بررسی واکنش ارقام تجاری ایرانی چغندرقند به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد رویشی

روزبه فرهودی*[1] و سمر خیامیم[2]

[1] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر

[2] مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰)

چکیده

با توجه به افزایش سطح اراضی شور در ایران و جهان، تولید ارقام تجاری گیاهان زراعی متحمل به این تنش دارای اهمیت به‌سزایی خواهد بود. لذا این پژوهش به‌منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و مکانیسم‌های احتمالی تحمل ارقام تجاری ایرانی چغندرقند تحت تنش شوری در قالب دو آزمایش جداگانه در سال ۱۳۹۵ انجام شد. به‌منظور بررسی صفات جوانه زنی ارقام شریف، پایا، شکوفا و آریا در سطوح تنش صفر، ٤، ٨، ١٢ و ١٦ دسی‌زیمنس بر متر به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار مقایسه شدند. همچنین این ارقام در آزمایش مشابه ولی بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سطوح تنش شوری صفر، ٤، ٨ و ١٢ دسی‌زیمنس بر متر در گلخانه از نظر صفات فیزیولوژیک مورد بررسی قرار گرفتند. ارقام شریف و پایا در سطوح شوری ١٢ و ١٦ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب از شرایط جوانه‌زنی مناسب‌تری از نظر درصد جوانه‌زنی و طول دوره لازم برای جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در مقایسه با ارقام شکوفا و آریا برخوردار بودند. به‌طوری که درصد جوانه‌زنی ارقام مذکور در هدایت الکتریکی ١٦ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب حدود ٧٠، ٦٠، ٥٠ و ٥٠ درصد بود. همچنین ارقام شریف و پایا در شرایط تنش شوری از فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، غلظت کلروفیل و محتوای رطوبت نسبی برگ بیشتری در مقایسه با ارقام آریا و شکوفا برخوردار بودند که منجر به بیشتربودن وزن گیاهچه و پایداری تعداد گیاهچه ارقام شریف و پایا در شرایط تنش شوری در گلخانه شد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پتاسیم، کلروفیل، کربوهیدرات‌های محلول

مقدمه

چغندرقند با نام علمی *Beta vulgaris* L. از خانواده Chenopodiaceae بوده و به‌عنوان یک منبع استراتژیک تولید قند در ایران و جهان از اهمیت زیادی برخوردار است به‌طوری که در سال زراعی ۹۵-۹٤ سطح زیرکشت این گیاه در ایران بالغ بر ۱۱۲ هزار هکتار بود (بی‌نام، ۱۳۹٦). در زراعت گیاه چغندرقند مانند سایر گیاهان زراعی عوامل محیطی باید برای جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه مساعد باشد تا بتوان انتظار رشد و عملکرد مناسبی را داشت. یکی از عوامل محدودکننده جوانه‌زنی گیاه چغندرقند تنش شوری است. تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی با تأثیر منفی بر جذب آب توسط بذر (Bajehbaj, 2010)، تجمع یون‌های زیانبار مانند سدیم

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: rfarhoudi@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

(Munns and James, 2003) و اختلال در فرآیندهای آنزیمی و تعادل هورمون‌های گیاهی در خلال جوانه‌زنی (Nawaz *et al.*, 2011؛ فرهودی، ۱۳۹۱) سبب کاهش جوانه‌زنی و آسیب‌پذیری گیاهچه می‌گردد. تحقیقات نشان داده‌اند که آستانه تحمل به شوری در چغندرقند بالا و حدود ۷ دسی‌زیمنس بر متر است (Katerji *et al.*, 1997) اما مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه چغندرقند از مراحل حساس رشد این گیاه به تنش است و در عین حال تفاوت قابل‌توجهی بین ارقام مختلف این گیاه در این خصوص دیده می‌شود (Abbas *et al.*, 2009؛ خیامیم و همکاران، ۱۳۹۰). جوانه‌زنی بذر یک صفت کیفی مهم در مطالعات بذر و عاملی کلیدی در استقرار گیاهچه است که تحت تأثیر شرایط محیطی از جمله شوری قرار می‌گیرد. در یک بررسی تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی سبب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه ارقام چغندرقند شد، اما تفاوت قابل‌توجهی میان واکنش ارقام چغندرقند به تنش شوری مشاهده گردید (Mostafavi, 2012). در آزمایشی دیگر تنش شوری سبب کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و رشد گیاهچه ارقام چغندرقند گردید (Jafarzadeh and Aliasgharzade, 2007).

گزارش شده است که تجمع یون‌های زیانبار مانند سدیم، کلر و سولفات در شرایط تنش شوری موجب آسیب‌پذیری گیاهچه گیاهان زراعی مانند چغندرقند (Dadkhah, 2011)، گندم (فرهودی و خدارحم‌پور، ۱۳۹٤)، کلزا (Ashraf and McNeilly, 2004) و نخود (Shahid *et al.*, 2012) می‌گردد. زیرا تجمع یون‌های زیان‌آور در بافت‌های فتوسنتزکننده یا بذر در حال جوانه‌زنی موجب تخریب غشای سلولی و کاهش کارایی بافت گیاهی می‌گردد (Qasim *et al.*, 2003). تحقیقات نشان دادند که تجمع یون‌های زیان‌آور در بافت‌های فتوسنتزکننده گیاهان موجب کاهش فتوسنتز، کاهش فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و تخریب غشا سلولی می‌شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Ashraf and McNeiily, 2004). بررسی تجمع یون سدیم در بافت گیاهی چغندرقند نشان داد که ارقام چغندرقند دارای تحمل بیشتر به شوری از تجمع بیشتر یون سدیم در برگ نیز برخوردار بودند (عباس و همکاران، ۱۳۹۱). در عین حال این نتیجه با اکثر یافته‌ها در خصوص رابطه بین تجمع یون سدیم در برگ و تحمل شوری گیاهان متفاوت بود (Munns, 2002; Jamil *et al.*, 2007). تحت تأثیر تنش شوری، تمایز میان جذب عناصر زیان‌آور مانند سدیم و کلر و عناصر مفید مانند پتاسیم و کلسیم در میزان تحمل تنش شوری گیاهان نقش دارد. تحقیقات نشان داده‌اند در شرایط تنش شوری توان گزینشی گیاهان برای پتاسیم و کلسیم یکی از مؤلفه‌های اصلی تحمل به شوری است و گیاهانی که در شرایط تنش شوری از نسبت پتاسیم یا کلسیم به سدیم بیشتری برخوردارند معمولاً شرایط تنش را بهتر تحمل می‌کنند (Poustini and Siosemardeh, 2004; Cavalanti *et al.*, 2007). کاهش تجمع یون سدیم در بافت‌های فتوسنتزکننده در شرایط تنش شوری موجب پایداری سیستم فتوسنتزی می‌گردد. به‌عنوان مثال بین پایداری غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی و کاهش جذب سدیم و کلر در شرایط تنش شوری و تحمل تنش شوری در ژنوتیپ‌های چغندرقند (Jamil *et al.*, 2007; Dadkhah, 2011) و نخود (کافی و همکاران، ۱۳۸۹) رابطه مستقیم و معنی‌داری وجود دارد. تخریب کلروفیل و اختلال در عمل چرخه‌های فیزیولوژیکی ساخت کلروفیل یکی از دلایل اصلی کاهش غلظت کلروفیل و درنتیجه فرآیند فتوسنتز تحت تأثیر تنش شوری و تجمع املاح مضر در برگ است (Munns, 2002). تجمع یون‌ها در تنظیم اسمزی و افزایش قابلیت جذب آب در شرایط تنش شوری نیز اهمیت دارد. در طی فرآیند تنظیم اسمزی تجمع اسمولیت‌های سازگار مانند قندهای ساده، پرولین و یون‌ها به تغییر پتانسیل اسمزی به نفع گیاه کمک کرده و موجب حفظ توانایی جذب آب در شرایط تنش می‌گردد. از مهم‌ترین مؤلفه‌هایی که نشان‌دهنده وضعیت آبی گیاهان تحت تأثیر شرایط تنش‌های محیطی هستند می‌توان به درصد رطوبت نسبی بافت گیاه اشاره کرد. در یک بررسی تنش شوری سبب کاهش رطوبت نسبی برگ در ارقام گندم شد اما ارقام متحمل به شوری به کمک تنظیم اسمزی (با توجه به نوع یون‌ها و اسمولیت‌های سازگار) رطوبت نسبی برگ را در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

شرایط تنش بهتر حفظ نمودند (Qasim *et al.*, 2003). در شرایط تنش شوری تجمع اسمولیت‌های سازگار مانند کربوهیدرات‌های محلول برگ و یون‌های مفید در گیاهچه چغندرقند در ایجاد پتانسیل اسمزی در برگ و ریشه چغندرقند نقش دارند (عباس و همکاران، ۱۳۹۱).

