پژوهش‌های بذر ایران/ سال هشتم/ شماره دوم/ ۱۴۰۰/ صفحات: ۱۷۳-۱۵۱

مقاله پژوهشی

ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کنجد (*Sesamum indicum*) تحت تنش شوری

نادر شهبازی [۱]، سیدکمال کاظمی‌تبار [۲،*]، غفارکیانی [۳]، علی پاکدین پاریزی [۴]، پویان مهربان جوبنی [۵]

چکیده مبسوط

مقدمه: یکی از راهکارهای فائق آمدن بر محدودیت آب شیرین و نبود ذخایر آب کافی برای کشاورزی روی آوردن به بهره‌برداری از آب‌های نامتعارف همانند آب دریا می‌باشد. تنش شوری مهمترین تنش غیرزیستی در بکارگیری آب دریا است. شناسایی و کاشت ژنوتیپ‌های متحمل به شوری کنجد از راهکارهای مؤثر و قابل توجه در کاهش اثرات تنش شوری است. جوانه‌زنی، رشد و استقرار گیاهچه از مراحل حساس به شوری در اغلب گیاهان می‌باشد، بنابراین برای اصلاح گیاهان به تنش‌های محیطی می‌طلبد تا صفات و شاخص‌های مرتبط با تحمل در مرحله جوانه‌زنی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها: آزمایش در سال ۱۳۹۹ در آزمایشگاه گروه اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سه تکرار، بصورت فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید بطوری‌که فاکتور اول شامل ارقام و فاکتور دوم شامل ۵ سطح شوری (شاهد، ۳، ۶، ۹ و ۱۱ دسی-زیمنس بر متر)، حاصل از اختلاط آب دریای خزر و آب شهری بود. تعداد بذرهای جوانه‌زده در طی هشت روز اعمال شوری مورد شمارش قرار گرفت و صفات درصد جوانه‌زنی، زمان لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی محاسبه گردید و در روز هشتم مقدار وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن‌تر ریشه‌چه، وزن‌تر ساقه‌چه، طول ساقه‌چه، طول ریشه و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس بیانگر معنی‌داری اثر سطوح مختلف شوری، اثر ژنوتیپ و برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای تمامی شاخص‌های محاسبه شده در سطح احتمال یک درصد بود. مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف شوری و ارقام و توده‌ها حاکی از آن بود که با افزایش شوری تمامی صفات مورد بررسی به غیر از زمان لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابند. در بین ارقام مورد مطالعه رقم اولتان دارای بیشترین مقدار در صفت درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۲۴/۱۷ عدد بذر در روز)، شاخص بنیه گیاهچه (۵/۰۳)، طول ساقه‌چه (۵۵/۶۷ میلی‌متر)، طول ریشه‌چه (۷۰ میلی‌متر)، وزن‌تر ساقه‌چه (۶۲ میلی‌گرم)، وزن‌تر ریشه‌چه (۴۵ میلی‌گرم)، وزن خشک ساقه‌چه (۴/۷۷ میلی‌گرم)، وزن خشک گیاهچه (۶/۲۳ میلی‌گرم) و کمترین مقدار در زمان لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۲۴/۱۷ ساعت) در سطح شوری شاهد بود و در مقابل رقم پاکستانی دارای کمترین مقدار در صفت سرعت جوانه‌زنی (۳/۰۶ عدد بذر در روز)، شاخص بنیه گیاهچه (۱)، طول ساقه‌چه (۸/۳۳ میلی‌متر)، طول ریشه‌چه (۳ میلی‌متر)، وزن‌تر ساقه‌چه (۱۰ میلی‌گرم)، وزن‌تر ریشه‌چه (۲ میلی‌گرم)، وزن خشک ساقه‌چه (۰/۵۷ میلی‌گرم)، وزن خشک گیاه-چه (۰/۸۴ میلی‌گرم) و بیشترین مقدار در زمان لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۲۴/۱۷ ساعت) در سطح شوری ۱۱ دسی زیمنس بر متر بود. با استفاده از نتایج این آزمایش در بین ارقام مورد مطالعه رقم اولتان بعنوان متحمل‌ترین و رقم پاکستانی بعنوان حساس‌ترین رقم به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی انتخاب گردید.

نتیجه‌گیری: ارقام و توده‌های مورد مطالعه واکنش‌های متفاوتی از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی در تیمار با شوری حاصل از آب دریا از خود نشان دادند. اختلاف معنی‌دار بالا در این آزمایش بیانگر تنوع بالای ژنوتیپ‌ها بود. امکان انتخاب از بین این ژنوتیپ‌ها برای برنامه‌های اصلاحی تحمل به شوری در گیاه کنجد وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: آب دریای خزر، تجزیه خوشه‌ای، خصوصیات جوانه‌زنی، صفات گیاهچه‌ای

جنبه‌های نوآوری:

۱- ژنوتیپ‌های مختلف کنجد در سطوح مختلف شوری آب دریای خزر واکنش متفاوتی در مرحله جوانه‌زنی نشان دادند.

۲- در بین ارقام مورد مطالعه رقم اولتان، هلیل و دشتستان ۲ نسبت به تنش شوری درجه تحمل بالایی را نشان دادند.

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1400.8.2.5.1

DOI: 10.52547/yujs.8.2.151

[۱] دانشجوی دکتری ژنتیک و به نژادی گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۲،۳] دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، گروه اصلاح نباتات

[۴] استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

[۵] استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، گروه اصلاح نباتات

*رایانامه نویسنده مسئول: k.kazemitabar@sanru.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۳)

مقدمه

کنجد گیاه یکساله، دولپه‌ای و متعلق به خانواده *Pedaliaceae* است. جنس *Sesamum* حدود ۳۵ گونه وحشی را شامل می‌شود و تنها گونه قابل کشت و خوراکی آن *Sesamum indicum* است. بالا بودن درصد پروتئین ۱۹ تا ۲۵ درصد، روغن ۴۵ تا ۶۳ درصد و فراوانی بالای اسیدهای چرب غیر اشباع به ویژه اسید اولئیک و لینولئیک منجر به افزایش کیفیت تغذیه‌ای روغن کنجد شده است (لطیف و انور[1]، ۲۰۱۰). کنجد به لحاظ دارا بودن پروتئین، آنتی‌اکسیدان و روغن بسیار باکیفیت به صورت وسیعی در تهیه دارو و همچنین غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد (ارونو و مورگان[2]، ۲۰۱۱). کنجد در سراسر جهان و بطور کلی جهت روغن آن کشت می‌گردد. کل تولید جهانی دانه‌های کنجد بر اساس آمار منتشره سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد ۵/۵ میلیون تن و سهم ایران از این تولید ۲۹ هزار تن می‌باشد. سطح زیر کشت کنجد در جهان ۹/۹۸ میلیون هکتار و در ایران ۴۲ هزار هکتار می‌باشد. میزان روغن کنجد استحصالی در جهان ۱/۶ میلیون تن و سهم ایران از این تولید ۱۵/۶ هزارتن می‌باشد (فائو[3]، ۲۰۱۷).

یکی از راهکارهای فائق آمدن بر محدودیت آب و نبود ذخایر آب کافی برای کشاورزی روی آوردن به بهره برداری از آب‌های نامتعارف همانند آب دریا می‌باشد. بدین جهت پژوهش‌های مختلفی در جهت مقاوم سازی گیاهان زراعی در برابرتنش شوری حاصل از آب دریا انجام داده‌اند. پژوهشگران در جهت متحمل نمودن گیاهان زراعی مقابل شوری و بهره برداری هر چه بیشتر از آب دریا به عنوان یکی از منابع آب دنیا تحقیقاتی را انجام داده‌اند (جیانگ[4] و همکاران، ۲۰۱۴؛ کوازنسکی و مارکزیک[5]، ۱۹۸۵؛ حسین[6] و همکاران، ۱۹۹۷؛ باچو[7] و همکاران، ۲۰۰۴). در مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون ایران تنش‌های مهم غیر زنده مانند شوری آب و خاک، دما، خشکی به تنهایی یا با همدیگر به طور قابل توجهی جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (صفری[8] و همکاران، ۲۰۱۳). عموماً بیشترین میزان حساسیت به شوری در دوره‌های مختلف زندگی گیاه در زمان جوانه‌زنی و در آغاز رشد دانه دیده می‌شود (کرمودا[9]، ۱۹۹۰).

یکی از آزمون‌های قابل اعتماد برای بررسی و ارزیابی تحمل اکثر گیاهان به تنش غیرزیستی شوری در مرحله جوانه‌زنی است چون موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و نیز کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌شود (فناندو[10] و همکاران، ۲۰۰۰).

خسارت تنش شوری در زمان جوانه‌زنی به عوامل گوناگونی مربوط می‌شود همچون کاهش میزان دسترسی به آب، تغییرات ساختاری پروتئین، تأثیر بر سیال‌سازی اندوخته‌های ذخیره شده (ماچادو[11] و همکاران، ۲۰۰۴).

درک کامل از واکنش به شوری بذرها در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها در انتخاب رقم‌های متحمل ضروری است. نتایج تحقیقات همائی[12] (۲۰۰۲) نشان داد کنجد گیاهی حساس به شور است اما یوسف[13] و همکاران (۱۹۷۲) بیان کردند که کنجد توانایی مقاومت نسبی به شوری را دارد. شناسایی و کاشت ژنوتیپ‌های متحمل به شوری یک گونه گیاهی از راهکارهای مؤثر و قابل توجه در کاهش اثرات تنش شوری است (فلاورز و یو[14]، ۱۹۹۵). نتایج بررسی‌های ایزدی دربندی[15] و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادکه شوری و دما روی صفات درصد، سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در کنجد اثر معنی‌داری داشت به طوری که افزایش تنش شوری به طور معنی-داری موجب کاهش تمام صفات مورد مطالعه در توده‌های کنجد شد.

[1] Latif and Anwar
[2] Orruno and Morgan
[3] Food and Agriculture Organization (FAO)
[4] Jiang
[5] Koszaski and Karczmarczyk
[6] Hussain
[7] Baccio
[8] Safari
[9] Kermode
[10] Fenando
[11] Machado
[12] Homaee
[13] Yousef
[14] Flowers and Yeo
[15] Izadi Darbandi

نتایج مطالعات جمالی[1] و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که سطوح مختلف شوری حاصل از اختلاط آب دریای خزر و آب شهری اثر معنی‌داری بر شاخص‌ها و بنیه گیاهچه در گیاه کینوا دارد. رستگار و پیکاری[2] (۲۰۱۶) در بررسی‌های خود در ارتباط با تأثیر شوری آب دریای خزر بر صفات جوانه‌زنی و رشد ابتدایی گیاهچه سه گیاه زینتی کروپسیس، تاج خروس و شب‌بو به این نتیجه رسیدند که مؤلفه‌های مختلف جوانه‌زنی با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری در صفات مشاهده شد.

نظر به اینکه تا کنون مطالعه‌ای در خصوص اثر آب دریا بر ویژگی‌های کنجد در ایران انجام نشده این پژوهش با هدف امکان بکارگیری آب دریای خزر در کشت گیاه کنجد و پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کنجد به تنش شوری حاصل از آب دریای خزر در مرحله جوانه‌زنی و تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در آزمایشگاه گروه اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۹۹ انجام شد. آزمایش بصورت فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید، بطوری‌که فاکتور اول شامل بذر ۱۰ رقم و توده محلی کنجد جدول (۱) تهیه شده از موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج و دانشگاه علوم کشاورزی ساری و فاکتور دوم شامل ۵ سطح شوری، شاهد، ۳، ۶، ۹ و ۱۱ دسی زیمنس بر مترکه از طریق اختلاط آب دریای خزر و آب شهری و اندازه گیری هدایت الکتریکی آب توسط دستگاه EC متر تهیه و تیمارها اعمال شد.

