

بررسی تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و شاخص‌های آن در چهار رقم گیاه آفتابگردان

Effects of different salinity levels on germination indices in four sunflower varieties

خداداد مصطفوی^{۱*}، علیرضا حیدریان^۲

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر سطوح مختلف شوری بر روی صفات مرتبط با جوانه‌زنی چهار رقم آفتابگردان آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج به اجرا درآمد. فاکتور اول ارقام آفتابگردان در چهار سطح شامل هایسان، مگاسان، اروفلور و آذرگل. فاکتور دوم سطوح مختلف شوری در پنج سطح شامل صفر (آب مقطر)، ۰/۳، ۰/۵، ۱- و ۱/۵- مگا پاسکال بودند. در تجزیه واریانس اثر رقم در اکثر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. اثر شوری بر وزن خشک و تر ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه، وزن خشک و تر ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیه بذر معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر متقابل رقم و شوری بر صفاتی از جمله وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک و تر ریشه‌چه در سطح احتمال پنج درصد و بر وزن تر ساقه‌چه و گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیه بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تمامی صفات مورد بررسی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و بنیه بذر با افزایش شوری در تمام ارقام کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقادیر وزن خشک ساقه‌چه و گیاه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاه‌چه و طول ریشه‌چه مربوط به رقم هایسان بود. صفاتی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در رقم اروفلور بالاتر از سایر ارقام مشاهده شد. هم‌چنین رقم آذرگل بیشترین مقدار وزن خشک ریشه‌چه، طول ریشه‌چه و بنیه بذر را داشت.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، گیاهچه، هیپوکوتیل

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه اصلاح نباتات، کرج، ایران

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه زراعت، مشهد، ایران

* نویسنده مسئول: Mostafavi@kia.ac.ir

مقدمه

که بسته به نوع گیاه و میزان حساسیت آنها به شوری متفاوت است. مثلاً در گیاهان مقاوم به شوری یون‌های سدیم و کلسیم در واکنش و در ارقام حساس در سیتوپلاسم سلول تجمع پیدا می‌کنند (Gholam *et al.*, 2002).

گیاه آفتابگردان در گروه گیاهان نسبتاً مقاوم به شوری قرار دارد. عملکرد آفتابگردان در شوری حدود ۵ دسی‌زیمنس بر متر آسیمی نمی‌بیند ولی شوری حدود ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش ۵۰ درصدی عملکرد می‌شود، بنابراین در این شرایط مقدار بذر مصرفی بایستی افزایش یابد (خواجه پور، ۱۳۸۵). دمیر و اوزتورک (Demir and Ozturk, 2003) در بررسی سطوح مختلف شوری آب و خاک بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سه رقم گلرنگ، مشاهده کردند که طول ریشه چه و ساقه چه و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه با افزایش سطوح شوری کاهش می‌یابد. رجیانی و همکاران (Reggiani *et al.*, 1995) بیان نمودند با افزایش غلظت نمک اثر باز دارنده شوری بر رشد اجزای گیاهچه در سه رقم گندم مورد مطالعه کاملاً مشهود است، اما کاهش رشد اجزای گیاهچه در نتیجه غلظت نمک در این سه رقم یکسان نبود. در بین گیاهان مختلف و حتی بین واریته‌های مختلف یک گونه از نظر مقاومت به شوری در مرحله‌ی جوانه‌زنی تفاوت‌های زیادی وجود دارد. درک کامل از عکس‌العمل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذور نسبت به شوری در انتخاب ارقام متحمل به شوری مفید است. گیاهان زراعی تا یک حد آستانه می‌توانند شوری را تحمل کنند و بعد از آن با افزایش شوری عملکرد آنها به طور خطی کاهش می‌یابد (Fowler 1991 و Soltani *et al.*, 2001). با شناخت آستانه تحمل گیاهان زراعی و مطالعه روی ارقام و بررسی میزان تحمل آنها به شوری می‌توان بهترین انتخاب را در رقم با توجه به شوری منطقه داشت. مطالعه دقیق اثر پتانسیل منفی بر جوانه‌زنی در شرایط مزرعه و گلخانه مشکل است، زیرا شبیه‌سازی شرایط مشابه مناطق شور بسیار مشکل می‌باشد، لذا مطالعه در این مورد معمولاً در شرایط آزمایشگاه انجام می‌شود. در این تحقیق سعی شده تا با بررسی چهار رقم آفتابگردان تحت سطوح مختلف شوری بتوان رقم یا رقم‌هایی