میزان تخریب غشاهای سلولی تحت تأثیر تنش‌های محیطی یکی از معیارهای بررسی میزان تحمل تنش در فیزیولوژی گیاهان زراعی است. در شرایط تنش شوری تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن سبب تخریب زیرساخت‌های سلولی مانند پروتئین‌ها و غشاهای سلولی و اندامک‌های سلولی شده و به‌تبع آن فرآیندهای فیزیولوژیک مانند فتوسنتز، تنفس و گسترش سطح برگ به مخاطره می‌افتد. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز، سوپراکسیداز دیسموتاز و گایاکول پراکسیداز با حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن، محیط سلول‌ها را پاکسازی نموده و از اثرات منفی تنش‌های محیطی مانند شوری بر سلامت غشاهای سلولی می‌کاهند (Caverzan *et al.*, 2016). نقش مثبت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در تحمل تنش شوری و کاهش اثرهای نامطلوب این تنش در گیاهچه کلزا (Ashraf and Ali, 2008)، گندم (Rao *et al.*, 2013) و ذرت (Gondim *et al.*, 2010) گزارش شده است.

با توجه به اهمیت گسترش ارقام ایرانی چغندرقند در نقاط مختلف کشور و نظر به این که بخش زیادی از مناطق با تنش‌های شوری و خشکی مواجه هستند لازم است واکنش ارقام جدید ایرانی به این تنش‌ها مورد بررسی قرار گیرد. لذا این پژوهش به‌منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام تجاری ایرانی چغندرقند به تنش شوری و مکانیسم‌های احتمالی تحمل تنش شوری در این ارقام انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور بررسی پاسخ فیزیولوژیک ارقام چغندرقند به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد رویشی در آزمایشگاه تکنولوژی بذر و مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر در سال ۱۳۹۵ انجام شد.

آزمایش اول: این آزمایش جهت بررسی تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چهار رقم چغندرقند در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در پنج تکرار انجام شد. فاکتور اول ارقام چغندرقند (پایا، شکوفا، شریف و آریا) و فاکتور دوم سطوح شوری (صفر، ٤، ٨، ١٢، ١٦ دسی‌زیمنس بر متر بود) بود. برای اعمال تنش شوری از مخلوط نمک‌های سدیم کلرید، سدیم سولفات، کلسیم کلرید و منیزیم سولفات آزمایشگاهی ساخت شرکت مرک آلمان استفاده شد. جهت انجام آزمایش جوانه‌زنی، ۲۰ عدد بذر ضدعفونی‌شده از رقم موردنظر در ظرف پتری روی یک لایه کاغذ صافی واتمن قرار گرفت و ۸ میلی‌لیتر آب‌مقطر یا آب شور (با توجه به تیمار آزمایش) به ظرف پتری اضافه شد. در مدت آزمایش (۱۲ روز) بذرها در دستگاه جوانه‌زنی استاندارد با دمای متناوب ۲۲/۱٦ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ٦۰ درصد و تناوب ١٦/٨ ساعت روشنایی و تاریکی قرار گرفتند. شمارش بذرهای جوانه‌زده و یادداشت‌برداری آزمایش هر روز رأس ساعت مشخص انجام شد (Mostafavi, 2012).

یک بذر وقتی جوانه‌زده محسوب شد که طول ریشه‌چه آن به حدود سه میلی‌متر می‌رسد. درصد جوانه‌زنی براساس رابطه زیر محاسبه گردید (Scott *et al.*, 1984).

/ تعداد بذرهای جوانه‌زده در دوره آزمایش = درصد جوانه‌زنی
۱۰۰ × کل بذرهای کاشته شده

برای محاسبه میانگین زمان جوانه‌زنی از رابطه زیر استفاده شد (Bewley and Black, 1998)

میانگین زمان جوانه‌زنی = $\sum(tx \times nx) / \sum N$

tx: زمان بر حسب روز از روز اول شروع آزمایش

nx: تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز x

N: کل بذرهای جوانه‌زده در پایان آزمایش

به‌منظور بررسی طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در پایان آزمایش، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه پنج گیاهچه به‌صورت تصادفی از محل اتصال به بذر یاداشت شد.

آزمایش دوم: این آزمایش جهت بررسی تأثیر تنش شوری بر رشد گیاهچه و خصوصیات فیزیولوژیک چهار رقم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته خاک	بافت خاک	غلظت فسفر (ppm)	غلظت پتاسیم (ppm)	درصد نیتروژن
۰/۷۹	۳/۱	۷/۱	لومی رسی	۱۸/۱	۱۸۱	۰/۷۸

چغندرقند در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش، محیط‌کشت شامل گلدان‌هایی به طول و عرض ۴۰ و ۴۰ سانتی‌متر و عمق ۲۲ سانتی‌متر بود که توسط خاک مزرعه پر شده بود. مشخصات خاک در جدول ۱ آمده است. فاکتور اول ارقام چغندرقند (پایا، شکوفا، شریف و آریا) و فاکتور دوم سطوح شوری (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) بود. منبع شوری مانند آزمایش اول و مخلوطی از نمک‌ها بود. در هر گلدان چهار ردیف بذر از رقم موردنظر در تاریخ ۱۴ آبان کشت شد و هر کرت آزمایشی از سه گلدان تشکیل شد. گلدان‌ها پس از کاشت در محیط آزاد قرار داده شدند و برای جلوگیری از تأثیر بارندگی، پوشش پلاستیکی تعبیه شد که در مواقع بارندگی گلدان‌ها را پوشش می‌داد. پس از اولین آبیاری با آب نرمال، تنش شوری موردنظر با آبیاری اعمال شد. ۳۵ روز پس از کاشت بذرها، برداشت گیاهچه جهت بررسی صفات فیزیولوژیک آغاز شد.

وزن خشک گیاهچه و درصد بقای گیاهچه‌ها: برای بررسی وزن گیاهچه، در پایان آزمایش پنج گیاهچه از هر گلدان بعد از حذف حاشیه هر گلدان، به‌صورت تصادفی انتخاب و وزن گیاهچه پس از انتقال به آون (دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت) براساس میانگین وزن گیاهچه‌ها بررسی شد. به‌منظور اندازه‌گیری درصد بقای گیاهچه‌ها، نسبت گیاهچه‌های نرمال در پایان آزمایش نسبت به روز دهم شروع آزمایش شمارش و نتایج براساس درصد بیان شد.

اندازه‌گیری غلظت یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم بافت برگ: به‌منظور اندازه‌گیری غلظت یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم از برگ دوم گیاهچه استفاده شد. به این منظور ۰/۲ گرم ماده خشک در کوره الکتریکی با دمای ۵۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت چهار ساعت در کوره چینی حرارت داده شد. خاکستر به‌دست آمده با ۵ میلی‌لیتر کلریدریک اسید شستشو داده شد تا کاتیون‌ها آزاد شوند. عصاره با کاغذ صافی صاف شد. به‌منظور اندازه‌گیری یون‌های موردنظر در محلول حاصل از دستگاه فلیم فتومتر مدل Carl Ziess و منحنی استاندارد استفاده شد (Owen, 1992).

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان: جهت بررسی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز و گایاکول پراکسیداز، ابتدا پروتئین گیاهچه استخراج شد (Agrawal *et al*., 2005). برای بررسی فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز مخلوط واکنش شامل ۱۰ میلی‌مولار بافر فسفات، ۸ میلی‌مولار گایاکول، ۲/۷۵ میلی‌مولار هیدروژن پراکسید و ۵۰ میکرو لیتر محلول پروتئینی استخراج‌شده در ابتدای آزمایش بود. پس از اضافه‌کردن هیدروژن پراکسید بلافاصله میزان جذب در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر به‌مدت ۶۰ ثانیه توسط اسپکتوفتومتر (مدل DR 6000) خوانده شد. برای بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز نیز ۵۰ میکرومول از محلول پروتئینی استخراج‌شده از گیاهچه به ۱۰۰ میلی‌مول بافر فسفات اضافه و سپس۳۰ میکرولیتر هیدروژن پراکسید نیز به مخلوط افزوده شد. درنهایت این مخلوط در کووت اسپکتروفتومتر ریخته شد و فعالیت آنزیمی در طول‌موج ۲۴۰ نانومتر براساس تغییرات جذب در ۶۰ ثانیه به‌ازای هر میلی‌گرم پروتئین خوانده شد (Chance and Maehly, 1995). جهت بررسی میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز نیز ۵۰ میکرولیتر از محلول پروتئینی با بافر فسفات ۲۰۰ میلی‌مولار (اسیدیته ۷)، ۵۰۰ میکرومولار گلوتاتیون اکسیدشده، ۵۰ میکرومولار NADPH، ۱/۵ میلی‌مولار منیزیم کلرید ترکیب و پس از هم‌زدن میزان فعالیت آنزیم در طول‌موج ۳۴۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر خوانده شد (Oracz *et al*., 2007).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

غلظت کلروفیل: برای تعیین غلظت کلروفیل a و b برگ ابتدا نیم گرم برگ تازه با ۱۰ میلی‌لیتر محلول استون ۸۰ درصد کوبیده و له شد. سپس نمونه‌ها توسط کاغذ صافی صاف شدند و حجم آن توسط استون به ۵۰ میلی‌لیتر رسید. محلول حاصله توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. به این منظور ابتدا دستگاه با استون صفر شده و میزان جذب محلول در طول‌موج ٦٦٣ (کلروفیل a) و طول‌موج ٦٤٥ (کلروفیل b) بررسی شد. براساس اعداد خوانده‌شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر غلظت مجموع کلروفیل براساس میکروگرم بر وزن تر برگ بیان شد (Gunes *et al*., 2007).