بذرهای کنجد ابتدا در محلول هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۳۰ ثانیه غوطه ور، ضدعفونی و سپس با آب مقطر شستشو داده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه روی کاغذ خشک شد. تعداد ۲۵ بذر سالم و هم اندازه هر رقم انتخاب در داخل پتری‌های نه سانتی متری که با کاغذ واتمن پوشانده شده است قرار داده شد. پتری‌ها از قبل به مدت ۲۴ ساعت در آون ۱۲۰ درجه سلسیوس جهت استریل کردن قرار داده شدند. هر پتری دیش با پنج میلی لیتر از محلول‌های تهیه شده با شوری معین مرطوب شدند. پس از آن به ژرمیناتور با دمای ۱± ۲۴ درجه سلسیوس انتقال داده شدند. بذرها به صورت روزانه در ساعت معین بازدید و تعداد بذور جوانه زده یادداشت برداری شد؛ و این کار تا هشت روز ادامه یافت. بذرهایی جوانه‌زده تلقی شدند که حداقل طول ریشه‌چه ۲ میلی‌متر داشتند (ایستا[3]، ۲۰۰۵).

در روز هشتم وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن‌تر ریشه‌چه، وزن‌تر ساقه‌چه، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه اندازه‌گیری شد. پس از آن صفت‌های در ارتباط با جوانه‌زنی مانند درصد جوانه‌زنی نهایی (FGP[4]) (FGP[4]) ، زمان لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T50[5])، شاخص بنیه گیاهچه (SVI[6]) و سرعت جوانه‌زنی (GR[7]) به صورت زیر محاسبه شدند:

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بر حسب میلی‌متر با خط‌کش اندازه‌گیری شد. وزن‌تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه با استفاده از ترازوی دقیق دیجیتال اندازه‌گیری شد.

درصد جوانه‌زنی نهایی و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۱ و ۲ محاسبه گردید (رحیمی و کافی[8]، ۲۰۰۶).

رابطه ۱: $FGP=(n/N)*100$

در این رابطه N تعداد کل بذرها و n تعداد بذر جوانه‌زده در آخرین روز است.

رابطه ۲: $GR=\sum_{i=1}^{n}\frac{gi}{di}$

di تعداد روز شمارش روز تا روز n ام و gi تعداد بذر جوانه‌زده در هر بار شمارش.

زمان لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۳ ابداعی کول‌بیر[9] و همکاران (۱۹۸۴) و بهبود یافته فاروق[10] و همکاران (۲۰۰۵) محاسبه گردید.

رابطه ۳: $T50 = ti + \frac{(\frac{N}{2}-ni)(tj-ti)}{nj\ \ ni}$

[1] Jamali
[2] Rastegar and Peikar
[3] International Seed Testing Association (ISTA)
[4] Final germination percentage
[5] Time to reach 50 percent germination
[6] Seedling vigor index
[7] Germination rate
[8] Rahimi and Kafi
[9] Coolbear
[10] Farooq

جدول ۱. نام و مشخصات ارقام و توده‌های محلی مورد مطالعه در آزمایش جوانه‌زنی گیاه کنجد در شرایط تنش شوری با آب دریا

Table 1. Name and characteristics of the studied cultivars and landraces in sesame germination experiment under salinity stress with seawater

ارقام و توده‌های محلی کنجد مورد مطالعه Sesame cultivars and studied landraces	منشاء Origin	ویژگی‌های بارز Distinguishing characteristics	اقلیم مناسب کشت Suitable cultivation climate
رقم اولتان Oltan cultivar	مغان Moghan	پرمحصول High yiellding	مناطق گرم نیمه شمالی ایران Warm regions of the northern half of Iran
رقم داراب ۱ Darab 1 cultivar	فارس Fars	پرمحصول High yiellding	مناطق گرم جنوب ایران Warm regions of southern iran
توده محلی مغان Moghan landrace	مغان Moghan	پرمحصول High yiellding	مناطق گرم نیمه شمالی ایران Warm regions of the northern half of Iran
رقم داراب ۱۴ Darab 14 cultivar	داراب Darab	پرمحصول High yiellding	مناطق گرم جنوب ایران Warm regions of southern iran
رقم دشتستان ۲ Dashtestan 2 cultivar	برازجان Borazjan	پرمحصول High yiellding	مناطق گرم جنوب ایران Warm regions of southern iran
رقم ناز چند شاخه multi-branched Naz (Chandshakheh) cultivar	مازندران Mazandaran	پرمحصول High yiellding	سواحل جنوبی دریای خزر Southern coasts of caspian sea
توده محلی بابل Babol landrace	مازندران Mazandaran	پرمحصول High yiellding	سواحل جنوبی دریای خزر Southern coasts of caspian sea
رقم پاکستانی Pakistani cultivar	کرج Karaj	پرمحصول با دانه‌های سفید روشن مناسب قنادی High yiellding with light white grains suitable for confectionery	مناطق گرم ایران Warm regions of iran
رقم هلیل Halil cultivar	جیرفت Jiroft	پرمحصول High yiellding	مناطق گرم جنوب ایران Warm regions of southern iran
رقم داراب ۲ Darab 2 cultivar	داراب Darab	پرمحصول و متحمل به بیماری گل سبز High yiellding and Green flowering disease resistant	مناطق گرم ایران Warm regions of iran

N تعداد بذرهای جوانه‌زده نهایی، ni و nj به ترتیب تعداد تجمعی بذرهای جوانه‌زده در زمان‌های ti وtj به صورتی که ni<N/2<nj است.

شاخص بنیه گیاهچه با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید (علی‌زاده و عیسوند[1]، ۲۰۰۴).

رابطه ۴ : $SVI=\frac{(RL+SL)}{N}$

در این رابطه N تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در روز آخر، SL طول ساقه‌چه و RL طول ریشه‌چه است.

جهت بررسی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه، خوشه‌بندی سلسله مراتبی تجمیعی بر اساس میانگین استاندارد شده صفات در پنج سطح شوری به طور جداگانه و به روش حداقل واریانس وارد[2] یا ادغام با کمترین تغییر در میزان مجموع مربعات انجام گرفت. مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه استفاده شد برای نمایش رابطه بین خوشه‌ها از نمودار

[1] Alizadeh and Isvand

[2] ward

درختواره[1] استفاده شد برای تعیین محل برش درختواره و مشخص کردن تعداد خوشه مناسب از روش‌های بیشترین گسیختگی بر مبنای تغییر ناگهانی در اختلاف دو فاصله ادغام متوالی مطابق با رابطه ۵ محاسبه شد.

رابطه (۵): $\Delta\alpha=\alpha i+1-\alpha i$

که در این رابطه $\alpha i=1, 2, \ldots, n-1$، i امین فاصله ادغام در درختواره ناشی از تجزیه کلاستر بود و n تعداد ژنوتیپ است؛ و نیز از رابطه $\sqrt{\frac{n}{2}}$ که n تعداد ژنوتیپ‌ها است استفاده شد و صحت آن‌ها با تابع تشخیص ارزیابی و تأیید شد. از مقایسه میانگین‌های صفات اندازه گیری شده در خوشه‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ به منظور تعیین ویژگی‌های هر خوشه درهر یک از پنج سطح شوری مورد مطالعه به طور جداگانه استفاده شد تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 و SPSS 23 و مقایسات میانگین آن‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ارقام و توده‌های کنجد در این آزمایش جدول (۲) بیانگر معنی‌دار بودن (سطح یک درصد) اثر سطوح مختلف شوری حاصل از اختلاط آب دریا و آب شهری، اثر ژنوتیپ و برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای تمامی شاخص‌های محاسبه شده مورد مطالعه یعنی درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان لازم تا پنجاه درصد جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه و همچنین صفات اندازه‌گیری شده طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن‌تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین وزن خشک گیاهچه بود.

ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی برای مؤلفه‌های جوانه‌زنی در این آزمایش دارای اختلاف معنی‌دار بالایی بودند به عبارتی می‌توان استنباط نمود که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای تنوع بالا بوده و در برنامه‌های اصلاحی امکان انتخاب در بین این ژنوتیپ‌ها برای تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی وجود دارد. وجود برهم‌کنش معنی‌دار برای شاخص‌ها و صفات مورد بررسی نیز بیان کننده عکس العمل متفاوت ژنوتیپ‌های کنجد در سطوح مختلف شوری آب دریا می‌باشد. جوانه‌زنی دوباره فعال شدن یک سلسله دگرگونی‌های طبیعی متابولیکی بذر و بیرون آمدن ریشه‌چه و ساقه‌چه است که به تولید نهال منجر می‌شود. به همین دلیل بررسی اثر تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی آزمون قابل اطمینانی در ارزیابی تحمل به شوری بسیاری از گونه‌ها می‌باشد (کرنژادی[2] و همکاران، ۲۰۰۲). بذرهای کشت شده با درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی مناسب می‌تواند برتراکم نهایی بوته تأثیر مثبت داشته باشد. مرحله جوانه‌زنی و رشد ابتدایی گیاهچه از حساس‌ترین مراحل نسبت به تنش‌های محیطی است (فلاحی[3] و همکاران، ۲۰۰۹). گزارش کشاورزی[4] و همکاران (۲۰۰۷) حاکی از معنی‌داری مؤلفه‌های جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های مختلف کنجد، سطوح مختلف شوری و برهمکنش بین آن‌ها بود. صدوقی[5] و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند در تیمار شوری حاصل از اختلاط ۵۰ درصد آب دریا با آب شاهد در گیاه چغندر قند درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نبود. همچنین مطالعات شاهمرادی و شریفیان[6] (۲۰۱۲) نیز نشان داد که در تیمار ۴۰ درصد اختلاط آب دریا و شاهد در گندم، مؤلفه‌های جوانه‌زنی چون درصد جوانه-زنی معنی دار نشد. به طور کلی می‌توان اظهار داشت مواد ژنتیکی استفاده شده در این پروژه از لحاظ صفات و شاخص‌های جوانه‌زنی دارای تنوع بوده و انتخاب در بین آن‌ها ممکن است.

