"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰
(ص ۱۰۹-۹۷)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 10, No.: 2, Summer 2021
(pp: 97-109)
DOI: 10.22034/ijsst.2020.342298.1332
Research Article

ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی گیاهچه ژنوتیپ‌های گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) تحت سطوح تنش شوری

حیدر مفتاحی‌زاده[1*] و زهرا رحمتی احمد آباد[2]

۱. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی-گیاهان دارویی و معطر. دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۰)

چکیده

گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) گیاهی یک‌ساله از خانواده بقولات می‌باشد. صمغ این گیاه که در واقع از آندوسپرم بذر آن استخراج می‌شود، در صنایع مختلف کاربرد دارد. جوانه‌زنی و شاخص‌های رشد گیاهچه جزو مهم‌ترین شاخص‌های مهم برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به شوری می‌باشند. در این تحقیق اثر سطوح مختلف شوری با کلرید سدیم (۰، ۸۰، ۱۵۰ و ۲۲۰ میلی‌مولار) بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ده ژنوتیپ و توده گوار (S-5498، RGC-1066، RGC-1008، HG-884، RGC-1038، RGC-99، RGC-936، گرمبیت، بمپور و سراوان) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار شوری، ژنوتیپ و اثر متقابل شوری در ژنوتیپ بر صفات شاخص بنیه بذر، طول ریشه چه، طول ساقه چه، طول گیاهچه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان دادکه ژنوتیپ RGC-1008 دارای بیشترین و سراوان کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت. مقایسه میانگین تیمار شوری نشان داد که تیمار شوری شاهد دارای بیشترین (۲/۲۳ سانتی‌متر) و تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار دارای کمترین طول ساقه‌چه (۱/۴۷ سانتی‌متر) بود. ژنوتیپ RGC-1038 با بنیه بذر ۳۹۵/۳۰، توده بمپور با بنیه ۴۱۴/۷۳ بیشترین و سراوان با ۶۸/ ۳۲ کمترین بینه بذر را نشان دادند. نتایج بدست آمده نشان می دهد به طور کلی ژنوتیپ RGC-1008 از تحمل به شوری بالاتری برخوردار است.

کلمات کلیدی: توده‌های بومی، درصد جوانه‌زنی، ژنوتیپ، سرعت جوانه‌زنی، گوار

Evaluation of germination and growth characteristics of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under salinity stress condition

H. Meftahizade[1*] and Z. Rahmati Ahmadabad[3]

1. Corresponding author, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.
2. Ms.c Student of medicinal plant, Ardakan University, Ardakan, Iran.
(Received: Mar. 12, 2020 – Accepted: Aug. 10, 2020)

Abstract

Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.), is an annual plant of the legume family. The gum of this plant, which is actually extracted from the seed endosperm, is used in various industries. Germination and seedling growth indices are among the most important indicators for selecting salinity tolerant genotypes. In this study, the effects of 4 salinity levels (such as: 0, 80, 150 and 220 mM) on germination characteristics and preliminary seedling growth (including percentage and rate of germination, seed vigor, etc.) of ten genotypes and guar seed selection were investigated. The results showed that salinity treatment, genotype and interactions of genotype × salinity on seed vigor index, root length, shoot length, seedling length were significant at 1% probability level. Mean comparisons showed that RGC-1008 had the highest percentage and germination rate and Saravan had the lowest percentage and germination rate. Mean comparison of salinity levels showed that the control had the highest (2.23 cm) and the 150 mM treatment has the lowest shoot length (1.47 cm). RGC-1038 and Bampour with 395.3 and 414.73 showed the highest seed vigor respectively, and Saravan with 68.32 showed the lowest seed vigor. In general, RGC-1008 can be a suitable candidate to cultivate in salinity stress after affecting other agronomic treatments.

Key words: Cluster bean, genotypes, germination percent, germination rate, local landraces

* Email: hmeftahizade@ardakan.ac.ir

مقدمه

گـوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) یـا لوبیـای خوشه ای گیاهی یک‌ساله از خانواده بقولات، متحمـل بـه شـوری (۱۶۰ میلـی مـولار) و کـم آبـی (۳۰۰۰-۲۲۰۰ مترمکعب/هکتار) می‌باشـد کـه مـی‌توانـد بـه عنـوان یـک محصول جـایگزین در منـاطق گـرم و خشـک در تابسـتان کاشته شود (Grover *et al*., 2016). با وجود اینکه بیش از ۸۰ درصـد گـوار دنیـا در هندوسـتان تولیـد مـی‌شـود، امـا کشورهای پاکستان و ایران نیز دارای توده های بومی گوار هستند (Meftahizade *et al*., 2019). مهم‌ترین بخش این گیاه، آندوسپرم بذر آن می باشد که حـاوی صـمغ بـوده و در صنایع غذایی، داروسازی و آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد (Gresta *et al*., 2018).

تنش‌های خشکی و شوری در مرحلهٔ جوانـه‌زنـی یـک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونـه‌هـا است. به طوریکه تنش‌های مذکور سبب کاهش درصـد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و سـاقه چه می‌گردد (Ghoulam and Fares, 2001). جوانه‌زنی و شاخص‌هـای رشـد گیاهچـه جـزو مهـم‌تـرین معیـار مـورد استفاده برای انتخاب گیاهان و یا ارقام متحمـل بـه شـوری می‌باشند (Endalew, *et al*., 2013). بنیه گیاهچه، توانـایی برای جوانه‌زنی و ظهـور یکنواخـت و سـریع تحـت دامنـه وسیعی از شـرایط تـنش‌زا کـه بـه طـور معمـول بـذرها در محیط مزرعه با آن‌ها مواجـه مـی‌شـوند را فـراهم مـی‌کنـد (Mousavi Nik *et al*., 2016). مطالعات متعدد نشـان داده اسـت کـه بـا افـزایش تـنش شـوری، درصـد و سـرعت جوانه‌زنی بذور کاهش می‌یابـد، هـر چنـد کـه در گیاهـان مختلـف، واکـنش‌هـای متفـاوتی ایجـاد مـی‌شـود (Soltani *et al*., 2001). تنش شوری عموماً باعـث تـأخیر در جوانه‌زنی،کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنـی، تـأخیر در ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه و در نتیجه کاهش رشد گیاهچه‌هـا در محیط‌های شور می‌گردد. این اثـرات مـی‌توانـد بـه دلیـل پتانسـیل اسـمزی منفـی در خـاک، بـه هـم خـوردن تعـادل غذایی، تأثیر یون‌های خاص، سـمیت یـونی و یـا ترکیبـی از این چهار فاکتور باشد که در اثر ترکیبـات مـؤثر در شـوری بوجود آید (Alshammary *et al*., 2004).

