"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰
(ص ۷۴-۵۷)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 10, No.: 3, Autumn 2021
(pp: 57-74)
DOI: 10.22034/ijsst.2020.125547.1263
Research Article

تعیین اثر تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چغندر وحشی (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) در مقایسه با چغندرقند (*Beta vulgaris*)

بهزاد قلی پور[1]، افشین مظفری[1*]، عباس ملکی[2] و محمد میرزایی حیدری[2]، فرزاد بابایی[2]

۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام، گروه تخصصی زراعت و اصلاح نباتات، ایلام، ایران.
۲. استادیاران دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام، گروه تخصصی زراعت و اصلاح نباتات، ایلام، ایران.
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۰۷)

چکیده

اگرچه زیستگاه اصلی چغندر وحشی (*Beta maritima*) که جد وحشی چغندر قند امروزی است، سواحل دریای مدیترانه است، اما این گیاه در نقاط مختلفی از ایران، بویژه نواحی غربی آن نیز به عنوان یک گیاه بومی به حساب می‌آید. این گیاه با وجود پتانسیل‌های فراوانی که دارد، تا کنون موضوع تحقیقات بسیار اندکی قرار گرفته است. در تحقیق حاضر اثر تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چغندر وحشی در مقایسه با چغندر قند در قالب دو آزمایش مجزا (شوری و خشکی) مورد بررسی قرار گرفت.آزمایشات در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با ۳ تکرار اجراشد. تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور ژنوتیپ (شامل ۱۵ نمونه چغندر وحشی از استان‌های خوزستان، ایلام، کرمانشاه، کردستان و آذربایجان و دو نمونه زراعی چغندرقند حساس و مقاوم به تنش) و فاکتورهای شوری (غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار) و خشکی (۵ سطح صفر، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار) بود. یافته‌ها نشان داد که اثر تیمارهای شوری و خشکی روی صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه معنی‌دار بود و در هر دو آزمایش با افزایش شدت تنش از مقادیر صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه کاسته شد. در هر دو آزمایش صفت درصد جوانه‌زنی از بقیه صفات کمتر و صفت وزن ساقه‌چه از بقیه صفات بیشتر تحت تاثیر تنش قرار گرفته بودند. همچنین در هر دو آزمایش رشد ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه کمتر تحت تاثیر تنش قرار گرفته بود. ارزیابی‌های آماری نشان داد که در هر دو آزمایش برای صفات درصد جوانه زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه، بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در شرایط تنش شوری و خشکی به ترتیب حداقل ۵ و ۷ ژنوتیپ چغندر وحشی از استان‌های ایلام، کرمانشاه، خوزستان و آذربایجان شناسایی شدند که از لحاظ خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه نسبت به ارقام زراعی چغندرقند در شرایط تنش خشکی و شوری برتر بودند. براین اساس می‌توان نتیجه گرفت که چغندرهای وحشی از تنوع و پتانسیل مقاومتی بالایی در برابر تنش‌های شوری و خشکی در زمان جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد برخوردار می‌باشند و می‌توان از این گیاهان برای تولید ارقام چغندر قند مقاوم به تنش‌های شوری و خشکی بهره جست.

کلمات کلیدی: چغندر وحشی ، شاخص جوانه‌زنی، مراحل اولیه رشد، تنش شوری، تنش خشکی.

Determination of the effect of drought and salinity stress on germination and seedlings specifications of sea beet (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) in comparison with sugar beet (*Beta vulgaris*)

B. Gholipor[1], A. Mozaffari[2], A. Maleki[2], M. Mirzaee Haydari[2], F. Babaii[2]

1. Ph.D. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.
2. Assistant Professors, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.
(Received: Mar. 04, 2020 – Accepted: Jul. 28, 2020)

Abstract

Although the main habitat of sea beet (*Beta maritima*), the wild ancestor of today`s sugar beet, is the Mediterranean coasts, but it is a native plant in different part of Iran, especially in western regions. The plant, despite of its many potentials, has been the subject of very little studies. In the present study, the effect of drought and salinity stresses on germination and seedling specifications of sea beet in comparison with sugar beet were investigated in two separate experiments (salinity and drought). Experiments were carried out in completely randomized design with 3 replication factorial arrangement. Experimental treatments were including genotype factor (including 15 sea beet samples from Khuzestan, Elam, Kermanshah, Kurdistan and Azerbaijan provinces and two sensitive and susceptible cultivar strains of sugar beet) and salinity factors(NaCl concentration of 0, 50, 100 and 400 mM) and drought factors (5 levels of 0, 3, 6, 9 and 12 bar). Results showed that the effect of salinity and drought treatments on germination percentage, radicle length, plumule length, radicle weight and plumule weight traits were significant and in both experiments with increasing stress intensity germination percentage, radicle length, plumule length, radicle weight and plumule weight traits decreased. In both experiments, germination percentage trait was less and hypocotyl weight trait more affected by stresses than other traits. Also, in both experiments, radicle growth was less affected by stress than the plumule. Statistical estimations showed that there was a significant difference between investigated genotypes for germination percentage, radicle length, plumule length, radicle weight and plumule weight in both experiments. In salinity and drought stress conditions, at least 5 and 7 sea beet genotypes were identified from Elam, Kermanshah, Khuzestan and Azerbaijan provinces, which were better in terms of germination and early growth characteristics than sugar beet cultivars. Based on this, it can be concluded that sea beet has a high diversity and resistance potential against salinity and drought stresses during germination and early growth stages and can be used to produce more resistance sugar beet against salinity and drought stresses.

Keywords: Sea beet, Germination Index, Early growth, Salt stress, Drought stress.

* Email: afshin.mozafari@ilam-iau.ac.ir

مقدمه

چغندر قند زراعی امروز، گیاه اصلاح شده توسط بشر است که کمتر از دویست سال پیش در نتیجه انجام یک سری تلاقی بین گروهی از چغندرهای وحشی، از یک زیر گونه از گونه *vulgaris* به نام چغندر وحشی[1] (*Beta vulgaris* spp. *maritima*) بوجود آمده است (Mojadam et al., 2015). البته شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهد که چغندر وحشی از زمان ماقبل تاریخ به عنوان غذا و گیاه دارویی توسط انسان به کار می‌رفت. اما پس از اهلی شدن و ایجاد گونه‌های زراعی چغندرقند، این گیاه اهمیت دوچندانی یافت. چغندر وحشی، بومی اروپا، سواحل مدیترانه و آتلانتیک، شمال آفریقا و جنوب آسیا است. نقاط مختلفی از ایران از جمله استان‌های غربی و جنوبی نیز از جمله زیست‌گاه‌های طبیعی این گیاه محسوب می‌شوند (Biancardi*et al*., 2012).

مطالعاتی که تا کنون در زیستگاه‌های طبیعی چغندر وحشی انجام شده است، نشان می‌دهد که چغندر وحشی گیاهی مقاوم به انواع تنش‌های زنده (انواع آفات و بیماری‌ها) و غیره زنده (خشکی، شوری و...) می‌باشد. این گیاه در طول هزاران سال در معرض انواع تنش‌های محیطی بوده‌است. بسیاری از زیست‌گاه‌های طبیعی چغندر وحشی حاوی غلظت‌های بالایی از نمک بوده و یا در معرض خشکی مفرط قرار دارند. این گیاه در میان صخره‌های ساحلی دریاهایی با آب شور تا مناطقی که از بارندگی بسیار اندکی برخوردارند، به صورت خودرو رشد کرده و در بسیاری مواقع در مزارعی نظیر گندم و یا سایر گیاهان زراعی، علف‌هرز محسوب می‌شود (Biancardi *et al*., 2012). Parreira و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر تنش خشکی بر گیاهانی که به عنوان علف هرز در مزارع کشت لوبیا می‌رویند، مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش گیاهان مختلفی نظیر همیشه بهار صحرایی (*Calendula arvensis*)، شیرتیغک (*Sonchusoleraceus*)، کاسنی (*Cichoriumintybus*)، خارمریم (*Silybummarianum*)، زردینه خاردار (*Xanthium spinosum*)، سلمک (*Chenopodium album*) و چغندر وحشی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در میان گیاهان مورد مطالعه، گیاه چغندر وحشی از مقاومت بیشتری در برابر تنش رطوبتی برخوردار بود (Parreiraet al., 2015). در تحقیق دیگری، ۱۵۵ نمونه *B. maritima* بومی اروپا را در شرایط تنش خشکی بررسی کردند (Frese, 2004). در این پژوهش، قابلیت نمونه‌ها با ژنوتیپ Saxon به عنوان نمونه مقاوم، مورد مقایسه قرار گرفت و نمونه‌های چغندر وحشی براساس میزان مقاومت نمراتی از ۱ (مقاومترین) تا ۹ (حساسترین) دریافت کردند (Frese, 2004). یافته‌های این تحقیق نشان داد که در میان نمونه‌های *B. maritima* مورد بررسی، پنج نمونه بسیار مقاوم و سه نمونه مقاوم به خشکی بودند (Frese, 2004).