شوری یکی از عوامل عمده محیطی است که در حال حاضر تولید محصولات زراعی را کاهش می‌دهند (Serrano *et al.*, 1999). بالغ بر ۸ میلیون هکتار از زمین‌های جهان تحت تاثیر شوری قرار دارند (Munns, 2005). از طرف دیگر کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده و حدود ۱۵٪ از کل اراضی زراعی کشور تحت تاثیر شوری قرار دارند، بنابراین مشکل شوری باید مورد توجه خاصی قرار گیرد. دامنه تحمل گیاهان نسبت به شوری متفاوت است و انتخاب گیاه برای کشت در زمین‌های شور باید از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

(Khan and Gulzar, 2003)

اگرچه تنش شوری در تمام مراحل رشدی گیاه می‌تواند رخ دهد اما با توجه به اینکه استقرار اولیه گیاه در عملکرد نهایی تاثیر زیادی دارد تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای برای گیاه می‌تواند بسیار مضر باشد (Rauf *et al.*, 2007). یکی از مراحل حساس گیاه به تنش شوری، مرحله جوانه‌زنی است.

(Kader and Jutzi, 2004)

سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو از دلایل حساسیت گیاه به شوری در این مرحله است (Farokhi and Galeshi, 2005). شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم و کلر و همچنین کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز گیاه مانند کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زنی بذور و رشد آنها تاثیر می‌گذارد (Khan and Gulzar, 2003). این تاثیر در گیاهان هالوفیت معمولاً به خاطر اثر اسمزی است، حال آن که این کاهش در گیاهان غیر هالوفیت حاصل اثر سمیت یونی نیز می‌باشد (Bajji *et al.*, 2002). مطالعات متعدد نشان داده است که درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور با افزایش شوری کاهش می‌یابد.

(Soltani *et al.*, 2001، Irannejad *et al.*, 2009)

تحت تنش شوری، گیاهان مکانیزم‌های پیچیده‌ای برای سازگار شدن با تنش اسمزی و سمیت یون‌ها به کار می‌برند

بررسی تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و شاخص‌های آن در چهار رقم گیاه آفتابگردان

درجه سانتی‌گراد برای روز و ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای شب و در شرایط نوری ۸ ساعت روز و ۱۶ ساعت شب قرار داده شدند. شمارش بذور جوانه زده به صورت روزانه و در ساعت معینی انجام شد. بذوری جوانه زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آنها حداقل ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود. پس از گذشت ۱۲ روز صفاتی نظیر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاه‌چه، بنیه بذر و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه محاسبه شد. نحوه محاسبه‌ی برخی از صفات به شرح زیر می‌باشد:

$$GP = (Ni/S) \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

در این فرمول GP درصد جوانه‌زنی و Ni تعداد بذور جوانه زده در روز i ام و S تعداد کل بذور کشت شده می‌باشد (Bajji et al., 2002).

$$GR = \sum Ni/Ti \quad \text{معادله (۲)}$$

در این فرمول GR سرعت جوانه‌زنی (بر حسب تعداد بذر جوانه زده در روز) و Ni تعداد بذور جوانه زده در روز i ام و Ti تعداد روز تا شمارش i ام می‌باشد (Bajji et al., 2002). بنیه بذر (SV) نیز از حاصلضرب مجموع طول ریشه‌چه (RL) و ساقه‌چه (PL) در درصد جوانه‌زنی (GP) بدست آمد (Bajji et al., 2002):

$$SV = (PL + RL) \times GP \quad \text{معادله (۳)}$$

پس از بررسی مقدماتی داده‌ها و نحوه پراکنش آنها، فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد و داده‌هایی که از توزیع نرمال انحراف داشتند با تبدیل داده نرمال شدند. داده‌های درصدی (بین صفر تا ۳۰ و ۷۰ تا ۱۰۰ درصد) نرمال نبودند که از تبدیل زاویه‌ای برای نرمال کردن آنها استفاده شد. برای داده‌های درصدی تجزیه واریانس و مقایسه میانگین روی مقادیر تبدیل شده انجام شد سپس داده‌ها به مقیاس اصلی خود بازگردانده شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