یکی از موانع مهم توسـعه وکشت گیاهـان دارویـی در کشور، استقرار ضعیف و غیریکنواخت آن در خـاک‌هـای منـاطق خشـک خصوصـا در شـرایط وجـود تـنش‌هـای محیطی غیرزنده از جمله تـنش شـوری و خشـکی اسـت (Alizadeh., 2002). جوانه‌زنـی و اسـتقرار گیاهچـه‌هـا در چرخه زندگی گیاه مراحل بحرانـی بـوده و اسـتقرار موفـق گیاه نه تنها وابسته به جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذر بلکه وابسته به توانایی بذر در جوانه‌زنی تحت شرایط تنش است (Windauer *et al*., 2007). مهـم‌تـرین واکـنش گیـاه بـه شوری خاک یا آب، کاهش رشد است .اگرغلظت املاح به بیش از آستانه تحمل گیـاه برسـد، بـه مـوازات افـزایش غلظـت امـلاح محلـول (شـوری)، رشـد گیـاه کـاهش می‌یابد،که البته آهنـگ کـاهش رشـد درگیاهـان مختلـف متفـــاوت اســـت (Mabood and Smith., 2005). پژوهش‌های انجام شـده بـر روی گیاهـان مختلـف نشـان داده است که تنش شوری و خشکی موجب کاهش شاخص‌هـای جوانه‌زنی بذر می‌شـوند (Ebrahimi *et al*., 2012). اگرچـه گوار معمولاً یک محصـول متحمـل بـه شـوری محسـوب مـی‌شـود، امـا تنـوع ژنتیکـی نیـز بسـیار قابـل توجـه اسـت (Rasheed *et al*., 2015). عـلاوه بـر ایـن، محصـولات زراعی در تحمل نسبت به شوری در مراحل مختلف رشـد بسیار متفـاوت‌انـد (Rasheed *et al*., 2015). مطالعـات بـر روی ژنوتیپ‌های گیاه گوار (*Cyamopsis tetrgonoloba* (L. نشان دادکه ژنوتیپ‌های RGM-112 و RGC-936 از نظر شوری تا ۱۵۰ میلی‌مولار سدیم‌کلریـد تحمـل از خـود نشان دادند، اما جوانه زنی تمام ژنوتیپ‌های مـورد بررسـی در آن شـوری کـاهش یافـت (Teolis *et al*., 2009). همچنین مشاهده کردند که درصد جوانه‌زنـی ژنوتیـپ‌هـای گوار از ۷ تـا ۹۰٪ تحـت شـوری ۲۰۰ میلـی‌مـولار متفـاوت

است. کاهش جوانه‌زنی به اثرات اسمزی، تغذیه ای و سمی نمک‌ها روی گیاهان، خصوصاً در مراحل حساس مانند جوانه‌زنی نسبت داده شده است (Teolis *et al*., 2009). حداکثر کاهش درصد جوانه‌زنی در ۱۵۰ میلی مولار سدیم‌کلرید مشاهده شد. همچنین درصد جوانه‌زنی گوار با افزایش سطح شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Ramarajan *at al*., 2013).

با توجه به اینکه گیاه گوار از نظر اقتصادی دارای کاربردهای گسترده در صنایع غذایی، داروسازی، آرایشی و بهداشتی می باشد، فلذا توسعه و گسترش آن در اراضی کم بازده می‌تواند منجر به افزایش راندمان تولید گردد. لذا در این تحقیق، اثر تنش شوری در سطوح ۰، ۸۰، ۱۵۰ و ۲۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بر خصوصیات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و غیره بر ژنوتیپ‌ها و توده‌های مختلف بذور گوار از مناطق مختلف ایران، هندوستان و پاکستان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه پژوهشکده گیاهان دارویی و صنعتی دانشگاه اردکان به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. اثر سطوح مختلف شوری (۰، ۸۰، ۱۵۰ و ۲۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها ده ژنوتیپ و توده بذری گوار انتخاب شده شامل S-5498 از کشور پاکستان، RGC-1066، RGC-1008، HG-884، RGC-1038، RGC-99، RGC-936 از هندوستان وگرمبیت، بمپور و سراوان، به عنوان توده‌های بومی ایران) اجرا شد. سطوح تیمار تنش شوری بر اساس (Ramarajan *et al*., 2013) انتخاب گردید. بدین ترتیب ۱۷ عدد بذر (هر تکرار) از هر ۱۰ ژنوتیپ و توده گوار به طور تصادفی و یک اندازه انتخاب و با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم پنج درصد به مدت پنج دقیقه ضدعفونی و سپس سه‌بار با آب مقطر شستشو داده و روی کاغذ صافی در پتری‌دیش کشت شدند. پس از تهیه محلول، به هر یک از پتری‌دیش‌ها ۳ میلی‌لیتر از محلول‌های نمک یاد شده اضافه شد. در مرحله بعدی پتری دیش‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در آزمایشگاه قرار داده شدند. این آزمایش تا پایان جوانه‌زنی بذرها یعنی تا پایان روز چهاردهم ادامه پیدا کرد (Ramarajan *et al*., 2013) و یادداشت برداری هر روز انجام گرفت. در روز چهاردهم طول ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه اندازه گیری شدند. خروج اولین ریشه‌چه از بذور به عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی از طریق رابطه زیر محاسبه شدند (Bewley and Blak, 1998).

$$PG=Ni/N \times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

$$GR.I=\Sigma\ Ni/\Sigma\ Ti \qquad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن PG درصد جوانه‌زنی، GR.I شاخص جوانه‌زنی، Ni تعداد بذور جوانه‌زده تا روز ۱۴، N تعداد کل بذرها و Ti روز جوانه‌زنی بود. سرعت جوانه‌زنی نیز با رابطه (3) محاسبه شد (Bewley and Blak, 1998).

$$GR = \frac{X1}{Y1} + \frac{X1 + X2}{Y2} + \cdots + \frac{Xn - Xn - 1}{Yn} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن xn درصد بذور جوانه‌زده در شمارش n ام و yn تعداد روز از ابتدای کشت تا زمان شمارش n ام بود. وزن تر گیاهچه به صورت جداگانه بر حسب گرم با ترازوی با دقت ده هزارم اندازه‌گیری شدند. سپس نمونه‌ها جهت خشک شدن به مدت ۳ روز در دمای ۲۵ درجه محیط آزمایشگاه نگهداری و خشک شدند. وزن خشک آن‌ها به وسیله ترازوی دیجیتالی با حساسیت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد. در پایان پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌های آزمایش با استفاده از آزمون دانکن، تجزیه آن‌ها به کمک نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح آماری یک درصد انجام گرفت. شکل‌ها

نیز توسط نرم‌افزار Excel 2016 رسم و خوشه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار PAST انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمار اثرات ساده ژنوتیپ و همچنین اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ از نظر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان دادکه ژنوتیپ RGC-1008 دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۱/۶۶) و RGC-1066، سراوان، RGC-936 و گرمبیت به ترتیب دارای ۵۱/۱۸، ۴۶/۴۲، ۵۴/۷۵ و ۵۵/۹۶ درصد،کمترین درصد جوانه‌زنی را دارا بوده‌اند (جدول۲). مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در ژنوتیپ در رابطه با صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود و ژنوتیپ RGC-1008 در شوری ۸۰ میلی‌مولار، بیشترین درصد جوانه‌زنی را نشان داد (جدول ۴). موریلو و همکاران (Murillo *et al.*, 2002) بیان داشتند که با افزایش تنش شوری، درصد جوانه‌زنی در دو رقم لوبیای چشم بلبلی (*Vigna unguiculata*) به تعویق می‌افتد با این تفاوت که رقم (Cuarenteno) سرعت جوانه‌زنی بالاتری را نشان داد، ولی رقم (Paceno) در مرحله ظهور کمتر تحت تاثیر شوری قرار گرفت. دلیل این امر را می‌توان به ایجاد تنش اسمزی و خشکی کاذب برای بذرهای در حال جوانه زتی عنوان کرد که از این طریق جذب آب توسط بافت‌های گیاهچه کاهش پیدا می‌کند. کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش را می توان به کاهش سرعت جذب اولیه آب و نیز تاثیر منفی پتانسیل های اسمزی کم و سمیت یون‌ها بر فرایندهای بیوشیمیایی نسبت داد (Farhoudi *et al.*, 2007).