مقایسه اجزای جوانه‌زنی در کنجد

نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش شوری (۵ سطح مختلف) و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای برخی از مؤلفه‌های جوانه‌زنی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، زمان لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی یا T50، بنیه گیاهچه یا SVI، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن‌تر و خشک ساقه-چه و ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه در نمودارهای ۱ تا

[1] Dendrogram

[2] Kornejadi
[3] Fallahi
[4] Keshavarzi
[5] Sadogi
[6] Shahmoradi and Sharifan

جدول ۲. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارقام و توده‌های کنجد تحت تأثیر شوری

Table 2. Mean squares obtained from the analysis of variance for the studied traits in sesame cultivars and landraces under salinity stress

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square				
		درصد جوانه‌زنی نهایی Final germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	زمان لازم تا ۵۰٪ جوانه‌زنی Time to reach 50 percent germination	شاخص بنیه گیاهچه Seedling Vigor Index	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
ژنوتیپ Genotype	9	2564.27 **	392.11**	2950.77 **	2.42**	6.209 **
شوری Salinity	4	1627.62 **	313.38 **	2111.9 **	32.29 **	41.83 **
شوری×ژنوتیپ Genotype×Salinity	36	92.81 **	2.62 **	78.28 **	0.18 **	0.68 **
خطا Error	100	9.173	0.29	15.9	0.02	0.018
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)		3.51	3.91	11.47	5.29	4.39

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square					
		طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه Radicle length	وزن‌تر ساقه‌چه Plumule fresh weight	وزن‌تر ریشه‌چه Radicle fresh weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight
ژنوتیپ Genotype	9	976.13 **	965.77 **	1611.12 **	493.21 **	4.009 **	0.522 **
شوری Salinity	4	4315.37 **	7251.61 **	3062.02 **	3362.14 **	16.27 **	6.081 **
شوری×ژنوتیپ Genotype×Salinity	36	22.78**	42.85 **	12.06 **	17.12 **	0.54 **	0.085 **
خطا Error	100	5.28	2.38	4.58	1.71	0.015	0.001
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)		6.86	5.8	6.37	7.35	5.73	3.96

**: Denotes significant at p<0.01.

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد را نشان می‌دهد.

۱۱ نشان داده شده است. نمودار شماره (۱) جریان تغییرات درصد جوانه‌زنی ۱۰ ژنوتیپ مورد مطالعه گیاه کنجد را در ۵ سطح مختلف شوری حاصل از اختلاط آب دریا با آب شهری را نشان می‌دهد. این نمودار بیان می‌کند که با افزایش غلظت شوری در بیشتر ژنوتیپ‌ها درصد جوانه‌زنی کاهش یافت به طوری که به ترتیب توده محلی بابل و رقم پاکستانی بیشترین کاهش و ارقام اولتان، هلیل و دشتستان ۲ کمترین کاهش را در سطح شوری ۱۱ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد دارا بودند. در مجموع بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به ارقام اولتان (۱۰۰ درصد)، دشتستان ۲ (۱۰۰ درصد)، هلیل (۱۰۰ درصد) و توده محلی مغان (۱۰۰ درصد) در تیمار شاهد بدون اعمال تنش شوری بود و کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شوری با غلظت ۱۱ دسی زیمنس بر متر مربوط به توده محلی بابل (۴۴ درصد) و رقم پاکستانی (۴۵/۳۳ درصد) بود. رقم اولتان در سطوح مختلف شوری پایداری بیشتری را برای درصد جوانه‌زنی نشان داد.

زینلی[1] و همکاران (۲۰۰۲)، در بررسی اجزای جوانه‌زنی گیاه روغنی کلزا و واکنش آن به سطوح مختلف تنش شوری دریافتند که با افزایش غلظت شوری صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی به طور معنی داری کاهش یافت.

همچنین نتایج این آزمایش با نتایج فاضلی کاخکی[2] و همکاران (۲۰۱۵) در گیاه کنجد، صفری و همکاران (۲۰۱۳) در کنجد، محمد[3] و همکاران (۲۰۰۲) در خصوص آفتابگردان، شهید[4] و همکاران (۲۰۱۱) در خصوص نخودفرنگی، کایا[5] و همکاران (۲۰۰۳) و معتمدی[6] و همکاران (۲۰۱۱) در مورد گلرنگ هماهنگ هماهنگ بود.

در نمودار شماره (۲) سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر برهمکنش شوری (دسی زیمنس بر متر) و ژنوتیپ در گیاه کنجد نشان داده شده است و بیان می‌دارد که با افزایش غلظت شوری در تمامی ژنوتیپ‌ها سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. به طوری که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد به ترتیب مربوط به ارقام اولتان (۲۴/۱۷ عدد بذر در روز)، هلیل (۲۲/۱۷ عدد بذر در روز) و دشتستان ۲ (۲۱/۹۵ عدد بذر در روز) و کمترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱۱ دسی زیمنس شوری مربوط به رقم پاکستانی (۳/۰۶ عدد بذر در روز) و توده محلی بابل (۴/۰۵ عدد بذر در روز) است. جمالی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند اثر تنش شوری حاصل از آب دریا بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر گیاه کینوا سبب معنی داری اثر متقابل شوری و رقم بر سرعت جوانه‌زنی شد. کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی دراثر شوری می‌تواند با افزایش فشار اسمزی محلول که سبب کاهش جذب آب می‌شود و نیز اثر سمیت کلرور سدیم بر جنین و غشای سلول‌های آندوسپرم باشد (آیرس[7]، ۱۹۵۳؛ بلیس[8] و همکاران، ۱۹۸۶). با افزایش غلظت شوری و انحلال کاتیون‌ها و آنیون‌ها و کاهش پتانسیل آب در سلول با وجود آب در محیط جذب آب برای گیاه مقدور نخواهد بود و در نتیجه شاهد کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی خواهیم بود (رحمان[9] و همکاران، ۲۰۰۸). برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت T50 در نمودار شماره (۳) نشان می‌دهد که با افزایش سطح شوری در تمامی ارقام مقدار T50 افزایش می‌یابد بطوری‌که به ترتیب ارقام اولتان (۱۲/۸۶ ساعت)، دشتستان ۲ (۱۵/۵۳ ساعت) و هلیل (۱۵/۵۳ ساعت) دارای کمترین میانگین زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد هستند و در مقابل رقم پاکستانی (۷۶/۶۷ ساعت) بیشترین زمان را در تیمار شوری با غلظت ۱۱ دسی زیمنس بر متر را به خود اختصاص دادند.

نمودار شماره (۴) نشان دهنده تغییرات میانگین شاخص بنیه گیاهچه‌های مربوط به ۱۰ ژنوتیپ مورد آزمایش در سطوح مختلف تنش شوری می‌باشد بر اساس این نمودار مقدار شاخص بنیه گیاهچه در تمام ارقام و توده‌های کنجد با افزایش غلظت شوری کاهش می‌یابد بطوری‌که بیشترین مقدار در بین ژنوتیپ‌ها در تیمار شاهد و در ارقام اولتان (۵/۰۳)، هلیل (۴/۵۹) و دشتستان ۲ (۴/۴۳) و کمترین مقدار در تیمار ۱۱ دسی زیمنس بر متر در رقم پاکستانی (۱) مشاهده شد. شاخص بنیه گیاهچه بیانگر درصد گیاهچه‌های سبز است که در آغاز فصل رشد ظاهر می‌گردد و بالا بودن این شاخص بر تراکم مطلوب بوته و در نهایت بر میزان عملکرد و تولید تأثیر دارد. نتایج اخیر با نتایج خالص رو و آقا علیخانی[10] (۲۰۰۶) در گیاه سورگوم و ارزن، غلامی[11] و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه ماشک گرمسیری و همچنین با نتایج رمضان[12] و همکاران (۲۰۱۱) در بذر گیاه گل گاوزبان، هماهنگی داشت.

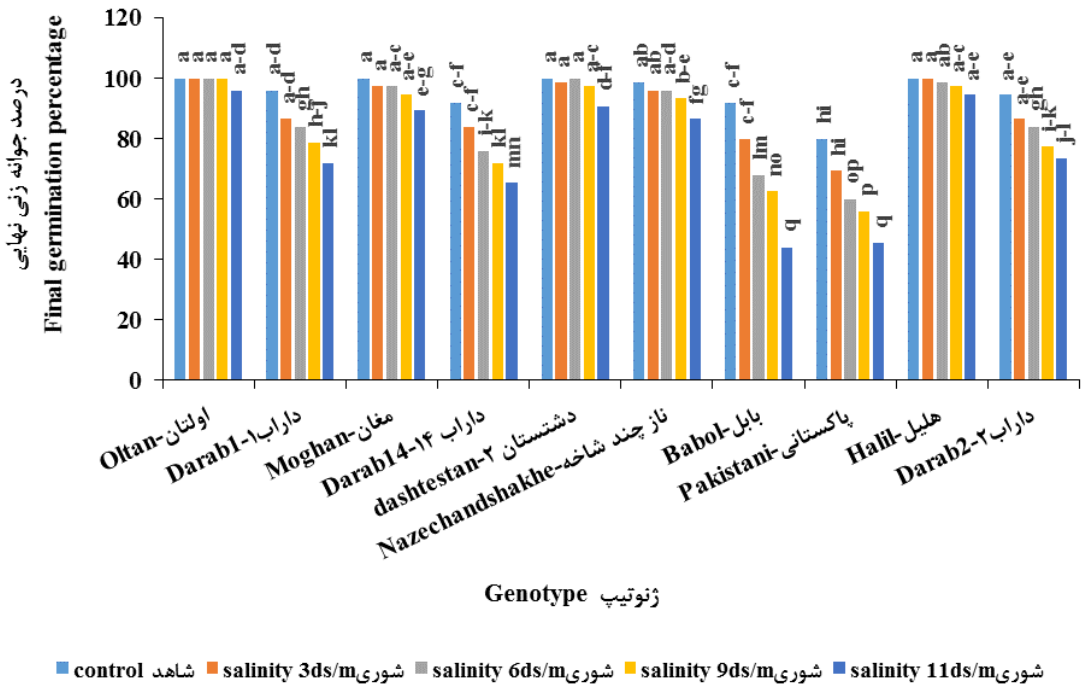
نمودار شماره (۵) برهمکنش ارقام و شوری در خصوص صفت طول ساقه‌چه را نشان می‌دهد. بر مبنای این نمودار با افزایش شوری در تمام ارقام و توده‌های کنجد طول ساقه‌چه کاهش یافت در بین ارقام و در سطوح مختلف شوری بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به

[1] Zeinali
[2] Fazeli Kakhaki
[3] Mohammed
[4] Shahid
[5] Kaya
[6] Motamedi
[7] Ayers
[8] Bliss
[9] Rahman
[10] Khalesro and Ali Khani
[11] Gholami
[12] Ramezani

تیمار شاهد و ارقام اولتان (۵۵/۶۷ میلی‌متر) و هلیل (۵۳/۶۷ میلی‌متر) بود و کمترین طول ساقه‌چه در تنش شوری ۱۱ دسی زیمنس برای رقم پاکستانی (۸/۳۳ میلی‌متر) و توده محلی بابل (۱۰/۳۳ میلی‌متر) رقم خورد. تحقیقات مصطفوی و حیدریان[1] (۲۰۱۳) نشان داد شوری موجب کاهش طول ساقه‌چه در آفتابگردان در مرحله جوانه‌زنی گردید. نتایج فوق با نتایج فرودل[2] و همکاران (۲۰۱۱) در کنجد، جمالی و همکاران (۲۰۱۶) در گیاه کینوا با تنش شوری حاصل از آب دریا هماهنگ بود. نتایج بررسی‌های سیسک و کاکیرلار[3] (۲۰۰۲) نشان داد که درصد جوانه‌زنی درگیاه ذرت تحت تنش شوری معنی‌دار نشد؛ اما طول ساقه‌چه و ریشه‌چه با افزایش شوری بطور معنی‌دار کاهش یافت.