اندازه‌گیری رطوبت نسبی برگ، غلظت پرولین و کربوهیدرات‌های محلول: به‌منظور اندازه‌گیری رطوبت نسبی برگ، نیم گرم از بافت یک برگ جوان جدا شده و پس از وزن نمودن برگ (وزن تر)، نمونه‌ها به‌مدت ٢٤ ساعت در یک ظرف دربسته در آب‌مقطر شناور شده و وزن آنها مجدداً اندازه‌گیری شد (وزن اشباع). بعد از این مدت برگ‌ها به آون با دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت منتقل شدند و وزن خشک برگ‌ها اندازه‌گیری شد (دو نمونه از هر کرت). درصد رطوبت نسبی برگ براساس رابطه زیر محاسبه شد (Shirazi *et al*., 2005):

وزن) / (وزن خشک – وزن تر) = درصد رطوبت نسبی برگ

۱۰۰ × (وزن اشباع – خشک

برای بررسی غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ ابتدا ۰/۱ گرم برگ خشک آسیاب‌شده و در یک لوله آزمایشی ریخته شد و ۱۵ میلی‌لیتر الکل اتانول ۸۰ درصد در حال جوشیدن به آن اضافه شد. بعد از حدود ۲۰ ثانیه نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. پس از طی مراحل بعدی براساس پروتکل مربوطه بعد از ٤٥ دقیقه و با تثبیت رنگ قهوه‌ای در نمونه‌ها میزان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول‌موج ٤٨٥ نانومتر خوانده شد. برای خواندن ابتدا محلول‌های استاندارد صفر، ۱۰ الی ۱۰۰ ppm گلوکز تهیه شدند و منحنی استاندارد رسم گردید. با استفاده از منحنی استاندارد و اعداد خوانده‌شده مقدار کربوهیدرات‌های محلول محاسبه شد (Dubois *et al*., 1956). برای اندازه‌گیری غلظت پرولین برگ نیز از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد.

محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال یک درصد) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفات مورد بررسی تحت تأثیر رقم، شوری و برهمکنش این دو فاکتور قرار گرفتند (جدول‌های ۲ و ۳).

درصد جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی: بررسی درصد جوانه‌زنی ارقام چغندرقند تحت تأثیر تنش شوری بیانگر کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی با افزایش سطح تنش شوری است. در اولین سطح شوری (٤ دسی‌زیمنس بر متر) تفاوت معنی‌داری میان درصد جوانه‌زنی ارقام چغندرقند مشاهده نشد اما در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر درصد جوانه‌زنی ارقام پایا، شکوفا و آریا به‌ترتیب به ۹۱، ۸۰ و ۸۱ درصد کاهش یافت (شکل ۱). در بالاترین سطح شوری ارقام شریف و پایا با درصد جوانه‌زنی ۷۱ درصد و ٦٦ درصد بیشترین و ارقام شکوفا و آریا با درصد جوانه‌زنی ۵۱ و ۵۳ درصد کمترین میزان جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). تنش شوری سبب تأخیر در ظهور گیاهچه و افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی شد. تا سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری میان میانگین زمان جوانه‌زنی ارقام چغندرقند مشاهده نشد (به استثنای رقم آریا در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین زمان جوانه‌زنی ۳/۵ روز). در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر میانگین زمان جوانه‌زنی تمام ارقام مورد بررسی در مقایسه با شاهد و سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت و بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی در رقم آریا به میزان ٤/٤ روز مشاهده شد. در سطح شوری ١٦ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین و کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی به‌ترتیب در ارقام آریا و شکوفا (۵/۵ و ۵/٦ روز) و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

جدول ۲- میانگین مربعات صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام چغندرقند تحت تأثیر تنش شوری در آزمایشگاه

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه
تنش شوری	٤	١٥٤١/١ **	٠/٨٣ **	٦٢٧/٢ **	٢٣٣/٤ **
ژنوتیپ	٣	١٧١١/٥**	٠/٣٧ **	٤١٠/٧ **	٣٠١/٨ **
شوری × ژنوتیپ	١٢	٥٨٨/٤ **	٠/٥٥ **	٥٠٨/٠ *	٤٣/٥ **
خطای آزمایشی	٦٠	١٤٩/٧	٠/٠٥٧	٨/٤١	٤/٠
ضریب تغییرات (٪)		١٤/٢	٨/٥	١٢/٩	١٥/٧

*** و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد**

جدول ۳- میانگین مربعات خصوصیات فیزیولوژیک ارقام تجاری چغندرقند تحت تأثیر تنش شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک گیاهچه	پتاسیم	کلر	سدیم	نسبت پتاسیم به سدیم	کربوهیدرات‌های محلول برگ	پرولین برگ
بلوک	٣	٠/٢٤ *	٣/٧ **	٧/٥ **	١/٠٦ ns	٠/٢٤ **	٧٨٥/٦ **	٠/٠٠١ **
تنش شوری	٣	١٢/٧ **	٧/٣ **	١٨/٢ **	٨/٢٩ **	١/٠٧ **	١٦٥١/٥ **	٠/٠٠٢١ **
ژنوتیپ	٣	٥/١٨**	١٠/٢ **	٨/١٧ **	٧/١٢ **	١/٢١**	١٨٥٥/١ **	٠/٠٠١٤ **
شوری × ژنوتیپ	٩	١/٩٦ **	٩/٨ **	١١/٥ *	٦/٥٨ *	٠/٧٣ *	١٢٣٨/١ **	٠/٠٠١١ **
خطا	٤٥	٠/٢٢	٢/١٥	٤/٤١	١/٨٦	٠/١٣	٤٩/١	٠/٠٠٠
ضریب تغییرات (٪)		١٧/١	٦/٩	١٦/٤	١١/٠	٥/٤	١٨/٢	١٠/١

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد آماری

ادامه جدول ۳-

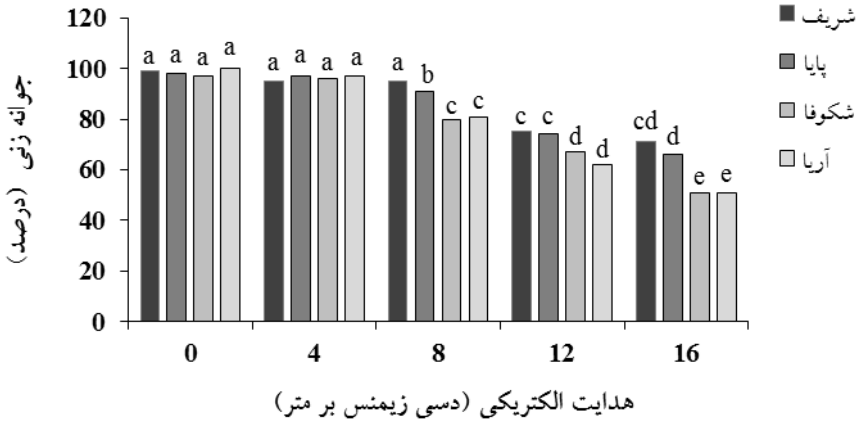
منابع تغییر	درجه آزادی	محتوی رطوبت نسبی	گایاکول پراکسیداز	گلوتاتیون ردوکتاز	کاتالاز	کلروفیل b	کلروفیل a	درصد بقای گیاهچه
بلوک	٣	٣٩٥/٥ **	٠/٣٠ *	٠/٠٥٥ **	٠/١٨ *	٨٩/٣ **	٠/٩ ns	١/٤ ns
تنش شوری	٣	٥٨٤/١ **	٠/٩٦ **	٠/٠٩٥ **	٠/٩٧ **	١٩٦٢/٩ **	٣٣٣/٤ **	١٨٦/٩ **
ژنوتیپ	٣	٣٥٧/٥ **	٠/٧١**	٠/٠٦٦ **	١/٠١ **	٢١٤/٣ **	٤١٩/٥**	٣٣٤/٨ **
شوری × ژنوتیپ	٩	٧٥٩/٠ **	٠/٦٠ *	٠/٠٨١ **	٠/٥١ **	٣٧/٩ *	٥٠/١ *	١١٦/٨ **
خطا	٤٥	٥٠/٣	٠/٢٨	٠/٠٤	٠/١٥	٣٦/٦	٤٥/٣	٧/٤
ضریب تغییرات (٪)		٩/٧	٨/٢	٦/٩	١٠/٧	١٣/٤	١١/٧	٣/٩