نتایج تجزیه واریانس صفت شاخص جوانه‌زنی نشان داد که تیمارهای اثرات ساده ژنوتیپ و همچنین اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول۱). مقایسه میانگین داده‌های شاخص جوانه‌زنی نتایج نشان داد ژنوتیپ RGC-1008 با ۰/۹۱ بیشترین جوانه‌زنی و ژنوتیپ‌های RGC-1066، RGC-936 و توده‌های سراوان و گرمبیت به ترتیب با شاخص‌های ۰/۵۱، ۰/۴۶، ۰/۵۴ و ۰/۵۵ کمترین جوانه‌زنی را داشتند (جدول۲). مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در ژنوتیپ بر شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار بود و ژنوتیپ RGC-1008 در سطح شوری ۸۰ میلی‌مولار بیشترین شاخص جوانه‌زنی را دارا بود (جدول ۴). اثر تنش شوری بر لوبیای چشم بلبلی نشان داد ژنوتیپ امید بخش ۲ در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار دارای بالاترین شاخص جوانه‌زنی بود (Kamyab *et al.*, 2013).

نتایج تجزیه واریانس سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بین تیمارهای ژنوتیپ و شوری و اثر متقابل شوری در ژنوتیپ در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار بود (جدول۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ RGC-1008 با سرعت جوانه‌زنی ۱/۵۷ بیشترین و توده سراوان با سرعت جوانه‌زنی ۰/۶۲ کمترین سرعت را نشان داد (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای شوری نشان داد که سطح شوری ۸۰ میلی‌مولار با ۱/۱۷ بیشترین سرعت جوانه‌زنی و سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با ۰/۹۷ کمترین سرعت جوانه‌زنی را نشان داد (جدول۳). مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در ژنوتیپ بر صفت سرعت جوانه زنی نشان داد که سطح شوری ۸۰ میلی‌مولار و ژنوتیپ RGC-1008 بیشترین سرعت جوانه‌زنی را دارا بود (جدول۴). همچنین مشخص شد که ژنوتیپ RGC-1008 در بیشترین غلظت شوری دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب با ۹۱/۶۶، ۰/۹۱ و ۱/۵۷ بوده و توده سراوان در بیشترین غلظت شوری دارای کمترین درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب با ۴۶/۴۲، ۰/۴۶و ۰/۶۲ بود (جدول۲).

اثر ژنوتیپ، تنش شوری و اثرات متقابل ژنوتیپ در شوری بر صفت سرعت جوانه‌زنی بذر بزرک

(*Linum usitatissimum*) معنی‌دار بوده است (Hasanvand *et al.*,2019). ژنوتیپ‌هایی که بتوانند در سطوح مختلف شوری سرعت جوانه‌زنی بالاتری داشته باشند، سرعت استقرار بالاتری نیز خواهند داشت. سرعت جوانه‌زنی ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) نیز تفاوت‌های معنی‌داری با هم داشتند که ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی ارقام بود (Ghassemi-golezani *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای که قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi-golezani *et al.*, 2015) روی ذرت (*Zea mays*) انجام دادند، نیز سرعت جوانه زنی ارقام مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری با هم داشتند که این نتایج با نتیجه بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

در خصوص صفت طول ریشه‌چه، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ ، سطوح شوری و اثر متقابل شوری در ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که توده بمپور دارای بیشترین طول ریشه‌چه ۲/۵۰ سانتی‌متر بوده است، توده سراوان و ژنوتیپ RGC-936 به ترتیب ۰/۵۴ و ۰/۷۹ سانتی‌متر دارای کمترین طول ریشه‌چه می‌باشد (جدول۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سطوح تیماری شوری ۰ (شاهد) و ۸۰ میلی‌مولار بیشترین طول ریشه‌چه و سطوح تیماری ۱۵۰ و ۲۲۰ میلی‌مولار شوری کمترین طول ریشه‌چه را دارا بوده است (جدول۳). تیمار اثر متقابل شوری ۸۰ میلی‌مولار و ژنوتیپ HG-884 بیشترین طول ریشه‌چه را نشان داد (جدول ۴). در بررسی تنش شوری بر طول ریشه‌چه یازده رقم پنبه (*Gossypium herbaceum*) مشخص شد که طول ریشه‌چه، تاثیرپذیری بیشتری نسبت به طول ساقه‌چه دارد و گزارش شد که ریشه‌چه حساس‌ترین قسمت گیاه، نسبت به این تنش است (Noor *et al.*, 2001).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمار ژنوتیپ، شوری و اثر متقابل شوری در ژنوتیپ از نظر صفت طول ساقه‌چه در سطح ۱ درصد معنی دار است (جدول ۱).

ژنوتیپ HG-884،(۲/۸۶) و RGC-1038 (۲/۵۵) سانتی‌متر و توده بمپور ۲/۵۶ سانتی‌متر بیشترین طول ساقه‌چه و توده سراوان، ۰/۸۹ و ژنوتیپ RGC-936، ۰/۸۸ سانتی‌مترکمترین طول ساقه‌چه را دارا بودند (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمار شوری نشان داد که تیمار شوری شاهد دارای ۲/۲۳ سانتی‌متر بیشترین و تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کمترین طول ساقه‌چه (۱/۴۷ سانتی‌متر) را دارا بود (جدول۳). ژنوتیپ های HG-884 و RGC-1038 در سطح شوری ۰ میلی‌مولار (شاهد) بیشترین طول ساقه‌چه را دارا بود (جدول۴). در یک مطالعه دیگر مشخص شد که تنش شوری باعث افزایش رشد و طول ساقه‌چه مارتیغال (*Silybum marianum*) می‌شود (Yazdani Buick *et al.*, 2010) که این گزارش با نتیجه دست آمده در این مطالعه مغایرت دارد.

نتایج تجزیه واریانس صفت طول گیاهچه نشان داد بین تیمار ژنوتیپ، شوری و اثر متقابل شوری در ژنوتیپ در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار است (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد ژنوتیپ HG-884 و توده بمپور به ترتیب با ۵/۰۱ و ۵/۰۶ سانتی‌متر، بیشترین طول گیاهچه، توده سراوان و ژنوتیپ RGC-936 با طول ۱/۴۳ و ۱/۶۸ سانتی‌مترکمترین طول گیاهچه را نشان دادند (جدول۲). تیمار شوری ۰ (شاهد) و ۸۰ میلی‌مولار به ترتیب ۳/۹۵ و ۳/۷۰ سانتی‌متر (بیشترین) و تیمارهای شوری ۱۵۰ و ۲۲۰ میلی‌مولار به ترتیب ۲/۶۸ و ۲/۷۲ سانتی‌متر کمترین طول گیاهچه را نشان دادند (جدول۳). اثر منفی شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌تواند به دلیل اثرات اسمزی (پتانسل اسمزی پایین)، به هم خوردن تعادل غذایی، تاثیر یون‌های خاص، سمیت یونی و یا ترکیبی از این چهار عامل باشد که ممکن است جنبه‌های مختلف متابولیزم گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (Houle *et al.*, 2001).

