری زیاد را به اختصاص کربن تولید شده به سایر مسیرهای متابولیک موثر در تحمل به تنش مربوط دانستند (Borzouei et al., 2012).

گزارش شده است متناسب کردن توزیع و تجمع ماده خشک در بین ریشه و بخش هوایی در جهت بهبود توانایی سازگاری گیاهان به تنش خشکی و شوری مفید است (Mohammad et al., 1998). می‌توان گفت که تحت تنش شوری با اختلال در جذب رطوبت و تجمع یون‌های سمی نظیر سدیم و کلر در برگ ارقام گندم سبب تاخیر در ظهور دانه رست و کاهش شدید وزن خشک دانه رست گندم می‌شود. وزن خشک دانه رست یک صفت مناسبی جهت معرفی ارقام متحمل به تنش شوری است زیرا برآیند مکانیسم‌های تحمل تنش نظیر توزیع یون‌ها، پایداری فتوسنتزی، حفظ سلامت غشاء سلولی و پایداری آنزیم‌ها منجر به حفظ مطلوبی از وزن خشک اندام هوایی گندم می‌شود (Shirazi et al., 2005). شاخص مقاومت به تنش شوری که با تلفیق کردن پارامترهای مختلف اندازه گیری شده، در تعیین مقاوم یا حساس بودن ارقام نقش دارد و عملکرد کلی گیاه را نشان می‌دهد و این نتیجه‌گیری با مطالعات مشابه همسو است (Maghsoudi and Maghsoudi, 2008). هرچه شاخص STI بیشتر باشد، عملکرد گیاه در شرایط تنش شوری بالاتر خواهد بود. براساس این نتایج رقم سرخ تخم نسبت به تنش شوری مقاوم ترین و قدس جزو حساس‌ترین ارقام قرار دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش بیانگر تاثیر منفی تنش شوری بر ظهور و رشد دانه رست ارقام گندم مورد مطالعه بود. براساس تجزیه کلاستر ارقام سرخ تخم، هامون، آزادی، سپاهان، روشن، زرین، سرداری در کلاستر اول و متحمل به تنش شوری قرار گرفتند. ارقام بزوستایا، کرج، کاوه، قدس با کمترین وزن خشک اندام هوایی تحت تاثیر تنش شوری حساس‌ترین ارقام به تنش شوری در این مرحله رشدی شناخته شدند و در کلاستر سوم قرار گرفتند. این تحقیق قصد داشت که در بین ارقام موجود در کشور، شاخص‌های رشد اولیه دانه رست را بررسی کند و زمینه‌هایی فراهم کند که بر اساس آن، مطالعات صحرایی (مزرعه‌ایی) مکمل انجام شود تا ارقام مقاوم جهت کاشت در اراضی شور مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که ارقام سرخ‌تخم و هامون جزء ارقام محتمل به شوری است و توصیه می‌شود که سطح زیر کشت آن‌ها افزایش یابد.

References

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiplecriteria. Crop Science. 13: 630-633.

Aghdasi, M., Fatemi, M. and Asadi, A. (2019). The impact of salt stress on growth and some biochemical parameters of *Echinaceae purpurea* L. journal of iranian plant ecophysiological research. 53: 1-15.

Borzouei, A., Kafi, M., Khazaei, H. and Mousavi Shalmani, M. (2012). Effect of irrigation water salinity on root traits of two salt-sensitive and salt-tolerant wheat cultivars and its relationship with yield in greenhouse. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 2(4): 95-107. (In Persian).

Fernandez, G.C. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of the Symposium, Taiwan. 25: 257-270

Ghoulam, M. and Fares, K. (2001). Effect of salinity on seed germination and seed ling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science Technology. 29: 357-364.

Greenway, H. and Munns, R. (1980). Mechanisms of Salt Tolerance in Nonhalophytes. Annual Review of Plant Physiology. 31: 149-190.

Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K. and Bohnert, H.J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high unity. Annual Review Plant Physiology. 51: 463-499.

Haydari Sharifabadi, H. (2001). Plant and salinity. Forestry and Rangeland Research Institute. Ferdoosi University Publication. (In Persian).

Haydari, M., Bakhshandeh, A., Nadian, H., Fathi, G. and Alami, K. (2006). Effect of different levels of salinity and nitrogen on grain yield, osmotic adjustment and sodium and potassium adsorption in wheat of chamran cultivar. Iranian Journal of Agriculture science. 3(37): 503-513. (In Persian).

