مقاله پژوهشی

تأثیر تنش شوری بر نتاج برادر خواهران تنی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در شرایط مزرعه

عبدالمجید خورشید[1*] و علی اکبر اسدی[2]

[1] مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه

[2] مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۸/۱۲)

چکیده

با توجه به تأثیر تنش شوری بر صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های چغندرقند، بررسی پاسخ ژنوتیپ‌های حاصل از برنامه‌های اصلاحی تحت تنش شوری ضروری به‌نظر می‌رسد. بدین منظور، ۱۷ ژنوتیپ برادر خواهران تنی (حاصل از تلاقی خواهربرادری) به‌همراه ۸ شاهد با تحمل‌پذیری مختلف در دو شرایط محیطی تنش شوری و بدون تنش، در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب در سال ۱۳۹٦ کشت شد و صفات عملکردی، کمی و کیفی این ژنوتیپ‌ها تحت دو شرایط محیطی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث افزایش عیار قند، ضریب قلیائی‌ات، درصد قند قابل استحصال، قند ملاس، میزان سدیم، میزان پتاسیم، شاخص شادابی برگ و میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ و کاهش عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص، عملکرد قند، سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نیتروژن مضره، نسبت پتاسیم به سدیم، خلوص شربت و نسبت وزن به حجم ریشه شد. بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات سطح برگ، شاخص شادابی برگ، میزان آب ازدست‌رفته برگ و وزن ویژه برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در صفت عملکرد ریشه و قند تنها در محیط بدون تنش بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. برای عملکرد ریشه ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ٤، ۷، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱٦ و شاهدهای ۱۸، ۲۳، ۲٤ و ۲۵ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۲ کمترین عملکرد ریشه را در شرایط بهینه داشتند. به‌همین ترتیب برای عملکرد قند نیز ژنوتیپ‌های ۱، ۷، ۸ و ۱۰ بیشترین و ژنوتیپ ٦ کمترین میزان را در شرایط بهینه نشان دادند. در بررسی ارتباط بین صفات در دو شرایط بهینه و تنش شوری مشخص شد که تغییر محیط، باعث تغییر همبستگی در برخی از صفات مانند وزن ویژه برگ با نسبت جرمی ریشه و نسبت ریشه به ساقه می‌شود. در مقابل در برخی دیگر از صفات مانند عملکرد قند با عملکرد ریشه، مساحت سطح برگ و وزن خشک ریشه، تغییر محیط باعث تغییر در همبستگی نمی‌شود که این موضوع باید در برنامه‌های اصلاحی و گزینشی در چغندرقند تحت شرایط محیطی مختلف مدنظر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: صفات کمی و کیفی، عملکرد ریشه، عملکرد قند

مقدمه

شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده و عامل محدودکننده برای گیاهان زراعی سرتاسر جهان به‌شمار می‌رود (Debez *et al.*, 2006; Koyro, 2006). غلظت بالای نمک اثرات مخربی بر جوانه‌زنی بذر (Rahman *et al.*, 2000) و رشد گیاه دارد (Pandey and Thakra, 1997). بااین‌حال برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که گونه‌های مختلف گیاهی در حساسیت یا تحمل به شوری ازنظر جوانه‌زنی و رشد متفاوت هستند

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: majidkhor1347@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

(Kaya *et al.*, 2006; Okcu *et al.*, 2005). اثرات زیان‌آور شوری بر رشد گیاه در ارتباط با پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک (تنش آبی)، عدم‌تعادل عناصر و تأثیر یون خاص (تنش شوری) و یا ترکیبی از این عوامل است (Khan *et al.*, 2009). تمامی این موارد اثرات پلیوتروپیک مضر بر رشد و نمو گیاه در سطوح فیزیولوژیکی (Ashraf and Harris, 2004)، بیوشیمیایی (Munns, 2002) و مولکولی دارد (Mansour, 2000; Tester and Devanport, 2003).

برخی از گیاهان نظیر چغندرقند، پنبه و جو اگرچه نسبت به شوری تحمل بیشتری نسبت به بقیه گیاهان دارند اما برای هر گیاهی تحمل به شوری در مراحل مختلف رشد متفاوت است. چغندرقند در مرحله جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاه‌چه به شوری حساس و در بقیه مراحل رشد به شوری متحمل است (Flowers, 2004). Abdel-Mawly و Zanouny (۲۰۰٤) با مطالعه چهار سطح شوری بر روی چغندرقند طی دو فصل زراعی نشان دادند که با افزایش غلظت نمک در آب آبیاری، قند قابل استحصال و خلوص شربت خام کاهش می‌یابد. همچنین افزایش غلظت نمک در محیط ریشه باعث کاهش جذب پتاسیم توسط گیاه گردید.

عملکرد ریشه و تولید شکر سفید از پارامترهای مهم در شناسایی و دسته‌بندی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری محسوب می‌شوند. در چغندرقند سدیم می‌تواند جایگزین پتاسیم شود ولی قادر نیست اعمال حیاتی پتاسیم را انجام دهد (رنجی و همکاران، ۱۳۷۵). اعضای خانواده اسفناجیان (Chenopodiaceae) از جمله چغندرقند به‌دلیل دارابودن مکانیسم‌های تنظیم اسمزی ناشی از تجمع Na^+ و Cl^- در واکوئل‌ها و سیتوپلاسم‌شان می‌توانند با شوری مقابله کنند (Ghoulam and Fares, 2002).

مطالعات انجام‌شده توسط جهاد اکبر و همکاران (۱۳۹۰) روی واکنش ژنوتیپ‌های چغندرقند به شوری نشان داد که تیمار شاهد که کمترین آب شور را دریافت کرده بود در مراحل مختلف رشد ریشه، بالاترین عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص را دارا است و مشخص شد که با افزایش مقدار شوری آب از عملکرد ریشه و قند خالص در ژنوتیپ‌ها کاسته می‌شود.

مشاهدات بشیری و همکاران (۱۳۹٤) در مطالعه اثر تنش شوری بر ژنوتیپ‌های چغندرقند نشان داد که تحت شرایط عادی، بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود دارد؛ اما در شرایط تنش شوری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تنها در برخی صفات مانند عملکرد ریشه، درصد قند خالص، نیتروژن مضره ریشه، عملکرد قند خالص و ناخالص اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود. تنش شوری صفات عملکرد ریشه، مقدار پتاسیم ریشه، عملکرد قند ناخالص، ضریب استحصال و عملکرد قند خالص را کاهش داد. همچنین کلیه ژنوتیپ‌ها دارای عملکرد ریشه بیشتر در شرایط عادی نسبت به شوری بودند. در آزمایش Hajiboland و همکاران (۲۰۱۲) مشخص شد که در شوری کم (۲۵ میلی‌مولار NaCl)، وزن خشک ساقه در چغندرقند افزایش یافته ولی در توتون و تنباکو وزن خشک ساقه کاهش یافت. در شوری بالا (۵۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) کاهش رشد در چغندرقند، توتون و تنباکو مشابه بودند. اثر بالا و پایین شوری بر ماده خشک و تولید گیاه توتون، تنباکو و چغندرقند به‌وضوح در پاسخ به شوری متفاوت بود. دلایل احتمالی برای تحریک رشد با شوری کم در چغندرقند تنظیم اسمزی است که منجر به تورم بیشتر، گسترش سطح برگ که باعث بالارفتن فتوسنتز بالقوه براساس سطح برگ و وزن حداقل در طول دوره رشد قبل از آن است (Hajiboland *et al.*, 2009). یکی از آثار مضر شوری بر رشد گیاهان، اختلال در فراهمی آسمیلات‌های فتوسنتزی است. در شرایط شوری، گیاه چغندرقند نسبت معینی از انرژی خود را صرف نگهداری بافت‌ها می‌کند و باقیمانده آن نیز صرف مراحل رویشی از جمله تشکیل شاخساره می‌شود، بنابراین، به‌طورکلی انرژی کمتری برای رشد ریشه اختصاص می‌یابد. نتایج برخی آزمایش‌ها نشان داد که شوری موجب تخریب و توقف سنتز پروتئین و کاهش محتوای نسبی آب برگ و عملکرد ریشه و درنهایت، کاهش عملکرد و کاهش تحمل نسبت به شوری در گیاه چغندرقند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