تحقیقات نشان داده است که گیاه چغندرقند در مراحل جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه به شدت تحت تاثیر تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی و شوری قرار می‌گیرد، تا آنجا که استقرار ضعیف گیاه یکی از مشکلات اصلی در مناطق خشک و شور به حساب می‌آید (Kaya *et al*., 2006; Francis, 2007; Fénart*et al*., 2008). تاکنون مطالعات بی‌شماری به منظور تعیین خصوصیات ارقام زراعی مختلف چغندرقند در رابطه با میزان تحمل آنها به تنش‌های محیطی در مراحل اولیه جوانه‌زنی صورت گرفته است (Mojadam et al., 2015). این در حالی است که با وجود آنکه چغندر وحشی یکی از گیاهان بومی ایران محسوب می‌شود، این جد وحشی گیاه چغندرقند کمتر مورد بررسی قرار گرفته و اطلاعات جامعی در رابطه با میزان تحمل این گیاه در برابر تنش‌های خشکی و شوری در مراحل اولیه جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در دست نیست

[1] Sea beet

(Biancardi*et al.*, 2012). لذا در تحقیق حاضر اثر تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چغندر وحشی بومی نواحی غربی ایران در مقایسه با چغندرقند مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر اثر تنش‌های شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی چغندر وحشی و چغندرقند بصورت دو آزمایش مجزا مورد بررسی قرار گرفت. پوسته بذر چغندرقند حاوی مواد بازدارنده جوانه‌زنی است و این مواد در بذر چغندرهای وحشی بیشتر می‌باشد. برای رفع این اثر در ابتدا تمامی بذر چغندرهای زراعی و وحشی با استفاده از روش (Sadeghian and Alexander, 1994) شسته شدند (در مجموع هفت ساعت شستشوی بذر انجام شد). هر یک از آزمایشات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی (CRBD) به صورت فاکتوریل با ۳ تکرار اجرا شد. در آزمایش اول تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور ژنوتیپ با ۱۷ سطح که ۱۵ نمونه آن چغندر وحشی و مابقی ارقام زراعی چغندر زراعی بودند (جدول ۱) و فاکتور شوری در پنج سطح (غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار) بود. نمونه‌های مورد بررسی همگی مربوط به گونه *Beta vulgaris ssp. maritima* بودند. اما از آنجا که این نمونه‌ها تنها ژنوتیپ بوده و رقم زراعی نمی‌باشند، دارای اسم مشخص نبوده و در بخش نتایج به صورت یک کد، شامل نام محل و شماره، نشان داده شده اند. در این آزمایش از کلرید سدیم به عنوان منبع شوری استفاده شد. برای انجام آزمایش، ۴۰ عدد بذر ضدعفونی شده در پتری‌دیش‌های ۱۰ سانتی‌متری روی دو لایه کاغذ صافی گذاشته شد و مقدار هفت میلی‌متر آب مقطر (در تیمار شاهد) یا محلول با سطوح مختلف شوری به آن اضافه گردید و به دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد منتقل شد. صفات مرتبط با جوانه‌زنی، ۱۵ روز بعد مورد بررسی قرار گرفتند.

مراحل انجام آزمایش دوم شبیه به آزمایش تعیین اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی چغندرهای وحشی و زراعی بود، با این تفاوت که در این آزمایش تنش خشکی در پنج سطح صفر، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار بوسیله پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (به ترتیب ۱۴۹، ۲۱۸، ۲۷۱ و ۳۱۶ گرم پلی‌اتیلن گلیکول در هزار میلی لیتر آب مقطر استریل شده)، اعمال شد. نمونه‌ها شامل ۱۵ نمونه چغندر وحشی و دو رقم چغندرقند زراعی حساس به خشکی جلگه و مقاوم به خشکی پایا بودند (جدول ۱). صفاتی که در هر یک از آزمایشات ارزیابی شدند عبارت بودند از: درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه. به منظور تعیین درصد جوانه‌زنی بذرها، پس از پایان دوره آزمایش تعداد بذرهایی که جوانه نرمال تولید کرده بودند، مورد شمارش قرار گرفتند. هر روز از زمان شروع جوانه زنی تا پایان جوانه زنی بذر های جوانه زده (یعنی خروج ۲ میلی‌متر ریشه‌چه) شمارش گردید و تا ۱۵ روز ادامه یافت. برای تعیین درصد جوانه زنی چغندرقند از کاغذهای مخصوص آکاردئونی استفاده شد. سپس از هر ظرف پتری دیش، تعداد ۱۵ گیاهچه به طور تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با خط‌کش اندازه‌گیری شد. پس از آن برای تعیین وزن ماده خشک ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه‌ها، ابتدا نمونه‌ها با آب مقطر شسته شد و پس از جدا کردن ریشه‌چه و ساقه‌چه، در دستگاه آون با درجه حرارت ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و وزن خشک آنها با ترازوی دیجیتال (ATAGO-ژاپن) اندازه‌گیری‌شد.

بعد از جمع آوری داده‌ها و ثبت در نرم افزار Excel تمامی تجزیه های آماری مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ صورت گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها نیز بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. ترسیم نمودارها و جداول به ترتیب با استفاده از نرم افزارهای Excel و Word تحت ویندوز انجام شد.

جدول ۱- مشخصات ارقام زراعی چغندر قند و ژنوتیپ‌های چغندر وحشی مورد مطالعه

Table 1- Characteristics of sugar beet cultivars and wild beet genotypes studied

سطح تحمل به تنش (Stress tolerance level)	پلوئیدی (Ploidy)	جوانه و عملکرد (Germ and Yield)	محل تهیه و تامین بذر (Place of seed supply)	ژنوتیپ‌های وحشی و ارقام چغندر (Wild Genotype and cultivar of Beet)
متحمل به شوری (Salt tolerance)	تری پلوئید (Triploid)	مونو ژرم،-پرمحصول (Monogerm-NE)	موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند (Sugar Beet Seed Institute, Iran)	چغندر قند، رقم رسول (Sugar beet, Rasoul cultivar)
حساس به شوری (Salt Sensitive)	دیپلوئید (Diploid)	مونو ژرم،-پرمحصول (Monogerm-NE)	موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند (Sugar Beet Seed Institute, Iran)	چغندر قند رقم22393-196 (Sugar beet, 22393-196 cultivar)
متحمل به خشکی (Drought tolerance)	دیپلوئید (Diploid)	مونو ژرم،-پرمحصول (Monogerm-NE)	موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند (Sugar Beet Seed Institute, Iran)	چغندر قند رقم پایاSBSI016 (Sugar beet, Paya cultivar)
حساس به خشکی (Drought Sensitive)	تری پلوئید (Triploid)	مونو ژرم،-پرمحصول (Monogerm-NE)	موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند (Sugar Beet Seed Institute, Iran)	چغندر قند رقم جلگه7112 (Sugar beet, Jolgeh cultivar)
تحت بررسی و آزمایش (Under investigation and testing)	-	مولتی ژرم (Multigerm)	مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول (Safi-Abad Agricultural Research Center)	چغندر وحشی، خوزستان۱،۲،۳ (Wild Beet, $Khuz_{1,2,3}$)*
تحت بررسی و آزمایش (Under investigation and testing)	-	مولتی ژرم (Multigerm)	مرکز تحقیقات کشاورزی ایلام و کرمانشاه (Ilam and Kermanshah Agricultural Research Center)	چغندر وحشی، ایلام ۱،۲،۳ (Wild Beet, $Ilam_{1,2,3}$)*
تحت بررسی و آزمایش (Under investigation and testing)	-	مولتی ژرم (Multigerm)	مرکز تحقیقات کشاورزی ایلام و کرمانشاه (Ilam and Kermanshah Agricultural Research Center)	چغندر وحشی، کرمانشاه ۱،۲،۳ (Wild Beet, $Kerman_{1,2,3}$)*
تحت بررسی و آزمایش (Under investigation and testing)	-	مولتی ژرم (Multigerm)	مرکز تحقیقات کشاورزی کردستان (Kurdistan Agricultural Research Center)	چغندر وحشی، کردستان ۱،۲،۳ (Wild Beet, $Kurd_{1,2,3}$)*
تحت بررسی و آزمایش (Under investigation and testing)	-	مولتی ژرم (Multigerm)	مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی (Azerbaijan e Gharbi Agricultural Research Center)	چغندر وحشی، آذربایجان غربی۱،۲،۳ (Wild Beet, $Azer_{1,,2,3}$)*

*:$Khuz_{1,2,3}$: Khuzestan, $Kerman_{1,2,3}$: Kermanshah, $Kurd_{1,2,3}$: Kurdistan, $Azer_{1,2,3:}$ Azerbaijan and $Ilam_{,,2,3}$ are sea beet genotypes.

نتایج

مقایسه سطوح مختلف شوری و خشکی برای خصوصیات جوانه‌زنی چغندرهای مورد بررسی

ارزیابی آماری خصوصیات جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد که اثر شوری و خشکی روی صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲- میانگین مربعات و سطوح معنی‌دار بودن تاثیر ژنوتیپ و تنش شوری بر صفات آزمایش.

Table 2- Mean of squares effect of genotype and salt stress on experimental traits.

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Mean of Squares				
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	وزن ریشه‌چه Radicle weight	وزن ساقه‌چه Plumule weight
تکرار (R) (Repilication)	2	45.76**	3.55**	2.28**	0.18**	0.082**
ژنوتیپ (G) (Genotype)	16	670.64**	27.90**	11.11**	1.15**	0.328**
تنش شوری (S) (Salt stress)	4	11295.62**	332.79**	243.21**	17.69**	12.41**
تنش شوری×ژنوتیپ (G×S)	64	76.23**	0.89**	0.62**	0.049**	0.036**
اشتباه آزمایشی (Exp. error)	168	8.11	0.216	0.156	0.011	0.008
ضریب تغییرات (CV)	-	4.90	7.24	7.21	7.29	7.25

*، ** و ns به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم تفاوت معنی دار می‌باشند.

*, ** and ns: Significant at the 5% and 1% Levels of Probability and Non-significant, Respectively.

جدول ۳- میانگین مربعات و سطوح معنی‌دار بودن تاثیر ژنوتیپ و تنش خشکی بر صفات آزمایش.

Table 3- Mean of squares effect of genotype and drought stress on experimental traits.

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Mean of Squares				
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	وزن ریشه‌چه Radicle weight	وزن ساقه‌چه Plumule weight
تکرار (R) (Replication)	2	28.99**	3.5**	1.58**	0.20**	0.066**
ژنوتیپ (G) (Genotype)	16	603.07**	32.13**	11.12**	1.35**	0.387**
تنش خشکی (S) (Drought stress)	4	11551.43**	338.75**	243.24**	18.18**	12.82**
تنش خشکی ×ژنوتیپ (G×D)	64	90.67**	1.13**	0.787**	0.067**	0.048**
اشتباه آزمایشی (Exp. error)	168	8.63	0.264	0.184	0.014	0.01
ضریب تغییرات (CV)	-	4.97	7.24	7.34	7.44	7.49

*، ** و ns به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم تفاوت معنی دار می‌باشند.