تجزیه واریانس تیمارهای ساده ژنوتیپ و شوری و همچنین اثر متقابل شوری در ژنوتیپ در مورد صفت

نسبت ساقه چه به ریشه چه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۱). نتایج تجزیه واریانس وزن تر گیاهچه نشان داد که تیمارهای ساده ژنوتیپ و اثر متقابل شوری در ژنوتیپ اختلاف معنی‌داری درسطح ۱ درصد معنی‌دار دارند (جدول۱). مقایسه میانگین وزن تر گیاهچه نشان داد که ژنوتیپ HG-884 ، RGC-1038 و توده بمپور به ترتیب با ۰/۱۹، ۰/۱۹ و ۰/۱۸گرم، بیشترین و توده‌های S5498، RGC-1066، RGC-936 و سراوان به ترتیب با ۰/۰۹، ۰/۱۰، ۰/۰۹ و ۰/۰۸ گرم، کمترین وزن تر را دارا بودند (جدول۲). اثر متقابل ژنوتیپ HG-884 و RGC-1038 در شرایط بدون تنش شوری بیشترین وزن تر گیاهچه را نشان دادند (جدول ۴). در لوبیای تحت تنش شوری، وزن تر ساقه‌چه در ژنوتیپ مورد بررسی کاهش یافت. افزایش جذب سدیم در گیاه باعث کاهش رشد طولی و وزن تر ریشه شده و در نهایت بر رشد و وزن تر اندام هوایی موثر می‌باشد (Jimenez *et al*., 2002).

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک گیاهچه نشان داد که بین تیمار ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل شوری در ژنوتیپ در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار است (جدول۱). مقایسه میانگین داده‌های وزن خشک گیاهچه نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های HG-884 (۰/۰۲۱۸ گرم)، RGC-1038 ۰/۰۲۰۴ گرم، ۰/۰۲۱۲BR-99 گرم و توده بمپور ۰/۰۲۲۹ گرم، بیشترین وزن خشک و ژنوتیپ RGC-936 با ۰/۰۱۴۸ گرم، کمترین وزن خشک گیاهچه را دارا بود (جدول۲). مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در ژنوتیپ نشان داد که اثر متقابل تیمار ۸۰ میلی‌مولار و توده بمپور دارای بیشترین وزن خشک گیاهچه می‌باشد (جدول ۴). گیاهان در محیط شور جهت تحمل شرایط تنش ناچار به ساخت مواد آلی مانند پرولین، گلایسین و تجمع املاح معدنی جهت انجام تنظیم اسمزی می‌باشند. با توجه به اینکه ساخت این مواد نیازمند صرف انرژی است، لذا در این شرایط رشد گیاه با کاهش مواجه شده و وزن خشک گیاهچه کاهش می‌یابد (Serraj and Sinclair, 2002).

اوکجو و همکاران (Okcu *et al*., 2005) با بررسی روی آفتابگردان (*Helianthus annuus*) دریافتند که افزایش سطوح شوری وزن خشک گیاهچه را به طور معنی داری کاهش داد.

اختلاف معنی داری بین تیمار ژنوتیپ، شوری و اثر متقابل شوری در ژنوتیپ از نظر صفت بنیه بذر در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ RGC-1038 با بنیه بذر ۳۹۵/۳۰ و توده بمپور با بنیه ۴۱۴/۷۳ بیشترین و توده سراوان با بنیه ۳۲ /۶۸کمترین بینه بذر را نشان دادند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای شوری نشان داد که تیمار شوری، (شاهد) و ۸۰ میلی‌مولار با بنیه ۲۸۹/۹۱ و ۲۸۷/۵ بیشترین بنیه و سطوح شوری ۱۵۰ و۲۲۰ میلی‌مولار با بنیه ۱۸۴/۷۱ و ۲۰۱/۸۲ کمترین بینه بذر را دارا بودند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ HG-884 در سطح شوری ۲۲۰ میلی‌مولار بیشترین بنیه بذر را نشان داد (جدول ۴). تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام و لاین‌های مختلف سورگوم (*Sorghum bicolor*) نشان داد که در سطح شوری شاهد، بیشترین میانگین شاخص بنیه بذر و درصد جوانه‌زنی در لاین KDFGS19 مشاهده شده است رقم قلمی هرات در بالاترین سطح شوری (۱۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بیشترین شاخص بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را از خود نشان داد (Shakeri *et al*; 2015). اندازه بذر از عمده ترین عوامل مؤثر بر بنیه بذر در آزمایشگاه می‌باشد (Hojjat, 2011).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در ژنوتیپ بر صفت طول گیاهچه نشان داد که تیمار توده بمپور در شوری ۸۰ میلی‌مولار بیشترین طول گیاهچه را داشته است (شکل ۱). رشد رویشی گوار در برابر رشد زایشی، نسبت به تنش شوری حساس‌تر است و نشان می‌دهد که توزیع فتوسنتز به این‌ها کمتر از رشد رویشی از شوری درآمده است (Francois *et al*., 1990).

جدول۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه ژنوتیپ‌های مختلف گوار تحت تاثیر سطوح تنش شوری

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for germination indices of various guar genotypes affected as different salinity levels

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه چه Plumule t length	طول گیاهچه Seedling length	ساقه/ریشه Root/Shoot	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	وزن خشک گیاهچه Dried seedling weight	شاخص جوانه‌زنی Germination index	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
تکرار Repeat	2	62.934^{ns}	0.026**	0.504**	0.464^{ns}	46.208^{ns}	0.001^{ns}	7903.059^{ns}	1.570^{ns}	0.006^{ns}	0.070^{ns}
ژنوتیپ × شوری Salinity*Genotype	27	174.083**	0.48**	0.449**	1.323**	37.322^{ns}	0.002**	10898.245**	1.723**	0.017**	0.068**
خطا Error	78	251.339^{ns}	0.32^{ns}	0.405^{ns}	1.163^{ns}	43.253^{ns}	0.001^{ns}	8455.017^{ns}	1.764^{ns}	0.025^{ns}	0.073^{ns}
ضریب تغییرات (٪) C.V.		23.28	28.68	22.23	18.36	17.56	23.08	15.18	21.58	23.22	17.28

ns ,** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱درصد.

^{ns} and ** non-significant and significant at P<0.01, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه ژنوتیپ‌های مختلف گوار تحت تاثیر سطوح تنش شوری

Table 2- Comparison of mean germination indices of guar genotypes affected as different salinity levels

ژنوتیپ (Genotypes)	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage	طول ریشه‌چه(سانتی‌متر) Radicle length (cm)	طول ساقه چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	ساقه/ ریشه Root/Shoot	وزن تر گیاهچه (گرم) Seedling fresh weight(g)	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	وزن خشک گیاهچه(گرم) Dry seedling weight (g)	شاخص جوانه‌زنی Germination index	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)
S5498	64.279^{bc}	1.675^{bc}	1.750^{bc}	3.422^{bcd}	1.1302^{a}	.097^{c}	218.658^{cd}	.018^{ab}	.642^{bc}	.943^{cd}
RGC-1066	51.185^{c}	0.721^{d}	1.292^{cd}	2.014^{ef}	4.8984^{a}	.108^{c}	106.087^{e}	.018^{ab}	.511^{c}	.764de
RGC-1008	91.665^{a}	1.497^{bc}	1.565^{bcd}	3.062^{cde}	1.9674^{a}	.121^{bc}	285.697^{bc}	.017^{ab}	.916^{a}	1.579^{a}
HG-884	78.566^{ab}	2.150^{ab}	2.860^{a}	5.010^{a}	1.4247^{a}	.195^{a}	337.587^{ab}	.021^{a}	.785^{ab}	1.245^{bc}
RGC-1038	74.994^{ab}	1.820^{b}	2.557^{a}	4.377^{ab}	1.4599^{a}	.198^{a}	395.309^{a}	.020^{a}	.749^{ab}	1.195^{bc}
Saravan سراوان	46.424^{c}	0.544^{d}	0.893^{d}	1.437^{f}	5.5056^{a}	.0972^{c}	68.328^{e}	.019^{ab}	.464^{c}	.621^{e}
RGC-936	54.756^{c}	0.795^{d}	0.887^{d}	1.682^{f}	5.8737^{a}	.088^{c}	106.397^{e}	.014^{b}	.547^{c}	.864de
Grembite گرمبیت	55.967^{c}	1.045^{cd}	1.439^{cd}	2.484^{def}	1.6421^{a}	.120^{bc}	144.595^{e}	.018^{ab}	.559^{c}	.849de
Bampoor بمپور	80.949^{ab}	2.502^{a}	2.561^{a}	5.064^{a}	1.0358^{a}	.181^{a}	414.733^{a}	.022^{a}	.809^{ab}	1.340^{ab}
BR-99	82.138^{ab}	1.871^{ab}	2.251^{ab}	4.123^{abc}	1.2606^{a}	.160^{ab}	337.587^{ab}	.021^{a}	.821^{ab}	1.366^{ab}

مقادیر، میانگین ۳ تکرار و میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه لاتین هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱٪ در آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان نمی‌دهند.

Values, mean of 3 repetitions and means with similar letters do not show a significant difference at the statistical level of 1% in Duncan's multiple range test.

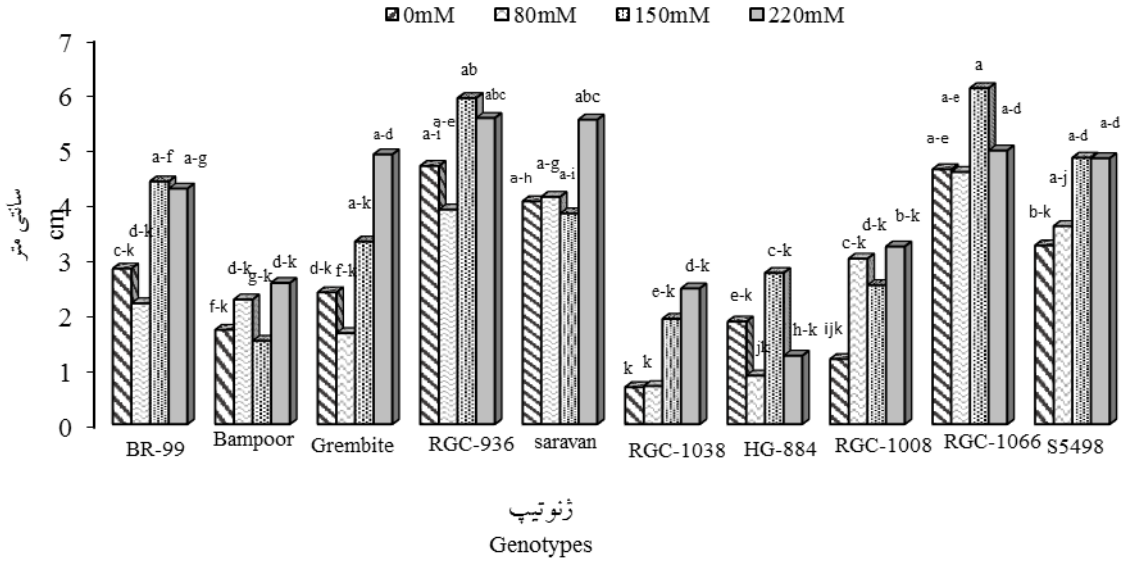
جدول ۳- تاثیر تیمار سطوح شوری با کلرید سدیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های گوار

Table 3- The effect of salinity treatment affected with Sodium Chloride on germination indices in different guar genotypes

شوری NaCl (salt) mMol	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	طول ساقه چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بر روز) Germination rate (day)
0	289.9130^{a}	1.7163^{a}	2.2360^{a}	3.9523^{a}	1.0920^{ab}
80	287.5126^{a}	1.7610^{a}	1.9463^{ab}	3.7073^{a}	1.1773^{a}
150	184.7152^{b}	1.2080^{b}	1.4793^{c}	2.6873^{ab}	0.9770^{b}
220	201.8215^{b}	1.1637^{b}	1.5623^{bc}	2.7247^{b}	1.0617^{ab}

مقادیر، میانگین ۳ تکرار و میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه لاتین هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱٪ در آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان نمی‌دهند.

Values, mean of 3 repetitions and means with similar letters do not show a significant difference at the statistical level of 1% in Duncan's multiple range test.



شکل ۱- اثرات تیمارهای مختلف شوری ناشی از کلرید سدیم در ژنوتیپ‌های مختلف گوار (طول گیاهچه: سانتی‌متر).

Fig 1- Effects of different salinity treatments induced by sodium chloride different Guar genotypes (seedling length: cm)

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ× شوری بر صفات جوانه‌زنی بذور

Table 4- Comparison of genotype × salinity interactions on seed germination traits