شوری موجب محدودیت در هیدرولیز ذخایر غذایی و انتقال آن به سوی محور جنینی می‌گردد که این امر سبب کاهش تقسیم سلولی و توسعه سلول و در نتیجه کاهش طول ساقه‌چه می‌گردد (دخیل و دندن[4]، ۲۰۱۰). ۲۰۱۰). برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت اندازه-گیری شده طول ریشه‌چه در نمودار شماره (۶) نمایش داده شده است و بیان می‌دارد که با افزایش شوری در تمام ژنوتیپ‌ها طول ریشه‌چه کاهش می‌یابد. بطوریکه ارقام اولتان (۷۰ میلی‌متر) و هلیل (۶۱ میلی‌متر) بیشترین و رقم پاکستانی (۳ میلی‌متر) و توده محلی بابل (۴ میلی‌متر) کمترین طول ریشه‌چه را در بین ارقام داشتند. نتایج این بررسی با نتایج فرودل و همکاران (۲۰۱۱) در کنجد، معتمدی و همکاران (۲۰۱۱) گلرنگ، افشار محمدیان[5] و همکاران (۲۰۱۵) بادام زمینی، رنگنایتولا[6] و همکاران (۲۰۱۳) بادام زمینی، جوادی[7] و و همکاران (۲۰۱۴) در گیاه دارویی سیاهدانه، شاهدانه، شنبلیله و کنگرفرنگی مطابقت دارد. بالا بودن طول ریشه‌چه در ژنوتیپ‌های اولتان و هلیل شاید به دلیل سازگاری و نیز تحمل بیشتر در مقابل کاهش میزان پتانسیل اسمزی باشد که این ارقام با سرعت زیادتری جوانه زده و فرصت زیادتری برای افزایش رشد رویشی داشتند. نمودار شماره (۷) نشان دهنده روند تغییرات وزن‌تر ساقه‌چه در ارقام مختلف کنجد در سطوح مختلف شوری بوده و مطابق با نمودار با افزایش شوری وزن‌تر ساقه‌چه کاهش یافته ارقام اولتان (۶۲ میلی‌گرم) و هلیل (۵۷ میلی‌گرم) دارای بیشترین مقدار در تیمار شاهد و رقم پاکستانی (۱۰ میلی‌گرم) و توده محلی بابل (۱۲ میلی‌گرم) در سطح شوری ۱۱ دسی زیمنس دارای کمترین مقدار در وزن‌تر ساقه‌چه بودند. در شرایط شورگیاهان جهت سازگاری با تنش اسمزی و همچنین سمیت یونی از مکانیزم‌های متفاوتی بهره می‌برند که بستگی به میزان حساسیت آن‌ها دارد تفاوت در میزان مقاومت نه تنها در میان گونه‌ها بلکه در داخل یک گونه هم دیده می‌شود. مصطفوی و حیدریان (۲۰۱۳) در آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که با افزایش شوری وزن‌تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش یافت که با نتایج حاصله در این آزمایش هماهنگ بود یکی از دلایل کاهش وزن گیاهچه در شرایط شور کاهش تحرک مواد غذایی و نیز بالا رفتن میزان تنفس مشهور به تنفس نمکی و مصرف بیشتر مواد فتوسنتزی جهت فعالیت‌های متابولیکی است (میرمحمدی میبدی[8]، ۲۰۰۱). برهمکنش ارقام و سطوح شوری برای صفت وزن‌تر ریشه‌چه در نمودار شماره (۸) نشان داده شده است بر اساس نمودار با افزایش شوری وزن‌تر ریشه‌چه در تمامی ارقام و توده‌ها کاهش نشان داد. بطوریکه ارقام اولتان (۴۵ میلی‌گرم)، هلیل (۴۲ میلی‌گرم) و دشتستان ۲ (۴۰ میلی‌گرم) در سطح شوری شاهد بیشترین و رقم پاکستانی (۲ میلی‌گرم) و توده بابل (۳ میلی‌گرم) در سطح شوری ۱۱ دسی زیمنس کمترین مقدار وزن‌تر ریشه‌چه را در بین ارقام به خود اختصاص دادند. کاهش رشد در شرایط شوری می‌تواند در اثر کاهش در قابلیت انعطاف‌پذیری جداره‌های سلولی باشد (تانجی[9]، ۱۹۹۵). نمودار شماره (۹) برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت وزن خشک ساقه‌چه را نمایش می‌دهد بر اساس این نمودار در بیشتر ارقام با افزایش شوری وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت اما در

[1] Mostafavi and Heidarian
[2] Froodel
[3] Cicek and Cakirlar
[4] Dakhil and Denden
[5] Afshar Mohammadian
[6] Ranganayakulu
[7] Javadi
[8] Mir Mohammadi Meybodi and Garayazi
[9] Tanji



شکل ۱. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت درصد جوانه‌زنی نهایی کنجد (دانکن ۵٪)

Fig. 1. Mean comparison of the interaction effect of salinity and sesame genotypes for final germination percentage (Duncan 5%).

ارقام داراب ۱۴ در تنش شوری ۳ و ۶ نسبت به شاهد، توده بابل در تنش شوری ۳ دسی زیمنس نسبت به شاهد مشاهده شد که با افزایش شوری وزن خشک ساقه‌چه افزایش یافت. در بین ارقام بیشترین مقدار وزن خشک ساقه‌چه مربوط بود به ارقام اولتان (۴/۷۷ میلی-گرم) و هلیل (۴ میلی‌گرم) در تیمار شاهد و کمترین مقدار مربوط به رقم پاکستانی (۰/۵۷ میلی‌گرم) و توده بابل ۰/۷۳ میلی‌گرم بود. نتایج اخیر با نتایج ایزدی دربندی و همکاران (۲۰۱۳) در مورد کنجد، جوادی و همکاران (۲۰۱۴) سیاهدانه و شنبلیله، ولدیانی[1] و همکاران (۲۰۰۵) در کلزا هماهنگی داشت. نمودار شماره (۱۰) میانگین وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) تحت تأثیر برهمکنش شوری و ژنوتیپ را نشان می‌دهد. مطابق با این نمودار با افزایش شوری میزان وزن خشک ریشه‌چه در تمامی ارقام کاهش یافت ۱۴(۰/۳۱ میلی-گرم) و توده بابل (۰/۳ میلی‌گرم) در سطح شوری ۱۱ دسی زیمنس بود بطوری‌که بیشترین مقدار متعلق بود به ارقام ناز چند شاخه (۲/۰۲ میلی‌گرم) و هلیل (۱/۹ میلی‌گرم) در سطح شاهد و کمترین مقدار صفت مربوط به ارقام پاکستانی (۰/۲۲۷ میلی‌گرم)، داراب از دلایل کاهش در میزان وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌تواند در اثر کاهش یا عدم سنتز آنزیم‌های مؤثر در رشد بذر باشد با افزایش میزان شوری فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده ذخایر بذر کند یا متوقف می‌شود و از این رو موجب کاهش رشد گیاه می‌گردد (انفراد[2] و همکاران، همکاران، ۲۰۰۳).

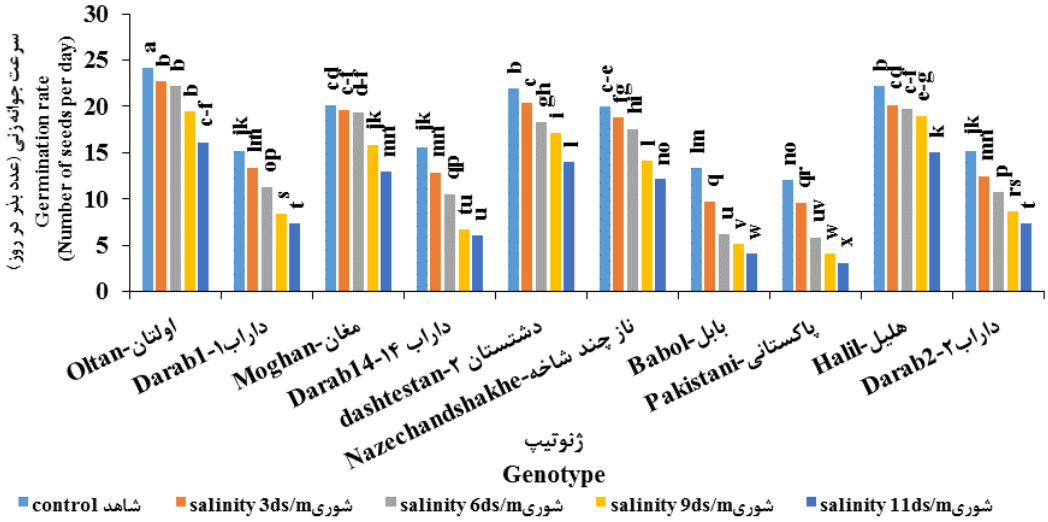
قلی نژاد[3] (۲۰۱۴) دریافت با تأثیر شوری بر جوانه-زنی گندم موجب کاهش وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌گردد. نتایج مطالعات کشاورزی و همکاران (۲۰۰۷) در ارتباط با تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی هفت توده بذر کنجد نشان داد با افزایش غلظت شوری وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه کاسته شد بطوری‌که این کاهش در وزن خشک ساقه‌چه بیش از ریشه‌چه بود.

[1] Valdiani

[2] Enferad

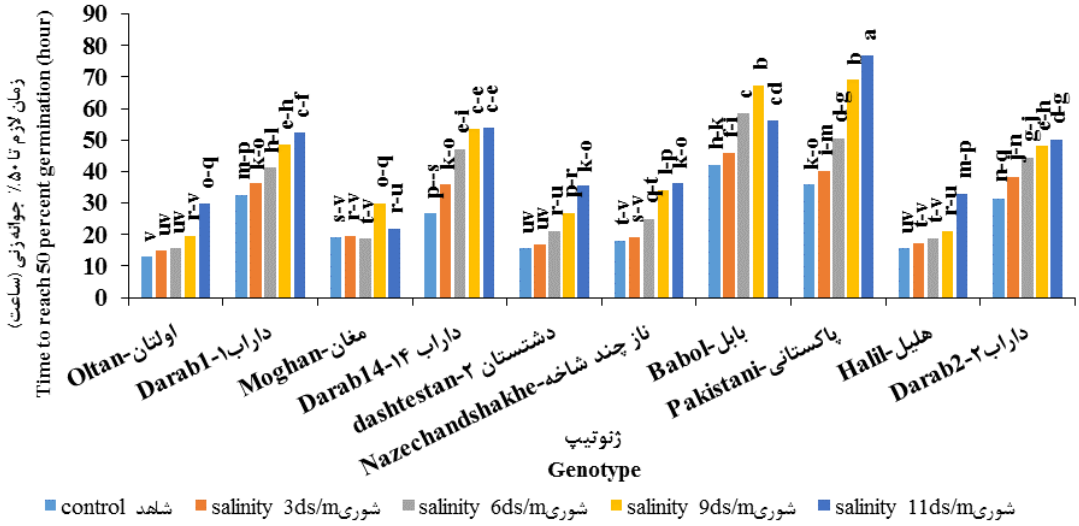
[3] Gholinezhad

نمودار شماره (۱۱) میانگین وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر برهمکنش شوری و ژنوتیپ را نشان می‌دهد. مطابق با این نمودار میزان وزن خشک گیاهچه در ارقام داراب ۱۴ و داراب ۲ در سطح شوری ۳ دسی زیمنس نسبت به شاهد افزایش نشان داده و در رقم داراب ۲ در سطح شوری ۶ و ۹ دسی زیمنس از نظر این صفت تفاوت معنی داری مشاهده نگردید در مابقی ارقام و توده‌های محلی با افزایش شوری میزان وزن خشک گیاهچه کاهش معنی‌داری داشت در بین ارقام و توده‌های مورد مطالعه بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به رقم اولتان (۶/۲۳ میلی‌گرم) در سطح شوری شاهد و کمترین مقدار مربوط به رقم پاکستانی (۰/۸۴ میلی‌گرم) و توده محلی بابل (۱/۰۳ میلی‌گرم) در سطح شوری ۱۱ می‌باشد.