*, ** and ns: Significant at the 5% and 1% Levels of Probability and Non-significant, Respectively.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر دو آزمایش با افزایش شدت تنش از مقادیر صفات درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه کاسته شد. به این صورت که بیشترین مقادیر این صفات در تیمار شاهد (شرایط نرمال) و کمترین مقادیر آنها در شدیدترین تیمارهای خشکی و شوری (۴۰۰ میلی‌مولار شوری و ۱۲- بار خشکی) ثبت شد (جدول ۴ و ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های خصوصیات جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های چغندر در شرایط تنش شوری.

Table 4- Mean comparison of germination traits affected by beet genotypes under salt stress condition

ژنوتیپ‌های چغندر (Beet Genotypes)	وزن ساقه‌چه Plumule weight (g)	طول ساقه‌چه Plumule length (cm)	وزن ریشه‌چه Radicle weight (g)	طول ریشه‌چه Radicle length (cm)	درصد جوانه‌زنی Germination (٪)
آذربایجان۱ (Azerbaijan$_1$)	1.24 ^{b}	6.24 ^{c}	1.53 ^{cd}	6.87 ^{cd}	58.50 ^{f}
آذربایجان۲ (Azerbaijan$_2$)	1.25 ^{b}	6.25 ^{c}	1.55 ^{c}	7.03 ^{c}	62.17 ^{cd}
آذربایجان۳ (Azerbaijan$_3$)	1.20 ^{b}	6.15 ^{c}	1.45 ^{de}	6.61 ^{d}	61.17 ^{de}
ایلام۱ (Ilam$_1$)	1.43 ^{a}	6.57 ^{ab}	1.93 ^{b}	8.55 ^{ab}	65.50 ^{ab}
ایلام۲ (Ilam$_2$)	1.26 ^{b}	6.21 ^{c}	1.53 ^{d}	6.90 ^{cd}	64.17 ^{bc}
ایلام۳ (Ilam$_3$)	1.24 ^{b}	5.72 ^{d}	1.52 ^{cd}	6.78 ^{cd}	63.67 ^{bc}
کرمانشاه۱ (Kermanshah$_1$)	1.24 ^{b}	5.71 ^{d}	1.49 ^{cde}	6.65 ^{cd}	60.83 ^{de}
کرمانشاه۲ (Kermanshah$_2$)	1.46 ^{a}	6.75 ^{a}	1.94 ^{ab}	8.68 ^{ab}	66.50 ^{d}
کرمانشاه۳ (Kermanshah$_3$)	1.09 ^{c}	5.05 ^{e}	1.27 ^{f}	5.71 ^{e}	53.50 ^{h}
خوزستان۱ (Kuzestan$_1$)	1.49 ^{a}	6.87 ^{a}	2.00 ^{a}	8.91 ^{a}	66.17 ^{bc}
خوزستان۲ (Kuzestan$_2$)	1.44 ^{a}	6.61 ^{a}	1.90 ^{b}	8.48 ^{b}	64.83 ^{ab}
خوزستان۳ (Kuzestan$_3$)	1.45 ^{a}	6.69 ^{a}	1.95 ^{b}	8.68 ^{ab}	62.00 ^{cd}
کردستان۱ (Kurdestan$_1$)	1.24 ^{b}	6.31 ^{bc}	1.52 ^{cd}	6.82 ^{cd}	62.18 ^{cd}
کردستان۲ (Kurdestan$_2$)	1.22 ^{b}	5.63 ^{d}	1.54 ^{cd}	6.89 ^{cd}	59.50 ^{ef}
کردستان۳ (Kurdestan$_3$)	1.12 ^{c}	5.17 ^{e}	1.32 ^{f}	5.87 ^{e}	50.17 ^{i}
رقم متحمل به شوری (Salt tolerant cultivar) *	1.52 ^{b}	4.40 ^{f}	1.43 ^{e}	5.13 ^{f}	56.00 ^{g}
رقم حساس به شوری (Salt sensitive cultivar) **	0.94 ^{d}	3.79 ^{g}	0.99 ^{g}	3.99 ^{g}	40.00 ^{j}

*، ** رقم ۱۹۶-۲۲۳۹۳ و رسول با کد 7233-P.29×MSc2 به ترتیب شاهد حساس و متحمل به تنش شوری هستند.

اختلاف میانگین های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نمی باشد.

22393-196 and Rasoul cultivars are salt sensitive and salt tolerant control, respectively.

Means difference within the same column sharing the same letters are not statistically significant at the 5% level based on Duncan's multi-domain test (P< 0.05).

جدول ۵- مقایسه میانگین چغندرهای مورد بررسی در سطوح مختلف خشکی برای خصوصیات جوانه‌زنی

Table 5- Mean comparison of germination traits affected by beet genotypes under drought stress condition

ژنوتیپ‌های چغندر (Beet Genotypes)	وزن ساقه‌چه Plumule weight (g)	طول ساقه‌چه Plumule length (cm)	وزن ریشه‌چه Radicle weight (g)	طول ریشه‌چه Radicle length (cm)	درصد جوانه‌زنی Germination (٪)
آذربایجان۱ (Azerbaijan$_1$)	1.31 ^{ef}	6.49 ^{c}	1.61 ^{e}	7.22 ^{e}	61.33 ^{de}
آذربایجان۲ (Azerbaijan$_2$)	1.46 ^{bc}	6.61 ^{bc}	1.94 ^{cd}	8.66 ^{cd}	59.33 ^{e}
آذربایجان۳ (Azerbaijan$_3$)	1.33 ^{e}	6.45 ^{c}	1.60 ^{e}	7.25 ^{e}	64.17 ^{ab}
ایلام۱ (Ilam$_1$)	1.52 ^{ab}	6.83 ^{ab}	2.01 ^{abc}	8.98 ^{abc}	65.50 ^{ab}
ایلام۲ (Ilam$_2$)	1.43 ^{cd}	6.42 ^{c}	1.89 ^{d}	8.44 ^{d}	61.17 ^{de}
ایلام۳ (Ilam$_3$)	1.24 ^{fg}	6.00 ^{d}	1.49 ^{f}	6.74 ^{f}	59.67 ^{de}
کرمانشاه۱ (Kermanshah$_1$)	1.31 ^{ef}	5.93 ^{d}	1.59 ^{e}	6.99 ^{ef}	60.83 ^{de}
کرمانشاه۲ (Kermanshah$_2$)	1.53 ^{ab}	6.88 ^{ab}	2.00 ^{bc}	8.91 ^{bc}	64.83 ^{de}
کرمانشاه۳ (Kermanshah$_3$)	1.19 ^{gh}	5.37 ^{e}	1.38 ^{g}	6.17 ^{g}	51.00 ^{ef}
خوزستان۱ (Kuzestan$_1$)	1.58 ^{a}	7.15 ^{a}	2.10 ^{a}	9.35 ^{a}	64.17 ^{abc}
خوزستان۲ (Kuzestan$_2$)	1.54 ^{ab}	6.95 ^{a}	2.04 ^{ab}	9.12 ^{ab}	62.00 ^{cd}
خوزستان۳ (Kuzestan$_3$)	1.55 ^{a}	7.02 ^{a}	2.03 ^{ab}	9.10 ^{ab}	66.5 ^{a}
کردستان۱ (Kurdestan$_1$)	1.31 ^{ef}	5.95 ^{d}	1.59 ^{e}	7.12 ^{ef}	63.67 ^{bc}
کردستان۲ (Kurdestan$_2$)	1.30 ^{ef}	5.85 ^{d}	1.62 ^{e}	7.24 ^{e}	59.50 ^{e}
کردستان۳ (Kurdestan$_3$)	1.16 ^{h}	5.26 ^{e}	1.34 ^{g}	5.99 ^{gh}	54.00 ^{f}
رقم متحمل به خشکی (Drought tolerant cultivar)*	1.37 ^{de}	4.93 ^{f}	1.60 ^{e}	5.76 ^{h}	59.83 ^{de}
رقم حساس به خشکی (Sensitive sensitive cultivar)**	0.99 ^{i}	3.94 ^{g}	1.05 ^{h}	4.19 ^{i}	40.67 ^{h}

*، ** رقم جلگه و پایا به ترتیب شاهد حساس و متحمل به تنش خشکی هستند.

اختلاف میانگین های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نمی باشد.

Jolgeh and Paya cultivars are sensitive and drought, respectively.

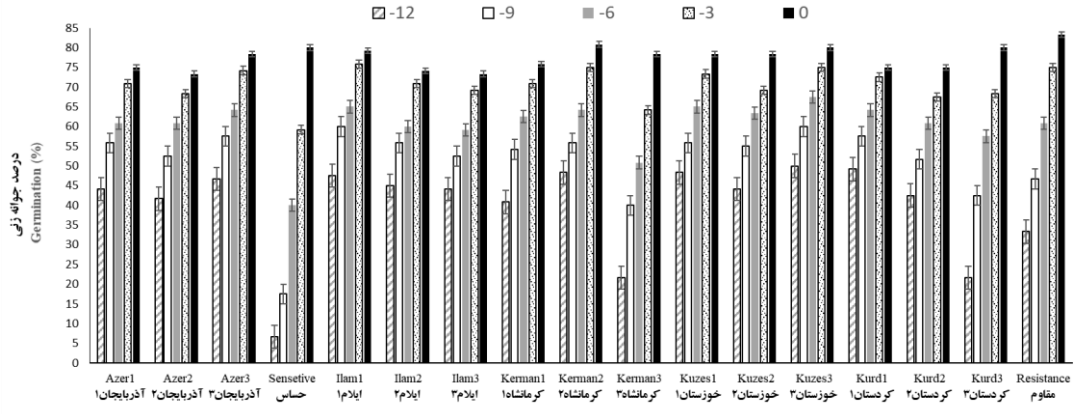
Means difference within the same column sharing the same letters are not statistically significant at the 5% level based on Duncan's multi-domain test (P< 0.05).