شوری Salt (Mm)	ژنوتیپ Genotypes	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	طول ساقه چه (سانتی‌متر) shoot length (cm)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) root length (cm)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد / روز) Germination rate (day)	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage	وزن خشک گیاهچه (گرم) Dry seedling weight (g)	شاخص جوانه‌زنی Germination index	وزن تر گیاهچه (گرم) Seedling fresh weight (g)
شاهد Control	S5498	0.0180^{abc}	2.35^{a-f}	1.92^{a-h}	0.9838^{b-j}	66.66^{a-f}	282.54^{b-m}	0.6666^{a-f}	0.0943^{d-i}
	RGC-1066	0.0138^{bc}	1.63^{b-i}	0.93^{e-k}	0.6233^{ij}	47.61^{def}	146.46^{g-n}	0.4762^{def}	0.0839^{f-i}
	RGC-1008	0.0162^{abc}	2.04^{a-h}	2.85^{abc}	1.54^{abc}	90.47^{abc}	446.55^{a-d}	0.9047^{abc}	0.1413^{a-i}
	HG-884	0.0216^{abc}	3.38^{a}	2.17^{a-g}	1.33^{a-i}	80.94^{a-e}	448.92^{abc}	0.8095^{a-d}	0.2242^{a}
	RGC-1038	0.0204^{abc}	3.43^{a}	2.08^{a-h}	1.21^{a-i}	76.18^{a-e}	423.17^{a-e}	0.7619^{a-e}	0.2248^{a}
	saravan	0.0224^{abc}	1.67^{b-i}	0.79^{f-k}	0.4267^{j}	28.57^{f}	70.37^{k-n}	0.2857^{f}	0.1134^{c-i}
	RGC-936	0.0123^{c}	0.9167^{e-i}	0.2323^{jk}	0.9967^{b-j}	57.13^{b-f}	71.42^{k-n}	0.5714^{b-f}	0.0770^{hi}
	Grembite	0.0170^{abc}	1.91^{a-i}	1.31^{d-k}	1.13^{a-j}	66.66^{a-f}	217.12^{c-n}	0.6666^{a-f}	0.1427^{a-i}
	Bampoor	0.0223^{abc}	2.26^{a-f}	2.70^{a-d}	1.21^{a-i}	71.42^{a-f}	356.94^{a-h}	0.7143^{a-e}	0.1970^{abc}
	BR-99	0.0202^{abc}	2.74^{a-d}	2.07^{a-h}	1.46^{a-e}	90.47^{abc}	423.17^{a-e}	0.9047^{abc}	0.1314^{a-i}
80	S5498	0.0201^{abc}	2.29^{a-f}	2.11^{a-h}	1.00^{b-k}	66.66^{a-f}	273.60^{b-n}	0.6666^{a-f}	0.1368^{a-i}
	RGC-1066	0.0241^{ab}	0.8867^{e-i}	0.6233^{h-k}	0.9367^{c-j}	66.66^{a-f}	105.03^{i-n}	0.6666^{a-f}	0.0915^{d-i}
	RGC-1008	0.0184^{abc}	1.90^{a-i}	1.41^{b-k}	1.71^{a}	100^{a}	331.66^{a-i}	1.00^{a}	0.1402^{a-i}
	HG-884	0.0212^{abc}	2.93^{abc}	2.97^{a}	1.29^{a-i}	80.94^{a-e}	481.77^{ab}	0.8095^{a-d}	0.2172^{ab}
	RGC-1038	0.0208^{abc}	2.15^{a-g}	1.67^{a-k}	1.26^{a-i}	76.18^{a-e}	287.92^{b-m}	0.7618^{a-e}	0.1956^{abc}
	saravan	0.0207^{abc}	1.09^{d-i}	2.82^{f-k}	0.8367^{c-j}	61.90^{a-f}	125.94^{h-n}	0.6190^{a-f}	0.1243^{b-i}
	RGC-936	0.0171^{abc}	1.10^{d-i}	1.63^{a-k}	1.09^{a-j}	66.66^{a-f}	213.18^{c-n}	0.6666^{a-f}	0.1112^{c-i}
	Grembite	0.0174^{abc}	1.46^{c-i}	1.05^{e-k}	0.8267^{d-j}	57.14^{b-f}	144.18^{g-n}	0.5714^{b-f}	0.1241^{b-i}
	Bampoor	0.0245^{ab}	3.20^{ab}	2.88^{ab}	1.51^{a-d}	90.47^{abc}	546.50^{a}	0.9047^{abc}	0.1844^{a-e}
	BR-99	0.0232^{abc}	2.24^{a-f}	2.41^{a-e}	1.29^{a-i}	76.18^{a-e}	365.29^{a-g}	0.7618^{a-e}	0.1624^{a-h}
150	S5498	0.0155^{bc}	0.8567^{e-i}	1.33^{d-k}	0.9100^{c-j}	61.89^{a-f}	121.36^{h-n}	0.6190^{a-f}	0.0756^{hi}
	RGC-1066	0.0146^{bc}	1.59^{b-i}	0.6733^{g-k}	0.7000^{g-j}	42.85^{ef}	92.18^{i-n}	0.4284^{ef}	0.1113^{c-i}
	RGC-1008	0.0190^{abc}	0.93^{e-i}	0.72^{g-k}	1.66^{ab}	95.23^{ab}	156.90^{f-n}	0.9524^{ab}	0.1118^{c-i}
	HG-884	0.0178^{abc}	2.19^{a-g}	1.69^{a-k}	0.8500^{c-j}	66.66^{a-f}	248.86^{b-n}	0.6666^{a-f}	0.1232^{b-i}
	RGC-1038	0.0205^{abc}	2.10^{a-h}	2.01^{a-h}	1.18^{a-i}	76.18^{a-e}	319.82^{a-j}	0.7617^{a-e}	0.1956^{abc}
	saravan	0.0137^{bc}	0.46^{hi}	0.2367^{k}	0.4667^{j}	42.85^{ef}	40.13^{n}	0.4285^{ef}	0.0630^{i}
	RGC-936	0.0148^{bc}	0.5267^{ghi}	0.36^{jk}	0.6600^{hij}	47.61^{def}	49.13^{mn}	0.4761^{def}	0.0796^{ghi}
	Grembite	0.0192^{abc}	1.63^{b-i}	1.37^{c-k}	0.6933^{g-j}	52.37^{c-f}	161.13^{f-n}	0.5238^{c-f}	0.1216^{b-i}
	Bampoor	0.0220^{abc}	2.45^{a-e}	2.12^{a-h}	1.34^{a-h}	80.94^{a-e}	366.06^{a-g}	0.8095^{a-e}	0.1946^{abc}
	BR-99	0.0211^{abc}	2.04^{a-h}	1.54^{a-k}	1.29^{a-i}	80.94^{a-e}	291.55^{b-l}	0.8095^{a-e}	0.1784^{a-f}
220	S5498	0.0197^{abc}	1.50^{c-i}	1.33^{d-k}	0.8733^{c-j}	61.89^{a-f}	197.11^{e-n}	0.6190^{a-f}	0.0826^{f-i}
	RGC-1066	0.0232^{abc}	1.05^{e-i}	0.66^{h-k}	0.7967^{e-j}	47.61^{def}	80.65^{j-n}	0.4761^{def}	0.1483^{a-i}
	RGC-1008	0.0181^{abc}	1.39^{c-i}	1^{e-k}	1.39^{a-g}	80.95^{a-e}	207.66^{d-n}	0.8095^{a-e}	0.0940^{d-i}
	HG-884	0.0269^{a}	2.39^{abc}	1.75^{a-j}	1.51^{a-d}	85.71^{a-d}	401.69^{a-e}	0.8571^{a-d}	0.2166^{ab}
	RGC-1038	0.0200^{abc}	2.53^{a-e}	1.51^{a-k}	1.12^{a-j}	71.42^{a-e}	299.12^{b-k}	0.7142^{a-e}	0.1774^{a-g}
	saravan	0.0193^{abc}	0.3433^{i}	0.33^{jk}	0.7567^{e-j}	52.37^{c-f}	36.85^{n}	0.5238^{c-f}	0.0880^{e-i}
	RGC-936	0.0151^{bc}	1^{e-i}	0.8633^{f-k}	0.7067^{f-j}	47.61^{def}	91.84^{i-n}	0.4761^{def}	0.0862^{f-i}
	Grembite	0.0184^{abc}	0.7433^{f-i}	0.44^{ijk}	0.7467^{f-j}	47.61^{def}	55.94^{lmn}	0.4761^{def}	0.0941^{d-i}
	Bampoor	0.0231^{abc}	2.32^{a-f}	2.29^{a-f}	1.29^{a-i}	80.95^{a-e}	389.41^{a-f}	0.8095^{a-e}	0.1591^{a-i}
	BR-99	0.0203^{abc}	1.79^{a-i}	1.45^{b-k}	1.41^{a-f}	80.95^{a-e}	257.89^{b-n}	0.8095^{a-e}	0.1701^{a-h}

مقادیر، میانگین ۳ تکرار و میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه لاتین هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱٪ در آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان نمی‌دهند

Values, mean of 3 repetitions and means with similar letters do not show a significant difference at the statistical level of 1% in Duncan's multiple range test.