می‌شود (معاونی و همکاران، ۱۳۸٤).

قبل از ایجاد ارقام تجاری هیبرید در چغندرقند، اصلاح این گیاه اغلب از طریق اصلاح جمعیت انجام می‌گرفت. این روش به‌علت خود ناسازگاری، گل‌های کوچک چغندرقند و مشکل بودن کنترل گرده‌افشانی به‌دلیل انتقال دانه‌های گرده توسط باد با مشکلاتی همراه بود. بنابراین، تمام ارقام چغندرقند قبل از دهه ۱۹۵۰ جمعیت‌های دیپلوئید و پلی‌ژرم با تنوع ژنتیکی قابل‌ملاحظه بودند. این ارقام از گرده‌افشانی آزاد بین بوته‌های انتخابی در طی انتخاب دوره‌ای به‌دست می‌آمدند. ارزیابی این ژنوتیپ‌ها براساس ویژگی‌های نتاج آن، به‌عنوان روش کارآمد برای بهبود صفات در چغندرقند، باعث افزایش عملکرد قند گردید. بعدها روش‌های انتخاب لاین مادری و رقم ساختگی از جمله متداول‌ترین روش‌های اصلاح جمعیت چغندرقند معرفی شدند (Biancardi *et al.*, 2005). انتخاب فامیلی بستگی به این‌که فقط یک یا هر دو والد شناخته‌شده باشند، شامل دو روش انتخاب فامیل‌های خواهر برادر ناتنی (Huf sib) و خواهر برادر تنی (Ful sib) است. هر دو روش اجازه تجمع ژن‌های مناسب را با اثرات افزایشی (Lee, 1995) و غالبیت (Helmerick *et al.*, 1965) را داده و با موفقیت برای ایجاد جمعیت‌ها و لاین‌های مولتی‌ژرم دیپلوئید و تتراپلوئید به‌کار می‌رود (Biancardi *et al.*, 2005). با توجه به تغییرات ایجاد شده در خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند تحت تنش‌های محیطی، این پژوهش با هدف بررسی میزان تأثیر تنش شوری بر صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های ژنوتیپ چغندرقند و بررسی ارتباط این صفات تحت دو شرایط تنش تنش شوری و بهینه در شرایط مزرعه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹٦-۱۳۹۵ در دو آزمایش جداگانه در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب در موقعیت جغرافیایی ٤٦ درجه و ۹۰ دقیقه طول شرقی و ۳٦ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۱٤ متری از سطح دریا اجرا شد. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش شوری و بهینه در جدول ۱ آورده شده است. همچنین برخی از ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و نتایج کیفی آب در جدول ۲ آورده شده است. ۲۵ ژنوتیپ مختلف (۱۳ ژنوتیپ تنی ۸۰۰۱ با زمینه تحمل به تنش شوری، ٤ ژنوتیپ ژنوتیپ تنی S_1 با زمینه تحمل به تنش خشکی (حاصل از پایه گرده‌افشان دیپلوئید و مولتی‌ژرم 8001 که طی بررسی‌های به‌عمل‌آمده جز پایه‌های خوب مؤسسه تحقیقات چغندرقند به‌شمار آمده که دارای تحمل خوبی به شوری بوده و می‌توانند دست‌مایه‌ای ارزشمند برای طرح‌های اصلاحی چغندرقند باشند) و همچنین ۸ رقم شاهد متحمل و حساس به تنش خشکی و شوری) در دو شرایط شوری (هدایت الکتریکی ۱۸/۳٦ دسی‌زیمنس بر متر) و بهینه (بدون تنش شوری) در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۳). هر کرت آزمایشی شامل یک ردیف به طول هشت متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. بذور توسط دستگاه کارنده بر روی ردیف‌ها کشت شدند. در هر دو آزمایش تنش و عدم‌تنش عملیات آماده‌سازی زمین برای کشت شامل شخم، پخش کود موردنیاز براساس تجزیه خاک، دیسک، خط‌کشی و پشته‌بندی، کشت بذور، کنترل علف‌های هرز و آفات طبق روال معمول انجام گرفت.

صفات اندازه‌گیری‌شده عبارت بودند از عملکرد ریشه (تن در هکتار)، عملکرد قند خالص (تن در هکتار)، عملکرد ناخالص قند (تن در هکتار)، عیار قند، میزان سدیم (برحسب میلی اکی‌والان بر صد گرم خمیر ریشه)، میزان پتاسیم (برحسب میلی اکی‌والان بر صد گرم خمیر ریشه)، نسبت پتاسیم به سدیم، میزان نیتروژن مضره (برحسب میلی اکی‌والان بر صد گرم خمیر ریشه)، ضریب قلیائی‌ات (آلکالیته)، درصد قند قابل استحصال، درصد قند ملاس، خلوص شربت، شاخص شادابی برگ، محتوای آب نسبی برگ (برحسب درصد)، میزان نسبی آب ازدست‌رفته (برحسب گرم آب ازدست‌رفته از وزن خشک برگ)، سطح برگ (برحسب سانتی‌متر مربع)، وزن تر اندام هوایی (برحسب گرم)، وزن خشک اندام هوایی (برحسب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (شرایط بهینه و تنش شوری)

	EC ds/m	مواد خنثی شونده	کربن آلی	نیترات کل	منیزیم	نیترات	آمونیوم	کلسیم	فسفر	پتاسیم	بافت خاک
		(٪)	(٪)	(٪)	(mg/kg)						
بهینه	۱/۲	۷/۹	۰/۱۸	۱/٤۱	۳/٦	۲۰/٦۷	۱۳/٤۲	٥/۳۳	۱۳/۱٦	٤۱۷	لوم سیلتی
شوری	۱۸/۸٤	۸/٥	۰/۲۱	۰/۷۲	۱٦	۱۲/٥۱	۷/٤۲	۱٤	۸/۳	۲٥۰	لوم سیلتی

جدول ۲- کیفیت آب آبیاری در منطقه مورد آزمایش

سدیم	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سولفات	کلر	کربنات	بی‌کربنات	Ec (ds/m)	pH
۳/۷	–	۱٥/۰	۳/۲	۱/۲	۱/۲	٤/٤	–	۰/٥٤۸	۸/٥

(واحد آنیون‌ها و کاتیون‌ها برحسب میلی اکی‌والان بر لیتر می‌باشد).

