

اثرات فیزیولوژیکی تنش شوری (کلرید سدیم) بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ای ژنوتیپ های گندم نان

- مسعود بخشایشی قشلاق، هنر آموز دانشکده فنی و کشاورزی مراغه، مدرس گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، تبریز، ایران (نویسنده مسئول)
- حمدالله کاظمی اربط، استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
- داود صادق زاده اهری، عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات دیم کشور
- هاجر بخشایشی قشلاق، دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۲

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۶۱۲۳۱۳۴

پست الکترونیک نویسنده مسئول: m.b2034@yahoo.com

چکیده:

تنش شوری و مبارزه با آن از عمده مسائلی است که بشر از هزاران سال پیش تاکنون با آن دست به گریبان بوده است. مشکلات مربوط به جوانه زنی و استقرار مطلوب گیاه یکی از مهم ترین دغدغه های کشاورزان در مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. در این راستا و به منظور ارزیابی اثر تنش شوری بر جوانه زنی رقم های گندم نان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل و سه تکرار انجام شد. عامل های آزمایشی شامل ارقام مختلف گندم نان (هشت رقم) و چهار سطح تنش شوری (با غلظت صفر، ۳، ۶ و ۹ گرم نمک طعام در لیتر) بود. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ های گندم و همچنین بین سطوح مختلف تنش شوری بر طول ریشه چه، طول ساقه چه، طول کلئوپتیل، وزن تر گیاهچه و درصد جوانه زنی اختلاف معنی دار ($p \leq 0.01$) مشاهده شد. همچنین اثر ژنوتیپ بر نسبت طول ریشه چه به طول ساقه چه بسیار معنی دار ولی اثر تنش شوری بر آن، معنی دار ($p \leq 0.05$) گردید. از طرف دیگر نسبت وزن تر ریشه چه به وزن تر ساقه چه تحت تأثیر معنی دار ژنوتیپ قرار گرفت، ولی اثر تنش شوری بر این صفت معنی دار نگردید. اثر متقابل ژنوتیپ و تنش شوری بر صفت طول ریشه چه معنی دار بود. با افزایش تنش شوری، مقدار تمامی صفات های مورد مطالعه به جز نسبت طول ریشه چه به طول ساقه چه کاهش یافت. بیش ترین همبستگی، بین دو صفت نسبت وزن تر ریشه چه به وزن تر ساقه چه و وزن تر ریشه چه ($r=0.95$)، به دست آمد. تجزیه کلاستر بر مبنای داده های استاندارد شده، ژنوتیپ ها را در سه گروه قرار داد. رقم آذر ۲ از نظر تحمل به شوری و اغلب صفات های مورد بررسی به جز وزن تر ریشه چه، نسبت های طول ریشه چه به طول ساقه چه و نسبت وزن تر ریشه چه به وزن تر ساقه چه از سایر رقم ها برتر بود.

کلمات کلیدی: تجزیه کلاستر، تنش شوری، جوانه زنی، گندم نان، همبستگی ساده.

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 119-126

Physiological effects of salt stress (NaCl) on germination and seedling growth of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes

By:

- M. Bakhshayeshi Geshlagh, (Corresponding Author; Tel: 09146123134), lecturer of payame noor university
- H. Kazemi Arbat, Professor of Islamic Azad university-Tabriz Branch
- D. Sadeghzadeh Ahari, Scientific Staff of Dryland Agricultural Research Institute
- H. Bakhshayeshi Geshlagh, M.Sc. Student of Uremia University

Received: February 2012

Accepted: May 2013

Salinity and its control is one of the main affairs that have collated since more than thousand years ago. Difficulties related to optimal germination and plant establishment is one of the most important problems for farmers in arid and semi-arid areas. This investigation was conducted to evaluate the effects of salt stress on seed germination of bread wheat cultivars; an experimental factorial in completely randomized design (CRD) with three replications. The experimental factors were 8 bread wheat cultivars with 4 levels of salt stress (0, 3, 6 and 9 gr/lit NaCl). The results showed that wheat genotypes as well as between different levels of salinity on radicle length (RL), plumule length (PL), ratio of radicle length to plumule length (RL/PL), coleoptile length (CL), seedling fresh weight (SFW) and germination percentage significant difference was observed ($p \leq 0.01$). It was also revealed that the ratio of radicle fresh weight to plumule fresh weight (RFW/PFW) was influenced significantly by genotypes ($p \leq 0.01$), but the effects of stress levels on this trait was significant ($p \leq 0.05$). Interaction of genotype $\times$ salt stress levels on radicle length (RL) was highly significant. With increasing in the levels of salt stress all traits decreased except of RL to PL ratio. The highest correlation was obtained between RFW/PFW ratio and RFW ($r = 0.95$). Cluster analysis, based on standardized data, classified the genotypes into three groups. Azar 2 was found to be highly salt tolerant as compared to the other genotypes and possessed higher values for all traits measured except SFW, RL to PL and RFW/PFW ratio.

key Words: Bread wheat, Cluster analysis, Correlation, Germination, Salt stress

مقدمه

گندم به عنوان یک محصول مهم سهم عمده‌ای از تولیدات کشاورزی کشور را به خود اختصاص می‌دهد، و این در حالی است که بخش قابل توجهی از این محصولات در اراضی شور کشت و تولید می‌شود (صابری و راشد محصل، ۱۳۷۹). بر مبنای گزارش مرکز تحقیقات بین‌المللی ذرت و گندم (سیمیت) ۸ الی ۱۰ درصد از مناطق تحت کشت گندم در کشورهای ایران، هند، پاکستان، لیبی و مکزیک تحت تأثیر شوری قرار دارند. این عامل همراه با کمبود آب آبیاری از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در اکثر نقاط کشور به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شوند (کافی و گلدانی، ۱۳۸۰؛ Greenway، Hawkins and Lewis, 1993; and Munns, 1990).