را برای زمین‌های شوری که به این علت مورد کشت و کار قرار نمی‌گیرند معرفی کرد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای ارقام آفتابگردان نسبت به تنش شوری آزمایشی در سال ۱۳۸۹ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج به اجرا در آمد. این آزمایش دارای ۲ فاکتور بود که فاکتور اول شامل رقم در چهار سطح به ترتیب شامل رقم آذرگل، اروفلور، مگاسان و هایسان و سطوح مختلف تنش شوری در پنج سطح با پتانسیل‌های صفر (آب مقطر)، ۰/۳، ۰/۵، ۱- و ۱/۵- مگا پاسکال به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شدند. سطوح مختلف پتانسیل اسمزی با استفاده از نمک کلرید سدیم، آب مقطر استریل شده و دستگاه EC متر (Metrohm (Model: 712 آماده شدند. به این ترتیب که با قرار دادن حس گر دستگاه EC متر در آب مقطر و قرائت صفحه نمایش -گر، نمک کلرید سدیم تا رسیدن به سطح شوری مورد نظر اضافه گردید. در این روش حین اضافه نمودن نمک کلرید سدیم به آب مقطر از هم‌زن مغناطیسی برای محلول شدن کامل نمک در آب استفاده شد. پیش از شروع آزمایش بذور سالم از هر رقم جدا و ضد عفونی شدند. به منظور ضد عفونی، ابتدا بذور به مدت ۲۰ دقیقه در محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم غوطه ور شدند و سپس چندین مرتبه با آب مقطر شسته شدند. آنگاه بذور به پتری دیش‌های یکبار مصرف استریل شده‌ای که در کف آنها کاغذ صافی واتمن قرار گرفته بود منتقل گردیدند. قطر پتری دیش‌ها ۹ سانتی‌متر و تعداد بذر در هر پتری دیش ۲۰ عدد بود. به هر پتری دیش مقدار ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر یا محلول‌های مورد نظر بسته به تیمار مربوطه افزوده شد. پس از بسته شدن ظروف با پارافیلیم، پتری دیش‌ها در اتاقک رشد (ژرمیناتور مدل indoosaw-6785) با رطوبت ۶۵ درصد و در دمای ۲۵

نتایج و بحث

تنش شوری نسبت به طول ریشه‌چه دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در شوری بر روی صفات مورد بررسی نشان داد که بیشترین مقادیر وزن خشک ریشه‌چه، طول ریشه‌چه و بنیه بذر مربوط به تیمار آذرگل در صفر مگاپاسکال تنش شوری، وزن‌تر ریشه‌چه و گیاه‌چه و طول ساقه‌چه مربوط به تیمار مگاسان در صفر مگاپاسکال مشاهده شد. هم‌چنین تیمارهای مگاسان در ۰/۵- مگاپاسکال، مگاسان در ۱- مگاپاسکال و هایسان ۰/۵- مگاپاسکال به ترتیب دارای بیشترین مقادیر وزن خشک ساقه‌چه، وزن‌تر ساقه‌چه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه بودند (جدول ۳). مطالعه درصد جوانه‌زنی ارقام مختلف نشان داد که رقم اروفلور تا شوری ۱/۵- مگاپاسکال در مقایسه با ارقام دیگر از نظر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی رقم برتر می‌باشد (جدول ۲).