همبستگی صفات و تجزیه خوشه‌ای

بین درصد جوانه‌زنی بذر با طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و بنیه بذر همبستگی مثبت و معنی‌دار و با نسبت ساقه به ریشه همبستگی معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). در یک مطالعه، مشخص شد که درصد جوانه‌زنی با وزن خشک گیاهچه و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (Gholinejad, 2014).

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، توده محلی بمپور از نظر کلیه صفات مورد بررسی با ژنوتیپ خارجی RGC-1038 در یک گروه قرار گرفته اند و همچنین ژنوتیپ RGC-936 و RGC- 1066 نیز در یک گروه قرار دارند (شکل ۲). بنظر می‌رسد، با توجه به این که ژنوتیپ‌های مختلف بذر گوار در شرایط یکسانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، احتمالاً دلیل این برتری ناشی از ساختار ژنتیکی ژنوتیپ‌های بذر گوار بوده است. نتایج مشابهی نیز در مورد تأثیر ساختار ژنتیکی بر بنیه بذر گندم گزارش شده است (Soltani *et al.*, 2001).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ RGC-1008 دارای بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و توده بومی سراوان کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی نشان دادند. در کلیه تیمارهای شوری، توده بمپور که یک توده بومی ایران می‌باشد، دارای بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌باشد. تیمار اثر متقابل ۸۰ میلی‌مولار و توده بمپور دارای بیشترین وزن خشک گیاهچه را به خود اختصاص داد. همچنین اثر متقابل شوری در ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ HG-884 در سطح شوری ۲۲۰ میلی‌مولار بیشترین بنیه بذر را دارد. با توجه به اینکه برای مطالعات تحمل به شوری در گیاهان، ارزیابی تحمل در همه مراحل رشدی گیاه ضروری به نظر می‌رسد. غربالگری توده‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف فقط بر پایه تحمل در مرحله جوانه‌زنی نمی‌تواند بر تحمل گیاه در مراحل بعدی رشد دلالت کامل داشته باشد، بنابراین مطالعات مزرعه ای اثرات تنش شوری ضروری بنظر می‌رسد.

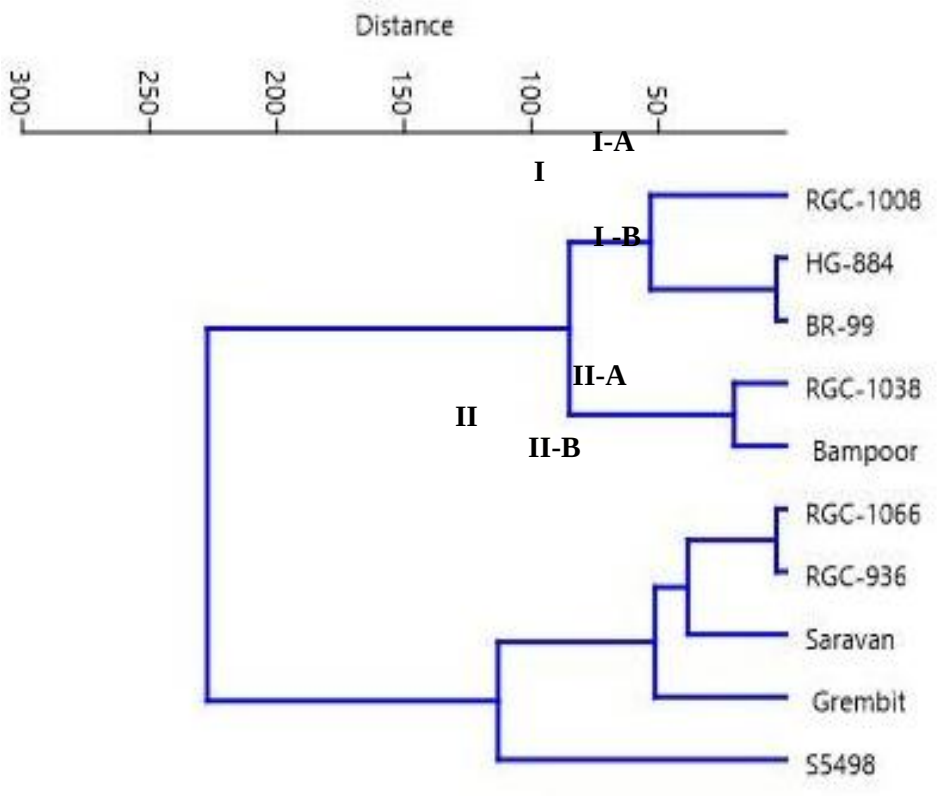
جدول ۵- ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی جوانه‌زنی بذور ژنوتیپ‌های گوار تحت تنش شوری

Table 5- Correlation of investigated traits associated with seed germination of guar genotypes under salinity stress

	GP	RL	SL	SeL	Sh/R	FW	Ge	GI	DW	BS
GP	1									
RL	0.533**	1								
SL	0.429**	0.763**	1							
SeL	0.510**	0.934**	0.944**	1						
Sh/R	-0.223*	-0.354**	-0.248**	-0.318**	1					
FW	0.480**	0.633**	0.753**	0.741**	-0.162ns	1				
Ge	0.936**	0.532**	0.452**	0.523**	-0.245**	0.516**	1			
GI	1.000**	0.533**	0.429**	0.510**	-0.223*	0.480**	0.936**	1		
DW	0.342**	0.415**	0.495**	0.486**	-0.023ns	0.677**	0.332**	0.342**	1	
BS	0.752**	0.896**	0.830**	0.918**	-0.282**	0.710**	0.737**	0.752**	0.432**	1

ns ,** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱درصد, (GP – درصد جوانه‌زنی Germination percent), (RL – طول ریشه‌چه Rootlet Lenght), (SL – طول ساقه‌چه Stemlet Lenght), (SeL – طول گیاهچه Seedling length), (Sh/R- نسبت ساقه به ریشه Shoot.Root), (FW - وزن تر گیاهچه Fresh weight), (Ge – سرعت جوانه‌زنی Germ rate), (GI -شاخص جوانه‌زنی Germmination index), (DW- وزن خشک گیاهچه Dryweight seeding), (BS – بنیه بذر Bonye seed)

ns and **, non-significant and significant at P<0.01, respectively.



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گوار تحت تاثیر سطوح مختلف شوری.

Fig 2- Dendrogram of cluster analysis: the UPGMA dendrogram for main effects of guar genotypes affected by salinity levels.

Reference

منابع

Alizadeh, A.2002. Agricultural drought management. Journal of drought. 3:3-7. (In Persian)

Alshammary, S.F., Y.L. Qian, and S.J. Wallner. 2004. Growth response of four turfgrass species to salinity. J. Agric. Water. Manage. 66: 97–111.