محیط‌های خشک و نیمه‌خشک ممکن است در کنار سایر محدودیت‌ها با مشکل شوری نیز مواجه باشند (Cramer *et al.*, 2001). آبیاری بیش از حد با آب شور و زه‌کشی نامناسب خاک‌ها سبب افزایش شوری خاک می‌شود (Parida and Das, 2005). در حال حاضر بخشی از منابع آب و خاک شور مورد استفاده کشاورزی قرار می‌گیرند. شوری از جنبه‌های مختلف بر گیاهان زراعی تأثیرگذار است، و باعث بروز تنش اسمزی، سمیت یونی و اختلال در تعادل یونی شود (Munns, 2006). واکنش گونه‌های گیاهی حساس به شوری خاک یا آب، به توانایی آن‌ها

در رفع اثرات سمی شوری در داخل خاک یا گیاه مربوط می‌شود، زیرا این گیاهان توانایی ضعیفی برای دفع نمک از مسیر تعلق دارند (Mahajan and Narendra, 2005).

یکی از مراحل مهم رشد گیاهان حساس به شوری، مرحله جوانه‌زنی است (Irwin, 1973). شوری با کاهش دادن پتانسیل آب و با دارا بودن یون‌های سمی خاص (از قبیل سدیم و کلر) و همچنین با کاهش دادن جذب یون‌های غذایی مورد نیاز (مانند کلسیم و پتاسیم) بر جوانه‌زنی بذر و رشد آن تأثیر می‌گذارد (Raid and Smith, 2000; Shooan and Garo, 1985). گزارش شده است که درصد جوانه‌زنی بذر گندم با افزایش شوری کاهش می‌یابد (صابری و راشد محصل، ۱۳۷۹؛ رحیمیان مشهدی و همکاران، ۱۳۷۰). نتایج بررسی‌های انجام شده در گندم نشان داد که با افزایش شوری علاوه بر درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و وزن خشک آن‌ها به همراه نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد نقصان یافت (Rabie, 1995).

تحمل گیاهان نسبت به شوری ویژگی ثابتی نیست، و ممکن است در مراحل مختلف رشد در گونه‌های مختلف، متفاوت باشد (Tanji, 1996). مطالعه و ارزیابی صفت تحمل به شوری در گندم، این گیاه را به عنوان گیاهی نیمه‌حساس تا نیمه‌متحمل به شوری خاک طبقه‌بندی کرده است (کاظمی اربط، ۱۳۷۴). در شرایط تنش، تعداد

نتایج و بحث درصد جوانه‌زنی بذر

نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های گندم و همچنین بین سطوح مختلف تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی بذرها اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) مشاهده شد، ولی اثر متقابل این دو عامل بر صفت مزبور معنی‌دار نگردید (جدول ۱). با افزایش غلظت شوری، درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های گندم کاهش و از ۹۵ درصد در سطح شاهد به ۸۲ درصد در سطح ۹ گرم در لیتر تنزل یافت (شکل ۱). رحیمیان و همکاران (۱۳۷۰) نیز در بررسی ۱۲ رقم گندم دیم در شرایط تنش شوری نشان دادند که بین رقم‌ها از نظر درصد جوانه‌زنی با هم تفاوت وجود دارد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند.

مرحله جوانه‌زنی در مقایسه با سایر مراحل رشد از حساسیت بیش‌تری نسبت به شوری برخوردار است. به‌نظر می‌رسد که کاهش میزان آبیاری بذر (به‌دلیل اثرات اسمزی) و اختلال در جذب عناصر غذایی از جمله علل کاهش درصد جوانه‌زنی باشند (Cramer et al, 2001). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم آذر ۲ با ۹۷٪، بیشینه و رقم سایسون با ۷۹٪، کمینه درصد جوانه‌زنی را در درجات شوری مختلف به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲).

طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌های گندم و سطوح مختلف تنش شوری بر طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در رقم‌های مختلف گندم اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) مشاهده شد. همچنین اثر متقابل تنش شوری و رقم گندم بر طول ریشه‌چه اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) و بر طول ساقه‌چه غیر معنی‌دار مشاهده گردید (جدول ۱). افزایش شوری از صفر تا ۹ گرم در لیتر با کاهش طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه همراه بود. کمینه طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه به‌ترتیب ۳/۲ و ۱/۷ سانتی‌متر در غلظت ۹ گرم در لیتر حادث گردید (شکل ۱). طبق نظر پژوهشگران اندازه‌گیری میزان رشد اندام‌های هوایی از معیارهای مهم در انتخاب رقم‌های مقاوم به شوری می‌باشد (Munns and Schachtman, 1993). کاهش طول ساقه‌چه در اثر شوری می‌تواند به‌علت کاهش رشد سلول و سنتر مواد دیواره‌ای باشد (Francois, 1994). همچنین به‌نظر برخی از محققان، کاهش طول ساقه‌چه به‌دلیل تأثیر شوری بر فتوسنتز و فرایندهای جانبی آن می‌باشد (Badger and Unger, 1989). نتایج بررسی نشان داد که از نظر صفت طول ساقه‌چه رقم آذر ۲ با طول ۸/۲ سانتی‌متر بیشینه طول ساقه‌چه را به‌خود اختصاص داد، و رقم گاسگوئن با طول ۲/۲ سانتی‌متر، کمینه طول ساقه‌چه را داشت (جدول ۲). از نظر طول ریشه‌چه نیز رقم‌های آذر ۲ و گاسگوئن به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میزان صفت مزبور را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲).

نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه

نتایج نشان داد که نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، تحت تأثیر معنی‌دار ($p \leq 0.05$) سطوح مختلف شوری و بسیار معنی‌دار ($p \leq 0.01$) ژنوتیپ‌های گندم قرار گرفت، ولی اثر متقابل این دو عامل بر صفت مزبور از نظر آماری معنی‌دار نگردید (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات شوری بر صفت مورد بررسی نشان داد که مقدار این صفت با افزایش غلظت شوری از صفر (شاهد) به سمت غلظت شوری ۶ گرم در لیتر افزایش

گیاچه‌های ژنوتیپ‌های گندم مقاوم به شوری، بیش‌تر و دوره رشد آن‌ها طولانی‌تر بود، و درصد بیش‌تری از آن‌ها قادر به تولید بذر گردیدند. همچنین این ژنوتیپ‌ها در سطوح بالاتر تنش به‌علت داشتن طول رشد طولانی در شرایط تنش، ماده خشک بیش‌تری تولید کردند، ولی ژنوتیپ‌های حساس، ۲ تا ۳ هفته زودتر از ژنوتیپ‌های متحمل از بین رفتند (Kingsbury and Epstein, 1984). دستیابی به رقم‌های متحمل به شوری که دارای عملکرد بیش‌تری در شرایط تنش شوری باشند، به‌عنوان یکی از راه‌حل‌های مقابله با این تنش مطرح است.

هدف از اجرای این آزمایش بررسی جوانه‌زنی و رشد گیاچه‌هشت رقم گندم تحت تنش شوری ناشی از کلرید سدیم (NaCl) و همچنین شناسایی متحمل‌ترین رقم به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و گیاچه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۸۹ در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه اجرا شد. به‌منظور تعیین اثر شوری بر جوانه‌زنی گندم از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. در این آزمایش، ژنوتیپ‌های مختلف گندم شامل سرداری ۱۰۱، هما، رصد، آذر ۲، زرین، گاسگوئن، مارتن و سایسون سطوح عامل اول و غلظت‌های صفر (شاهد)، ۳، ۶ و ۹ گرم در لیتر NaCl سطوح عامل شوری بودند.

برای ضدعفونی بذرها، ابتدا آن‌ها را به‌طور جداگانه به مدت ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۲/۵٪ قرار داده و پس از سه بار شستشو با آب مقطر، جهت ضدعفونی دوباره، به‌مدت ۳۰ ثانیه در قارچ‌کش بنومیل ۲ در هزار قرار داده و در ادامه، سه بار دیگر با آب مقطر شستشو داده شدند. پانزده عدد بذر سالم از هر ژنوتیپ انتخاب و بر روی کاغذهای صافی در داخل بشقابک کشت قرار داده شد. به هر بشقابک مقدار مناسبی (۱۰ میلی‌لیتر) از محلول با سطوح مختلف شوری اضافه گردید، و بشقابک‌ها به مدت ۸ روز در دمای ثابت 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد دستگاه در ژرمیناتور نگهداری شدند. در طول دوره آزمایش و هر دو روز یکبار اقدام به کنترل سطح محلول در بشقابک‌ها شده و مقدار آن در حد ثابت (۱۰ میلی‌لیتر) حفظ شد. هنگام شمارش، بذرهایی جوانه‌زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها حداقل ۲ میلی‌متر بود (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱؛ سید شریفی و سید شریفی، ۱۳۸۷). پس از شمارش تعداد بذر جوانه‌زده (درصد بذره‌های جوانه‌زده) در پایان روز هشتم، از هر بشقابک ۱۰ نمونه تصادفی انتخاب و از صفت‌های طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه، طول کلئوپتیل، وزن تر گیاچه‌ه، وزن تر و خشک ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و نسبت وزن تر ساقه‌چه به وزن تر ریشه‌چه یادداشت‌برداری شد. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه گردید، و مقایسه میانگین داده‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تجزیه کلاستر براساس داده‌های استاندارد شده صفت‌های مختلف (با بهره‌گیری از روش Ward و بر اساس فاصله اقلیدسی) استفاده گردید. به‌منظور تأیید گروه‌بندی انجام شده در تجزیه کلاستر، از تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. تمامی محاسبات مذکور با استفاده از نرم‌افزار SPSS 13.0 انجام شد.