در آزمایش تنش شوری درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه گیاهچه‌ها در شرایط تنش شوری ۴۰۰ میلی‌مولار در مقایسه با شرایط بدون تنش به ترتیب ۴۸/۵، ۶۳/۱، ۶۳/۷، ۶۳/۸ و ۶۵/۲ درصد کاهش یافته بودند (جدول ۴). در بخش تنش خشکی نیز در شرایط تنش خشکی شدید

(۱۲- بار) در مقایسه با شرایط بدون تنش از مقادیر صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه گیاهچه‌ها به ترتیب ۴۸/۷، ۶۰/۷، ۶۲/۵، ۶۱/۵، ۶۳/۳ درصد کاسته شد (جدول ۵).

مقایسه چغندرهای مورد بررسی در سطوح مختلف شوری و خشکی برای خصوصیات جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که در سطوح مختلف شوری در میان چغندرهای مورد بررسی، چغندرهای وحشی ایلام ۱، ۲ و ۳، کرمانشاه ۲ و خوزستان ۱ و ۲ به ترتیب با میانگین‌های ۶۵/۵، ۶۳/۶۷، ۶۴/۱۷، ۶۶/۵، ۶۴/۱۷ و ۶۴/۸۳ درصد، بیشترین مقادیر درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). در این ژنوتیپ‌ها از تیمار شاهد تا تیمار ۴۰۰ میلی‌مولار به ترتیب ۴۰، ۴۰/۳۹، ۳۴/۴۴، ۳۷/۵، ۳۸/۳۰ و ۴۰/۲۱ درصد کاهش درصد جوانه زنی مشاهده شد (شکل ۱). این مقدار در رقم مقاوم به شوری رسول (7233-P.29×MSc2) ۶۰/۶۴ درصد بود. مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که به جز چغندرهای وحشی کرمانشاه۳ و کردستان۳، بقیه چغندرهای وحشی در مقایسه با نمونه زراعی مقاوم به شوری، از درصد جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بودند.



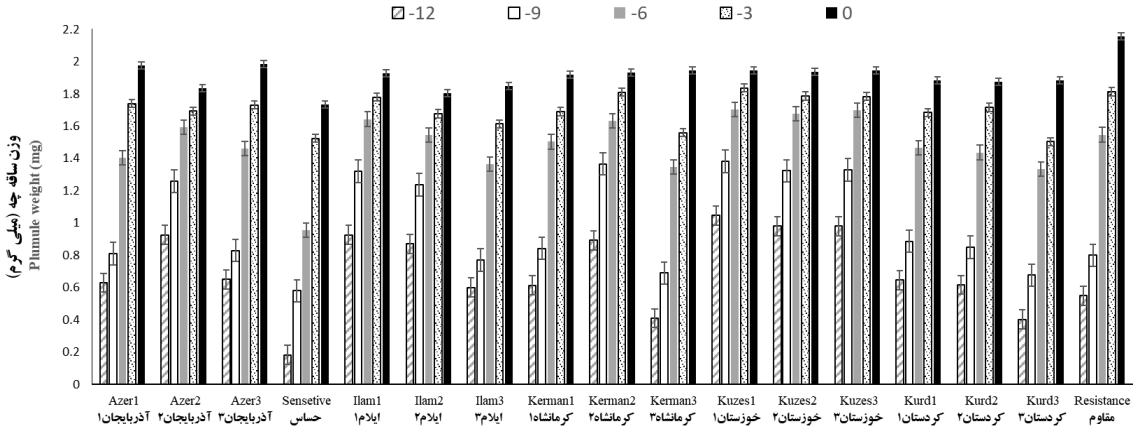
شکل ۱-درصد جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش خشکی.

Fig. 1- Germination percentage in different genotypes under the influence of drought stress.

نتایج نشان داد که در سطوح مختلف شوری چغندرهای وحشی ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱، ۲ و ۳ به ترتیب با میانگین‌های ۱/۴۳، ۱/۴۶، ۱/۴۹، ۱/۴۴ و ۱/۴۵ میلی‌گرم، بیشترین مقادیر وزن ساقه‌چه را داشتند (جدول ۴). این ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش حداکثر (۴۰۰ میلی‌مولار) نسبت به شرایط نرمال به ترتیب ۵۲/۲، ۴۹/۷۳، ۴۶/۱۹، ۵۳/۸۴ و ۴۹/۱۷ درصد کاهش وزن ساقه‌چه را نشان دادند (شکل ۲). این در حالی است که در رقم مقاوم به شوری رسول (7233-P.29×MSc2)، در تیمار ۴۰۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد بیش از ۷۴ درصد کاهش در صفت وزن ساقه‌چه مشاهده شد. یافته‌های پژوهش حاضر همچنین نشان داد که چغندرهای وحشی آذربایجان۱، آذربایجان۲، آذربایجان۳، ایلام۲، ایلام۳، کرمانشاه۱، کردستان۱، کردستان۲، ساقه‌هایی مشابه با رقم زراعی مقاوم به شوری تولید کرده بودند. علاوه بر آن ارزیابی داده‌ها نشانگر آن بود که چغندرهای وحشی کرمانشاه۳ و کردستان۳، ساقه‌هایی با وزن کمتر از رقم زراعی مقاوم به شوری (رسول) تولید کرده بودند (جدول ۴).

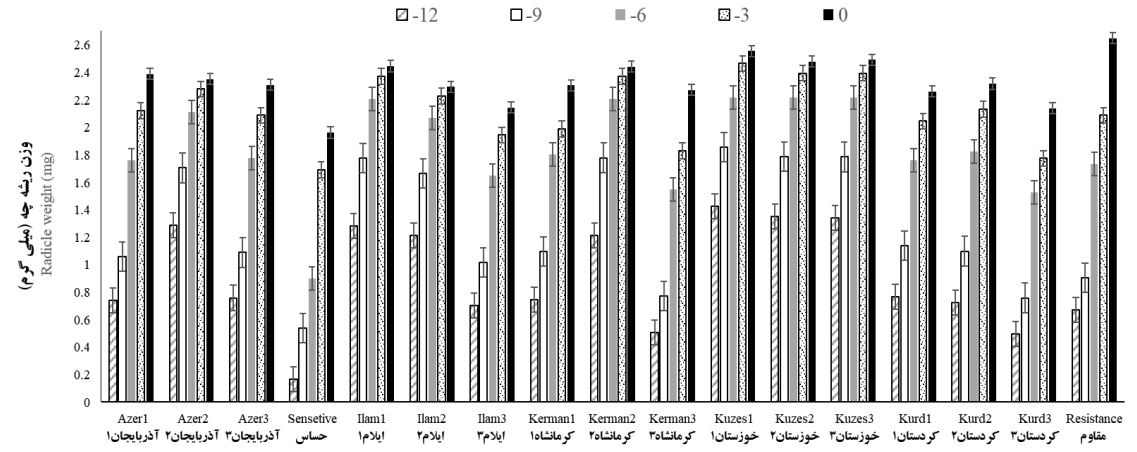
نتایج نشان داد که در سطوح مختلف تنش شوری ژنوتیپ‌های ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱ و ۳ به ترتیب با میانگین‌های ۱/۹۲، ۱/۹۴، ۲ و ۱/۹۵ میلی‌گرم بیشترین مقادیر وزن ریشه‌چه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

حال آنکه چغندر وحشی خوزستان۲ با میانگین وزن ریشه‌چه ۱/۹ میلی‌گرم، در رتبه بعد قرار داشت (جدول ۴). در ژنوتیپ‌های ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱، ۲ و ۳ در تیمار ۴۰۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۴۷/۴۱، ۴۶/۴۱، ۴۴/۴۴، ۵۰/۴۳ و ۴۵/۳۴ درصد از وزن ریشه‌چه چغندرها کاسته شده بود (شکل ۳). این مقدار در رقم مقاوم به شوری رسول (7233-P.29×MSc2)، ۷۴/۴۷ درصد بود. یافته‌ها همچنین نشان داد که وزن ریشه‌چه در نمونه‌های آذربایجان۱، آذربایجان۲، ایلام۲، ایلام۳، کردستان۱ و کردستان۲ از نمونه زراعی مقاوم به شوری بیشتر و در ژنوتیپ‌های آذربایجان۳ و کرمانشاه۱ از نظر آماری مشابه این رقم زراعی بود (جدول ۴). در میان چغندرهای وحشی مورد ارزیابی تنها گیاهچه‌های کرمانشاه۳ و کردستان۳ (به ترتیب با میانگین‌های ۱/۲۷ و ۱/۳۲ میلی‌گرم)، ریشه‌هایی سبکتر از رقم مقاوم به شوری رسول (7233-P.29×MSc2) تولید کردند (جدول ۴).



شکل ۲-وزن ساقه‌چه در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش خشکی.

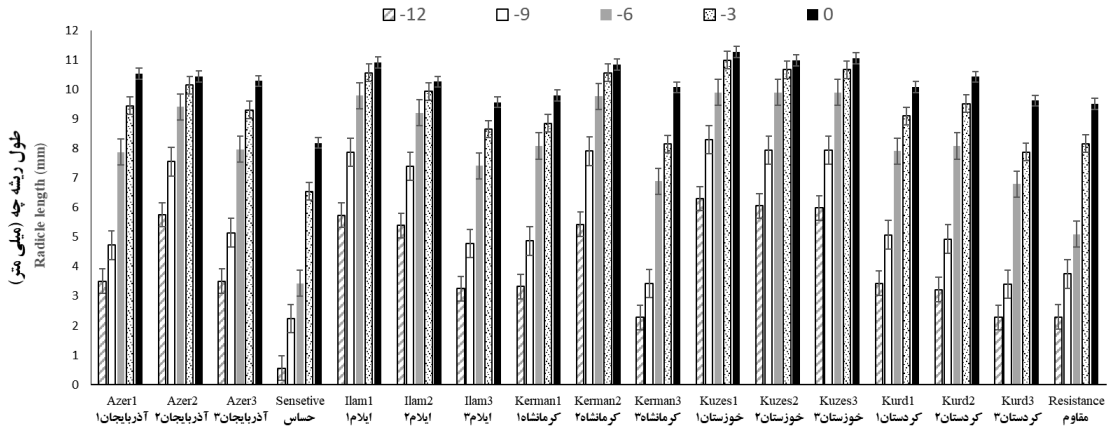
Fig. 2- Plumule weight in different genotypes under the influence of drought stress.