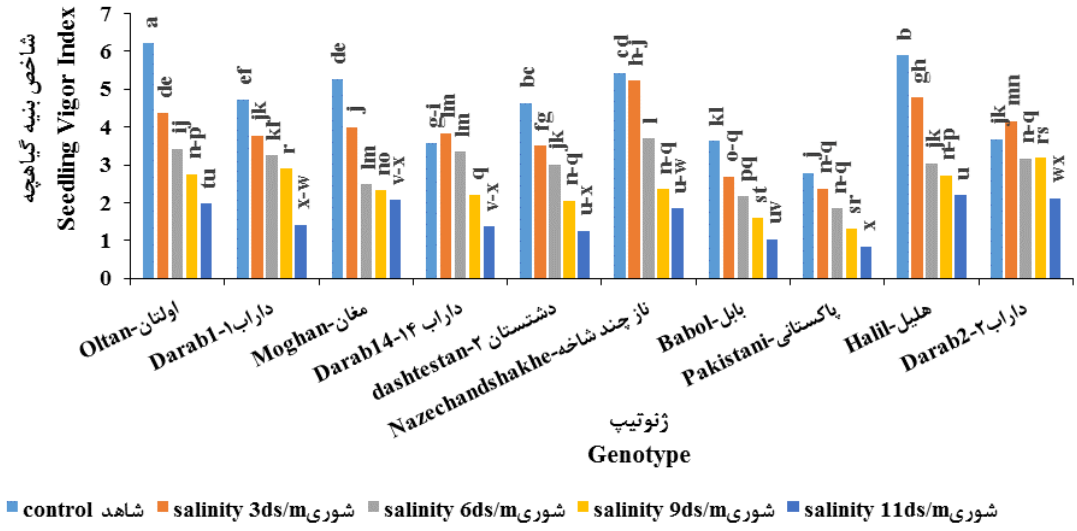
شکل ۲. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت سرعت جوانه‌زنی. (دانکن ۵٪)

Fig. 2. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame genotype on germination rate (Duncan 5%).



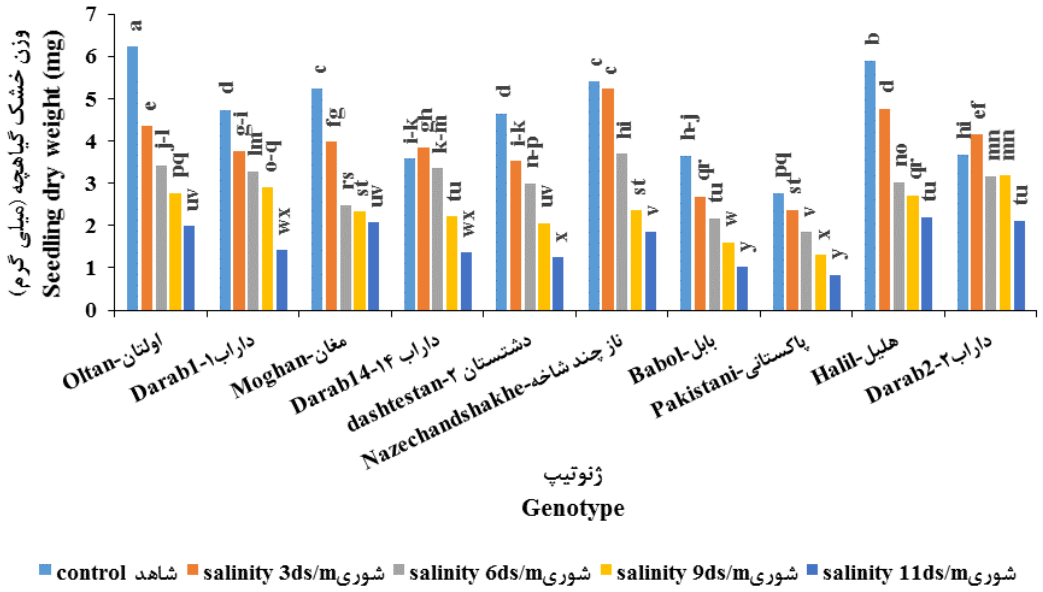
شکل ۳. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت زمان لازم تا ۵۰٪ جوانه‌زنی. (دانکن ۵٪)

Fig. 3. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame cultivars on Time to reach 50 percent germination .(Duncan 5%)



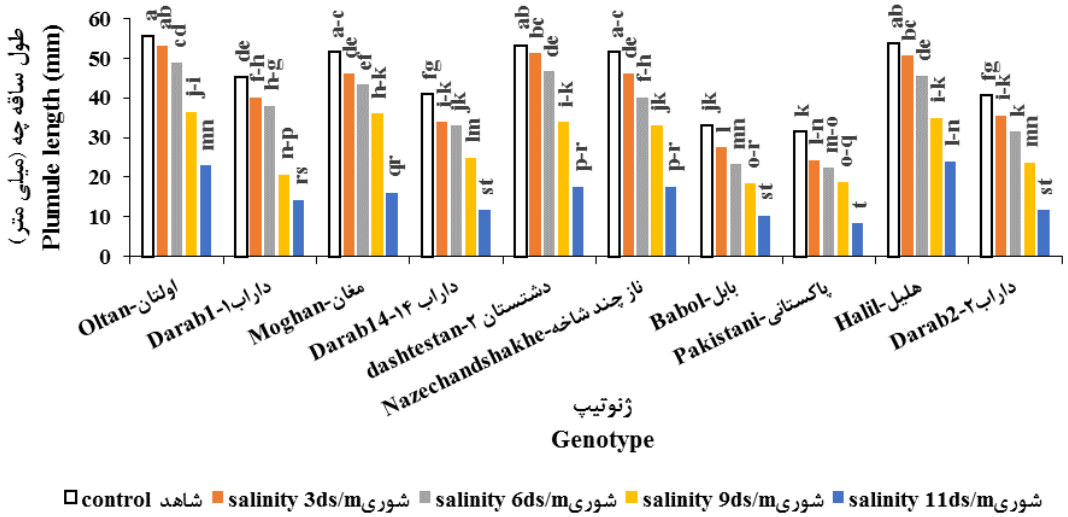
شکل ۴. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت شاخص بنیه گیاهچه. (دانکن ۵٪)

Fig. 4. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame cultivars on seedling vigor index (Duncan 5%)



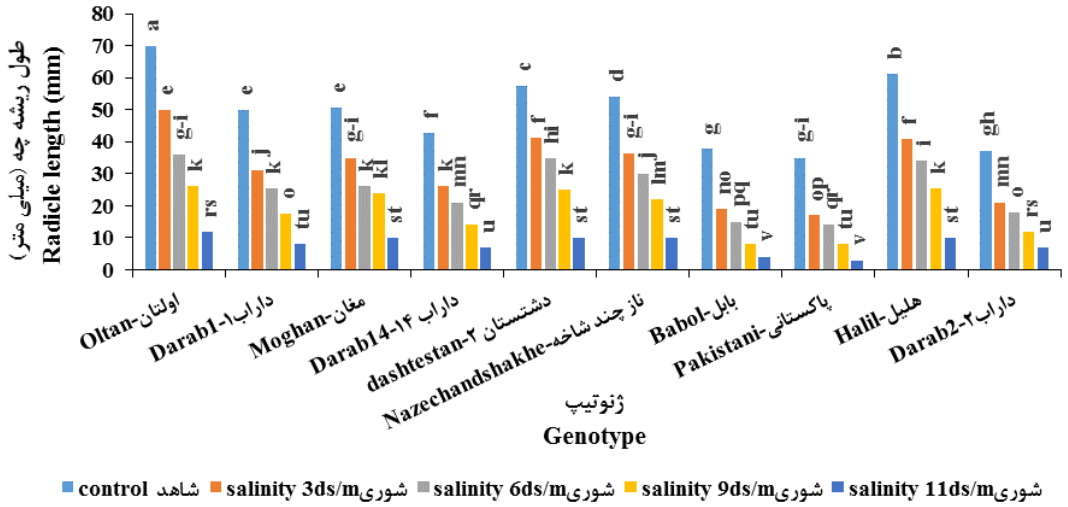
شکل ۵. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت وزن خشک گیاهچه کنجد. (دانکن ۵٪)

Fig. 5. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame genotype on seedling dry weigh. (Duncan 5%)



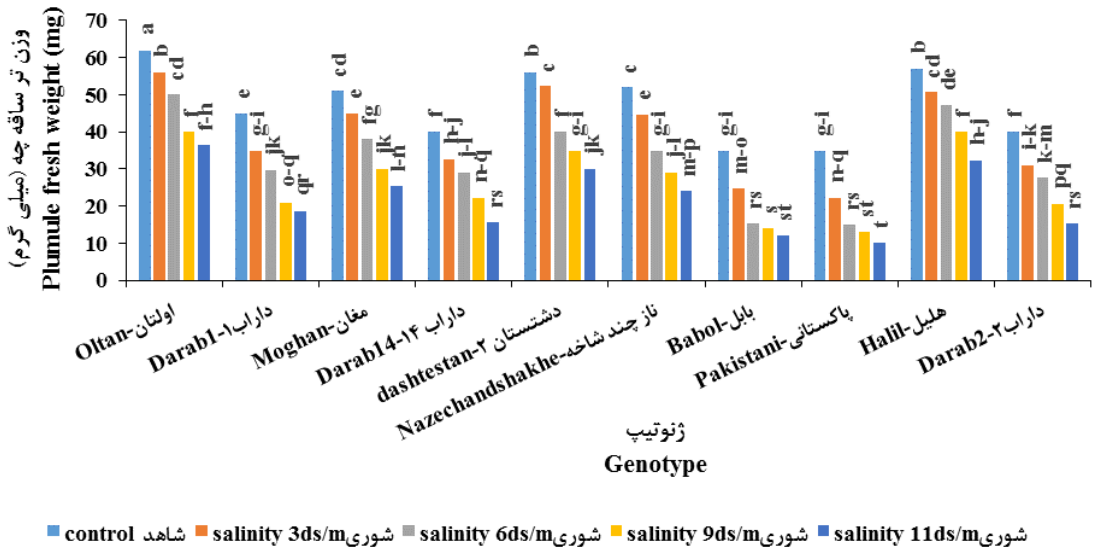
شکل ۶. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت طول ساقه‌چه کنجد. (دانکن ۵٪)

Fig. 6. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame genotype on plumule length (Duncan 5%)