همبستگی صفات‌های مورد مطالعه

ضریب‌های همبستگی ساده صفات‌های مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. بررسی روابط همبستگی ساده موجود بین این صفات حاکی از آن بود که همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری ($r=0/84$) بین طول ساقچه‌چه و طول ریشه‌چه وجود داشت. همبستگی وزن‌تر ریشه‌چه با طول آن ($r=0/21$) و همچنین با طول ساقچه‌چه ($r=0/23$) مثبتی و معنی‌دار گردید، که می‌تواند در راستای تجمع ماده خشک بیش‌تر در ریشه‌چه و افزایش وزن آن (ایجاد متناوب گره‌های شبیه ریشه می‌تواند علت تشدید افزایش وزن آن تلقی شود) توجیه گردد. بنابراین افزایش جذب آب و املاح مفید موجود در آن رشد طولی ریشه‌چه و ساقچه‌چه را افزایش داده است. نتایج به‌دست آمده (جدول ۳) بیان‌گر این نکته است که همبستگی درصد جوانه‌زنی با طول ریشه‌چه، مثبت ($r=0/33$) و بسیار معنی‌دار بود. همبستگی وزن‌تر گیاهچه با صفات‌های طول ریشه‌چه ($r=0/67$)، طول ساقچه‌چه ($r=0/79$) و طول کلئوپتیل ($r=0/38$) نیز مثبت و معنی‌دار گردید (جدول ۳).

تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها در میان تنش‌های مختلف شوری

نمودار خوشه‌ای حاصل از گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به‌روش Ward با استفاده از فاصله اقلیدسی در شکل ۲ آمده است. معنی‌دار بودن آماره ویلکاکسون - لامبدا در سطح احتمال ۵٪، گروه‌بندی رقم‌های مورد بررسی را در سه گروه تأیید کرد (جدول ۴). ارقام رصد، گاسگوژن، سایشون و مارتن در گروه اول، ارقام سرداری ۱۰۱، هما و آذر ۲ در گروه دوم و رقم زرین در گروه سوم قرار گرفتند (شکل ۲). از ویژگی مهم ارقام گروه اول می‌توان به وضعیت نامطلوب همه صفات‌های گیاهچه‌ای نسبت به سایر رقم‌ها اشاره کرد. گروه دوم، دارای صفات‌های گیاهچه‌ای (از جمله طول ریشه‌چه، طول ساقچه‌چه، طول کلئوپتیل، وزن‌تر گیاهچه و وزن خشک ساقچه‌چه) شاخصی نسبت به سایر رقم‌های مورد بررسی بودند. نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقچه‌چه، وزن‌تر ریشه‌چه، وزن‌تر ساقچه‌چه، نسبت وزن‌تر ریشه‌چه به وزن‌تر ساقچه‌چه و درصد جوانه‌زنی رقم زرین در مقایسه با سایر رقم‌ها در وضعیت مطلوب‌تری قرار داشت (شکل ۳).

نتیجه‌گیری

جمع‌بندی نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که رقم‌های مناسب کشت تحت شرایط دیم از نظر اکثر صفات‌های گیاهچه‌ای نسبت به رقم‌های مناسب کشت به‌صورت آبی، در مواجهه شدن با تنش شوری از وضعیت مناسب‌تری برخوردار بودند. همچنین از بین رقم‌های مناسب تحت شرایط دیم، رقم آذر ۲ تحمل بیش‌تری نسبت به تنش شوری از خود نشان داد.

سپاس‌گزاری

از ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه و اساتید و افرادی که در انجام این تحقیق یاری نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

و از غلظت شوری ۶ گرم در لیتر به سمت غلظت شوری ۹ گرم در لیتر کاهش یافت (شکل ۱). میانگین داده‌ها نشان داد که رقم‌های زرین و مارتن به‌ترتیب بیشینه و کمینه نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقچه‌چه را در بین رقم‌های مورد آزمایش به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲).

طول کلئوپتیل

طول کلئوپتیل تحت تأثیر اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) سطوح مختلف تنش شوری و ژنوتیپ‌های گندم قرار گرفت، ولی برهم‌کنش این دو عامل بر صفت مزبور غیر معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش غلظت شوری از ۲ گرم تا ۹ گرم در لیتر، طول کلئوپتیل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری که در غلظت شوری ۹ گرم در لیتر به ۲/۸ سانتی‌متر رسید (شکل ۱). کاهش این طول با افزایش تنش شوری قبلاً نیز در گندم به اثبات رسیده است (Munns and Richard, 2003). رقم‌های آذر ۲ و سایشون به‌ترتیب با ۴/۶ و ۲/۶ سانتی‌متر بیشینه و کمینه طول کلئوپتیل را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲).