جدول ۳- ژنوتیپ‌های موردبررسی در آزمایش‌های شوری و بهینه

ژنوتیپ	کد	ژنوتیپ	کد	ژنوتیپ	کد	ژنوتیپ	کد	ژنوتیپ	کد
Drought tolerant IR7	۲۱	SD.21	۱٦	S-P.14	۱۱	S-P.7	٦	S-P.1	۱
MSC2	۲۲	SD.10	۱۷	S-P.15	۱۲	S-P.8	۷	S-P.2	۲
MS261	۲۳	191 Succeptible control	۱۸	S-P.17	۱۳	S-P.9	۸	S-P.3	۳
8001	۲٤	p.29×msct–7233 Resistance control	۱۹	SD.44	۱٤	S-P.10	۹	S-P.5	٤
JOLGEH	۲٥	GAZALE	۲۰	SD.7	۱٥	S-P.11	۱۰	S-P.6	٥

گرم)، وزن خشک ریشه (برحسب گرم)، وزن ویژه برگ (برحسب گرم بر سانتی‌متر مربع)، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی، نسبت جرمی ریشه، نسبت وزن به حجم ریشه و نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه.

پس از برداشت محصول هر کرت و اندازه‌گیری عملکرد، جهت اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی ریشه‌ها شسته شده و در آزمایشگاه خمیر ریشه (پلپ) تهیه شد. بعد از انجماد در آزمایشگاه تکنولوژی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند صفات درصد قند، نیتروژن مضره، املاح سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری گردید. درصد قند به روش پلاریمتری، مقدار پتاسیم و سدیم (میلی اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) به روش فلیم فتومتری و مقدار نیتروژن مضره (میلی اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) به روش عدد آبی اندازه‌گیری شدند. عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار)، درصد قند قابل استحصال (درصد) و عملکرد قند خالص (تن در هکتار) توسط روابط زیر محاسبه شد.

عملکرد ریشه × درصد قند ناخالص = عملکرد ناخالص قند

(ضایعات قند در کارخانه+درصد قند ملاس)− درصد قند= درصد قند قابل استحصال

درصد قند خالص × عملکرد ریشه =عملکرد خالص قند

مقادیر درصد قند، سدیم، پتاسیم و نیتروژن با استفاده از رفراکتومتر بتالایزر نوع تعیین گردید (Kennchen, 1997).

خلوص شربت بر مبنای رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{خلوص شربت} = \frac{\text{درصد قند خالص یا قابل استحصال}}{\text{درصد قند ناخالص یا کل}} \times ۱۰۰$$

میزان قند ملاس از طریق مقادیر به‌دست‌آمده مربوط به میزان‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن موجود در ریشه براساس فرمول Reinefeld و همکاران (۱۹۷٤) محاسبه گردید.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

۰/۱- نیتروژن(۰/۰۹٤)+(سدیم+پتاسیم)۰/۳٤= میزان قند ملاس

آلکالیته یا ضریب قلیائی‌ات (درصد) نمونه‌های مورد آزمایش بر مبنای رابطه پولاخ (AC=K+Na/N) محاسبه شد.

مقدار نسبی آب برگ به روش Morant-Manceau و همکاران (۲۰۰٤) اندازه‌گیری شد.

$$RWC(\%) = [(WF - WD)/ (WT - WD)]\times 100$$

در این رابطه WF وزن تازه برگ، WT وزن تورژسانس برگ و WD وزن خشک برگ است.

میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Yang *et al*., 1991):

$$RWL = [(FW-WW)/DW]\times [(t_1-t_2)/60]$$

که در آن FW وزن تر برگ، WW وزن پژمردگی، DW وزن خشک، t_1 زمان لازم برای پژمردگی و t_2 زمان لازم برای خشک‌شدن است.

وزن ویژه برگ برحسب گرم بر سانتی‌متر مربع از تقسیم وزن خشک برگ بر سطح برگ، به‌دست آمد (Rajabi *et al*., 2008). نسبت جرمی ریشه از تقسیم وزن خشک ریشه به وزن خشک کل گیاه (Romano *et al*., 2013) برحسب گرم بر گرم به‌دست آمد. شاخص شادابی برگ حاصل تفاضل وزن خشک برگ از وزن تر برگ بر سطح برگ (Ober *et al*., 2005) است.

پس از جمع‌آوری داده‌ها آزمایش به‌صورت تجزیه مرکب با سه تکرار و دو مکان (شرایط بهینه و شوری) مورد تجزیه قرار گرفت. در بررسی داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و SPSS. 22 استفاده شد. مقایسات میانگین براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، فرض‌های تجزیه واریانس و نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف در سطح ۵ درصد بررسی شد و مفروضات برقرار و نرمال‌بودن داده‌ها تأیید شد. برای صفاتی که اثر متقابل ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی معنی‌دار گردید برش‌دهی اثر متقابل در هر یک از شرایط محیطی به‌منظور ارزیابی بهتر ژنوتیپ‌ها در هر سطح با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات برای ژنوتیپ‌ها در دو شرایط بهینه و تنش شوری (جدول ٤) نشان داد که اثر محیط برای تمامی صفات بجز محتوای آب نسبی برگ، وزن ویژه برگ، نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه و نسبت جرمی ریشه معنی‌دار است. تنش شوری باعث افزایش عیار قند، ضریب قلیائی‌ات، درصد قند قابل استحصال، قند ملاس (افزایش دو برابری)، میزان سدیم، میزان پتاسیم، شاخص شادابی برگ و میزان نسبی آب ازدست‌رفته و کاهش عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص، عملکرد قند، سطح برگ (کاهش ۷۵ درصد)، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه (کاهش ۷۵ درصد)، نیتروژن مضره، نسبت پتاسیم به سدیم، خلوص شربت و نسبت وزن به حجم ریشه شد (جدول ۵).

مطابق با نتایج پژوهش حاضر کاهش عملکرد قند در اثر تنش‌های محیطی اعم از خشکی و شوری توسط محققان نیز گزارش‌شده است (Abdel-Mawly and Zanouny, 2004). این بدین دلیل است که تحت شرایط شور گیاه بخشی از انرژی متابولیک تولیدی را صرف تنظیم پتانسیل اسمزی می‌کند. علاوه بر این، کاهش در تولید مواد فتوسنتزی در اثر بسته‌شدن روزنه‌ها تحت شرایط شور و همچنین محدودیت در انتقال این مواد به ریشه باعث کندی تقسیم و طویل شدن سلول‌های ریشه شده و درنتیجه وزن ریشه تحت تنش کاهش می‌یابد. یکی از آثار مهم شوری بر گیاه کاهش حجم ریشه است که به‌دلیل کاهش سطح تماس با آب، باعث کاهش جذب آب می‌گردد (Mass and Hoffman, 1977) زیرا ریشه اولین اندامی است که در معرض تنش شوری قرار می‌گیرد و وظیفه انتقال نمک و مواد غذایی به اندام‌های هوایی گیاه را به عهده دارد (Rao and McNeilly, 1999). برخی معتقدند که شوری فقط از طریق تأثیر روی کمیت ریشه و کاهش آن، موجب کاهش قند قابل استحصال در واحد سطح می‌شود و تأثیری روی صفات کیفی محصول ندارد (چگینی، ۱۳۸۵).