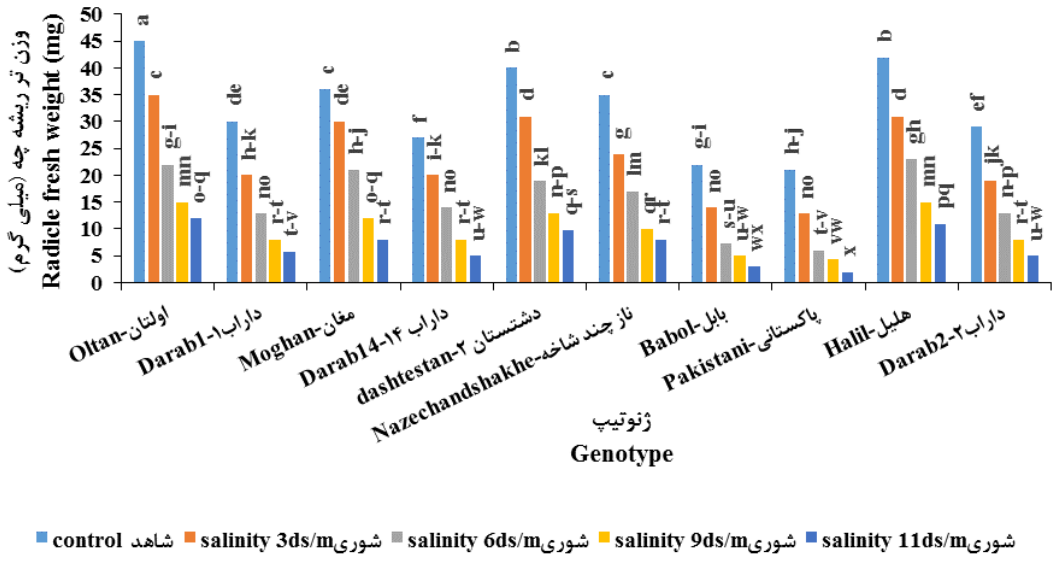
شکل ۷. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت طول ریشه‌چه کنجد. (دانکن ۵٪)

Fig. 7. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame genotype on radicle length. (Duncan 5%)



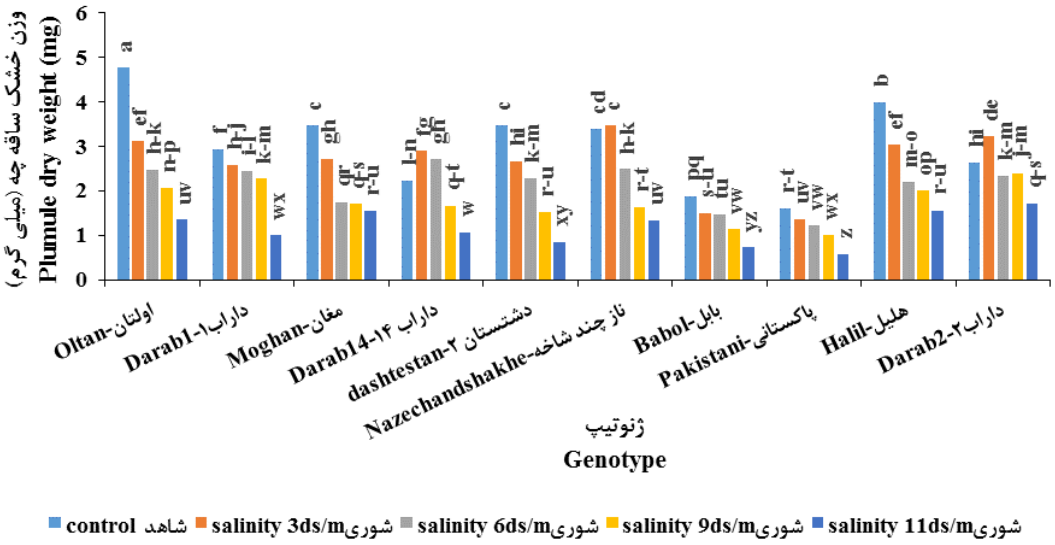
شکل ۸. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت وزن‌تر ساقه‌چه کنجد. (دانکن ۵٪)

Fig. 8. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame genotype on plumule fresh weight. (Duncan 5%)



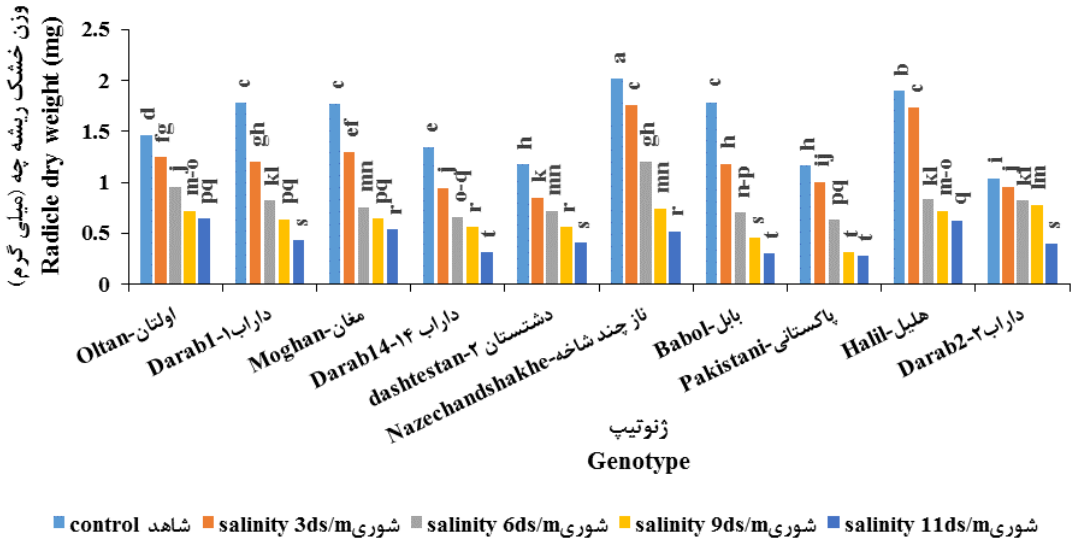
شکل ۹. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت وزن‌تر ریشه‌چه کنجد. (دانکن ۵٪)

Fig. 9. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame genotype on radicle fresh weight (mg). (Duncan 5%)



شکل ۱۰. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت وزن خشک ساقه‌چه کنجد. (دانکن ۵٪)

Fig. 10. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame genotype on plumule dry weight. (Duncan 5%)



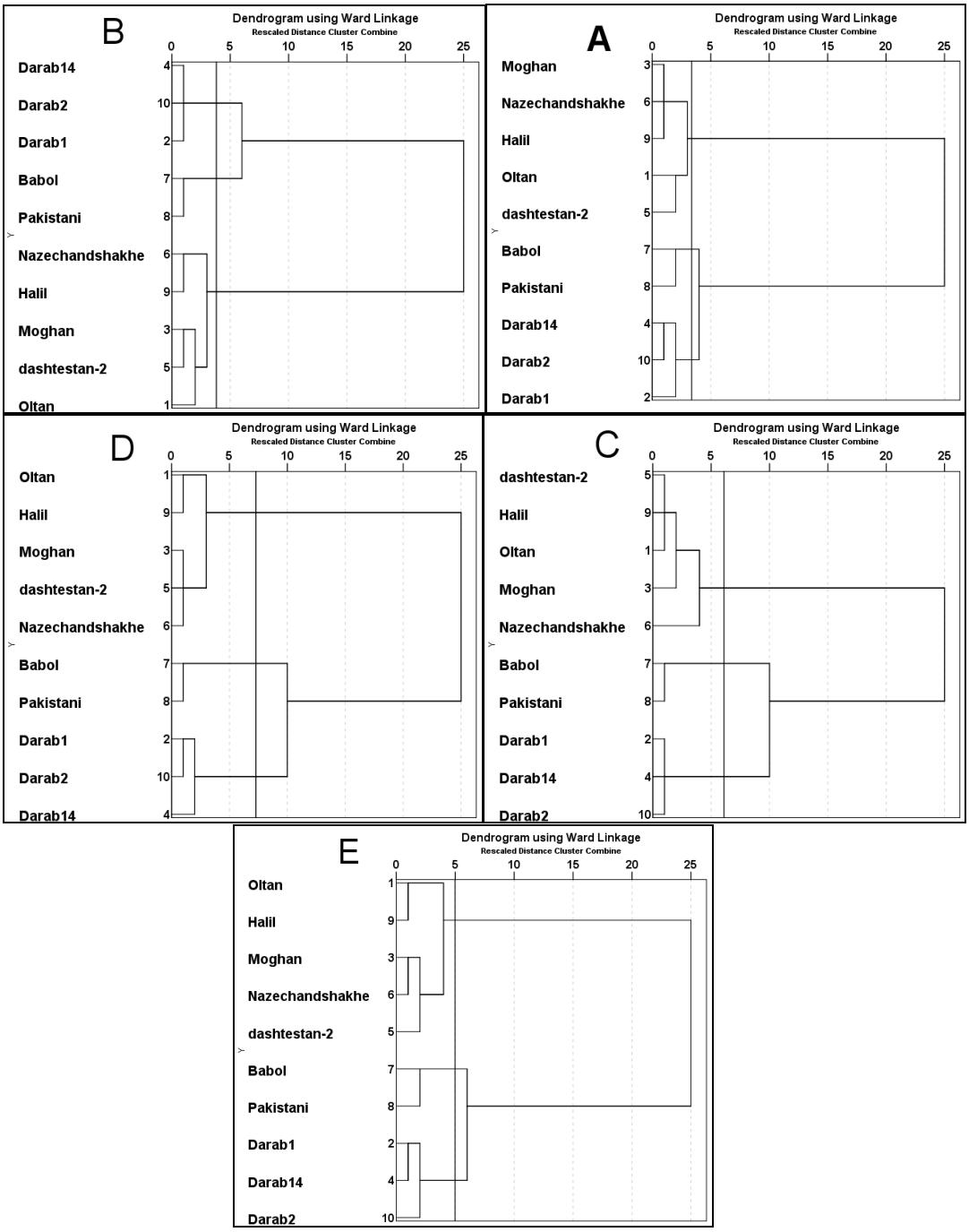
شکل ۱۱. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت وزن خشک ریشه‌چه کنجد. (دانکن ۵٪)

Fig. 11. Mean comparison of the interaction effects of salinity and sesame genotype on radicle dry weight. (Duncan 5%)

تجزیه خوشه‌ای

شکل ۱۲ بخش‌های A تا D تقسیم بندی ارقام و توده‌ها را بر اساس صفات اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد. بر مبنای درختواره‌های بدست آمده از تجزیه خوشه‌ای ارقام و توده‌های مورد بررسی در هر یک از ۵ سطح تنش در سه گروه قرار گرفتند. ارقام اولتان، دشتستان ۲، ناز چندشاخه، هلیل و توده محلی مغان در گروه اول و ارقام داراب ۱، داراب ۲ و داراب ۱۴ در گروه دوم و رقم پاکستانی و توده بابل در گروه سوم قرار گرفتند. بطوری‌که در بررسی میانگین گروه‌ها در صفات