وزن‌تر گیاهچه

نتایج بررسی نشان داد، به‌جز اثر متقابل سطوح مختلف تنش شوری و ژنوتیپ‌های گندم، اثرات ساده آن‌ها بر وزن‌تر گیاهچه اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) مشاهده شد (جدول ۱). افزایش شوری ۹ گرم در لیتر وزن‌تر گیاهچه رقم‌های گندم را کاهش داد (شکل ۱). می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاهش جذب آب (در اثر ایجاد پتانسیل منفی در محیط شور) سبب ممانعت از رشد گیاهچه‌های ژنوتیپ‌ها شده و این وضعیت در حقیقت ناشی از کاهش یا جلوگیری از تقسیم سلولی بوده است، چون که با اعمال تیمارهای شوری و کاهش درصد آب گیاهچه‌ها نسبت به سطح شاهد، چنین استنباط می‌شود که متناسب با افزایش شوری توانایی بالفعل گیاهچه‌ها در جذب آب نسبت به پتانسیل بالقوه آن‌ها در شرایط بدون تنش کاهش می‌یابد. این نقصان می‌تواند با اثرات اسمزی تنش شوری مرتبط باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشینه و کمینه وزن‌تر گیاهچه در بین رقم‌های گندم به‌ترتیب متعلق به هما با ۱/۷ و گاسگوژن با ۱/۴ گرم بود (جدول ۲).

وزن‌تر ریشه‌چه

بین ژنوتیپ‌های گندم و بین سطوح مختلف تنش شوری بر وزن‌تر ریشه‌چه رقم‌های گندم، همچنین اثر متقابل این دو عامل اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۱).

وزن‌تر و خشک ساقچه‌چه

وزن‌تر و خشک ساقچه‌چه رقم‌های گندم در سطوح مختلف تنش شوری، اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) را نشان نداد که حاکی از عدم وجود تنوع در بین رقم‌های مذکور است. همچنین اثر ساده شوری و اثر متقابل آن با رقم بر وزن‌تر و خشک ساقچه‌چه از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

نسبت وزن‌تر ریشه‌چه به وزن‌تر ساقچه‌چه

بین ژنوتیپ‌های گندم بر نسبت وزن‌تر ریشه‌چه به وزن‌تر ساقچه‌چه اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.05$) مشاهده شد، ولی بین سطوح مختلف تنش شوری و همچنین اثر متقابل آن با ژنوتیپ‌های گندم بر این صفت اختلاف غیر معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۱). کمینه و بیشینه نسبت مزبور به‌ترتیب متعلق به رقم‌های سرداری ۱۰۱ و زرین بود (جدول ۲).

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثرات شوری (NaCl) و رقم بر مولفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم

میانگین مربعات (MS)									
طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه	طول کلئوپتیل گیاهچه	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	نسبت وزن تر ریشه‌چه به وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن درصد جوانه‌زنی بذر	
۹/۸۵**	۲۶/۰۲**	۰/۰۹۹**	۵/۱۲**	۰/۱۱۴**	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۴۴۴/۲۲**
۵۰/۸۸**	۱۴۵/۳۳**	۰/۱۰۵*	۴/۵**	۰/۵۹۸**	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۶۸۹/۵۱**
۲/۳۴**	۳/۷۶ ^{ns}	۰/۰۴۱ ^{ns}	۰/۴۲۱ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۰۸/۸۹ ^{ns}
۱/۱	۲/۳۴	۰/۰۲۹	۰/۵۵۴	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۰۱/۳۸

* و **: به ترتیب معنی دار، بسیار معنی دار و غیر معنی دار.

جدول ۲ - مقایسه میانگین مولفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در ارقام گندم

منابع تغییرات	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه	طول کلئوپتیل (سانتی‌متر)	وزن تر گیاهچه (گرم)	نسبت وزن تر ریشه‌چه به وزن تر ساقه‌چه	درصد جوانه‌زنی بذر
سرداری ۱۰۱	۳/۶ ^{BC}	۶ ^B	۰/۶۶ ^{BC}	۳/۷ ^B	۱/۶ ^{AB}	۰/۰۳ ^A	۹۵ ^A
هما	۴/۵ ^{AB}	۷/۶ ^A	۰/۵۴ ^{BC}	۳/۸ ^B	۱/۷ ^A	۰/۰۴ ^A	۸۶ ^{BC}
رصد	۳ ^{CD}	۴/۹ ^{BC}	۰/۶۴ ^{BC}	۳/۶ ^{BC}	۱/۵ ^{BC}	۰/۰۳ ^{۱A}	۹۴ ^{AB}
آذر ۲	۴/۸ ^A	۸/۲ ^A	۰/۶۳ ^{BC}	۴/۶ ^A	۱/۵ ^{AB}	۰/۰۴۹ ^A	۹۷ ^A
زرین	۴ ^{AB}	۵/۲ ^B	۰/۸۰ ^{۷A}	۳ ^{CD}	۱/۵ ^{BC}	۰/۰۶۷ ^B	۹۳ ^{AB}
گاسگوژن	۲/۲ ^D	۳/۷ ^C	۰/۶۹ ^{AB}	۳ ^{CD}	۱/۴ ^C	۰/۰۳۴ ^A	۸۴ ^{CD}
سایسون	۲/۹ ^{CD}	۵/۸ ^B	۰/۵۶ ^{BC}	۲/۶ ^D	۱/۶ ^{AB}	۰/۰۶۳ ^A	۷۹ ^D
مارتن	۲/۷ ^{CD}	۵/۲ ^B	۰/۵۲ ^C	۲/۸ ^D	۱/۵ ^{BC}	۰/۰۳۴ ^A	۹۱ ^{AB}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، از نظر آماری فاقد اختلاف معنی دار هستند.