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد آماری

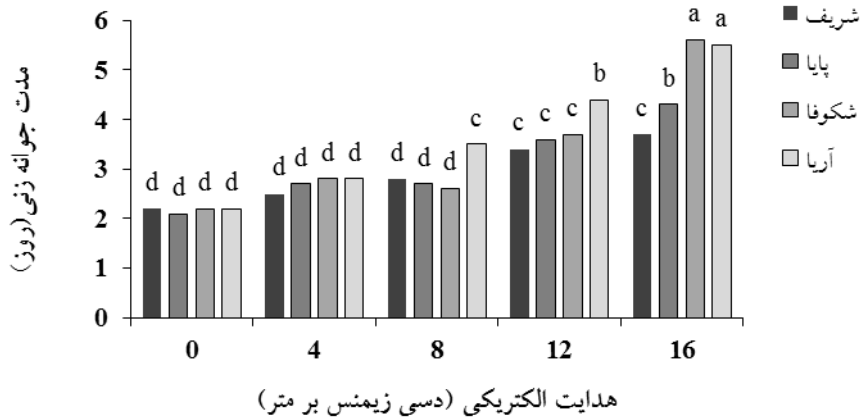
شریف (۳/۷ روز) ثبت شد (شکل ۲). براساس نتایج حاصل در سطوح بالای شوری رقم شریف و پس از آن رقم پایا از شرایط جوانه‌زنی مناسب‌تری در مقایسه با ارقام شکوفا و آریا برخوردار بودند. جوانه‌زنی پدیده‌ای پیچیده و مشتمل بر تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بوده که حاصل فعال‌شدن جنین است. این مرحله از مهم‌ترین مراحل رشد گیاه است به‌طوری که دوام، استقرار و عملکرد نهایی گیاهان زراعی را تعیین می‌کند (Bhattacharjee *et al*., 2002; Bajehbaj, 2010).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]



شکل ۱- درصد جوانه‌زنی ارقام تجاری چغندرقند در سطوح مختلف تنش شوری. حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند (براساس آزمون دانکن).



شکل ۲- میانگین زمان جوانه‌زنی ارقام تجاری چغندرقند تحت تنش شوری. حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند (براساس آزمون دانکن).

خیامیم و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی درصد جوانه‌زنی لاین‌های چغندرقند بیان نمودند که واکنش جوانه‌زنی لاین‌های چغندرقند به تنش شوری متفاوت بود و این لاین‌ها در گروه‌های متحمل تا حساس طبقه‌بندی شدند. ایشان درصد جوانه‌زنی را یک ویژگی مناسب برای بررسی واکنش بذر چغندرقند به تنش گزارش نمودند. در یک بررسی تجمع املاح در محیط جوانه‌زنی ارقام چغندرقند سبب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چغندرقند شد (Jafarzadeh and Aliasgharzad, 2007). تنش شوری سبب تأخیر در ظهور گیاهچه و افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی بذر چغندرقند می‌شود زیرا تجمع یون‌ها در محیط جوانه‌زنی علاوه بر ایجاد سمیت یونی موجب کاهش جذب آب توسط بذر شده و فرآیندهای متابولیکی منجر به جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ghoulam and Fares, 2001; Mostafavi, 2012). در یک تحقیق تنش شوری با کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و تأثیر منفی بر فرآیندهای فیزیولوژیک و متابولیک جنین در خلال جوانه‌زنی موجب تأخیر در جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه کلزا شد (فرهودی، ۱۳۹۱).

طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه: طول اجزای گیاهچه به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفت و کاهش یافت. تا سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری میان طول ریشه‌چه ارقام مورد بررسی مشاهده نشد اما در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

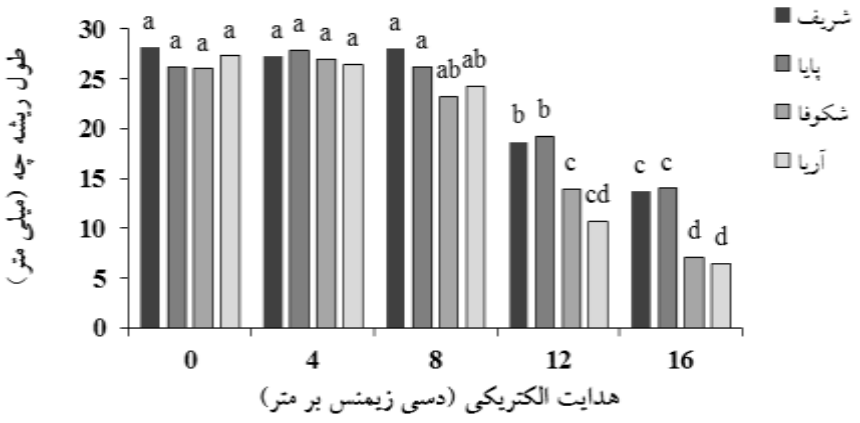
سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر طول ریشه‌چه تمام ارقام چغندرقند مورد بررسی در مقایسه با سطوح تنش پایین‌تر کاهش یافت. در عین حال ارقام شریف و پایا از طول گیاهچه بیشتری برخوردار بودند (به‌ترتیب ۱۸/۷ و ۱۹/۲ دسی‌زیمنس بر متر). در سطح شوری ١٦ دسی‌زیمنس بر متر ارقام پایا و شریف بیشترین طول ریشه‌چه (به‌ترتیب ۱۳/۷ و ١٤ میلی‌متر) و ارقام شکوفا و آریا کمترین طول ریشه‌چه (به‌ترتیب ۷/۱ و ٦/٥ میلی‌متر) را داشتند (شکل ۳). واکنش طول ساقه‌چه ارقام چغندرقند به تنش شوری از سطح تنش ۸ دسی‌زیمنس بر متر آغاز شد و در این سطح تنش، طول ساقه‌چه تمام ارقام مورد بررسی در مقایسه با شاهد کاهش یافت. در سطوح شوری ۱۲ و ١٦ دسی‌زیمنس بر متر کمترین طول ساقه‌چه در رقم آریا به‌ترتیب به میزان ۸/۱ و ۵/۹ میلی‌متر ثبت شد (شکل ٤). بررسی طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در شرایط تنش شوری از معیارهای تحمل تنش شوری است زیرا تحت تأثیر تنش شوری تقسیم سلولی و رشد سلول‌ها کاهش یافته و می‌تواند منجر به کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه شود (Munns, 2002). بررسی طول ریشه‌چه لاین‌های چغندرقند تحت تأثیر تنش شوری در غربالگری ارقام متحمل به شوری این گیاه در مرحله جوانه‌زنی مؤثر است (Khayamim *et al*., 2014). در آزمایش حاضر نیز ارقام شکوفا و آریا در سطوح بالای شوری از طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کمتری برخوردار بودند که مؤید حساسیت این ارقام به تنش شوری است.

وزن خشک و درصد بقای گیاهچه: وزن خشک گیاهچه ارقام چغندرقند تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفت و کاهش یافت. در شرایط نرمال رقم پایا کمترین وزن خشک گیاهچه را در مقایسه با سایر ارقام داشت. در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر ارقام شریف و پایا بیشترین و ارقام شکوفا و آریا کمترین وزن خشک گیاهچه را داشتند. این شرایط در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز ادامه داشت به‌طوری که ارقام شریف و پایا بیشترین وزن خشک گیاهچه (به‌ترتیب ۳/۳۲ و ۳/۳۷ گرم) و رقم آریا کمترین وزن خشک گیاهچه (۲/۱۱ گرم) را داشت (جدول ٤). تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر درصد بقای گیاهچه در ارقام شکوفا و آریا را به‌ترتیب ۹۱ و ۹۰/۳ درصد کاهش داد. در حالی که تنش شوری ۱۲ دسی‌ریمنس بر متر تأثیر معنی‌دار بر درصد بقای گیاهچه ارقام پایا و شریف در مقایسه با شاهد نداشت. اما درصد بقای گیاهچه ارقام شکوفا و آریا به ۸۹/۱ و ۸۰/۱ درصد کاهش یافت (جدول ٤). بررسی وزن خشک در شرایط تنش‌های محیطی یک معیار مناسب برای شناخت گیاهان متحمل به شرایط تنش است (Munns, 2002; Ashraf and McNeilly, 2004). در یک تحقیق تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار رشد ریشه‌چه ارقام چغندرقند تحت تأثیر سمیت یونی و کمبود آب قابل دسترس شد (Mostafavi, 2012). در آزمایش حاضر ارقام شریف و پایا در شرایط تنش شوری از فعالیت بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، غلظت کلروفیل بیشتر و محتوای رطوبت نسبی برگ بیشتری در مقایسه با ارقام آریا و شکوفا برخوردار بودند که منجر به بالاتربودن وزن گیاهچه و پایداری تعداد گیاهچه ارقام شریف و پایا در شرایط تنش شوری شد (جدول ٤). براساس گزارش Jamil و همکاران (۲۰۰۷) تجمع املاح زیان‌آور مانند سدیم در برگ چغندرقند سبب کاهش کلروفیل، کاهش میزان فتوسنتز و وزن خشک گیاهچه ارقام چغندرقند شد که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد.