Bewley, J.D., and M. Blak. 1998. A Seed: physiology of development and germination second edition. Plenum Press, New York.

Bewley, J.D., and M. Blak, 1998. B Seed: physiology of development and germination second edition. Plenum Press, New York.

Ebrahimi, O., M. Mohammad Esmaeili, H. Sabouri, and A. Tahmasebi. 2012. Effects of salinity and drought stresses on germination of two rangeland plants of *Agropyron elongatum* and *Agropyron desertorum*. Desert Ecosyst. Eng. J. 1 (1), 31-38. (In Persian)

Endalew, T., A. Mebeaselassie, and T. Kindie. 2013. Genotypic variation for salinity tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes at early growth stages. J. Stress Physiol. Biochem. 9(2): 253-262.

Francois, L.E., T.J. Donovan, and E.V. Maas. 1990. Salinity effects on emergence, vegetative growth, and seed yield of guar. Agron. J. 82:587–592.

Farhoudi, R., F. Sharifzadeh, K. Poustini, M.T. Makkizadeh, and M. Kochak pour. 2007. The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.) seedlings grown under saline conditions. Seed Sci. Technol. 35: 754-759.

Ghoulam, C., and K. Fares. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Sci. Technol. 29 (2):357-364.

Gholinejad, E., 2014. The Effects of Salinity Stress on Related germination traits of wheat genotypes. J. plant Res. (Iranian J. Biol.). 27:2: 276-287.

Ghassemi-Golezani K., S. Heydari, and S. Hassannejad. 2015. Seed vigor of maize (*Zea mays*) cultivars affected by position on ear and water stress. Azarian J. Agric. 2:40-45.

Ghassemi-Golezani K., M. Mohammadi, S. Zehtab- Salmasi, and S. Nasrollahzadeh. 2016. Changes in seed vigor of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars during maturity in response to water limitation. Acta Agric. Slov. 107 -1.

Grover, K., S. Singla, S. Angadi, S. Begna, B. Schutte, and D. Leeuwen. 2016. Growth and yield of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under different planting dates in the semi-arid southern high plains. Am. J. Plant Sci. 7: 1246-1258.

Gresta, F., G. Avolab, S. Cannavòa, and C. Santonocetoa. 2018. Morphological, biological, productive and qualitative characterization of 68 guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) Genotypes. Ind. Crops Prod. 114: 98-107.

Houle, G., L. Morel, C.E. Reynolds, and J. Siegel. 2001. The effect of salinity on different developmental stages of an endemic annual plant, *Aster laurentianus* (Asteraceae). Am. J. Bot. 88: 62-67.

Hojjat, S. S. 2011. Effect of seed size on germination and seedling growth of some Lentil genotypes (Lens culinaris Medik.). Int. J. Agric. Crop. Sci. 1: 1-5.

Hasanvand, M., K. Taleshi, N. Osoli, A.H. Papaei1, and M. Dehestani. 2019. Effect of salinity stress on germination characteristics of Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) J. Agric. Res. 10(2): 77-96.

Jimenez, J.S.B., R. Craig, and J.P. Lunch. 2002. A Salinity tolerance of phaseolus species during germination and early seeding growth. Crop Sci. 42: 1584-1594.

Kamyab, F., Sh. Vaezi, M.J. Aghaei, and M. Rabiei. 2013. The effect of salinity on germination and seedling growth in Cowpea genotypes (*Vigna unguiculata*). Journal of Seed Ecophysiology Volume Two, Number One, First Half. 96: 1-15.

Murillo-Amador, B., E. Troyo-Diégez, A. Lopez-Cortés, H.G. Jones, F. Ayala-Chairez, and C.L. Tinoco-Ojanguren. 2002. Salt tolerance of cowpea genotypes in the emergence stage. Aust. J. Exp. Agric. 41: 81-88.

Mabood, F., and D. L. Smith. 2005. Pre-incubation of Bradyrhizobium japonicumwithjasmonates accelerates nodulation and nitrogen fixation in soybean (*Glycine max*L.) at optimal andsuboptimal root zone temperatures. Physiol. Plant. 125: 311-323.

Moussavi Nick, M., M. Dahmardeh, and A. R. Sirousmehr. 2016. Seed physiology and functional aspects of agriculture. Publications University of Mashhad. (In Persian)

Meftahizade, H., M. Ghorbanpour, and M.H. Asareh. 2019. Comparison of morphological and phytochemical characteristics in guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) landraces and cultivars under different sowing dates in an arid environment. Ind. Crops Prod. 140: 1-15.

Noor, E., FM. Azhar, and AL. Khan. 2001. Differences in responses of *gossypium hirsutum L*. varieties to NaCl salinity at seedling stage. J. Agric. Biol. 4: 345-347.

Okcu, G., M.D. Kaya, and M. Atak. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling grow of Pea (*Pisum sativum L.*). Turk. J. Agric. 29: 237– 242.

Ramarajan, S., A.R.S. Beschi, J. L. Henry, and G.A. Saravana. 2013. A Seed Germination and Biochemical Changes in *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub (Var. Pusa Naubahar) under Salt Stress. J. Crop. Sci Technol. 2(3): 4-9.

Ramarajan, S., A.R.S. Beschi, J. L. Henry, and G.A. Saravana. 2013. Seed Germination and Biochemical Changes in *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub (Var. Pusa Naubahar) under Salt Stress. J. Crop. Sci Technol. 2(3): 4-9.

Rasheed, M.J.Z., K. Ahmad, M. Ashraf, F. Al-Qurainy, S. Khan, and H.U.R. Athar. 2015. A Screening of diverse local germplasm of guar [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] for salt tolerance: A possible approach to utilize salt-affected soils. Pak. J. Bot. 47:1721–1726.

Soltani, A., S. Galeshi, E. Zenali, and N. Latifi. 2001. Germinatin seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. Technol. 30: 51-60.

Soltani, A., E. Zeinali, S. Galeshi, and N. Latifi. 2001. Genetic variation for and interrlationships among seed vigour traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. Seed Sci. Technol. 29: 653-662.

Serraj, R., and T.R. Sinclair. 2002. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions? Plant Cell Environ. 25 (2): 333-341.

Shakeri, E., Y. Imam, M. Jahani-Dozzlu, and S.A. Tabatabai. 2015. Evaluation of Germination and Seedling Growth Indices of Lines and Sorghum Cultivars under Salinity Stress Conditions Iranian J. Seed Sci. Technol. 5 (2): 75-65.

Teolis, I., W. Liu, and E.B. Peffley. 2009. A Salinity effects on seed germination and plant growth of guar. Crop Sci. 49:637–642.

Teolis, I., W. Liu, and E.B. Peffley. 2009. B Salinity effects on seed germination and plant growth of guar. Crop Sci. 49:637–642.

Windauer L, A. Altuna, and R. Benech-Arnold. 2007. Hydrotime analysis of Lesquerella fendleri seed germination responses to priming treatments. Ind. Crops Prod. 25: 70-74.

Yazdani Buick, R., P. Rezvani Moghaddam, H.R. Khazaei, R. Ghorbany, and A. Astaray. 2010. Effects of drought and salinity stress on seed germination, mike thistle. Iranian J. Field Crop Res. 8: 12-19. (In Persian)