شکل ۳-وزن ریشه‌چه در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش خشکی

Fig. 3- Radicle weight in different genotypes under the influence of drought stress.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سطوح مختلف تنش شوری ژنوتیپ‌های ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱ و ۳ به ترتیب با میانگین‌های ۸/۵۵، ۸/۶۸، ۸/۹۱ و ۸/۶۸ سانتی‌متر از بیشترین مقادیر طول ریشه‌چه برخوردار بودند (جدول ۴). در این نمونه‌ها به صورت میانگین در تیمار ۴۰۰ میلی‌مولار شوری نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۴۷/۴، ۴۵/۸۶، ۵۱/۸۲ و ۴۴/۸۹ درصد از طول ریشه‌ها کاسته شده بود (شکل ۴). این در حالی است که در رقم مقاوم به شوری رسول، این کاهش ۷۶ درصد بود. یافته‌های تحقیق همچنین نشان داد که همگی چغندرهای وحشی دیگر مورد بررسی نیز ریشه‌هایی طویل‌تر از رقم زراعی مقاوم به شوری تولید کرده بودند. تنها ژنوتیپی که ریشه‌ای کوتاه‌تر از رقم مقاوم در آن مشاهده شد، رقم زراعی حساس به شوری (رقم ۱۹۶-۲۲۳۹۳) بود (جدول ۴).



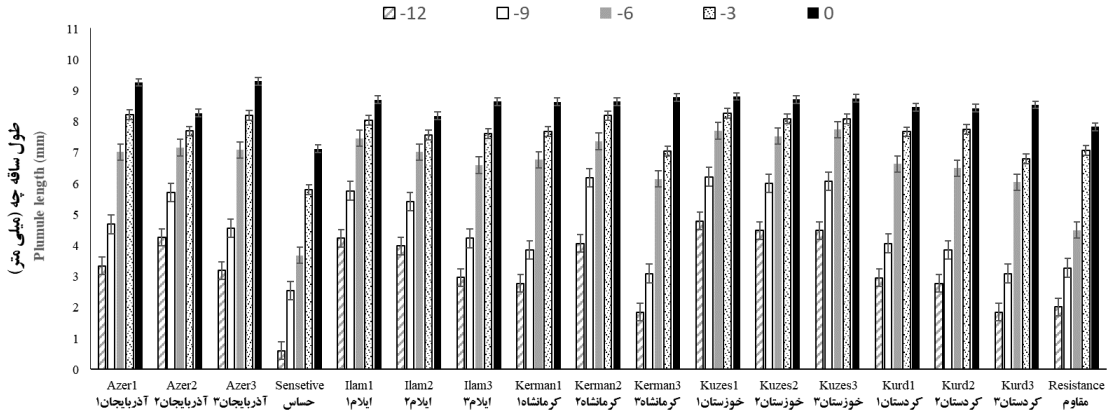
شکل ۴- طول ریشه‌چه در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش خشکی.

Fig. 4- Radicle length in different genotypes under the influence of drought stress.

نتایج ارزیابی داده‌ها نشان داد که در سطوح مختلف شوری چغندرهای وحشی ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱، ۲ و ۳ به ترتیب با میانگین‌های ۶/۵۷، ۶/۷۵، ۶/۸۷، ۶/۶۱ و ۶/۶۹ سانتی‌متر دارای طویلترین ساقه‌چه بودند (جدول ۴). بررسی داده‌ها نشان داد که این ژنوتیپ‌ها به طور میانگین در تیمار ۴۰۰ میلی مولار نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۵۱/۳۷، ۴۸/۸۱، ۴۵/۶۹، ۵۳/۰۱ و ۴۸/۶۳ درصد کاهش در طول ساقه‌چه‌ها را نشان دادند (شکل ۵). این در حالی است که در رقم رسول (شاهد مقاوم)، کاهش شدیدتری در طول ساقه‌چه را مشاهده کردیم (۷۴/۳۹ درصد). بررسی‌های آماری همچنین نشان داد که میانگین طول ساقه‌چه در سایر گیاهچه‌های چغندر وحشی نیز از ریشه‌های رقم رسول مقاوم به شوری بیشتر بود. برعکس، رقم حساس ۱۹۶-۲۲۳۹۳ دارای ساقه‌چه‌های کوتاه‌تر از رقم مقاوم بود.

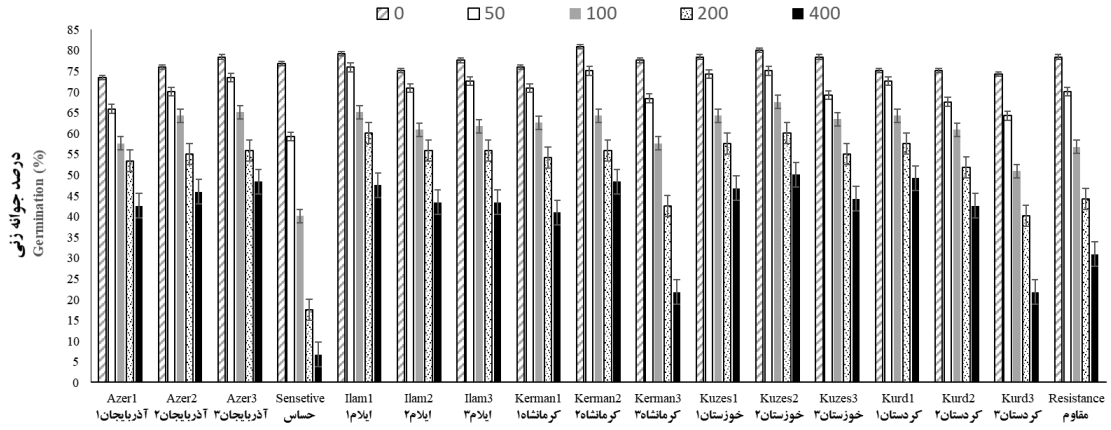
نتایج مقایسه میانگین‌ها در آزمایش خشکی نشان داد، چغندرهای وحشی آذربایجان۳، ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱ و ۳ به ترتیب با میانگین‌های ۶۴/۱۷، ۶۵/۵۰، ۶۴/۸۳، ۶۴/۱۷ و ۶۶/۵ از بیشترین مقادیر درصد جوانه‌زنی برخوردار بودند (جدول ۵). در این ژنوتیپ‌ها درصد جوانه‌زنی در تیمار خشکی ۱۲- بار نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۴۰/۴، ۴۰، ۴۰/۲، ۳۸/۳ و ۳۷/۵ درصد کاهش یافته بود (شکل ۶). قدرت جوانه زنی همگی این نمونه‌ها از رقم پایا (شاهد مقاوم) (با میانگین جوانه‌زنی ۵۹/۸۳ درصد) بیشتر بود (جدول ۵). در رقم زراعی مقاوم (پایا)، مقدار جوانه‌زنی در تیمار خشکی ۱۲- بار نسبت به تیمار شاهد ۶۰ درصد کاهش نشان داد. اما در میان ژنوتیپ‌های وحشی، نمونه‌های کرمانشاه۳ و کردستان۳ به ترتیب با

میانگین‌های ۵۱ و ۵۴ درصد از کمترین درصد جوانه زنی برخوردار بودند. درصد جوانی‌زنی بقیه ژنوتیپ‌ها تقریباً مشابه با نمونه شاهد زراعی مقاوم به خشکی (پایا) بود.



شکل ۵- طول ساقه‌چه در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش خشکی.

Fig. 5- Plumule length in different genotypes under the influence of drought stress.

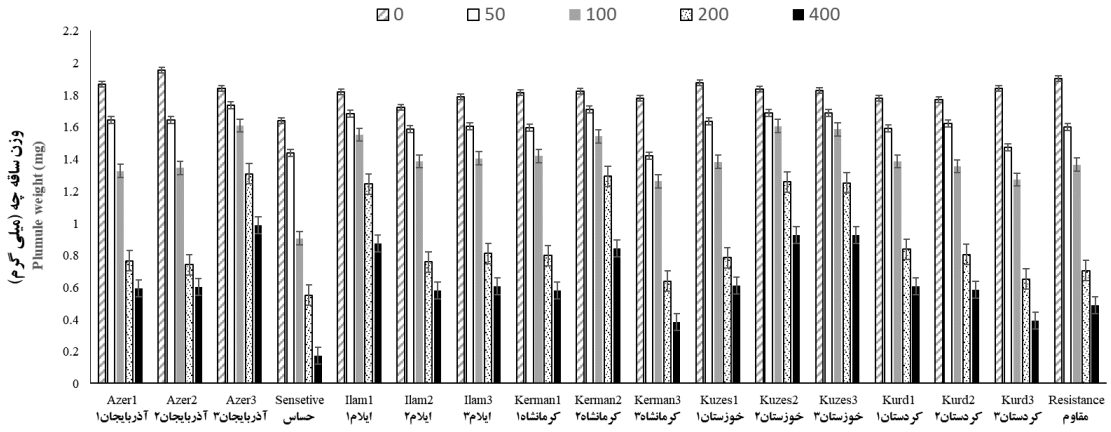


شکل ۶- درصد جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش شوری.

Fig. 6- Germination percentage in different genotypes under the influence of salt stress.