نتایج این بررسی با یافته‌های کریمی و همکاران (Karimi et al., 2011) در کاهش وزن خشک ساقه‌چه در اثر تنش شوری مطابقت داشت. بایوردی و طباطبایی (Bybordi and Tabatabaei, 2009)، تانکتورک و همکاران (Tunçtürk et al., 2011) در ارقام کلزا و اکرم و همکاران (Akram et al., 2007) در آفتابگردان نشان دادند که تنش شوری باعث کاهش وزن خشک و تر ریشه‌چه گردید. حسین و همکاران (Hussain et al., 2008) بیان داشتند که تحمل تنش شوری با کاهش جذب یون سدیم ارتباط دارد. تورهان و ایاز (Turhan and Ayaz, 2004) دریافتند که افزایش سطوح شوری با اثر بر روی تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه جوانه‌زنی گیاهچه را کاهش داد. آنها همچنین دریافتند که اثر بازدارندگی کلرید سدیم بر جوانه‌زنی بذر آفتابگردان به جذب یون‌های کلر و سدیم توسط هیپوکوتیل بستگی دارد. بررسی‌های شهید و همکاران (Shahid et al., 2011) در نخود فرنگی، کایا و آیک (Kaya and Ipek, 2003) در گلرنگ و محمد و همکاران (Mohammed et al., 2002) در آفتابگردان نشان داد که درصد جوانه‌زنی با افزایش تنش شوری کاهش یافت.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۱ نشان می‌دهد که اثر رقم در تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. اثر شوری بر وزن خشک و تر ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار ($p < 0.05$) و بر وزن خشک و تر ریشه‌چه، وزن‌تر گیاهچه، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیه بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ($p < 0.01$) بود (جدول ۱). همچنین اثر متقابل رقم و شوری بر صفاتی از جمله وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک و تر ریشه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار ($p < 0.05$) و بر وزن‌تر ساقه‌چه و گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیه بذر بسیار معنی‌دار ($p < 0.01$) بود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقادیر وزن خشک ساقه‌چه و گیاه‌چه، وزن‌تر ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاه‌چه و طول ریشه‌چه مربوط به رقم هایسان بود (جدول ۲). صفاتی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی که معیاری از رشد اولیه و سریع گیاهچه‌ها می‌باشد و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در رقم اروفلور بالاتر از سایر ارقام مشاهده شد (جدول ۲). همچنین رقم آذرگل بیشترین مقدار وزن خشک ریشه‌چه، طول ریشه‌چه و بنیه بذر را داشت (جدول ۲).

مقایسه میانگین داده‌ها در تیمارهای مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافته به طوری که سرعت جوانه‌زنی حساس‌تر از درصد جوانه‌زنی بود (جدول ۲). با توجه به جدول ۲ مشاهده گردید که بالاترین طول ریشه‌چه مربوط به رقم آذرگل و بالاترین طول ساقه‌چه مربوط به رقم هایسان بود. با افزایش تنش شوری طول ساقه‌چه به شدت کاهش نشان داد به طوری که طول ساقه‌چه در تیمار شاهد از ۴/۱۹ سانتیمتر به ۲ سانتیمتر در پتانسیل اسمزی ۱/۵- مگاپاسکال کاهش یافت (جدول ۲). با توجه به نتایج آزمایش چنین استدلال می‌شود که طول ساقه‌چه حساسیت بیشتری به

بررسی تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و شاخص‌های آن در چهار رقم گیاه آفتابگردان

گیاه نسبت به این تنش است. آنها همچنین دریافتند که تحت تنش شوری عملکرد هورمون سیتوکینین در ریشه‌چه متوقف می‌شود بنابراین طول ریشه‌چه معیار مناسبی برای اندازه‌گیری تحمل به تنش شوری در گیاهان مختلف است. حسین و همکاران (Hussain *et al.*, 2011) علت تفاوت تحمل ارقام آفتابگردان به تنش شوری را وجود تنوع ژنتیکی دانستند. یافته‌های خدارحیم‌پور (Khodarahmpour, 2011) و منساه و همکاران (Mensuh *et al.*, 2006) و مصطفوی (Mostafavi, 2011) بر کاهش بنیه بذر توسط تنش شوری تاکید داشت.

بایوردی و طباطبایی (Bybordi and Tabatabaei, 2009) اعلام کردند که کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی با کاهش جذب آب توسط بذر در مرحله آبیگری و تورژسانس ارتباط دارد. کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش تنش شوری توسط ییلدریم و گونچ (Yildirim and Guvenc, 2006) در فلفل و اوکسو و همکاران (Oksu *et al.*, 2005) در نخود فرنگی گزارش شده بود. نور و همکاران (Noor *et al.*, 2001) در بررسی اثر تنش شوری بر طول ریشه‌چه یازده رقم پنبه نشان دادند که این صفت تاثیرپذیری بیشتری نسبت به طول ساقه‌چه داشت و نتیجه گرفتند که طول ریشه‌چه حساس‌ترین قسمت

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف ارقام آفتابگردان تحت تیمار تنش شوری.