تنش شوری تأثیرات متفاوتی بر محتویات کربوهیدرات دارد، به‌طوری‌که برخی پژوهشگران تجمع کربوهیدرات‌ها در گیاهان متعدد را تحت شرایط شوری گزارش کرده‌اند (Abdel-Samad and Azooz, 2002; Parida *et al*., 2004; Azooz *et*

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

جدول ٤- تجزیه واریانس میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش و بدون تنش شوری در مزرعه

منابع تغییر	df	RY	SC	WSY	SY	Na	K	K/Na	N	Alc	WSC	Pur	Ms
E	۱	۷۳٥**	٥۱۲/۱*	٦٦٦۳/۳**	۸۹/۱**	۳۱۹/۹**	۱۲۸/۹**	۸/۹**	۲٤/۱٥*	۱۲/٤**	۸۳۳/٤*	۱۳۲۲٤/۸**	۳٤۷/۲**
Ea	٤	۱/٥٤	۱۳/۳٥	۱۲/۸٦	۰/۱۹٥	۰/٤۷	۰/۷۳	۰/۱۹٤	۳/۲	۰/٤۸۹	۳۰/٤٤	٥۸٤/٦	٤/٤
G	۲٤	۳/۸۳**	٥/۰٤	۸/۹	۰/٦۷**	۱/۳۰٦	۰/۸٥	۰/۱٥۲	۰/٦۲۲	۰/۰۸۲	٦/٦٤	۱۰٤/۱	۰/٤۳٦
G × E	۲٤	٤/۲۷**	٥/۸۸	۱۳/٦*	۰/۷۲**	۱/٥	۱/۰۳٥	۰/۱۹٥	۰/٥۹	۰/۰٦۹	۸/۳۲	۹٥/٥	۰/٥۱۷
Eb	۹٦	۱/۱۸	٥/۸۷	٦/۹۹	۰/۲۱٥	۱/٦٤	۱/٥۲	۰/۱٥۹	۱/۰٤	۰/۰٦۹	۱۲/۸٥	۲٦٦/۸	۱/۰۷
CV (%)		۱۷/٤	۱٤/۲	۲٥/۸	۱۸/٤	۲۳/۷	۱۸/۲	۲۹	۲۳/۸	۱٥/۰۷	۲٦/۷۲	۲٥/۸۱	۲۰/٦

منابع تغییر	df	RWC	RWL	Suc I	La	SLW	Ryg/Ry	Density	SFW	SDW	RDW	RMR
E	۱	۱۱٦٤/۳	۰/٥٦**	۰/۰۸٤*	۳۱۸٦٤٤۹**	۰/۰۰٤۳	۰/۰۱۹*	۰/۰۹۹	٦٤/٥**	۱٥/۱۱**	۱٦۹/۳**	۰/۰۰۳۳
Ea	٤	۹٥/۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰٤۸	٦۸۸۲/۲	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۹	۰/۰۹٥	۰/۰۹٤	۰/۰٤٥	۰/۲۲۹	۰/۰۰۲۲
G	۲٤	۱٦۸/۷**	۰/۰۱٤	۰/۰۰٥۷*	۳۸٤٥/۱*	۰/۰۰۱**	۰/۰۱٦٦	۰/۰۰۹	۰/۲٥	۰/۰٦٦	۰/۹۷٤**	۰/۰۰٦**
G × E	۲٤	۷۰/٤۱	۰/۰۱۳	۰/۰۰٦٥	۳۳٥۱/۷	۰/۰۰۰۸٥	۰/۰۱۰٦	۰/۰۰۸	۰/۳	۰/۱۳**	۰/۸۱٥**	۰/۰۰٦**
Eb	۹٦	٦٦/٥۷	۰/۰۱	۰/۰۰۳٦	۲۱۸۲/۸	۰/۰۰۰۷٦	۰/۰۱۲	۰/۰۰٦	۰/۲۰۸	۰/۰٤۹	۰/۳۸	۰/۰۰۱۹
CV (%)		۱۰/٦	۱٦/۰٦	۱۸/۳	۱۸/۸	۱۹/٤	۱۰/۳	۱۳/٥	۲۰/۷	۲٤/۱۱	۱۸/٥٦	٤/۷٥

**,*: معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد به ترتیب

E: محیط، Ea، خطای نوع اول، G: ژنوتیپ، G×E: ژنوتیپ در محیط، Eb: خطای نوع دوم،RY: عملکرد ریشه، SC: عیار قند، WSY: عملکرد قند خالص، SY: عملکرد قند، Na: میزان سدیم، K: میزان پتاسیم، K/Na: نسبت پتاسیم به سدیم، N: نیتروژن مضره، Alc: ضریب قلیائی‌ات، WSC: درصد قند قابل استحصال، Pur: خلوص شربت، Ms: درصد قند ملاس، RWC: محتوای آب نسبی، RWL: میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ، Suc I: شاخص شادابی برگ، La: سطح برگ، SLW: وزن ویژه برگ،: نسبت وزن به حجم ریشه، Density: نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه، SFW: وزن تر اندام هوایی، SDW: وزن خشک اندام هوایی، RDW: وزن خشک ریشه، RMR: نسبت جرمی ریشه

جدول ٥- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش و بدون تنش شوری در مزرعه

	N	K/Na	K	Na	SY	WSY	SC	RY	La	Suc I
شوری	۳/۸۸^{b}	۱/۱۳^{b}	۷/۷۰^{a}	٦/۸۷^{a}	۳/٤^{b}	۲/۸۳^{b}	۱۸/۸۸^{a}	۱۷/۹٦^{b}	۱۰۲/۱۲^{b}	۰/۱۳۱^{a}
بهینه	٤/٦۹^{a}	۱/۱۸^{a}	٥/۸٥^{b}	۳/۹٥^{b}	۱۱/۳^{a}	۸/۲۲^{a}	۱٥/۱٥^{b}	۷٤/٤^{a}	۳۹۳/٦^{a}	۰/۰۹٥^{b}

	RWL	Ryg/Ry	Ms	Pur	WSC	Alc	RDW	SDW	SFW
شوری	۰/٥۰٤^{a}	۰٥۸٦۱^{b}	٦/٥۳^{a}	٦۲/۲٤^{b}	۱۱/۷٥^{a}	٤/۲٦^{a}	٥/٥۳^{b}	۰/٤٥۸۹^{b}	۲/۷۰٤^{b}
بهینه	۰/۳۳۲^{b}	۱/۰۸۱^{a}	۳/٤۹^{b}	۷۲/٦۷^{a}	۱۱/۰٦^{b}	۲/۱٤^{b}	۲۰/۰۱^{a}	۱/٥٥٦۹^{a}	۸/۳۳٦^{a}