جدول ۳ - همبستگی ساده بین صفات‌های مورد بررسی در ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط مختلف شوری

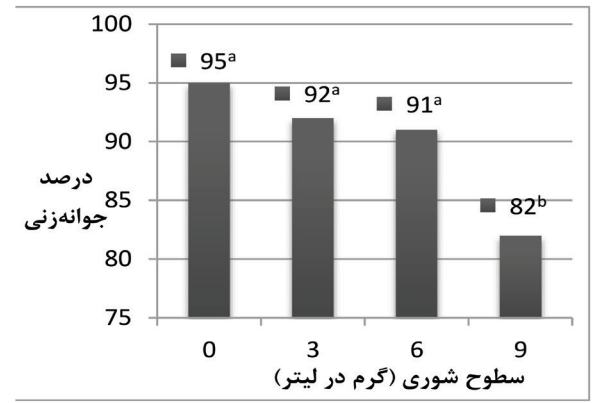
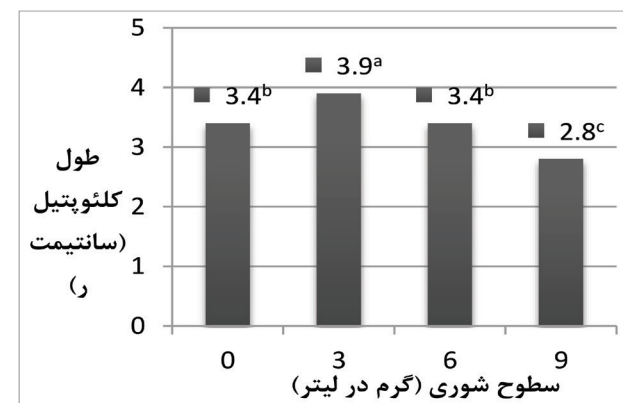
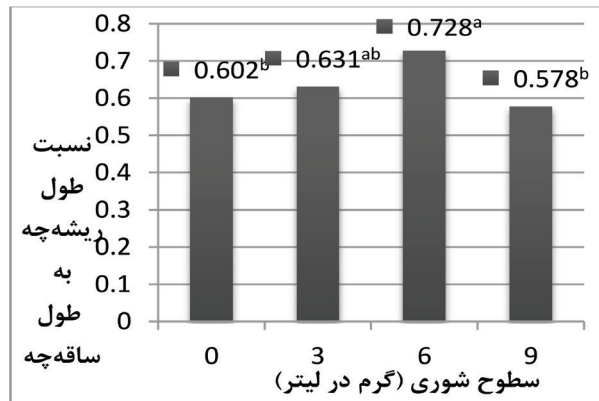
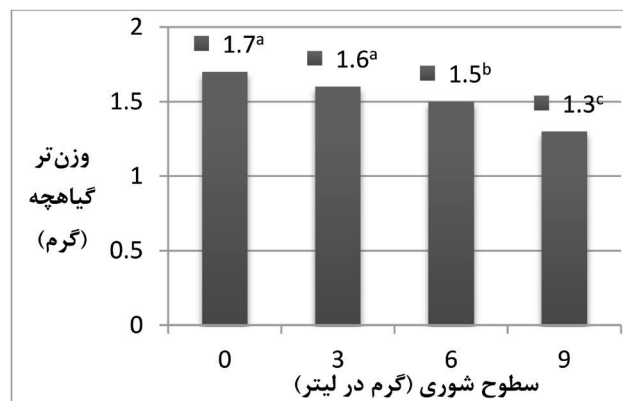
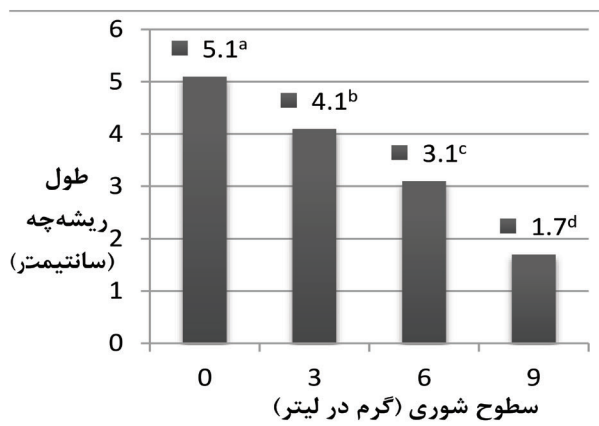
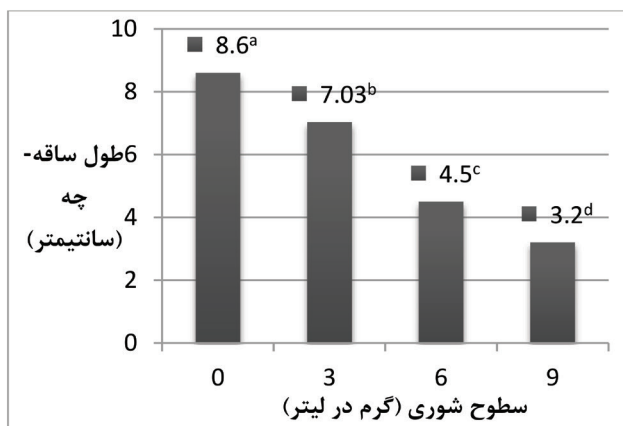
صفات‌ها	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه	طول کلئوپتیل	وزن تر گیاهچه	وزن تر ریشه‌چه	نسبت وزن تر ریشه‌چه به وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	درصد جوانه‌زنی بذر
طول ریشه‌چه	۱								
طول ساقه‌چه	۰/۸۴**	۱							
نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه	۰/۲۶*	۰/۲۲*	۱						
طول کلئوپتیل	۰/۵۶**	۰/۵۶**	۰/۰۴ ^{ns}	۱					
وزن تر گیاهچه	۰/۶۷**	۰/۷۹**	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۳۸**	۱				
وزن تر ریشه‌چه	۰/۲۱*	۰/۲۳*	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۲۹**	۱			
وزن تر ساقه‌چه	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۰۵۶ ^{ns}	۰/۰۳۶ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۱		
نسبت وزن تر ساقه‌چه به وزن تر ریشه‌چه	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۰۹۵**	۰/۲۹ ^{ns}	۱	
وزن خشک ساقه‌چه	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۱
درصد جوانه‌زنی بذر	۰/۳۳**	۰/۲۴*	۰/۲ ^{ns}	۰/۳**	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۳**	۰/۰۵ ^{ns}