مورد بررسی جدول (۳) مشخص شد در تمامی سطوح شوری ژنوتیپ‌ها از نظر صفت زمان لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی در سه خوشه دارای اختلاف معنی‌داری بودند به طوری‌که گروه یک دارای کمترین و گروه سه بیشترین مقدار در این صفت بودند. از نظر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح شاهد بین گروه یک و دو اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید در حالی که در سایر سطوح شوری مورد مطالعه اختلاف خوشه‌ها از نظر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود بطوری‌که گروه یک بیشترین و گروه سه کمترین میزان درصد جوانه‌زنی را داشتند سرعت جوانه‌زنی در پنج سطح شوری در سه خوشه معنی‌دار و خوشه یک بیشترین و خوشه سه کمترین مقدار را داشت هر چند اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها از نظر صفت وزن خشک ریشه‌چه در سطح شاهد و تنش شوری ۳ و ۶ دسی زیمنس مشاهده نگردید، اما در شرایط شوری ۹ و ۱۱ دسی زیمنس برای این صفت اختلاف معنی‌دار بود و همچنین بررسی صفات شاخص بنیه گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن‌تر ساقه‌چه، وزن‌تر ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه یک و سه بوده به طوری‌که گروه یک دارای مقدار بهینه و بالاتری بود در هر پنج سطح تنش اعمال شده بهترین نتیجه در مجموع به گروه اول تعلق گرفت به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های این گروه با داشتن پتانسل قابل توجه در صفات جوانه‌زنی و پایداری بیشتر در برابر تنش شوری می‌توان به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل معرفی و در برنامه‌های اصلاحی کاندیدای مناسبی باشند. گروه سوم نسبت به گروه اول و دوم عملکرد پایینی را نشان دادند و ارقام مربوط به گروه دوم از لحاظ خصوصیات جوانه‌زنی و متغیرهای رشدی دارای ارزشی بینابین گروه اول و سوم را داشتند. نتایج این خوشه بندی با نتایج مقایسه میانگین همخوانی داشته و می‌توان اینگونه تفسیر کرد که گروه اول یعنی ارقام اولتان، دشتستان ۲، ناز چندشاخه، هلیل و توده مغان متحمل به شوری هستند و همچنین گروه سوم یعنی رقم پاکستانی و توده بابل را می‌توان به عنوان ارقام حساس به شوری در مرحله جوانه‌زنی معرفی کرد. بیشترین فاصله ژنتیکی در سطوح شاهد، شوری ۳-۶-۹-۱۱ دسی زیمنس بین ژنوتیپ‌های اولتان و پاکستانی به ترتیب (۸۴/۱)، (۷۴/۳۳)، (۷۴/۹۵)، (۷۱/۶۹) و (۸۳/۸۹) اختصاص یافت بنابر این، این ژنوتیپ‌ها می‌توانند برای دورگ‌گیری و مطالعات ژنتیکی و اصلاحی کنجد در ارتباط با تحمل به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی مورد استفاده قرار گیرند.



شکل ۱۲. نمودارهای درختواره حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد مطالعه به روش وارد برای ارقام و توده‌های کنجد تحت تنش شوری در سطوح مختلف، A: شوری ۱ دسی زیمنس بر متر (شاهد)، B: شوری ۳ دسی زیمنس بر متر، C: شوری ۶ دسی زیمنس بر متر، D: شوری ۹ دسی زیمنس بر متر، E: شوری ۱۱ دسی زیمنس بر متر

Fig. 12. Dendrogram diagram of cluster analysis for the studied traits using the Ward method for cultivars and landraces of sesame crop under salinity stress at different levels, A: salinity 1 ds/m (control), B: salinity 3 ds/m, C: salinity 6 ds/m, D: salinity 9 ds/m, E: salinity 11 ds/m

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه برای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطوح مختلف تنش شوری (دانکن ۵٪)

Table 3. Mean comparision in cluster analysis groups for studied traits at different levels of salinity stress. (Duncan 5%)

سطوح تنش شوری Salinity stress levels	Class	ژنوتیپ Genotype	درصد جوانه‌زنی نهایی Final Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی (عدد بذر در روز) Germination Rate (seeds/day)	زمان لازم تا ۵۰٪ جوانه‌زنی (ساعت) Time to reach 50 percent germination (h)	شاخص بنیه گیاهچه Seedling Vigor Index	وزن خشک گیاهچه (میلی-گرم) Seedling dry weight (mg)
شاهد control	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	99.73a	21.66a	16.24c	4.86a	5.49a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	94.22a	15.33b	30.17b	3.63b	3.99b
	3	Babol-Pakistani	86.00b	12.66c	39.10a	3.21b	3.21b
۳ دسی زیمنس بر متر 3ds/m	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	98.4a	20.34a	17.51c	3.67a	4.38a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	85.78b	12.88b	36.76b	2.92b	3.92a
	3	Babol-Pakistani	74.66c	9.56c	42.96a	2.36b	2.53b
۶ دسی زیمنس بر متر 6ds/m	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	98.4a	19.42a	19.76c	3.13a	3.13a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	81.33b	10.78b	44.16b	2.74ab	3.27a
	3	Babol-Pakistani	64c	5.98c	54.47a	2.34b	2b
۹ دسی زیمنس بر متر 9ds/m	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	96.53a	17.09a	26.23c	2.46a	2.45a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	76b	7.94b	50.08b	1.99b	2.77a
	3	Babol-Pakistani	59.34c	4.57b	68.1a	1.8b	1.46b
۱۱ دسی زیمنس بر متر 1 1ds/m	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	91.47a	14.02a	31.22c	1.31a	1.88a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	70.22b	6.96b	52.18b	1.14a	1.64a
	3	Babol-Pakistani	44.67c	3.56c	66.47a	1.16a	0.94b

ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه برای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در سطوح مختلف تنش شوری (دانکن ۵٪)

Table 3. Continued- Mean comparision in cluster analysis groups for studied traits at different levels of salinity stress. (Duncan 5%)

سطوح تنش شوری Salinity stress levels	Class	ژنوتیپ Genotype	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule length (mm)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radicle length (mm)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم) Plumule fresh weight (mg)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle fresh weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg)
شاهد control	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	53.20a	58.60a	55.60a	39.66a	3.82a	1.66a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	42.33b	43.22b	41.66b	28.66b	2.60b	1.39a
	3	Babol-Pakistani	32.33c	36.33b	35.00b	21.83c	1.73b	1.48a
۳ دسی زیمنس بر متر 3ds/m	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	49.59a	40.73a	49.73a	30.33a	3a	1.37a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	36.55b	26b	32.89b	19.78b	2.9a	1.03a
	3	Babol-Pakistani	26.00c	18b	23.5c	13.66c	1.43b	1.09a
۶ دسی زیمنس بر متر 6ds/m	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	44.93a	32.13a	42.07a	20.33a	2.24a	0.89a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	34.22b	21.44b	28.78b	13.44b	2.5a	0.77a
	3	Babol-Pakistani	22.83c	14.50b	15.16c	6.67c	1.34b	0.67a
۹ دسی زیمنس بر متر 9ds/m	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	34.86a	24.47a	34.8a	13.07a	1.78a	0.68a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	23.11b	14.56b	21.33b	8b	2.11a	0.66a
	3	Babol-Pakistani	18.5c	8c	13.5b	4.67c	1.08b	0.38b
۱۱ دسی زیمنس بر متر 11ds/m	1	Oltan-Moghan-Dashtestan2 Nazechandshakhe-Halil	19.6a	10.4a	29.6a	9.67a	1.33a	0.54a
	2	Darab1-Darab14-Darab2	12.5b	7.33b	16.56b	5.22b	1.26b	0.38b
	3	Babol-Pakistani	9.33b	3.5c	11b	2.5 c	0.65b	0.29b

نتیجه‌گیری

تنش شوری ناشی از آب دریا اثرات منفی بر فاکتورهای جوانه‌زنی کنجد داشت و موجب کاهش معنی‌داری در میانگین صفات مورد بررسی شد به طوری که با افزایش شوری جوانه‌زنی کاهش یافت. عکس العمل ارقام و توده‌های مختلف کنجد نسبت به سطوح مختلف شوری متفاوت بود در بین آن‌ها رقم اولتان از نظر اغلب پارامترهای اندازه‌گیری شده درمقایسه با بقیه کمتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت، اما رقم پاکستانی بیشترین حساسیت به تنش را از خود نشان داد از این ارقام می‌توان در برنامه‌های اصلاحی و بررسی سازوکارهای تحمل کنجد به شوری استفاده کرد.

منابع

Afshar Mohammadian, M., Ebrahimi Nokandeh, S., Demsi, B.H. and Jamal omidi, M. 2015. The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of four cultivars of (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 28(1): 23-33. [In Persian with English Summary].

Alizadeh M.A. and Isvand, H.R. 2004. Evaluation and the study of germination potential, speed of germination and vigor index of the seeds of two species of medicinal plants (*Eruca sativa* Lam., *Anthemis altissima* L.) under cold room and dry storage condition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 20(3): 301-307. [In Persian with English Summary].

Ayers, A.D. 1953. Germination and emergence of several varieties of barley in salinized soil cultures. Agronomy Journal, 45(2): 68-71. https://doi.org/10.2134/agronj1953.00021962004500020008x

Baccio, D., Navari-Izzo, F. and Izzo, R. 2004. Sea water irrigation: antioxidant defence responses in leaves and roots of sunflower ecotype. Journal Plant Physiology, 161: 1359-1366. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2003.07.001

Bliss, R.D., Platt-Aloia, K.A. and Thomson, W.W. 1986. The inhibitory effect of NaCl on barley germination. Plant, Cell and Environment, 9(9):727-733. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1986.tb02105.x

Cicek N. and Cakirlar, H. 2002. The effect of salinity on some physiological parameneters in two maize cultivars. Bulgarian Journal of Plant Physiol, 28(2): 66-74.

Coolbear, P., Francis A. and Grierson, D. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment under the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. Journal of Experimental Botany, 35: 1609-1617. https://doi.org/10.1093/jxb/35.11.1609

Dakhil, B.B. and Denden, M. 2010. Salt stress induced changes in germination, sugars, starch and enzyme of carbohydrate metabolism in *Abelmoschus esculentus* L. (Moench.) seeds. African Journal of Agricultural Research, 5: 1412-1418

Enferad, A., Hosseini, M. Pustini, K. and Attari, KH. 2003. Investigation of germination of canola cultivars under salinity conditions. Journal of Agriculture, 5(2): 14-28. [In Persian with English Summary].

Fallahi, J., Taghi Ebadi, M. and Ghorbani, R. 2009. The effects of salinity and drought stresses on germination and seedling growth of clary (*Salvia sclarea*). Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences, 1(1): 57-67. [In Persian with English Summary].

Farooq, M., Basra, S.M.A., Ahmad, N. and Hafeez, K. 2005. Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. Journal of Integrative Plant Biology, 47(2): 187-193. https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00031.x

Fazeli Kakhki, S.F., Nezami, A., Parsa, M. and Kafi, M. 2015. Evaluation of germination indices and seedling growth in sesame ecotypes (*Sesamum indicum* L.) under salinity conditions. Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences, 7(2): 217-232. [In Persian with English Summary].

Fenando, E.P., Boero, C., Gallardo, M. and Gonzalez, J. 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble suger content in Chenopodium quinonaseeds. Botany Bulletin. 41:27-34.

Flowers, T.J. and Yeo, A.R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: where next. Australian Journal of Plant Physiology, 22(6): 875-884. https://doi.org/10.1071/PP9950875

Food and Agriculture Organization (FAO). 2017. The FAOSTAT Database. Available at web site http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

Froodel, S., Sadrabadi Haghighi R. and Nabavi Calat, S.M. 2011. Effect of seed priming on seedling growth of sesame (*Sesamum indicam* L.) under salinity stress. Iranian Journal of Field Crops Research, 18(1): 535-543. [In Persian with English Summary].

Gholami, P., Ghorbani, J., Ghaderi, S.H., Salarian, F. and Karimzadeh, A. 2010. Assessment of germination indices for *Vicia monantha* under salinity and drought stresses. Rangeland, 4(1): 1-11. [In Persian with English Summary].

Gholinezhad, E. 2014. The effects of salinity stress on related germination traits of wheat genotypes. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 27(2): 276-287. [In Persian with English Summary].

Homaee, M. 2002. Plants Response to Salinity. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, 97p. [In Persian with English Summary].