N: نیتروژن مضره، K/Na: نسبت پتاسیم به سدیم، K: میزان پتاسیم، Na: میزان سدیم، SY: عملکرد قند،WSY: عملکرد قند خالص،SC: عیار قند،RY: عملکرد ریشه،La: سطح برگ، Suc I: شاخص شادابی برگ، RWL: میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ، Ryg/Ry: نسبت وزن به حجم ریشه، Ms: درصد قند ملاس، Pur: خلوص شربت، WSC: درصد قند قابل استحصال، Alc: ضریب قلیائی‌ات، RDW: وزن خشک ریشه، SDW: وزن خشک اندام هوایی، SFW: وزن تر اندام هوایی، میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

al., 2004). نتایج مطالعات Mostafa (۲۰۰٤) نشان داد که در سطوح پایین و متوسط شوری، قندها و به‌دنبال آن کل کربوهیدرات‌ها کاهش می‌یابند. همچنین پروتئین‌های محلول معمولاً در واکنش به شوری کاهش می‌یابند (Parida *et al.*, 2004; Abdel-Latef, 2005). به‌علاوه گزارش شده است که افزایش غلظت نمک منجر به افزایش محتوی نیتروژن و محتوی بالایی از پروتئین در برخی گیاهان شور پسند (Abdel-Baki, 1996) یا افزایش در ترکیبات پروتئین‌های محلول تجمع یافته در گیاهان تحت تأثیر تنش محیطی می‌شود (Kuznetsov *et al.*, 2007).

با توجه به افزایش عناصری مانند سدیم و پتاسیم و نیتروژن مضره در شرایط شوری در این پژوهش می‌توان این‌گونه استنباط کرد که در طی بروز تنش شوری علاوه بر کاهش جذب آب، تجمع برخی از یون‌ها در غلظت بالا در بافت گیاهان می‌تواند منجر به ایجاد سمیت و یا عدم‌تعادل یونی شود. به‌دلیل فراوانی و غالبیت دو یون سدیم و کلر در خاک و آب‌های شور (Munns and Tester, 2008) سدیم به‌عنوان اصلی‌ترین کاتیون ایجادکننده اثرات سوء مستقیم و یا غیرمستقیم بر گیاهان در خاک‌های شور مطرح است (Tavakoli *et al.*, 2012). اثرات سمیت احتمالی این عنصر از تجمع بیش از حد این کاتیون در اندام هوایی ایجاد می‌گردد (Wakeel *et al.*, 2011). کلسیم و پتاسیم نقش قابل‌توجهی در رشد و تحمل شوری در گیاه ایفاء می‌کنند. یون‌های کلسیم و سدیم دارای اثر رقابتی با یکدیگر بوده که تحت تنش شوری غلظت بالای سدیم باعث برهم‌زدن تعادل عناصر غذایی مانند کلسیم و پتاسیم می‌گردد (Jiang and Dovan, 2006). در صورت وجود غلظت مناسبی از کلسیم در خاک، مقاومت گیاه به شوری بیشتر و افزایش در عملکرد مشاهده می‌شود (Lopeza and Sattia, 1996) زیرا وجود کلسیم در خاک از تجمع سدیم در گیاه جلوگیری می‌کند.

در گیاهان برگ‌ها اصلی‌ترین محل دریافت تابش خورشیدی و تولید مواد فتوسنتزی هستند. از این‌رو هرگونه کاهش سطح برگ‌ها یا پایین‌بودن کارایی آن‌ها عامل اصلی تقلیل توانایی گیاه در جذب و تحلیل دی‌اکسید کربن به‌شمار می‌رود (Ashely *et al.*, 2002) و باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره‌ای و یا رویشی و نقصان عملکرد گیاه می‌شود. در این پژوهش نیز سطح برگ به‌همراه وزن تر و خشک اندام‌های هوایی کاهش شدیدی را در اثر تنش شوری نشان دادند (جدول ۵). به همین دلیل برآورد میزان کاهش عملکرد ناشی از کاهش این عوامل، نقش مهمی در مدیریت مزرعه دارد (Abdi *et al.*, 2007). کاهش در میزان فتوسنتز گیاهان در معرض شوری (Drew *et al.*, 1990) از دو جنبه قابل‌بررسی است: غلظت کل نمک (اثر اسمزی) و ترکیب یونی (اثر خاص یون). برخی از پژوهشگران نشان دادند که فتوسنتز به‌شدت توسط شوری کاهش می‌یابد و گاهی اوقات حتی با غلظت کم‌نمک فتوسنتز تحریک می‌شود (Yeo *et al.*, 1991). گیاهانی که در معرض شوری واقع می‌شوند کاهش قابل‌توجهی در فتوسنتز آن‌ها اتفاق می‌افتد (Kapulnik and Heuer, 1991). نتایج مطالعات دادخواه و مقتدر (۱۳۸۹) نشان داد که در تنش شوری کوتاه‌مدت، کاهش هدایت روزنه‌ای سبب کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ می‌گردد که علت آن ورود کمتر گازکربنیک به برگ است؛ اما تنش شوری بلندمدت علاوه بر تدثیر هدایت روزنه‌ای، عوامل غیرروزنه‌ای از قبیل کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو می‌تواند تأثیر منفی بر میزان فتوسنتز داشته باشند.

در شرایط شوری مقدار دی‌اکسید کربن روزنه افزایش و باوجود کاهش فتوسنتز تنفس گیاه افزایش می‌یابد (خیامیم و همکاران، ۱۳۸۹). افزایش تنفس، سوختن مواد ذخیره‌ای گیاه و کاهش ذخایر قندی را به‌دنبال خواهد داشت. بسته‌شدن روزنه به‌علت کاهش دی‌اکسید کربن داخل برگ میزان فتوسنتز را کاهش و میزان تنفس را زیاد می‌کند و این امر کاهش رشد را در پی دارد. عامل دیگر کاهش رشد صرف انرژی گیاه جهت تولید اسمولیت‌هایی مثل کربوهیدرات‌ها و پروتئین و غیره است (Geissler *et al.*, 2009). شوری بر عملکرد، تعرق، پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای نیز تأثیر معنی‌دار را نشان داد (Katerji *et al.*, 2003). در مطالعه اخیر شوری باعث

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

افزایش غیرمعنی‌دار محتوای آب نسبی برگ شد به‌طوری‌که محتوای آب نسبی در شرایط شوری با میانگین ۷۹/٦ بیشتر از شرایط بهینه با میانگین ۷٤/۰۳ قرار داشت.

برگ‌های تحت تنش شوری در مزرعه دارای ضخامت بیشتری هستند (خیامیم و همکاران، ۱۳۸۹) که این موضوع باعث افزایش وزن ویژه برگ می‌شود. نتایج این تحقیق نیز در همین راستا است. این پدیده در پژوهش‌های دیگر نیز مشاهده شده است (Robinson *et al*., 1983; Flowers *et al*., 1977). به‌دلیل کاهش توسعه سلولی و افزایش ماده خشک برگ‌ها و همچنین کاهش سطح ویژه برگ در برگ‌های تحت تنش شوری، برگ‌های چغندرقند ضخیم‌تر شده که می‌تواند معیاری بر گوشتی‌شدن برگ باشد. گوشتی‌شدن برگ‌ها یک سازگاری مورفولوژیکی در مقابل تنش بوده و برگ‌های گوشتی ضخیم‌تر هستند و مقدار آب بیشتری به ازا واحد سطح خود ذخیره می‌کنند (Hajiboland and Joudmand, 2009).

بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات سطح برگ، شاخص شادابی برگ، میزان آب ازدست‌رفته برگ و وزن ویژه برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ٦). در صفت شاخص شادابی برگ تمامی ژنوتیپ‌ها در شرایط بهینه میانگین پایین‌تری نسبت به شرایط شوری داشتند. ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۱۰، ۱٦، ۱۸، ۲۱ و ۲۲ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۷ و ۲٤ کمترین شاخص شادابی برگ را در شرایط بهینه نشان دادند. در شرایط تنش شوری اکثر ژنوتیپ‌ها در یک سطح بوده ولی ژنوتیپ‌های ۱، ۹ و ۲۰ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۵ و ۲۲ کمترین میزان شاخص شادابی برگ را نشان دادند. در صفت محتوای آب نسبی برگ ژنوتیپ‌های ۲، ٤، ٦ و ۱۱ و ۲۵ و ۲۰ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۷ و ۱۹ دارای کمترین محتوای آب نسبی برگ بودند. در صفت سطح برگ ژنوتیپ‌های ۱، ٦ و ۱۰ و ۱۸ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۵، ۷ و ۱۲ و ۲٤ دارای کمترین سطح برگ بودند. همچنین ژنوتیپ‌های ۵، ٦، ۷ و ۸ و ۲٤ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۳، ۹ و ۱٤ دارای کمترین میزان وزن ویژه برگ بودند (جدول ٦).

با توجه به معنی‌دارشدن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص، عملکرد قند ناخالص، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و نسبت جرمی ریشه تجزیه واریانس صفات در هرکدام از محیط‌ها به‌صورت جداگانه انجام شد (جدول ۷). در صفت عملکرد ریشه در محیط بهینه بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت ولی تفاوت مشاهده‌شده در شرایط تنش شوری معنی‌دار نبود. روند تغییرات عملکرد ریشه بین ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ٤، ۷، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱٦، ۱۸، ۲۳، ۲٤ و ۲۵ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۲ کمترین عملکرد ریشه را در شرایط بهینه دارند (شکل ۱). وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین سطوح شوری و بین ژنوتیپ‌های چغندرقند در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است (Dadkhah, 2011; Farkhondeh *et al*., 2012; Khayamim *et al*., 2014).

در صفت عملکرد قند خالص تجزیه واریانس جداگانه برای هر محیط نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها تنها در محیط بهینه وجود دارد (جدول ۷) و ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ٤، ۷،۱۰ و ۱٦ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۲ کمترین عملکرد قند خالص را در شرایط بهینه نشان دادند (شکل ۲).

در صفت عملکرد ناخالص قند تجزیه واریانس جداگانه برای هر محیط نشان داد که تنها در محیط بهینه بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۷). روند تغییرات عملکرد قند بین ژنوتیپ‌ها در شکل ۳ نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۱۰، ۱٦ و ۱۸ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۲ و ۱۳ کمترین عملکرد قند را در شرایط بهینه نشان می‌دهند. ابراهیمیان و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که ارقام چغندرقند از نظر صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص در هکتار نسبت به شوری‌های مختلف واکنش نشان داده و دارای تفاوت معنی‌دار هستند که حاکی از متفاوت بودن تحمل ژنوتیپ‌ها به شوری است. این یافته مغایر با نتایج تحقیق حاضر است که تفاوت چندانی از نظر مقاومت به شوری در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی و شاهدها وجود ندارد. همچنین معنی‌دارشدن دو صفت عملکرد قند ناخالص و عملکرد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

جدول ٦- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها براساس صفات مورد مطالعه در دو شرایط تنش و بدون تنش شوری

ژنوتیپ	La	Suc I	RWL	SLW
۱	۲۷۹/۸^{a}	۰/۰۷۹^{d}	۰/۳۳٤^{b}	۰/۰۱۹^{ac}
۲	۲٦۲/۸^{ad}	۰/۱۰۱^{bd}	۰/۳۳۹^{b}	۰/۰۲۱^{ac}
۳	۲٤٤/۳^{ad}	۰/۰۹^{cd}	۰/۵۱۲^{ab}	۰/۰۱٦^{bc}
٤	۲٤۱/۹^{ad}	۰/۱۳۲^{ad}	۰/٤۵^{ab}	۰/۰۲٤^{ac}
۵	۲۰۸/۸^{cd}	۰/۰۹۵^{cd}	۰/۳۱۹^{b}	۰/۰۲۸^{a}
٦	۲۷۱/٤^{ab}	۰/۰۸۸^{d}	۰/٤۰٤^{ab}	۰/۰۱۹۱^{ac}
۷	۲۰٤/٦^{d}	۰/۱۰۱^{bd}	۰/۳۲۳^{b}	۰/۰۲۵۸^{ac}
۸	۲۳۵/۹^{ad}	۰/۰۹٤^{cd}	۰/۳۹۹^{ab}	۰/۰۲٦^{ac}
۹	۲۵٤/۲^{ad}	۰/۰۹۲^{cd}	۰/٦۰٦^{a}	۰/۰۱٤۵^{c}
۱۰	۲۸۸/۹^{ab}	۰/۱۰۵^{ad}	۰/۳٤۱^{b}	/۰۲۰۷^{ac}
۱۱	۲٦۲/۱^{ad}	۰/۱۰٦^{ad}	۰/۳٦۰^{b}	۰/۰۱۸۳^{ac}
۱۲	۲۱۱/٤^{cd}	۰/۱۲٦^{ad}	۰/٤۱۳^{ab}	۰/۰۲٤^{ac}
۱۳	۲۲۵/۵^{bd}	۰/۱۵۹^{ad}	۰/۵۱۳^{ab}	۰/۰۲٤۸^{ac}
۱٤	۲۳۸/۸^{ad}	۰/۱٦۳^{a}	۰/٤۳۷^{ab}	۰/۰۱٤۵^{c}
۱۵	۲۳۸/٦^{ad}	۰/۱۵۲^{ac}	۰/۳۹۹^{ab}	۰/۰۱۸۵^{ac}
۱٦	۲٦۱^{ad}	۰/۱۲۵^{ad}	۰/٤۱۳^{ab}	۰/۰۷٤^{ac}
۱۷	۲۳٦^{ad}	۰/۱۵۲^{ac}	۰/٤۲۵^{ab}	۰/۰۲۲۱^{ac}
۱۸	۲۸۹/۱^{ab}	۰/۱۰۵^{ad}	۰/۳۷٦^{b}	۰/۰۱۷٤^{ac}
۱۹	۲۵٦/۱^{ad}	۰/۱۲۳^{ad}	۰/٤٦۲^{ab}	۰/۰۲۳۸^{ac}
۲۰	۲۵۹/۷^{ad}	۰/۱۱۲^{ad}	۰/٤۹۳^{ab}	۰/۰۱۹۸^{ac}
۲۱	۲٦۱/٤^{ad}	۰/۱۰۱^{bd}	۰/۳۹۹^{ab}	۰/۰۲۱۱^{ac}
۲۲	۲٤٤/۸^{ad}	۰/۱۱^{ad}	۰/٤۵۷^{ab}	۰/۰۲٤۱^{ac}
۲۳	۲٤۳/٤^{ad}	۰/۰۹۳^{cd}	۰/۳۹۵^{ab}	۰/۰۱۸۹^{ac}
۲٤	۲۰۲/۱^{d}	۰/۱۳۳^{ad}	۰/۳۹۷^{ab}	۰/۰۲۷^{a}
۲۵	۲۵٦/٤^{ad}	۰/۰۹۲^{cd}	۰/٤۸۸^{ab}	۰/۰۲۱۵^{ac}

میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه قرار می‌گیرند.