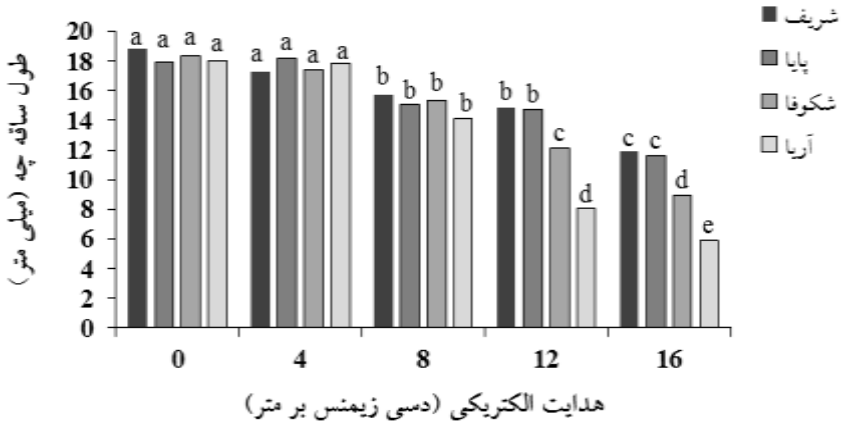
غلظت یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم برگ: بررسی غلظت یون سدیم و کلر در برگ ارقام چغندرقند حاکی از افزایش غلظت این دو یون در برگ چغندرقند تحت تأثیر افزایش سطح شوری است. تا سطح شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی از نظر غلظت این دو یون دیده نشد. در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر ارقام پایا و شریف از غلظت کمتر یون‌های سدیم و کلر برخوردار بودند. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز بیشترین غلظت یون سدیم (٣٤/٤ و ۳۷/۲ میلی‌گرم بر گرم) در ارقام شکوفا و آریا و بیشترین غلظت یون کلر در برگ رقم آریا (۲۷/۳ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد (جدول ٤). بررسی غلظت یون پتاسیم برگ چغندرقند حاکی از کاهش غلظت این یون تحت تأثیر تنش شوری است به‌طوری که در سطح تنش شوری ۸

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]



شکل ۳- طول ریشه‌چه ارقام تجاری چغندرقند تحت تنش شوری. حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند (براساس آزمون دانکن).



شکل ٤- طول ساقه‌چه ارقام تجاری چغندرقند تحت تنش شوری. حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند (براساس آزمون دانکن)

دسی‌زیمنس بر متر بیشترین غلظت یون پتاسیم در ارقام شریف و پایا به میزان ۲۳ و ٢٤/٤ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. در سطح تنش شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز ارقام پایا و شریف بیشترین غلظت یون پتاسیم (١٦/١ و ١٩/١ میلی‌گرم بر گرم) و رقم آریا کمترین غلظت یون پتاسیم (٨/٩ میلی‌گرم بر گرم) را دارا بودند (جدول ٤). تنش شوری موجب کاهش نسبت پتاسیم به سدیم برگ شد. در عین حال همواره ارقام پایا و شریف از نسبت پتاسیم به سدیم برگ بیشتری برخوردار بودند به‌طوری که در سطح تنش شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نسبت پتاسیم به سدیم برگ در ارقام پایا و شریف به‌ترتیب ٠/٦٢ و ٠/٨٣ و در ارقام شکوفا و آریا به‌ترتیب ٠/٤٠ و ٠/٢٣ بودند.

تجمع یون‌های زیان‌آور مانند کلر و سدیم در برگ منجر به تغییرات متابولیکی، کاهش فعالیت آنزیم‌های حیاتی، کاهش فتوسنتز، کاهش سطح برگ و درنتیجه کاهش رشد گیاهان زراعی از جمله چغندرقند می‌گردد (Cavalanti *et al*., 2007; Dadkhah, 2011). تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ چغندرقند هر چند می‌تواند در تنظیم اسمزی نقش ایفا کند ولی درنهایت منجر به کاهش توسعه برگ خواهد شد (Ghoulam and Fares, 2001). بر خلاف اکثر یافته‌ها، پژوهش عباس و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که یون سدیم در کنار یون پتاسیم در تنظیم اسمزی و تحمل شرایط تنش شوری در گیاه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

جدول ٤- مقایسه میانگین ترکیب رقم با شوری از نظر صفات فیزیولوژیک در ارقام تجاری چغندرقند

تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	رقم	گلوتاتیون ردکتاز (نانومول NADPH بر میلی‌گرم پروتین بر دقیقه)	گایاکول پراکسیداز (میلی‌گرم جذب در دقیقه)	کاتالاز (میلی‌گرم جذب در دقیقه)	کربوهیدرات‌های محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	پتاسیم (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	کلر (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	سدیم (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)
صفر	شریف	۱/٤۱ ^{e}	٤/۰ ^{c}	۱/٥ ^{d}	۳۰/٥^{d}	۳۰/۲^{a}	۸/۲^{d}	۹/۸^{e}
	پایا	۲/٤۱ ^{d}	٤/٤ ^{c}	۱/٦ ^{d}	۳۷/۰^{d}	۲۸/۸^{a}	۸/۰^{d}	۸/٥^{e}
	شکوفا	۱/۳۳ ^{e}	٤/۱ ^{c}	۱/٦ ^{d}	۳۷/۸^{d}	۳۰/۰^{a}	۷/۳^{d}	۸/٦^{e}
	آریا	۱/٤٤ ^{e}	۳/۹ ^{c}	۱/۸ ^{d}	۳٥/۳^{d}	۲۹/۱^{a}	۷/٤^{d}	۹/۰^{e}
٤	شریف	۲/۳۷^{d}	٤/۳^{c}	۱/۸^{d}	۳۳/٤^{d}	۳۰/٤^{a}	۷/۳^{d}	۱۰/۰^{e}
	پایا	۲/۱۷^{d}	۳/٦^{c}	۱/٤^{d}	۳۱/۸^{d}	۲۹/۱^{a}	۸/۲^{d}	۱۰/۷^{e}
	شکوفا	۱/٤۲^{e}	٤/۰^{c}	۱/۷^{d}	۳۲/٥^{d}	۲۸/۹^{a}	۷/۷^{d}	۹/۳^{e}
	آریا	۱/۳٥^{e}	۳/۹^{c}	۱/٥^{d}	۳۲/۰^{d}	۲٦/۱^{ab}	۷/۷^{d}	۱۰/٤^{e}
۸	شریف	٥/۰۲^{b}	۱۰/۳^{ab}	٤/۸^{a}	٤٤/۷^{b}	۲۳/۰ ^{b}	۱۲/٦^{c}	۱٦/۹^{d}
	پایا	٥/۱۳^{b}	۹/۱^{b}	٥/۰^{a}	٤۷/۰^{b}	۲٤/٤ ^{b}	۱۲/۱^{c}	۱٥/٤^{d}
	شکوفا	۳/٤۹^{c}	۸/۰^{b}	۳/٤^{b}	۳۳/۱^{d}	۱٥/۷ ^{c}	۱۷/۹^{b}	۲٦/٥^{bc}
	آریا	۳/۲٤^{c}	۷/۹^{b}	۳/٥^{b}	۳۱/٤^{d}	۱٦/۰ ^{c}	۱۸/۰^{b}	۲٤/۱^{b}
۱۲	شریف	٦/۹٤^{a}	۱۲/۱^{a}	٥/۱^{a}	٦٥/۹^{a}	۱۹/۱ ^{bc}	۱۷/٤ ^{b}	۲۲/۰ ^{c}
	پایا	۷/۰۸ ^{a}	۸/٤^{b}	٤/۸^{a}	٦۷/۰^{a}	۱٦/۱ ^{c}	۱٦/۳ ^{b}	۲۳/۱ ^{c}
	شکوفا	۳/۷۱^{c}	۸/۹^{b}	۳/۷^{b}	۳۱/٥^{d}	۱۳/۷ ^{d}	۱۸/٥^{b}	۳٤/٤^{a}
	آریا	۲/۱۲^{d}	۷/٥^{b}	۲/۳^{c}	۳۹/۰^{c}	۸/۹ ^{e}	۲۸/٥^{a}	۳۷/۲^{a}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف غیرمشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری دارند.