ارزیابی آماری میانگین‌ها نشان داد که در سطوح مختلف خشکی چغندرهای وحشی ایلام۱، کرمانشاه۲ و خوزستان۱، ۲ و ۳ به ترتیب با میانگین‌های ۱/۵۲، ۱/۵۳، ۱/۵۸، ۱/۵۴و ۱/۵۵ میلی‌گرم بیشترین مقادیر صفت وزن ساقه‌چه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در این ژنوتیپ‌ها وزن ساقه‌چه به طور متوسط در تیمار خشکی ۱۲- بار، نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۵۱/۸، ۵۳/۹، ۴۶/۷، ۴۹/۲ و ۴۹/۵ درصد کاهش یافته بود (شکل ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که چغندرهای وحشی آذربایجان۲ و ایلام۲ با میانگین‌های ۱/۴۶ و ۱/۴۳ نیز جزو ژنوتیپ‌های با وزن ساقه‌چه قابل توجه بودند (جدول ۵). نتایج همچنین نشان داد که وزن ساقه‌چه چغندرهای وحشی آذربایجان۱، آذربایجان۳، کرمانشاه۱، کردستان۱ و ۲، از نمونه‌های اشاره شده کمتر بود، اما با رقم زراعی

مقاوم به خشکی (با میانگین ۱/۳۷ میلی‌گرم) از نظر آماری تفاوت نداشت (جدول ۵). در رقم زراعی مقاوم به خشکی پایا کاهش وزن ساقه‌چه در تیمار خشکی ۱۲- بار، نسبت به شرایط نرمال رطوبتی، ۷۴/۵ درصد بود. این در حالی است که چغندرهای ایلام۳، کرمانشاه۳، کردستان۳ و رقم زراعی حساس به خشکی جلگه با میانگین‌های ۱/۲۴، ۱/۱۹، ۱/۱۶ و ۰/۹۹ میلی‌گرم کمترین مقادیر وزن ساقه‌چه را داشتند.



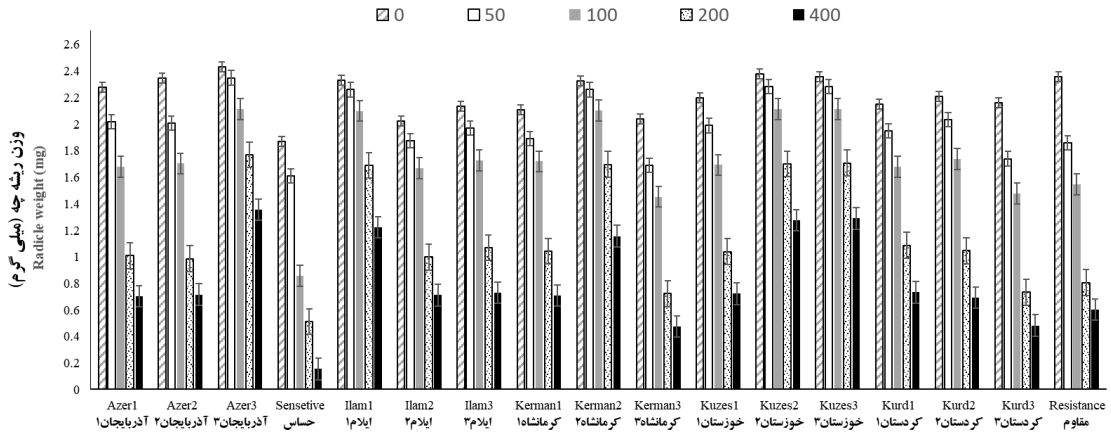
شکل ۷- وزن ساقه‌چه در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش شوری.

Fig. 7- Plumule weight in different genotypes under the influence of salt stress.

بررسی میانگین‌های نشان داد که در سطوح مختلف تنش خشکی در میان چغندرهای مورد ارزیابی ژنوتیپ‌های ایلام ۱، کرمانشاه ۲، خوزستان۱، ۲ و ۳ به ترتیب با میانگین‌های ۲/۰۱، ۲، ۲/۱، ۲/۰۴ و ۲/۰۳ میلی‌گرم از بیشترین مقادیر وزن ریشه‌چه برخوردار بودند (جدول ۵). در این ژنوتیپ‌ها وزن ریشه‌چه در تیمار خشکی ۱۲- بار نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۴۷/۵، ۵۰/۴، ۴۴/۳، ۴۵/۶ و ۴۶/۲ درصد کاهش یافته بود (شکل ۸). پس از این نمونه‌ها، چغندرهای وحشی آذربایجان۲ و ایلام۲ با میانگین‌های ۱/۹۴ و ۱/۸۹ میلی‌گرم در رتبه‌های بعد قرار داشتند. یافته‌ها همچنین نشان داد که اگرچه وزن ریشه‌چه ژنوتیپ‌های چغندر وحشی آذربایجان۱ و ۳، کرمانشاه۱ و کردستان۱ و ۲، از نمونه‌های فوق الذکر کمتر بود، اما وزن ریشه‌چه در این ژنوتیپ‌ها از نظر آماری همانند رقم زراعی مقاوم به خشکی پایا (با میانگین ۱/۶ میلی‌گرم) بود (جدول ۵). حال آنکه در میان چغندرهای وحشی، ژنوتیپ‌های کرمانشاه ۳ و کردستان۳ با میانگین‌های ۱/۳۸ و ۱/۳۴ میلی‌گرم کمترین مقادیر وزن ریشه‌چه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

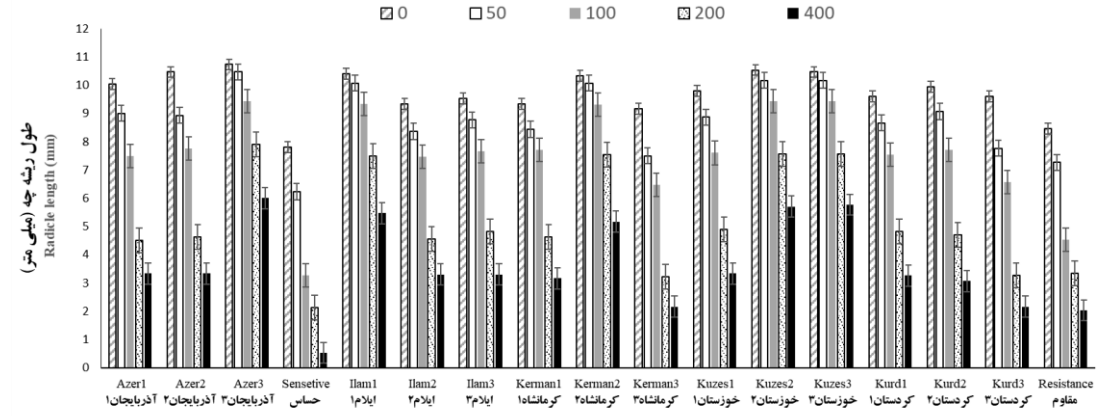
نتایج مقایسه میانگین نشانگر آن بود که در سطوح مختلف تنش خشکی در میان نمونه‌های مورد بررسی چغندرهای وحشی ایلام۱، خوزستان۱، ۲ و ۳ به ترتیب با میانگین‌های ۸/۹۸، ۹/۳۵، ۹/۱۲ و ۹/۱ سانتی‌متر از بیشترین طول ریشه‌چه برخوردار بودند (جدول ۵). در این نمونه‌ها طول ریشه‌چه در تیمار خشکی ۱۲- بار، نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۴۷/۴، ۴۴/۱، ۴۴/۹ و ۴۵/۸ درصد کاهش یافته بود (شکل ۹). نتایج همچنین نشان داد که طول ریشه‌چه در گیاهچه‌های آذربایجان۲ و کرمانشاه۲ (با میانگین‌های ۸/۶۶ و ۸/۹۱ سانتی‌متر) نیز قابل توجه بود (جدول ۵). از سوی دیگر یافته‌ها نشان داد که از نظر آماری طول ریشه‌چه در چغندرهای وحشی آذربایجان۱ و ۳، ایلام۲، ایلام۳، کرمانشاه۱ و ۳، کردستان۱ و ۲، از رقم پایا بیشتر بود (جدول ۵). این در حالی است که طول ریشه‌چه چغندرهای کردستان۳ با میانگین ۵/۹۹ سانتی‌متر،

با رقم زراعی مقاوم به خشکی پایا (با میانگین ۵/۷۶ سانتی‌متر) از نظر آماری تفاوت نداشت (جدول ۵). در رقم پایا، در تیمار ۱۲- بار، نسبت به تیمار شاهد بیش از ۷۶ درصد از طول ریشه‌چه کاسته شده بود. در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی رقم زراعی حساس جلگه با میانگین طول ریشه‌چه ۴/۱۹ سانتی‌متر از کمترین میزان طول ریشه‌چه برخوردار بود (جدول ۵).



شکل ۸-وزن ریشه‌چه در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش شوری

Fig. 8- Radicle weight in different genotypes under the influence of salt stress.

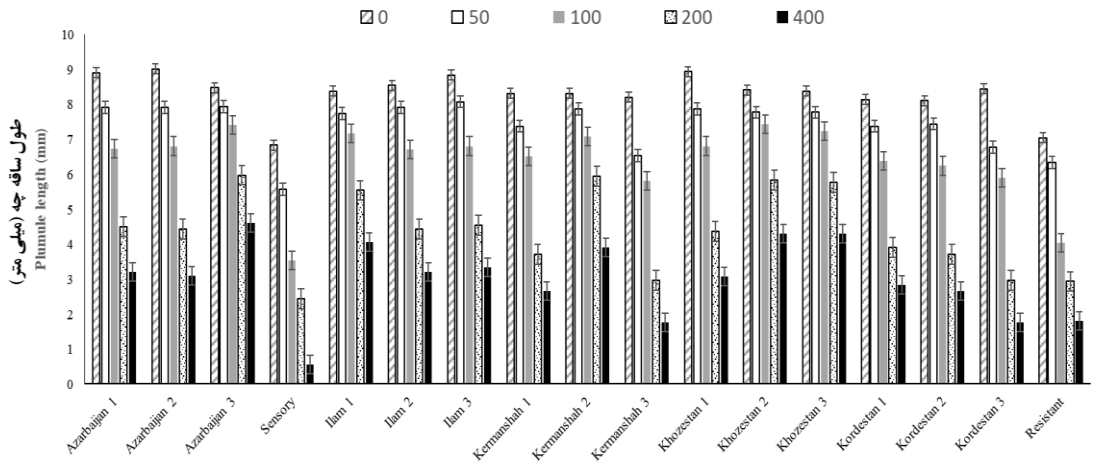


شکل ۹-طول ریشه‌چه در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش شوری

Fig. 9- Radicle length in different genotypes under the influence of salt stress.