LA: سطح برگ، Suc I: شاخص شادابی برگ، RWL: میزان آب ازدست‌رفته برگ، SLW: وزن ویژه برگ

قند خالص ناشی از معنی‌دارشدن عملکرد ریشه بوده است.

در صفت وزن خشک اندام هوایی تجزیه واریانس جداگانه (جدول ۷) برای هر محیط نشان داد که در محیط تنش شوری بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد ولی تفاوت مشاهده‌شده در شرایط بهینه معنی‌دار نبود. با توجه به روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی در شرایط تنش شوری (شکل ٤) ژنوتیپ‌های ۱، ۷، ۸ و ۲۱ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦ و ۱۷، ۱۸ و ۱۹ کمترین میزان وزن خشک اندام هوایی را نشان دادند.

در صفت وزن خشک ریشه در محیط بهینه بین ژنوتیپ‌ها

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

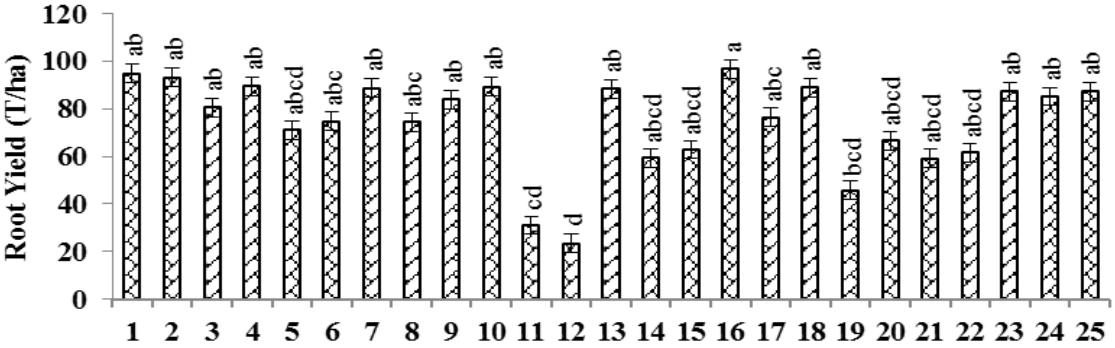
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

جدول ۷- تجزیه واریانس میانگین مربعات جداگانه اثرات متقابل ژنوتیپ‌ها در شرایط شوری و بهینه در مزرعه

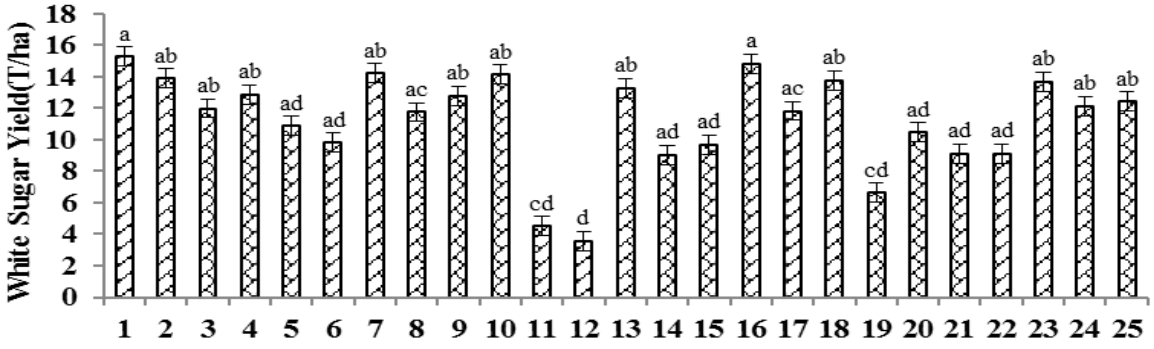
محیط	df	میانگین مربعات					
		RY	WSY	SY	SDW	RDW	RMR
شوری	۲٤	۲۰۰/۵۸۸۳	۸/۳۵۷	۷/۱۵۸۹۸	۰/۷۱۳۳٤**	۹/۹۸۷٦	۰/۰۰۷۱۱**
بهینه	۲٤	۱۱۲۸/٦۵**	۱٤/۱۵۵**	۲۷/۸۰٦**	۰/۲۲۹۲۸	۸۲/۵٦۸۵**	۰/۰۰۵۲**

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

RY: عملکرد ریشه، **WSY**: عملکرد قند خالص، **SY**: عملکرد قند، **RMR**: نسبت جرمی ریشه، **SDW**: وزن خشک اندام هوایی، **RDW**: وزن خشک ریشه



شکل ۱- روند تغییرات عملکرد ریشه ژنوتیپ‌های تنی در محیط بهینه. میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.



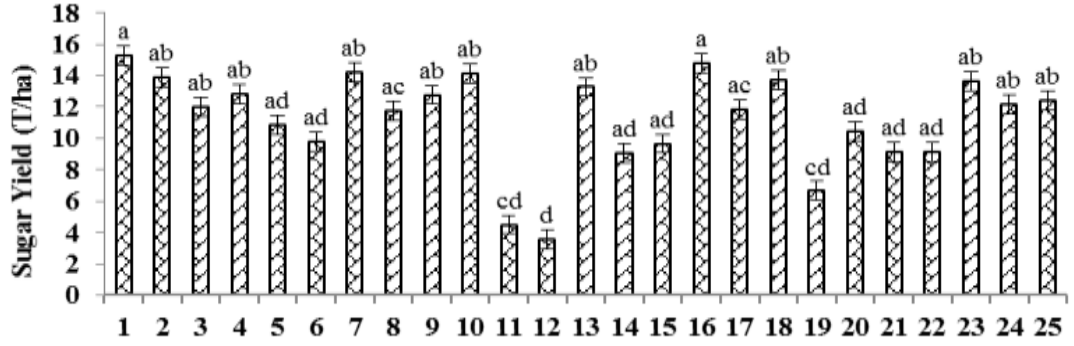
شکل ۲- روند تغییرات عملکرد قند خالص ژنوتیپ‌ها در محیط بهینه. میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.

تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت ولی تفاوت مشاهده شده در شرایط تنش معنی‌دار نبود (جدول ۷). روند تغییرات نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱٦، ۲۳، ۲٤ و ۲۵ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۲ کمترین وزن خشک ریشه را در شرایط بهینه نشان دادند (شکل ۵).