* و **: به ترتیب معنی دار، بسیار معنی دار و غیر معنی دار.

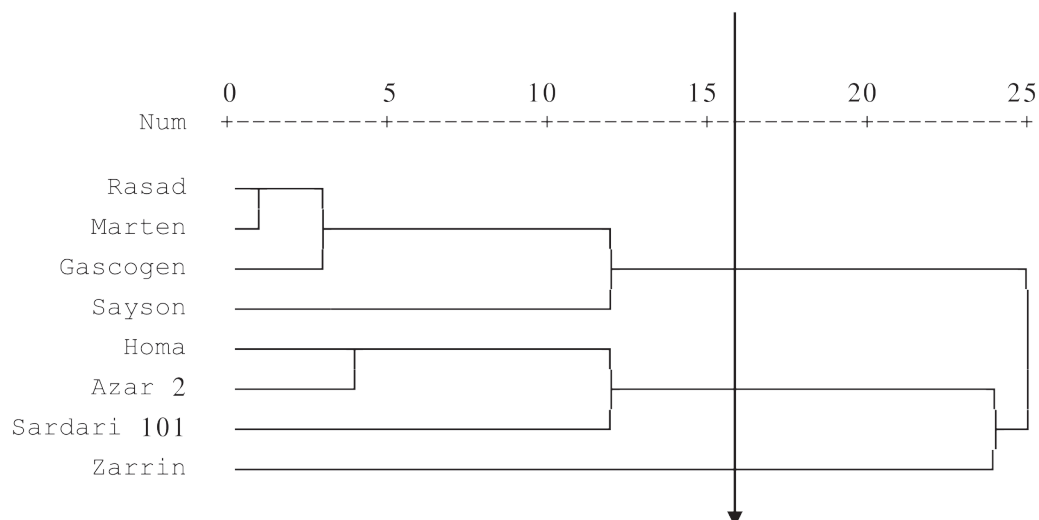
جدول ۴ - آزمون گروه‌بندی انجام‌شده تجزیه کلاستر برای ژنوتیپ‌های گندم در شرایط مختلف شوری

تست کارایی	درجه آزادی	ویلکاکسون - لامبدا	کی دو	معنی داری
۱ از ۲	۱۰	۰/۰۰۲	۱۸/۷۶	۰/۰۴*
۲	۴	۰/۱۶	۵/۴۸	۰/۲۴ ns