بررسی آماری میانگین‌ها نشان داد که در سطوح مختلف خشکی چغندرهای وحشی ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱، ۲ و ۳ به ترتیب با میانگین‌های ۶/۸۳، ۶/۸۸، ۷/۱۵، ۶/۹۵ و ۷/۰۲ سانتی‌متر، بیشترین مقادیر طول ساقه‌چه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در این ژنوتیپ‌ها در تیمار ۱۲- و ۶- بار، نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به طور میانگین ۴۹/۵ و ۴۲/۹ درصد از طول ساقه‌چه‌ها کم شده بود (شکل ۱۰). نتایج نشان داد که گیاهچه‌های آذربایجان۱، ۲ و ۳ و ایلام۲ نیز از ساقه‌های بلندی برخوردار بودند (جدول ۵). یافته‌ها همچنین نشان داد که طول ساقه بقیه ژنوتیپ‌های چغندر وحشی نیز از ارقام زراعی بیشتر بود و رقم مقاوم و حساس به خشکی به

ترتیب با میانگین‌های ۴/۹۳ و ۳/۹۴ سانتی‌متر دارای کمترین طول ساقه‌چه بودند (جدول ۵). در رقم زراعی مقاوم، طول ساقه‌چه در تیمارهای خشکی ۱۲- و ۶- بار، نسبت به تیمار شاهد حساس به ترتیب ۷۴/۴ و ۵۵/۴ درصد کاهش یافته بود.



شکل ۱۰- طول ساقه‌چه در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تاثیر تنش شوری

Fig. 10- Plumule length in different genotypes under the influence of salt stress.

بحث

بررسی‌های آماری نشان داد که اثر تیمارهای شوری و خشکی روی صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نیز نشانگر آن بود که برای این صفات بین همگی تیمارهای شوری و خشکی مورد تحقیق اختلاف وجود داشت. اما در توجیه فیزیولوژیک مسئله باید گفت که کاهش در میزان جوانه زنی در شرایط تنش‌های شوری و خشکی در گام نخست ممکن است به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی رخ دهد، چراکه از میان رفتن تنظیمات اسمزی میزان آب قابل دسترس بذر را کاهش می‌دهد. تنش‌های شوری و خشکی علاوه بر آنکه جذب آب توسط بذر را محدود می‌سازند، می‌توانند با تاثیر بر حرکت و انتقال ذخایر بذر و سنتز پروتئین در جنین، فرآیند جوانه زنی را با مشکل مواجه کنند (Kafi et al., 2013). از سوی دیگر در تنش شوری سمیت یونی سبب اختلالات غشایی و از بین رفتن تعادل عناصر غذایی در بذر نیز می‌شود (Akram *et al*., 2007). نتایجی مبنی بر کاهش جوانه‌زنی در اثر تنش شوری و خشکی در گیاهان گندم (Jajarmii, 2012; Baraanie-Dastjerdi *et al*., 2015; GoodarziQahfarokhi *et al*., 2015) جو (Abiri *et al*., 2016)، پنبه (Sadiq*et al*., 2003)، فلفل (Yeldirim, 2006)، ذرت (Sadat-Noori*et al*., 2008)، لوبیا (Baraanie-Dastjerdiet al., 2015) و چغندر (Farzaneh et al., 2008; Farzaneh and Khodadai, 2016; Khayamim et al., 2012;Asadi-Nasab et al., 2012) گزارش شده است.

کاهش در مقادیر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه با افزایش تنش شوری و خشکی نیز می‌تواند به دلیل ایجاد تنش اسمزی و افزایش غلظت یون‌های سمی (بیشتر در تنش شوری) باشد که این خود منجر به کاهش تورژسانس سلولی و تبع آن کاهش رشد

سلول می‌شود (Garg, 2010; Al-Taisan, 2010). همچنین کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی به جنین از عواملی است که علاوه بر جوانه زنی، رشد گیاهچه در مراحل اولیه رشد را نیز محدود می‌نماید (Iran Nejad and Shahbazian, 2005; Ahmadi-Khah, 2009; Faqih, 2016). علاوه بر دلایل ذکر شده، اساساً بروز تنش‌های شوری و خشکی باعث ایجاد تنش اکسیداتیو در سلول‌ها و پدید آمدن اختلال در اعمال فیزیولوژیکی سلول می‌شود. Sadat Noori و McNeilly (۲۰۰۰) نیز کاهش در صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، قابلیت جوانه‌زنی، تعداد جوانه‌های طبیعی و سرعت جوانه‌زنی چغندرقند را تحت تاثیر تیمارهای شوری، گزارش کردند. AboKassem (۲۰۰۷) با بررسی اثرات تنش شوری بر رشد چغندرقند نشان داد که رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر تنش شوری کاهش یافته بود. همچنین Eftekhari و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر ژنوتیپ‌های چغندر در مرحله جوانه‌زنی، Yavari و همکاران (۲۰۰۱) با ارزیابی اثر تنش خشکی در مرحله جوانه زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه چغندرقند در کشت درون شیشه‌ای و Farzaneh و همکاران (۱۳۸۷) با مطالعه اثر تنش خشکی بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ارقام چغندر در شرایط آزمایشگاهی نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش توان جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه چغندر شد.

یافته‌ها نشان داد که در میان صفات مرتبط با خصوصیات جوانه‌زنی، در هر دو شرایط تنش شوری و خشکی، صفت درصد جوانه زنی از بقیه صفات کمتر و صفت وزن ساقه‌چه از بقیه صفات قدری بیشتر تحت تاثیر تنش قرار گرفته بودند. همچنین در هر دو آزمایش رشد ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه کمتر تحت تاثیر تنش قرار گرفته بود. Shonjani (۲۰۰۲) نیز با مطالعه اثر تنش شوری بر گیاهچه‌های چغندرقند، ذرت، برنج و پنبه گزارش کرد که افزایش میزان تنش باعث کاهش بیشتر رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه گردیده است.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تنش خشکی نسبت به تنش شوری توانست اندکی بیشتر، همه صفات مرتبط با خصوصیات جوانه‌زنی، بجز صفت درصد جوانه‌زنی، را تحت تاثیر قرار دهد. بر این اساس شاید بتوان گفت که از نظر جوانه‌زنی تنش‌های خشکی و شوری تقریباً به یک اندازه برای چغندرهای مورد مطالعه مشکل ایجاد کرده بودند، اما در مراحل رشد اولیه، تنش خشکی اندکی بیشتر از تنش شوری، چغندرهای مورد بررسی را تحت فشار قرار داده بود.

تجزیه‌های آماری نشان داد که برای صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه در هر دو آزمایش تنش شوری و خشکی، بین ژنوتیپ‌ها اختلاف وجود داشت. وجود این اختلاف را می‌بایست به خصوصیات ذاتی و وراثتی چغندرهای مورد آزمایش نسبت داد و اینکه در میان ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی از نظر میزان مقاومت به تنش‌های شوری و خشکی تنوع قابل توجهی وجود داشت. مقایسات میانگین صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه نشان داد که در شرایط تنش شوری حداقل ۵ ژنوتیپ (چغندرهای وحشی ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱، ۲ و ۳)، نسبت به رقم زراعی مقاوم به تنش شوری رسول از وضعیت بهتری برخوردار بودند. این در حالی است که در شرایط تنش خشکی، چغندرهای وحشی ایلام۱ و ۲، کرمانشاه۲، خوزستان۱، ۲ و ۳ و آذربایجان۲ دارای بیشترین مقادیر صفات درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه بودند. این نتایج نشان می‌دهد که از نظر قدرت جوانه زنی و شاخص‌های رشد اولیه چغندرهای وحشی ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱، ۲ و ۳ به هر دو تنش شوری و خشکی مقاوم بودند. این در حالی است که دو ژنوتیپ ایلام۲ و آذربایجان۲ در زمان جوانه زنی و مراحل اولیه رشد، به تنش خشکی کاملاً مقاوم و به تنش

شوری مقاومت نسبی داشتند. مقایسه ژنوتیپ‌ها نشان داد که مقاومت چغندرهای وحشی ایلام۱، کرمانشاه۲، خوزستان۱، ۲ و ۳ به تنش‌های شوری و خشکی از ارقام زراعی مقاوم به این تنش‌ها نیز بیشتر بود. این موضوع برای چغندرهای ایلام۲ و آذربایجان۲ در شرایط تنش خشکی نیز صادق بود. علاوه بر آن، در این ژنوتیپ‌ها نسبت به ارقام زراعی مقاوم، در شرایط تنش شدید (تیمار ۴۰۰ میلی‌مولار شوری و ۱۲- بار خشکی) و در مقایسه با شرایط بدون تنش، کاهش کمتری را برای صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه از خود نشان دادند. از آنجا که گیاه چغندرقند اساساً در طول جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچه نسبت به تنش‌های شوری و خشکی حساس است (این گیاه در مراحل بعد نسبت به این تنش‌ها متحمل‌تر است) (رستگار، ۱۳۸۳؛ خدابنده، ۱۳۸۵؛ صادق‌زاده، ۱۳۹۲)، ایجاد ژنوتیپ‌هایی که در زمان جوانه‌زنی و مراحل رشد اولیه به این تنش‌ها مقاوم باشند، از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. تاکنون مطالعات زیادی در رابطه با قابلیت‌های چغندرهای وحشی انجام نگرفته است، با این حال Armion (۲۰۰۲)، Bor و همکاران (۲۰۰۳)، Frese (۲۰۰۴)، Bagatta و همکاران (۲۰۰۸) و Parreira و همکاران (۲۰۱۵) هر یک در تحقیقات جداگانه، بر پتانسیل‌های مقاومتی این گیاه در برابر تنش‌های شوری و خشکی تأکید کرده‌اند و بیان داشته اند که چغندرهای وحشی خیلی بیشتر از چغندرهای زراعی نسبت به تنش های شوری و خشکی مقاوم هستند.