چغندرقند نقش مثبت دارد. اما براساس پژوهش حاضر ارقام شکوفا و آریا که در شرایط تنش شوری از غلظت بالاتر یون‌های سدیم و کلر برخوردار بودند، رطوبت نسبی برگ، غلظت کلروفیل و وزن خشک گیاهچه کمتری داشتند. در یک بررسی تجمع یون سدیم و کلر در برگ ارقام چغندرقند سبب کاهش معنی‌دار فتوسنتز، تبادلات روزنه‌ای و غلظت کلروفیل برگ چغندرقند شد (Jamil *et al*., 2007). تحقیقات نشان داده‌اند که کمبود یون پتاسیم در بافت گیاهی موجب اختلال در فرآیند فتوسنتز، اختلال در روابط آبی، کاهش هدایت روزنه‌ای و کاهش سنتز کلروفیل می‌گردد و به‌دنبال آن گسترش سطح برگ و وزن خشک گیاه کاهش می‌یابد (فرهودی و خدارحم پور، ۱۳۹٤؛ Poustini and Siosemardeh, 2004). افزایش غلظت یون سدیم در اندام هوایی گیاهان زراعی تحت تأثیر تنش شوری و تأثیر منفی آن بر فتوسنتز، وزن خشک گیاه، جذب پتاسیم و سلامت غشاهای سلولی توسط بسیاری از محققان در گیاهان زراعی گزارش شده است (Munns and James, 2003; Ashraf and McNiellly, 2004; Asha and Dhingra, 2007). در پژوهش حاضر نیز ارقام پایا و شریف در شرایط تنش شوری در مقایسه با ارقام شکوفا و آریا از پتاسیم بیشتر در برگ و نسبت بالاتر پتاسیم به سدیم برخوردار بودند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

ادامه جدول ٤-

تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	رقم	نسب پتاسیم به سدیم	بقای گیاهچه	رطوبت نسبی	وزن خشک گیاهچه	پرولین	کلروفیل a	کلروفیل b
		درصد			گرم	(میلی‌گرم در گرم وزن تر)		
صفر	شریف	۳/۰۸^{a}	۹۸/٤^{a}	۷۷/۱^{a}	٤/۷٥^{a}	۰/۰۰۹^{e}	۲/۸٤ ^{a}	۱/۸۱ ^{a}
	پایا	۳/۳۸^{a}	۱۰۰^{a}	۷۹/۰^{a}	٤/۰٥^{b}	۰/۰۰۸^{e}	۲/۹۱ ^{a}	۱/۸٥ ^{a}
	شکوفا	۳/٤۸^{a}	۹۹/۱^{a}	۷۹/۹^{a}	٤/٥۲^{a}	۰/۰۱۱^{d}	۲/۸۳ ^{a}	۱/٦۳ ^{ab}
	آریا	۳/۲۲^{a}	۱۰۰^{a}	۷٦/۲^{a}	٤/٥۰^{a}	۰/۰۰۷^{e}	۲/۷۹ ^{a}	۱/۹۸ ^{a}
٤	شریف	۳/۰٤^{a}	۹۹/۲^{a}	۷٦/۱^{a}	٤/۳۹^{a}	۰/۰۱۳^{c}	۲/۸۱ ^{a}	۱/۷۱ ^{a}
	پایا	۲/۷۱^{a}	۹۸/۰^{a}	۷۷/۰^{a}	٤/۰۲^{b}	۰/۰۲٥^{b}	۲/۸۱ ^{a}	۱/۸٤ ^{a}
	شکوفا	۳/۱۰^{a}	۱۰۰^{a}	۷۷/۳^{a}	٤/۳۷^{a}	۰/۰۱٤^{c}	۲/۹۲ ^{a}	۱/۸۷ ^{a}
	آریا	۲/٤۹^{b}	۹۸/۹^{a}	۷٦/٤^{a}	۳/۹۱^{b}	۰/۰۰۹^{d}	۲/۸۷ ^{a}	۱/۷۹ ^{a}
۸	شریف	۱/۳٦^{c}	۹۷/٤^{a}	۷٦/۰^{a}	۳/۸۷^{b}	۰/۰٤٤^{a}	۲/٥٥ ^{ab}	۱/۷٥ ^{a}
	پایا	۱/٦۱^{c}	۹۸/۰^{a}	۷۷/۲^{a}	۳/۹۳^{b}	۰/۰۳۸^{a}	۲/٤۱ ^{b}	۱/۷۹ ^{a}
	شکوفا	۰/٦۳^{d}	۹۱/۰^{b}	۷٤/۰^{ab}	۳/۰۸^{c}	۰/۰۲^{c}	۱/۸۱ ^{c}	۱/٥۷ ^{ab}
	آریا	۰/٥٥^{d}	۹۰/۳^{b}	۷۰/٥^{b}	۳/۱۱^{c}	۰/۰۱۸^{c}	۱/۷٦ ^{c}	۱/٥۹ ^{ab}
۱۲	شریف	۰/۸۳ ^{d}	۹۷/۱^{a}	۷٤/۰^{ab}	۳/۳۲^{bc}	۰/۰٤۱^{a}	۲/۱۹ ^{bc}	۱/٥۱ ^{b}
	پایا	۰/٦۲^{d}	۹٦/۹^{a}	۷۱/۲^{b}	۳/۳۷^{bc}	۰/۰۳۲^{ab}	۲/۰۸ ^{bc}	۱/٦۲ ^{ab}
	شکوفا	۰/٤۰^{e}	۸۹/۱^{b}	٦٤/۱^{c}	۲/۸۷^{d}	۰/۰۱٥^{c}	۱/۱۳ ^{d}	۱/٤۹ ^{b}
	آریا	۰/۲۲^{e}	۸۰/۱^{c}	٦۲/۰^{c}	۲/۱۱^{e}	۰/۰۳۸^{a}	۱/۲٥ ^{d}	۱/۰۹ ^{c}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف غیرمشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری دارند.

که منجر به بیشتربودن غلظت کلروفیل و وزن خشک گیاهچه در شرایط تنش شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در این ارقام شد. نسبت پتاسیم به سدیم یک معیار گزینشی مناسب در انتخاب ارقام متحمل به شوری در گیاهان زراعی است (Ashraf and McNeilly, 2004; Poustini and Siosemardeh, 2004). محققان با بررسی واکنش چغندرقند به تنش شوری بیان نموده‌اند که تنش شوری سبب تجمع سدیم و کلر در برگ ارقام حساس به تنش شوری می‌شود و نسبت پتاسیم به سدیم برگ می‌تواند یک معیار مناسب برای شناسایی ارقام متحمل به شوری چغندرقند به حساب آید (فتوحی و همکاران، ۱۳۸۵؛ Dadkhah, 2011).

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان: بررسی فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، گوایکول پراکسیداز و گلوتاتیون ردکتاز حاکی از افزایش فعالیت این آنزیم‌ها تحت تأثیر تنش شوری در ارقام چغندرقند است. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر ارقام شریف و پایا بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز را داشتند (به‌ترتیب ۵/۱ و ٤/۸ میلی‌گرم جذب در دقیقه) در حالی که رقم آریا با ۲/۳ میلی‌گرم جذب در دقیقه کمترین فعالیت این آنزیم در شرایط تنش را به خود اختصاص داد. در خصوص فعالیت آنزیم گوایکول پراکسیداز، نتایج بیانگر عدم‌وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام چغندرقند از نظر فعالیت این آنزیم در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر است در حالی که در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر رقم شریف بیشترین میزان فعالیت این آنزیم را داشت (۷/۵ میلی‌گرم جذب در دقیقه). در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر ارقام شریف و پایا بیشترین فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردکتاز را داشتند (به‌ترتیب ٦/٩٤ و ٧/٠٨ نانومول NADPH بر میلی‌گرم پروتئین بر دقیقه) در حالی که رقم شکوفا کمترین میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردکتاز را داشت (٢/١٢ نانومول NADPH بر میلی‌گرم پروتئین بر دقیقه) (جدول ٤). ارقام پایا و شریف که بیشترین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان را داشتند در شرایط تنش شوری بیشترین غلظت کلروفیل و وزن گیاهچه را نیز دارا بودند در حالی که ارقام شکوفا و آریا با کمترین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در مقابل شوری آسیب پذیرتر بودند (جدول ٤). تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن در محیط سلول‌ها تحت تأثیر تنش‌های محیطی سبب تخریب گسترده غشای سلولی و غشای اندامک‌های سلولی، کاهش فعالیت آنزیم‌های حیاتی و آسیب جدی به ماده وراثتی سلول‌ها می‌گردد (Apel and Hirt, 2004). آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان وظیفه دارند با پاکسازی محیط سلول از رادیکال‌های آزاد اکسیژن، زیرساخت‌های سلولی مانند غشای سلول و پروتئین‌ها را در مقابل رادیکال‌های آزاد محافظت نمایند. تحقیقات نشان داده‌اند که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نقش به‌سزایی در افزایش تحمل تنش خشکی و حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن در ارقام چغندرقند دارند (Sayfzadeh and Rashidi, 2010; Romano *et al*., 2013). تأثیر مثبت فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در تحمل تنش شوری و حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سایر گیاهان زراعی نظیر کلزا (Ashraf and Ali, 2008) نیز گزارش شده است.