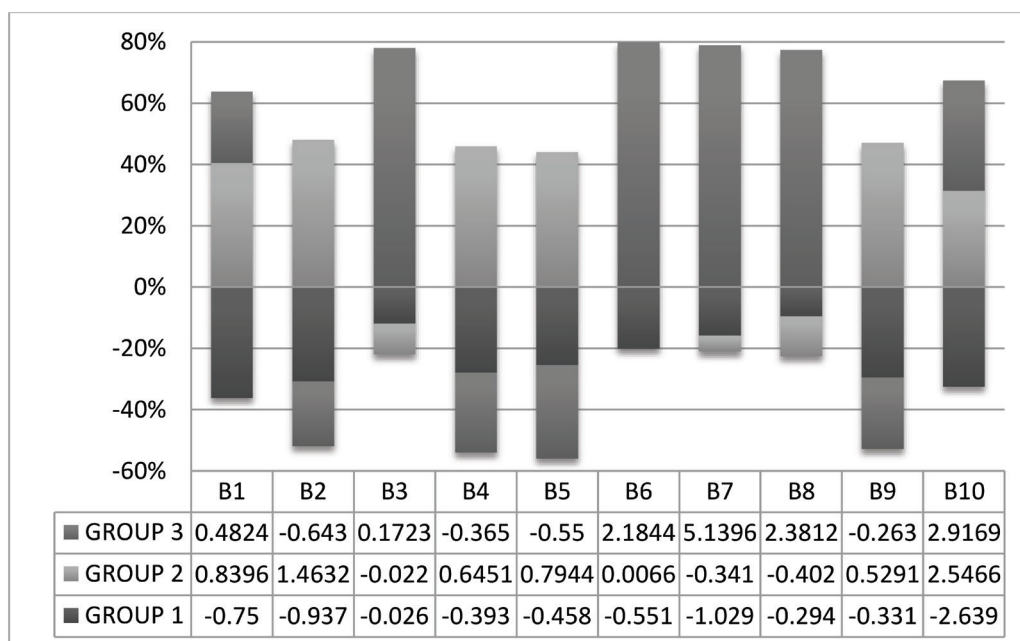
ns و * : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪.



شکل ۱ - مقایسه میانگین صفات‌های مورد بررسی متأثر از تنش‌های مختلف شوری



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر (به روش وارد) ژنوتیپ‌های گندم در تنش‌های مختلف شوری



شکل ۳- انحراف از میانگین تجزیه کلاستر به روش وارد ژنوتیپ‌های گندم

منابع مورد استفاده

۱. رحیمیان مشهدی، ح؛ باقری کاظم‌آبادی، ع و پایاب، الف. (۱۳۷۰). اثر پتانسیل‌های مختلف حاصل از پلی‌اتیلن‌گلیکول و کلرور سدیم توأم با درجه حرارت بر جوانه‌زنی توده‌های گندم دیم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۳۷-۴۷: ۵۰.
۲. سید شریفی، ر، و ر. سید شریفی. (۱۳۸۷). بررسی اثرات پلی‌اتیلن‌گلیکول بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گلرنگ. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲۱: ۴۱۰-۴۰۰.
۳. صابری، م. ح، و م. ح. راشد محصل. (۱۳۷۹). اثر درجات مختلف
۴. کاظمی اربط، ح. (۱۳۷۴). زراعت خصوصی، جلد اول: غلات. مرکز نشر دانشگاهی.
۵. کافی، م. و گلدانی، م. (۱۳۸۰). تأثیر پتانسیل آب و ماده ایجادکننده آن بر جوانه‌زنی سه گیاه زراعی گندم، چغندر قند و نخود. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۱۵: ۹۸-۱۰۳.

6. Badger, K. S. and Unger, I. A. (1989) The effect of salinity and temperature on the germination of the inland halophyte *Hordeum japonicum*. Canadian Journal of Botany, 67: 1420-1425.
7. Cramer, G. R., Epstein, E., and Lauchii, A. (2001) Effects of sodium, potassium and calcium on salt stressed barley. Physiologia Plantarum, 80: (1): P.83.
8. Francois, L. E. (1994) Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Agron. J., 86: 233 - 234.
9. Greenway, H. and Munns, R. (1990) Mechanism of salt tolerance in non- halophytes. Ann Rev Plant Physiol., 13: 149-190.
10. Hawkins, H.J. and Lewis, O.M. (1993) Combination effect of NaCl salinity, nitrogen from and calcium concentration on growth, ionic content and exchange properties of *Triticum aestivum* L. cv. Gamtus. New physiologists., 124: 161-170.
11. Irwina, U. (1973) The effect of salinity and temperature on seed germination and growth of *Hordeum jubatum* L. Canadian Journal of Botany., 67: 1420-1425.
12. Kingsbury, R.W. and Epstein, E. (1984) Selection for salt resistant spring wheat. Crop Sci., 24: 310-315.
13. Mahajan, S. and Narendra, T. (2005) Cold, salinity and drought stresses: An overview. Arch. Biochemis. Biophysic., 444:139-158.
14. Munns, R. (2006) Comparative physiology of salt and water stress. J. Exp. Bot., 57:1025-1043.
15. Munns, R., and Richard, A. (2003) Screening methods for Salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil., 253:201-218.
16. Munns, R., and Schachtman, D.P. (1993) Plant responses to salinity significant in relation to time. International Crop Sci., 1:741-745.
17. Parida, A.K. and Das, A.B. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicol. Environ. Safety, 60: 324-349.
18. Rabie, R.K. (1995) Effect of salinity and moisture content of soil on growth, nutrient uptake and yield of wheat. C.V.Sakha. 6. Soil Sci. plant, 3: (4) 537-546.
19. Raid R.J. and Smith F.A. (2000) The limits of sodium/ calcium interactions in Plant growth. Aust. J. Plant Physiol, 16: 300-315.
20. Shooan, 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.
21. Soltani, A., Galeshi, S., Zenali, E. and Latif, N. (2001) Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. and Technol., 30:51-60.
22. Tanji, K.K. (1996) Agricultural salinity assessment and management. American Society of Civil Engineers., 619 p.