نتیجه گیری نهایی

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که تأثیر عامل شوری، خشکی و ژنوتیپ بر همه صفات جوانه‌زنی معنی‌دار شد. این صفات با افزایش شدت تنش شوری و خشکی کاهش یافت. تنش خشکی نسبت به تنش شوری توانست اندکی بیشتر، همه صفات مرتبط با خصوصیات جوانه‌زنی، بجز صفت درصد جوانه‌زنی، را تحت تاثیر قرار دهد. براساس نتایج تجربی، حداقل پنج ژنوتیپ چغندر وحشی مشخص شد که از شاخص‌های جوانه‌زنی بالاتر نسبت به رقم زراعی مقاوم در شرایط تنش شوری و خشکی برخوردار بود. با این حال، سایر ژنوتیپ‌های چغندر وحشی (به جز دو ژنوتیپ) نیز برای بسیاری از صفات مورد بررسی قرار گرفت. آنها توانایی رقابت با ارقام مقاوم را دارند. ارقام زراعی مقاوم به شوری رسول (7233-P.29×MSc2) و مقاوم به خشکی پایا در نتیجه سال‌ها تلاش‌های اصلاحی معرفی شده‌اند، اما همانگونه که مشاهده شد چغندرهای وحشی نام برده نسبت به این ارقام زراعی، مقاومت بسیار بیشتری در برابر تنش‌های شوری و خشکی نشان دادند. این نشانگر آن است که چغندرهای وحشی اشاره شده از تنوع و پتانسیل مقاومتی بالایی در برابر تنش‌های شوری و خشکی در زمان جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد برخوردار می‌باشند و متخصصین به‌نژادگر می‌توانند چه از طریق روش‌های کلاسیک اصلاحی (مانند تلاقی‌های مداوم) و چه از طریق روش‌های نوین (مانند انتقال ژن) از پتانسیل این گیاهان برای تولید چغندرهای قند مقاوم‌تر به تنش‌های شوری و خشکی بهره گیرند.

منابع

Reference

Abiri, R., A. zebarjadi, M. ghobadi, and A. Kaivan-Kafashi. 2016. Investigation of drought tolerance of barley genotypes during seedling stage using polyethylene glycol. Iranian J. Plant Res. 29(2): 395-406.

AboKassem, E.D.M. 2007. Effects of salinity: calcium interaction on growth and nucleic acid metabolism in five spices of *chenopodiaceae*. Turk. J. Bot. 31: 125-134.

Ahmadi-Khah, A. 2009. Response of plants to abiotic environmental stresses. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press, Gorgan, Iran.

Akram, M.S., H.R. Athar, and M. Ashraf. 2007. Improving growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by foliar application of potassium hydroxide (KOH) under salt stress. Can. J. Bot. 80: 297-304.

Al-Taisan, W.A. 2010. Comparative effects of drought and salt stresses on germination and seedling growth of *Pennisetum divisum* (Gmel.) Henr. Am. J. Appl. Sci. 7: 640-646.

Armion, M. 2002. Investigation of biochemical markers for resistance to salt stress in wild beets (*Beta maritima*) and cultivated beets (*Beta vulgaris*) genotypes. Master's Thesis. Shiraz University.

Asadi-Nasab, N., P. Hassibi, H. Intellectual, and M. Meskarabashi, 2012. Effect of salinity stress on germination of six sugar beet genotypes (*Beta vulgaris* L.). The 2nd Nat. Conf. Seed Sci. Technol.

Bagatta, M., D. Pacifico, and G. Mandolino, 2008. Evaluation of the Osmotic Adjustment Response within the Genus Beta. J. Sugar Beet Res. 45: 119-133.

Baraanie-Dastjerdi, M., M. Rafiei Al-Husseini, A.R. Danesh-Shahraki, and S.M. Hashemi-Jazi, 2015. Evaluation of germination indices of red bean seed produced under water stress conditions and foliar application of zinc and manganese. Iranian J. Seed Sci. Technol. 4(1): 83-96. (In Persian)

Biancardi, E., L.W. Panella, and R.T. Lewellen, 2012. *Beta Maritima*, The origin of Beets. Springer.

Bor, M., F. Ozdemir, I. Turkan, 2003. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritima* L. Plant Sci. 164: 77-84.

Eftekhari, SH., H. Najafi Zarini, and M. Ahmadi, 2014. Effect of drought stress caused by polyethylene glycol on sugar beet genotypes. The first national conference on agricultural science with an emphasis on abiotic stresses.

Faqih, P. 2016. Salinity stress in plants. Ghalam e Mehr Publication, Zanjan, Iran.

Farzaneh, S., and S.H. Khodadadi, 2016. Evaluation of drought tolerance in 20 sugar beet hybrids to drought at germination stage and seedling heterotrophic growth. Fourth Int. Conf. Appl. Res. Agric. Sci. Tehran - Nikan Institute of Higher Education.

Farzaneh, S., R.S. Sharifi, and F. Akram Ghaderi, 2008. In vitro study of the effects of drought stress on germination and seedling growth of sugar beet cultivars. J. Agric. Sci. 18: 81-93. (In Persian)

Fénart, S., J.F. Arnaud, I. De Cauwer, and J. Cuguen, 2008. Nuclear and cytoplasmic genetic diversity in weed beet and sugar beet accessions compared to wild relatives: new insights into the genetic relationships within the *Beta vulgaris* complex species. Theor. Appl. Genet. 116: 1063-1077.

Francis, S.A.2007. Development of sugar beet. Blackwell, Hoboken, N.J.

Frese, L. 2004. Evaluation and enhancement of Beta collections for extensification of agricultural production, GENRES CT95 42. Final project report, Reporting period: 1996–2002. Federal Centre for Breeding Research on Cultivated Plants (BAZ). Braunschweig, Germany.

Garg, G. 2010. Response in germination and seedling growth in *Phaseoulus mungo* under salt and drought stress. J. Environ. Biol. 31: 261-264.

Goodarzi Qahfarokhi, M., B. Darvishi, and A. Ghasemi, 2015. Effect of salinity on the activity of antioxidant enzymes and malondialdehyde concentration in two cultivars of wheat bread. J. Seed Res. 1: 34-24. (In Persian)

Iran Nejad, H., and N. Shahbazian, 2005. Resistance of crops to environmental stresses. Tehran University Press, Tehran.

Jajarmii, V. 2012. Effect of drought stress on germination indices in seven wheat cultivars (*Triticumaestivum* L.). J. Agron. Plant Breed. 8: 183-192. (In Persian)

Kafi, M., A. Zand, B. Kamkar, F. Abbasi, and M. Mahdavi Damghani. 2013. Plant physiology. University of Mashhad, Mashhad.

Kaya, M.D., G. Okcu, M. Atak, Y. Cıkılı, and O. Kolsarıcı, 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Eur. J. Agron. 24: 291- 295.

Khayamim, S., R. Tavakol-Afshari, S.Y. Sadeghian-Motahhar, and K. Poustini, 2012. Effect of salinity stress on sugar beet seed germination indices in laboratory and greenhouse conditions. Iranian J. Crop Sci. 13(2): 1-17. (In Persian)

Khodabandeh, N. 2006. Industrial plants cultivation. Sepehr Publication, Tehran.

Mojadam, M., B. Yousefi, S. Jamshidi, M. Ghaseminejad, A. Joly, S. Bahrami, R. Karami, and A. Azadi, 2015. Sugarbeet Farming. Publication of agricultural education research. Tehran.

Parreira, M.C., A.A.M. Barroso, J.M. Portugal, P. Lda, and C.A. Alves, 2015. Effect of drought stress on periods prior of weed interference (PPWI) in bean crop using arbitrary and tolerance estimation. Aust. J. Crop Sci. 12: 1249-1256.

Sadat Noori, S., and T. McNeilly, 2000. Assessment of Variability in salt tolerance based on seedling growth in *Triticum durum* Desf. Genet. Resour. Crop Evol. 47: 285-291.

Sadat-Noori, S., M. Mottaghi, and O. Lotfifar. 2008. Salinity tolerance of maize in embryo and adult stages. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci. 5: 717-725.

Sadeghian, S.Y., and S. Alexander, 1994. Fatty acid composition of plasma membrane in relation to bolting in sugar beet. 3th Iranian Crop Science Congress, Tabriz.

Sadiq, M., G. Hassan, A.G. Khan, N. Hussain, M. Jamil, M.R. Goundal, and M. Sarfraz, 2003. Performance of cotton varieties in saline sodic soil amended with sulphuric acid and gypsum. Pakistan J. Agric. Sci. 40: 99-105.

Shonjani, S. 2002. Salt sensitivity of rice, maize, sugar beet and cotton during germination and early vegetative growth. Inaugural dissertation. Institute of Plant Nutrition. Justus Liebig University Giessen, Germany.

Yavari, N., S. Sadeghian, and M. Mesbah, 2001. Utilization of mannitol as drought stress agent in sugar beet seed germination and early growth stages in vitro. J. Sugar Beet. 17(1): 37-43. (In Persian)

Abo-Kassem, E.D.M. 2007. Effects of salinity: calcium interaction on growth and nucleic acid metabolism in five spices of *Chenopodiaceae*. Turkish J. Bot. 31: 125-134.

Yeldirim, E. 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. Turkish J. Agric. 30: 347-353.