غلظت کلروفیل: غلظت کلروفیل a وb تحت تأثیر رقم چغندرقند و سطوح شوری قرار گرفت و با افزایش سطح تنش شوری، غلظت کلروفیل برگ کاهش یافت. در سطوح تنش شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر ارقام پایا و شریف از بیشترین غلظت کلروفیل a و ارقام آریا و شکوفا از کمترین غلظت کلروفیل a برخوردار بودند. بر خلاف کلروفیل a، تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر از نظر کلروفیل b مشاهده نشد و تنها در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت میان ارقام معنی‌دار بود. هیچ یک از سطوح تنش شوری بر غلظت کلروفیل b رقم پایا تأثیر معنی‌داری نداشت در حالی که در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر رقم آریا کمترین غلظت این کلروفیل را به خود اختصاص داد (١/٠٩ میلی‌گرم بر گرم). بررسی پایداری کلروفیل در شرایط تنش شوری یکی از سازوکارهای انتخاب ارقام متحمل به شوری گیاهان زراعی محسوب می‌شود (Asch *et al*., 2000; Jamil *et al*., 2007). برخی از محققان تخریب و کاهش غلظت کلروفیل برگ گیاهان زراعی را تحت تأثیر تنش شوری گزارش نموده‌اند. به‌عنوان مثال فرهودی و خدارحم‌پور (١٣٩٤) با مطالعه تأثیر تنش شوری بر رشد گیاه گندم بیان نمودند که تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار غلظت کلروفیل a و کلروفیل b برگ این گیاه شد. در یک تحقیق تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار غلظت کلروفیل برگ ارقام چغندرقند شد زیرا در این شرایط تجمع یون‌های زیان‌آور کلر و سدیم در برگ موجب تخریب و تحلیل‌رفتن کلروفیل شده و به تبع آن فتوسنتز، رشد گیاه و گسترش سطح برگ کاهش می‌یابد (Jamil *et al*., 2007; Dadkhah, 2011). در پژوهش حاضر نیز ارقام پایا و شریف که از غلظت بیشتر کلروفیل برگ در شرایط تنش شوری برخوردار بودند دارای وزن خشک گیاهچه بیشتر و تجمع کمتر سدیم و کلر در برگ برخوردار بودند که بیانگر رابطه منفی بین تجمع املاح زیان‌آور در برگ و غلظت کلروفیل است.

رطوبت نسبی برگ، غلظت پرولین و کربوهیدرات‌های محلول برگ: بررسی رطوبت نسبی برگ حاکی از کاهش این صفت تحت تأثیر تنش شوری در ارقام چغندرقند است. در سطح شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری بین رطوبت نسبی برگ ارقام چغندرقند مشاهده نشد در حالی که در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر تنها رطوبت نسبی برگ رقم آریا در مقایسه با سایر ارقام کاهش یافت. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر رطوبت نسبی برگ ارقام شکوفا و آریا کمتر از سایر ارقام بود (به‌ترتیب ٦٤ و ٦٢ درصد) ولی این صفت در رقم شریف تحت تأثیر شوری قرار نگرفت و مقدار آن (٧٤ درصد) تفاوت معنی‌داری با رطوبت نسبی برگ در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

شرایط نرمال (۷۷ درصد) نداشت (جدول ٤). واکنش تغییرات غلظت پرولین برگ ارقام چغندرقند به تنش شوری از سطح شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر آغاز شد و در این سطح شوری رقم پایا بیشترین غلظت پرولین برگ را داشت. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز ارقام پایا، آریا و شریف بیشترین غلظت پرولین برگ را داشتند در حالی که رقم شکوفا کمترین غلظت پرولین برگ را داشت (جدول ٤). تنش شوری سبب افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ ارقام چغندرقند شد و این واکنش از سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر آغاز شد. در این سطح تنش شوری، ارقام پایا و شریف بیشترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ را داشتند. در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز ارقام شریف و پایا بیشترین (به‌ترتیب ٦٥/۹ و ٦٧ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و شکوفا کمترین (۳۱ غلظت میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ را داشتند (جدول ٤). تحقیقات نشان داده–اند که رطوبت نسبی برگ یک ویژگی کلیدی در انتخاب گیاهان زراعی متحمل به تنش شوری است زیرا بالاتربودن رطوبت نسبی برگ در شرایط تنش به معنی جذب آب بیشتر و افزایش تورژسانس سلولی است (Jakob *et al.*, 2005). در شرایط تنش شوری، تجمع املاح در محیط ریشه گیاه سبب کاهش توانایی جذب آب می‌شود و در این شرایط گیاهی موفق است که با ساخت و تجمیع اسمولیت‌های سازگار مانند پرولین، یون‌های مفید و کربوهیدرات‌های محلول آب بیشتری جذب نماید. بررسی واکنش ارقام کلزا (Qasim *et al.*, 2003) و گندم (Shirazi *et al.*, 2005) به تنش شوری نشان داد که شوری از طریق اختلال در روابط آبی گیاه منجر به کاهش رطوبت نسبی، سطح برگ و رشد گیاهان مورد مطالعه می‌شود. در یک تحقیق روی ارقام متحمل به شوری چغندرقند، تجمع کربوهیدرات‌های محلول در شرایط تنش شوری، موجب بهبود شرایط اسمزی برگ در راستای جذب آب بیشتر شد (عباس و همکاران، ۱۳۹۱) که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد. پرولین در کنار عناصر معدنی مانند پتاسیم یک عنصر کلیدی در تنظیم اسمزی و جذب آب در شرایط تنش شوری به حساب می‌آید. در یک بررسی در شرایط تنش شوری تجمع اسمولیت‌های سازگار مانند پرولین و کربوهیدرات‌های محلول در گیاهچه‌های برنج موجب افزایش رطوبت نسبی برگ و کاهش اثرات منفی تنش شوری بر سلامت غشاهای سلولی گیاهچه برنج شد (Bhattacharjee and Mukherjee, 2002). افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ در گیاهان زراعی تحت تأثیر تنش شوری علاوه بر این که در تنظیم اسمزی و حفظ رطوبت نسبی برگ نقش دارد، اهمیت ویژه‌ای در حفاظت غشاهای سلولی دارد (Munns, 2002). در پژوهش حاضر علی‌رغم برخی تفاوت‌ها، به‌طور کلی می‌توان گفت ارقام پایا و شریف با دارابودن غلظت بیشتر اسمولیت‌های سازگار از رطوبت نسبی برگ بالاتری برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام چغندرقند مورد بررسی شد و میان ارقام چغندرقند تفاوت معنی‌داری در این خصوص مشاهده شد. بررسی وزن خشک در شرایط تنش‌های محیطی یک معیار مناسب برای شناخت گیاهان متحمل به شرایط تنش به شمار می‌رود و بر این اساس ارقام شریف و پایا از وزن خشک گیاهچه بیشتری برخوردار بودند. این ارقام در مقایسه با ارقام شکوفا و آریا دارای تجمع یون سدیم و کلر کمتر در برگ و نسبت پتاسیم به سدیم بیشتری بودند. همچنین ارقام شکوفا و آریا که در مرحله جوانه‌زنی و رشد ابتدایی گیاهچه حساس به شوری شناخته شدند از فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کمتری در مقایسه با ارقام شریف و پایا برخوردار بودند. بررسی خصوصیات فیزیولوژیک ارقام چغندرقند مورد بررسی نشان داد که مجموعه‌ای از خصوصیات مانند تجمع کمتر یون‌های سدیم و کلر در برگ، رطوبت نسبی برگ و غلظت کلروفیل بیشتر منجر به تحمل تنش شوری در ارقام پایا و شریف و استقرار مناسب گیاهچه‌ها و بیشتربودن درصد بقای گیاهچه‌ها در پایان دوره آزمایش در این ارقام در مقایسه با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

ارقام شکوفا و آریا شد. این نتایج می‌تواند در تحقیقات آینده جهت انتخاب ارقام متحمل به شوری چغندرقند و شناسایی سازوکارهای تحمل شوری در این ارقام مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

بی‌نام، (۱۳۹۶) آمار نامه انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران.

خیامیم، س.، توکل افشاری، ر.، صادقیان مطهر، س. ی. و پوستینی، ک. (۱۳۹۰) اثر تنش شوری بر شاخص های جوانه‌زنی بذر چغندر قند درشرایط آزمایشگاه و گلخانه. علوم زراعی ایران ۱۳: ۱۷-۱.

عباس، ف.، مهنا، ا.، اللحام، ا. و الجباوی، ا. (۱۳۹۱) تنظیم اسمزی چغندر قند در شرایط تنش شوری. مجله چغندرقند ۲۸: ۸۰-۶۷.

فتوحی، ک.، مصباح، م.، صادقیان، س. ی.، رنجی، ذ. و اوراضی‌زاده، م. ر. (۱۳۸۵) ارزیابی تحمل به شوری در ارقام چغندر قند. مجله چغندرقند ۲۲: ۱۸-۱.