Hussain, G., Al-Jaloud, A.A., Al-Shammafy, S.A., Karimulla, S. and Al-Aswad, S.O. 1997. Effect of saline irrigation on germination and growth parameters of barley (*Hordeum vulgare* L.) in a pot experiment. Agricultural Water Management, 34: 125-135. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(97)00011-5

International Seed Testing Association (ISTA). 2005. International rol for Seed testing edition. Bassersdorf, Switzerland.

Izadi-Darbandi, E., Mohammadian, M., Yanegh, A. and Zarghani, H. 2012. The Effects of temperature and salinity on germination and seedling growth characteristics of sesame (*Sesamum indicum*) landraces. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 335-345. [In Persian with English Summary].

Jamali, S., Sharifan, H., Hezarjaribi, A. and Sepahvand, N.A. 2016. The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of two cultivars of Quinoa. Journal of Water and Soil Resources Conservation, 6(1):87-98. [In Persian with English Summary].

Javadi, H., Seghatoleslami, M.J. and Mosavi, S. 2014. The effect of salinity on seed germination and seedling growth of four medicinal plant species. Iranian Journal of Field Crops Research, 12(1): 53-64. [In Persian with English Summary].

Jiang, C.Q., Ling-Tong, Q.U.A.N., Feng, S.H.I., Na, Y.A.N.G., Chang-Hai, W.A.N.G., Xiao-Ming, Y.I.N. and Zheng, Q.S. 2014. Distribution of mineral nutrients and active ingredients in Aloe vera irrigated with diluted seawater. Pedosphere, 24(6):722-730. https://doi.org/10.1016/S1002-0160(14)60059-X

Kaya, M.D., Ipek, A. and Ozturk, A. 2003. Effect of different soil salinity levels on germinatin and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestey, 27(4): 221-227

Kermode, A.R. 1990. Regulatory mechanisms involved in the transition from seed development to germination. Critical Reviews in Plant Sciences, 9(2): 155-188. https://doi.org/10.1080/07352689009382286

Keshavarzi, M., Ashrafi, A. and Razmjoo, K.H. 2007. Effects of NaCl salinity on seed germination of 7 sesames (*Sesamum indicum* L.) cultivars. 1th Seed Science and Technology Ceminar Iran, Gorgan. [In Persian with English Summary].

Khalesro, SH. and Agha Ali Khani, M. 2006. Effect of salinity and deficit stress on germination of sorghum seeds (*Sorghum bicolor* L. cultivar speedfee) and Pennisetum (*Pennisetum americanum* L. cultivar nutrifeed). Journal of Pajouhesh & Sazandegi, 77: 153-163. [In Persian with English Summary].

Kornejadi, A. 2002. Evaluation of cotton genotypes resistance to salinity in the germination and seedling stage. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agriculture Science and natural Resources, 130p. [In Persian with English Summary].

Koszaski, Z. and Karczmarczyk, S. 1985. Use of saline water for irrigation of Spring Barley and Oats. Zeszyty-Naukowe-Akademii-Rolniczej-W-Szczecinie, Rolnictwo, 36: 95-105.

Latif, S. and Anwar, F. 2010. Aqueous enzymatic sesame oil and protein extraction. Food Chemistry, 125: 679-684. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.064

Machado Neto, N.B., Saturnino, S.M., Bomfim, D.C. and Custódio, C.C. 2004. Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. Brazilian Archieves of Biology and Technology. 47(4): 521-529. https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000400004

Mir Mohammadi Meybodi, S. and Garayazi, B. 2001. Salt stress and physiologicalaspects of plant breeding. Isfahan University Press. Isfahan, Iran, 5: 57-65. [In Persian with English Summary].

Mohammed, E.L.M., Benbel, M. and Talouizete, A. 2002. Efffect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination. Helia, 25(37): 51-58. https://doi.org/10.2298/HEL0237051M

Mostafavi, KH. and Heidarian, A.R. 2013. Effects of different salinity levels on germination indices in four sunflower varieties. Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8(4): 123-131. [In Persian with English Summary].

Motamedi, M., Khodarahmpour, Z. and Naseri Rad, H. 2011. Study of physiologic tolerance of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes on salinity stress in germination stage and seedling growth. Journal of Crop Breeding, 3(8): 81-92. [In Persian with English Summary].

Orruno, E. and Morgan, M.R.A. 2011. Resistance of purified seed storage proteins from sesame *(Sesamum indicum* L.) to proteolytic digestive enzymes. Food Chemistry, 128: 923-929. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.120

Rahimi, Z. and Kafi, V. 2006. Evaluation of cardinal temperatures and the effect of different temperature levels on germination indices of purslane (*Portulaca olercea* L.). Journal of Plant Protection, 24(1):80-86. [In Persian with English Summary].

Rahman, M., Soomro, U.A. Zahoor-ul-Haq, M. and Gul, S. 2008. Effects of NaCl salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World Journal of Agricultural Sciences 4(3): 398-403, 2008

Ramezani, E., Ghajar, S.M. and Naghdi, B.H. 2011. Evaluation of potential germination of Echium seeds (*Echium amoenum* FISCH. & MEY.) in saling condition. Watershed Management Researches (Pajouhesh-VA-Sazandegi), 24(2): 80-87. [In Persian with English Summary].

Ranganayakulu, G.S., Veeranagamallaiah, G. and Sudhakar, C. 2013. Effect of salt stress on osmolyte accumulation in two groundnut cultivars (*Arachis hypogaea* L.) with contrasting salt tolerance. African Journal of Plant Science, 12: 586-592. https://doi.org/10.5897/AJPS11.063

Rastegar, S. and Peikari, A. 2016. Seawater salinity effect on seed germination and seedling early growth of three ornamental species. Iranian Journal of Seed Research, 3(1): 137-146. [In Persian with English Summary].

Sadogi, M., Sharifan, H. Pesarakli, M. and Movahedi Naeini A. 2012. Evaluation of germination of sugar beet under irrigation with Caspian Sea water. National Conference on Sea Water Utilization, Kerman, 180-190. [In Persian with English Summary].

Safari, H., Maddah Hosseini, SH., Azari, A. and Heshmati, M. 2013. Effect of pretreatment of salicylic acid on wheat (*Sesamum indicum* L.) seed germination under salt stress. The First National Conference on Salinity Stress in Plants, Tabriz, Iran, 883-887. [In Persian with English Summary].

Shahid, M., Pinelli, E., Pourrut, B., Silvestre, J., and Dumat, C. 2011. Lead-induced genotoxicity to *Vicia faba* L. roots in relation with metal cell uptake and initial speciation. Ecotoxicology and Environmental Safety, 74: 78-84. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2010.08.037

Shahmoradi, A. and Sharifan, H. 2012. Study the effect of seawater on different germination parameters of wheat. National Conference on Sea Water Utilization, Kerman, Iran, 205-212. [In Persian with English Summary].

Tanji, K. 1995. Agricultural salinity assessment and agreement. Scientific publisher Jodhpur.

Valdiani, A.R., Hassanzadeh, A. and Tajbakhsh, M. 2005. Study on the effects of salt stress in germination and embryo growth stages of the four prolific and new cultivars of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pajouhesh and Sazandegi, 66: 23-32. [In Persian with English Summary].

Yousef, Y.H., Binghane, F.T. and Yermonas, D.M. 1972. Growth, mineral composition and seed oil of sesame as effected by boron and exchangeable sodium. Proceeding of the American Soil Society. 36: 923-926. https://doi.org/10.2136/sssaj1972.03615995003600060026x

Zeinali, E., Soltani, A. and Galeshi, S. 2002. Reaction seed germinations components to salinity stress in canola (*Brassica nupus* L.). The Journal of Agricultural Science, 33: 137-145.

Iranian Journal of Seed Research, 2022, 8(2): 151-173

Research Article

Evaluating the Germination Indices of Different Genotypes of Sesame Plant (*Sesamum indicum)* Under Salinity Stress

Nader Shahbazi [1], Seyyed Kamal Kazemitabar [2,*], Ghaffar Kiani [3], Ali Pakdin Parizi [4], Pooyan Mehraban Joubani [5]

Extended abstract

Introduction: One of the ways to overcome the limitation of fresh water and lack of sufficient water reserves for agriculture is to use unconventional waters such as seawater. Salinity stress is the most important abiotic stress in seawater application. Identification and planting of salinity tolerant genotypes of a plant species is one of the effective and valuable strategies in reducing the effects of salinity stress. Germination, growth and seedling establishment are among the salinity-sensitive stages in most plants. Therefore, for improvement of abiotic stress tolerance in plants, it is necessary to study the traits and indicators related to tolerance in the germination stage.

Material and Methods: A factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with three replications at the laboratory of Plant Breeding Department of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources in 2020. The first factor included the cultivars and the second included 5 salinity levels (control (no seawater), 3, 6, 9 and 11 dS (deciSiemens per meter) obtained from the incorporation of Caspian Sea and urban water. The number of germinated seeds was counted during eight days of salinity stress. Then, germination percentage, time required for 50% germination, seedling vigor index and germination rate were calculated. On the eighth day, radicle and plumule dry and fresg weights, radicle and plumule length and seedling dry weight were measured.

Results: The results of analysis of variance showed the significance of the effect of different salinity levels, genotype and the interaction of salinity and genotype for all calculated indices at $p<0.01$. Mean comparison of the interaction of different levels of salinity and cultivars and landraces showed that all the studied traits except for the time to reach fifty percent germination decreased with increasing salinity. Among the studied cultivars, Oltan cultivar had the highest value of germination percentage (100%), germination rate (24.17 seeds per day), seedling vigor index (5.03), plumule length (55.67 mm), radicle length (70 mm), plumule fresh weight (62 mg), radicle fresh weight (45 mg), plumule dry weight (4.77 mg), seedling dry weight (6/23 Mg) and the lowest amount of the time required for 50% germination (24.17 hours) in control treatment. In contrast, Pakistani cultivar had the lowest germination rate (3.06 seeds per day), seedling vigor index (1), plumule length (8.33 mm), radicle length (3 mm), plumule fresh weight (10 mg), radicle fresh weight (2 mg), plumule dry weight (0.57 mg), seedling dry weight (0.84 mg) and the highest time required for 50% germination (24.17 hours) in 11 dS / m salinity level. Using the results of this experiment, among the studied cultivars, Oltan cultivar was selected as the most tolerant and Pakistani cultivar as the most sensitive cultivars to salinity stress at the germination stage.

Conclusion: The studied cultivars and landraces showed different reactions in terms of germination indices when treated with salinity from seawater. The high significant difference in this experiment indicated the high genetic diversity among the studied genotypes. It is possible to choose from these genotypes for salinity tolerance breeding programs in sesame plant.

Keywords: Caspian Sea water, Cluster analysis, Germination characteristics, Seed traits

Highlights:

1- Different sesame genotypes at different levels of sea salt salinity showed different response at germination stage.
2- Among the cultivars studied, Oltan, Nazetakshakhe, Halil and Dashtashtan 2 showed a high degree of tolerance to salinity stress.

[1] Ph.D. Student in Genetics and Plant Breeding Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources (SANRU) Sari, Iran
[2&3] Associate Professor Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources (SANRU) Department of Plant Breeding, Sari, Iran
[4] Assistant Professor Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources (SANRU) Agricultural Genetics and Biotechnology Research Institute of Tabarestan, Tabarestan, Iran
[5] Assistant Professor Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources (SANRU) Department of Basic Sciences, Sari, Iran

* Corresponding author, E-mail: k.kazemitabar@sanru.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1400.8.2.5.1

DOI: 10.52547/yujs.8.2.151

(Received: 12.12.2020; Accepted: 05.03.2021)