Table 1- Analysis of variance (Mean square) for different traits in sunflower cultivars under salinity stress

منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی d.f.	وزن خشک ساقه‌چه Soot dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Rootlet dry weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	وزن تر ساقه‌چه Soot fresh weight	وزن تر ریشه‌چه Rootlet fresh weight	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight
رقم (Cultivar)	3	0.002**	0.183**	0.003**	0.278**	0.019**	0.411**
شوری (Salinity)	4	0.022*	0.289**	0.001*	0.026*	0.02**	0.062**
شوری × رقم	12	0.013*	0.063*	0.0001ns	0.036**	0.004*	0.037**
Cultivar × Salinity							
خطا (Error)	60	0.002	0.029	0.0001	0.008	0.002	0.011
ضریب تغییرات: C.V.%		2.00	2.12	0.36	0.65	1.74	1.38
منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی d.f.	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	طول ساقه‌چه Shoot length	طول ریشه‌چه Root length	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Root length/Shoot length	بنیه بذر Kernel vigor
رقم (Cultivar)	3	6501.68**	12641.65**	14.83**	18.60**	4.98*	160.29**
شوری (Salinity)	4	979.11**	656.76**	13.65**	36.04**	8.26**	79.21**
شوری × رقم	12	86.39ns	58.99ns	1.95**	11.93**	7.50**	9.08**
Cultivar × Salinity							
خطا (Error)	60	73.44	46.64	0.37	1.91	1.93	1.92
ضریب تغییرات: C.V.%		1.98	2.16	0.85	1.58	0.37	0.62

ns, * و **: بترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: not-significant and significant at 5 and 1 percent level of probability, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده رقم و شوری برای صفات مورد بررسی در ارقام آفتابگردان با روش دانکن

Table 2- Mean comparison of cultivars and salt simple effects for investigated traits in sunflower cultivars using Duncan multiple range test

صفات Traits	رقم (Cultivar)				سطوح شوری (مگاپاسکال) (MP)				
	آذرگل (Azargol)	اروفلور (Euroflor)	هایسان (Hisun)	مگاسان (megasun)	0	-0.3	-0.5	-1	-1.5
وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Soot dry weight	0.039a	0.027a	0.044a	0.023a	0.04a	0.04a	0.03a	0.03a	0.03a
وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Rootlet dry weight	0.59a	0.39b	0.55a	0.43b	0.66a	0.55a	0.54a	0.39b	0.32b
وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight	0.051a	0.031b	0.053a	0.03b	0.05a	0.04a	0.04a	0.04a	0.03a
وزن تر ساقه‌چه (گرم) Soot fresh weight	0.37b	0.30c	0.50a	0.22d	0.39a	0.36a	0.35a	0.34ab	0.29b
وزن تر ریشه‌چه (گرم) Rootlet fresh weight	0.069b	0.055b	0.13a	0.08b	0.11a	0.11a	0.10a	0.05b	0.03b
وزن تر گیاهچه (گرم) Seedling fresh weight	0.445b	0.36c	0.63a	0.30c	0.47a	0.47a	0.45a	0.45a	0.33b
درصد جوانه‌زنی Germination percent	72.38a	75.68a	61.04b	35.89c	69.52a	68.96a	59.52b	56.60bc	51.64c
سرعت جوانه‌زنی (بذر جوانه زده در روز) Germination speed	37.45c	75.68a	61.05b	18.86d	55.88a	52.60ab	48.50bc	44.66c	39.64c
طول ساقه‌چه (سانتیمتر) Shoot length	4.28a	2.83b	4.47a	2.95b	4.20a	4.17a	3.94a	3.86a	2.01b
طول ریشه‌چه (سانتیمتر) Root length	6.98a	4.87b	5.42b	5.03b	7.33a	6.21b	6.07b	4.89c	3.38d
نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Root length/Shoot length	7.26ab	7.56a	6.38b	7.09ab	8.23a	6.96b	6.95b	6.89b	6.31b
بینه بذر Kernel vigor	10.09a	7.01b	7.64b	3.25c	9.45a	8.40b	7.09c	6.43c	3.61d