فرهودی، ر. (۱۳۹۱) اثر تنش شوری بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، نشت‌پذیری غشا سلولی و رشد گیاهچه ارقام کلزا. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی ۱: ۲۵-۱۴.

فرهودی، ر. و خدارحم‌پور، ر. (۱۳۹۴) بررسی پاسخ فیزیولوژیک ۱۹ رقم گندم به تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی ۱۱: ۷۷-۶۶.

کافی، م.، باقری، ا.، نباتی، ج.، زارع مهرجردی، م. و معصومی، ا. (۱۳۸۹) بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی متغیرهای فیزیولوژیک ۱۱ ژنوتیپ نخود در محیط هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت گلخانه‌ای ۱: ۷۰-۵۵.

Abbas, F., Mohanna, A., Al-Lahham, G. and Al-Jbawi, E. (2012) Osmotic adjustment in sugar beet plant under salinity stress. Sugar Beet 28: 37-43.

Abbas, F., Mohanna, A., Al-Lahham, G. and Al-Jbawi, E. (2009) Laboratory screening tool for selecting sugar beet, *Beta vulgaris* L. genotypes under salinity stress. 7th Conference of General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

Agrawal, S., Sairam, R. K., Srivasta, G. C., Tyagi, A. and Meena, R. C. (2005) Role of ABA, salicylic acid, calcium and hydrogen peroxide on antioxidant enzymes induction in wheat seedling. Plant Science 169: 559-570.

Apel, K. and Hirt, H. (2004) Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress and signal transduction. Annual Review Plant Biology 55: 373-399.

Asch, F., Ding Kuhn, M., Dorffling, K. and Miezan, K. (2000) Leaf K/Na ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice. Euphytica 113: 109-118.

Asha, A. and Dhingra, H. R. (2007) An integrated approach for screening of chickpea genotypes for salinity tolerance. Indian Journal of Plant Physiology 12: 378-382.

Ashraf, M. and Ali, Q. (2008) Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany 63: 266-273.

Ashraf, M. and McNeilly, T. (2004) Salinity tolerance in brassica oilseeds. Critical Review of Plant Science 23: 157-174.

Bajehbaj, A. A. (2010) The effects of NaCl priming on salt tolerance in sunflower germination and seedling grown under salinity conditions. African Journal of Biotechnology 9: 1764-1770.

Bates, L. S, Waldre, R. P. and Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-208.

Bewley, J. D. and Black, M. (1998) Seeds: Physiology of development and germination second edition. Plenum Press, New York.

Bhattacharjee, S. and Mukherjee, A. K. (2002) Salt stress induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in three rice cultivars during early germination. Seed Science and Technology 30: 279-287.

Cavalanti, F. R, Lima, J. P. M. S., Silva, S. L. F, Viegas, R. A. and Silveira, J. A. G. (2007) Roots and leaves display contrasting oxidative response during salt stress and recovery in cowpea. Journal of Plant Physiology 164: 591-600.

Caverzan, A., Casassola, A. and Patussi Brammer, S. (2016) Antioxidant responses of wheat plants under stress. Genetics and Molecular Biology 39: 1-6.

Chance, B. and Maehly, A. C. (1995) Assay of catalase and peroxidases. Method of Enzymology 2: 764-775.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

Dadkhah, A. (2011) Effect of salinity on growth and leaf photosynthesis of two sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. Journal of Agriculture Science and Technology 13: 1001-1012.

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Snalytical Chemistry 28: 350-356.

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

Gondim, F. A., Gomes-Filho, E., Lacerda, C. F., Prisco, J. T., Azevedo Neto, A. D. and Marques, E. C. (2010) Pretreatment with H_2O_2 in maize seeds: effects on germination and seedling acclimation to salt stress. Brazilian Journal of Plant Physiology 22: 103-112.

Gunes, A., Inal, A., Alpuslan, M., Fraslan, F., Guneri, E. and Cicek, N. (2007) Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. Journal of Plant Physiology 164: 728-736.

Jafarzadeh, A. A. and Aliasgharzad, N.(2007) Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugar beet cultivars. Biologia Bratislava 62: 562-564.

Jakob, G., Ton, J., Flors, V., Zimmerli, L. J., Metraux, P. and Mauch-Mani, B. (2005) Enhancing Arabidopsis salt and drought stress tolerance by chemical priming for its ABA Response. Plant Physiology 139: 267-274

Jamil, M., Rehman, S. and Raha, E. S. (2007) Salinity effect on plant growth, photosynthesis and chlorophyll content in suger beet and cabbage. Pakistan Journal of Botany 39: 753-760.

Katerji, N., Van-Hoorn, J. W., Hamdy, A. and Mastroili, M. (1997) Osmotic adjustment of sugar beet in response to soil salinity and its influence on stomatal conductance, growth and yield. Journal of Agriculture and Water Management 34: 557-569.

Khayamim, S., Tavakol Afshari, R., Sadeghian Motahar, S. Y., Pustini, K., Rouzbeh, F. and Abbasi, Z. (2014) Seed germination, plant establishment and yield in sugar beet genotypes under salinity stress. Journal of Agriculture Sience and Technology 16: 779-790.

Mostafavi, K. (2012) Effect of salt stress on germination and early seedling growth stage of sugar beet cultivars. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 6: 120-125.

Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment 25: 239-250.

Munns, R. and James, R. A. (2003) Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil 253: 201-218.

Nawaz, A., Amjad, M., Pervez, M. A. and Afzal, I. (2011) Effect of halopriming on germination and seedling vigor of tomato. African Journal of Agricultural Research 6: 3551-3559.

Oracz, K., Bailly, C., Gniazdowska, A., Come, D., Corbineau, D. and Bogatek, R. (2007) Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. Journal of Chemical Ecology 33: 251-264.

Owen, C. P. (1992) Plant analysis reference producers for the southern region of the United States. The University of Georgia.

Poustini, K. and Siosemardeh, A. (2004) Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crops Research 55: 125-133.

Qasim, M., Ashraf, M. M., Jamil, A. M., Rehman, Y. S. U. and Raha, E. S. (2003) Water relations and gas exchange properties in some elite canola (*Brassica napus* L.) lines under salt stress. Annual Application of Biology 142: 307-316.

Rao, A., Ahmad, S. D., Sabir, S. M., Awan, S. I., Shah, A. H., Abbas, S. R., Shafique, S., Khan, F. and Chaudhary, A. (2013) Potential antioxidant activities improve salt tolerance in ten varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.). American Journal of Plant Science 4: 69-76.

Romano, A., Lupini, A., Araniti, F. and Stevanato, P. (2013) Morpho-physiological responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes to drought stress. Acta Physiology 35: 853-865.

Sayfzadeh, S. and Rashidi, M. (2010) Effect of drought stress on antioxidant enzyme activities and root yield of sugar beet (*Beta vulgaris*). American Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science 9: 223-230.

Scott, S. J., Jones, R. A. and Williams, W. A. (1984) Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science 24: 1192-1199.

Shahid, M. A., Balal, R. M. and Pervez, M. A. (2012) Differential response of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes to salt stress in relation to the growth, physiological attributes antioxidant activity and organic solutes. Australian Journal of Crop Science 6: 828-838.

Shirazi, M. U., Ashraf, M. Y., Khan, M. A. and Nagvi, M. H. (2005) Potassium induced salinity tolerance in wheat. International Journal of Environment Science Technology 2: 233-236.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]

Evaluation of Iranian sugar beet commercial varieties under salinity stress in germination and establishment growth stages

Rozbeh Farhoudi[1*] and Samar Khayamim[2]

[1] Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Shoushtar branch, shoushtar, Iran
[2] Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj,Iran
(Received: 30/05/2019, Accepted: 01/12/2019)

Abstract

Production of tolerant crop commercial varieties is very important due to increase of saline lands in Iran and world wide in the world. Therefore, this experiment was conducted to study germination, plant growth and probable tolerance mechanisms of Iranian sugar beet commercial varieties under salinity stress in two separate experiments during 2016. Sharif, Paya, Shokufa and Arya varieties were compared at 0, 4, 8 12 and 16 dS/m salinity levels in a factorial experiment based on completely randomized design with four replications to evaluate germination characteristics in the laboratory. Also, these varieties were compared in a similar experiment at 0, 4, 8, 12 ds/m salinity levels to evaluate physiological traits under greenhouse condition using randomized complete block design. Sharif and Paya varieties had better germination characteristics including seed germination, germination duration, root and seedlings length under 12 and 16 salinity stress levels than Shokufa and Arya as their germination percentage were 70, 60, 50 and 50, respectively. Antioxidant enzymes, chlorophyll content and relative water content of Sharif and Paya were higher than other varieties which caused higher seedling weights and stability of seedling number in these varieties under salinity condition.

Key words: Antioxidants enzymes, Chlorophyll, K, Soluble carbohydrate

Corresponding author, Email: rfarhoudi@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.12.5]