Hosseini, H. and Rezvani Moghadam, P. (2006). Effect of water and salinity stress in seed germination on Isabgol (*Plantago ovata*). Iranian journal of field crops research. 4(1): 1-22. (In Persian).

Jamil, M., Lee, C.H., Rehman, S.H., Lee, D., Ashraf, M. and Rha, E. (2005). Salinity (NaCl) tolerance of brassicaspecies at germination and early seedling growth. Electron journal Environmental Agriculture Food Chemistry. 4: 970-976.

Kafi, M., Kamkar, B. and Mahdavi Danghani, A. (2002). Crop response to growth medium. Ferdoosi University Publication. (In Persian).

Khammari, I., Sarani, S. and Dahmardeh, M. (2007). The effect of salinity on seed germination and growth in six medicinal plants. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants. 3(23): 331-339. (In Persian).

Khan, M. and Ungar, I. (1997). Germination responses of the subtropical annual halophyte Zygophylum simplex. International Seed Testing Association. 25: 83-92.

Kornajadi, A., Galeshi, S., Zeynali, A. and Zangi, M.R. (2004). Evaluation of salt tolerance of 30 cotton genotypes (*Gossypium hirsutum L.*) in germination stage. Journal of Agricultural Sciences and Technology. 18(1): 109-111. (In Persian).

Kulkarni, M. and Swati, P. (2009). Evaluating variability of root size system and its constitutive traits in hot pepper (*Capsicum annum L.*) under water stress. Scientia Horticulturae. 120: 159-166.

Maghsoudi, A. and Maghsoudi, K. (2008). Salt Stress Effects on Respiration and Growth of Germinated Seeds of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. World Journal of Agricultural Sciences. 4: 351-358.

Maguire, J.D. (1962). Seed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science. 2: 176-177.

Mohammad, M., Shibli, R., Ajlouni, M. and Nimri, L. (1998). Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. Journal of Plant Nutrition. 21: 1-6.

Mukhtar, I. (2012). Influence of Trichoderma species on seed germination in okra. Mycopath. 6: 47-50.

Munns, R. and James, R.A. (2003). Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil. 253: 201-218.

Pervize, Z., Afzal, M., Xi, S., Xiaoe, Y. and Ancheng, L. (2002). Physiological parameters of salt tolerance in wheat. Asian Journal of Plant Science. 1: 78-481.

Qu, X., Huang, A.Y., Baskin, J.M. and Baskin, C.C. (2008). Effect of temperature, light and salinity on seed germination and radicle growth of the geographically widespread holophyte shrub Halocnemum strobilaceum. Annals of Botany. 101: 293- 299

Raid, R.J. and Smith, F.A. (2000). The limits of sodium/calcium interactions in Plant growth. Australian Journal Plant Physiology. 16: 300-315.

Sapra, V.I., Savage, E., Anale, A.O. and Bryl, C.A. (1991). Varic differences of weheat and

tritical to water Stress-J. Agron Crop Science. 167: 23-28.

Sayyari, M. and Mahmoodi, S. (2002). An investigation of reason of soil salinity and alkalinity on some part ofKhorasan province (Dizbad-e-Pain Region). Thai National AGRIS Centre. 13: 1133-1138.

Shirazi, M.U., Ashraf, M.Y., Khan, M.A. and Nagvi, M.H. (2005). Potassium induced salinity tolerance in wheat. International Journal of Environment Science Technology. 2: 233-236.

Shoeoan, I.S. and Garo, O.P. (1985). Effect of different types of salinities during germination: seedling growth and water relations. Indian Journal of Plant Physiology. 26: 263-369.

Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S. and Latifi, N. (2001). Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. Seed Science and Technology. 29: 653-662.

Verslues, P.E., Agarwal, M., Katiyar-Agarwal, S., Zhu, J. and Zhu, J.K. (2006). Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. Plant Journal. 45: 523-39.

Yeo, A.R. and Flowers, T.J. (1989). Selection for physiological characters-examples from breeding for salt tolerance. In: Jones, Hamlyn G, Flowers, T J and Jones, M B (eds.) Plants under Stress: Biochemistry, Physiology and Ecology and Their Application to Plant Improvement. Society for Experimental Biology. 39: 217-234.

Yoshida, K. (2002). Plant biotechnology-genetic engineering to enhance plant salt tolerance. Journal of Bioscience and Bioengineering. 94(6): 585-590.

Zhu, J.K. (2001). Plant salt tolerance. Trends Plant Science. 6: 66-71.