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ با روش چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based Duncan multiple range test at 5 percent level probability

بررسی تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و شاخص‌های آن در چهار رقم گیاه آفتابگردان

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و شوری بر صفات مورد بررسی در ارقام آفتابگردان با روش دانکن

Table 3- Mean comparison of cultivars and salt interaction effects for investigated traits in sunflower cultivars using Duncan multiple range test

تیمار Treatment	وزن خشک ساقچه Soot dry weight	وزن خشک ریشه Rootlet dry weight	وزن تر ساقچه Soot fresh weight	وزن تر ریشه Rootlet fresh weight	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	طول ساقچه Shoot length	طول ریشه Root length	نسبت طول ریشه به ساقچه Root length/Shoot length	بنه بدر Kernel vigor
T1(Azargol, 0)	0.03a	0.95a	0.35cdef	0.08cdefg	0.42cde	4.59abc	11.08a	9.07ab	14.32a
T2 (Azargol, -0.3)	0.03a	0.55bcd	0.40cde	0.06defg	0.47bcd	4.86ab	6.54bcd	6.65cde	9.77bcd
T3 (Azargol, -0.5)	0.04a	0.60bcd	0.49abc	0.10bcde	0.59abc	4.90ab	7.96b	7.15bcd	11.73b
T4 (Azargol, -1)	0.04a	0.40bcdef	0.38cdef	0.06defg	0.44bcde	4.37abc	5.45bcdef	6.36cde	8.60de
T5 (Azargol, -1.5)	0.04a	0.45bcde	0.25efg	0.04efg	0.30defg	2.69fghi	4.14efg	7.09bcd	6.03fg
T6 (Euroflor, 0)	0.02a	0.68cdef	0.24fg	0.045efg	0.28efg	2.41fghi	4.18efg	7.61bcd	6.48efg
T7 (Euroflor, -0.3)	0.02a	0.39bcdef	0.27efg	0.05defg	0.32def	2.85efgh	4.45defg	7.17bcd	6.52efg
T8 (Euroflor, -0.5)	0.03a	0.49bcde	0.29def	0.08cdefg	0.38def	3.33def	6.70bcd	8.12bc	9.35cd
T9 (Euroflor, -1)	0.03a	0.34def	0.37cdef	0.04efg	0.42cde	3.71cde	5.31cdef	6.85bcde	7.99def
T10 (Euroflor, -1.5)	0.03a	0.37cdef	0.38cdef	0.05efg	0.41de	1.85ij	3.71fgh	8.04bc	4.68ghi
T11 (Hisun, 0)	0.04a	0.65bc	0.54ab	0.18a	0.72a	5.26a	3.48fgh	4.74e	7.57def
T12 (Hisun, -0.3)	0.04a	0.65bc	0.44bcd	0.16ab	0.60ab	4.90ab	6.15bcde	6.42cde	8.32de
T13 (Hisun, -0.5)	0.05a	0.57bcd	0.55ab	0.16ab	0.71a	5.25a	7.59bc	6.88bcde	11.34bc
T14 (Hisun, -1)	0.05a	0.57bcd	0.58ab	0.09bcdef	0.68a	4.58abc	6.11bcde	6.61cde	7.91def
T15 (Hisun, -1.5)	0.04a	0.35def	0.40cde	0.04efg	0.44bcde	2.34ghi	3.78fgh	7.27bcd	3.07ij
T16 (Megasun, 0)	0.03a	0.67b	0.31def	0.14abc	0.46bcd	4.40abc	6.11bcde	6.14cde	5.24gh
T17 (Megasun, -0.3)	0.02a	0.62bcd	0.28efg	0.12abcd	0.40de	4.18bcd	7.15bc	7.56bcd	3.75hi
T18 (Megasun, -0.5)	0.02a	0.50bcde	0.14g	0.08cdef	0.22fg	1.94hij	7.32bc	10.92a	5.38gh
T19 (Megasun, -1)	0.03a	0.25ef	0.25efg	0.02fg	0.28efg	3.10efg	2.70gh	5.42de	1.22jk
T20 (Megasun, -1.5)	0.01a	0.13f	0.14g	0.01g	0.15ge	1.12j	1.85h	5.45de	0.65k

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ با روش چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based Duncan multiple range test at 5 percent level probability