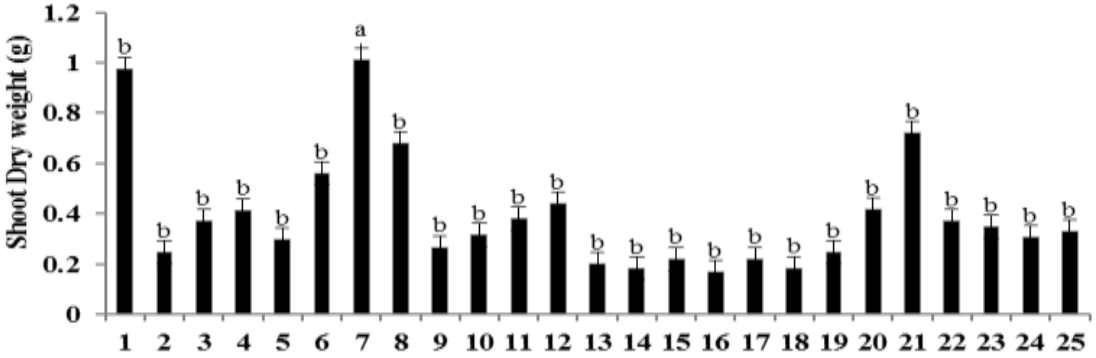
در صفت نسبت جرمی ریشه در هر دو محیط بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۷). روند تغییرات نسبت جرمی ریشه در دو محیط نشان می‌دهد که برخی از ژنوتیپ‌ها در شرایط بهینه نسبت جرمی بالاتری نسبت به شرایط شوری دارند و در برخی دیگر این وضعیت بالعکس است. بااین‌حال در شرایط بهینه، ژنوتیپ‌های ۱، ۷، ۸، ۱۰، ۲۰، ۲۳، ۲٤ و ۲۵ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۲ کمترین نسبت جرمی را نشان دادند. در شرایط تنش، ژنوتیپ‌های ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦ و ۱۷ بیشترین و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

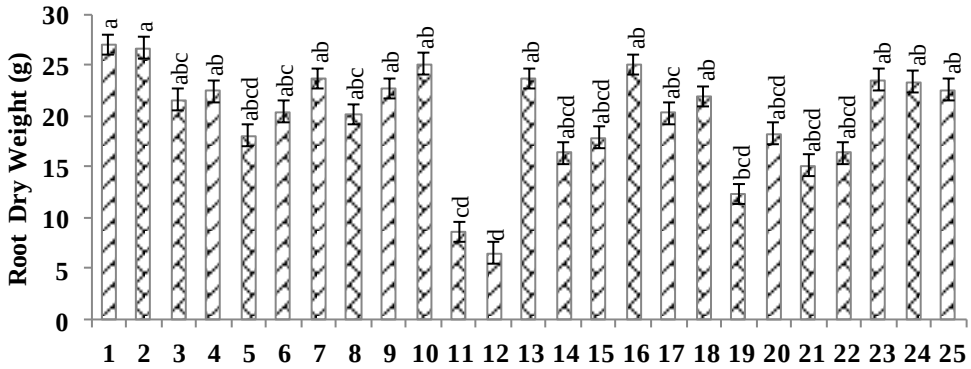
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]



شکل ۳- میانگین میزان عملکرد ناخالص قند ژنوتیپ‌ها در محیط بهینه. میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.



شکل ٤- روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی ژنوتیپ‌ها در محیط شور. میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.

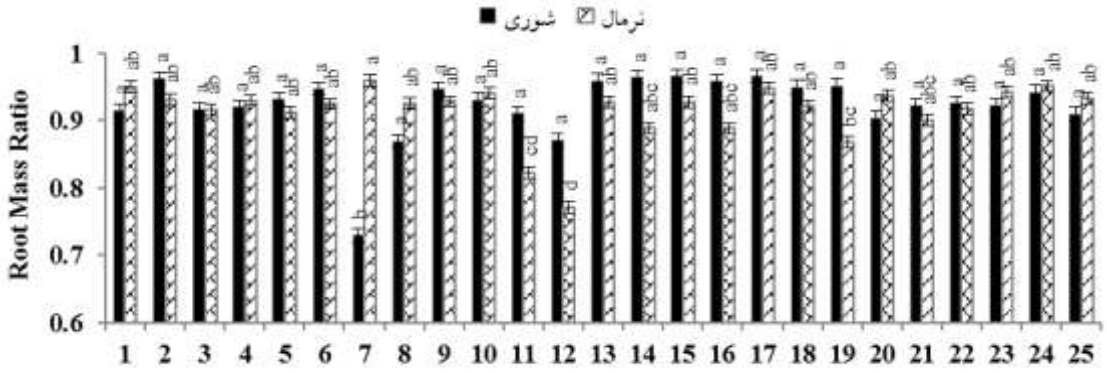


شکل ۵- روند تغییرات وزن خشک ریشه ژنوتیپ‌ها در محیط بهینه. میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.

ژنوتیپ‌های ۷، ۸ و ۱۲ کمترین نسبت جرمی ریشه را نشان دادند. با توجه به روند تغییرات در اکثر ژنوتیپ‌ها اختلاف اندکی بین دو محیط بهینه و تنش شوری ملاحظه می‌شود ولی در ژنوتیپ‌های ۷، ۱۱، ۱۲ و ۱۹ این اختلاف چشمگیر بود (شکل ٦).

بررسی همبستگی صفات در شرایط شور و بهینه: در شرایط بهینه عملکرد ریشه با عملکرد قند، نسبت ریشه به ساقه و وزن خشک ریشه همبستگی مثبت دارد. در مقابل، در شرایط شور عملکرد ریشه با عملکرد قند، عملکرد قند خالص، محتوای آب نسبی برگ، وزن تر اندام هوایی و وزن خشک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]



شکل ٦- روند تغییرات نسبت جرمی ریشه ژنوتیپ‌ها در محیط بهینه و شور. میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.

ریشه همبستگی مثبت معنی‌دار و با شاخص شادابی برگ همبستگی منفی معنی‌دار نشان داد (جدول ۸). در بررسی‌های عبداللهیان نوقابی و همکاران (۱۳۹۰) بین صفت عملکرد قند خالص و صفات عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. همچنین در بررسی‌های Vahidi و همکاران (۲۰۱۳) نیز بین صفات عملکرد ریشه و صفات عملکرد قند خالص، درصد استحصال قند همبستگی مثبت و معنی‌دار و صفات مرتبط با ناخالصی‌های ریشه همبستگی منفی و معنی‌دار مشاهده شد. از طرف دیگر بررسی‌های Rajabi و همکاران (۲۰۱۳) بین صفت عملکرد قند خالص و صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص و آلکالیته همبستگی مثبت و با صفت نیتروژن مضره همبستگی منفی و معنی‌داری نشان مشاهده شد.

در شرایط بهینه عیار قند با عملکرد قند خالص، نسبت پتاسیم به سدیم، درصد قند قابل استحصال، خلوص شربت و میزان نیتروژن مضره همبستگی مثبت و با میزان سدیم و قند ملاس همبستگی منفی وجود داشت. در مقابل در شرایط شور، عیار قند با عملکرد قند خالص، عملکرد قند، میزان نیتروژن مضره، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی مثبت و با میزان قلیائی‌ات و نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه همبستگی منفی مشاهده شد (جدول ۸).

در شرایط بهینه بین عملکرد قند خالص با عیار قند، نسبت پتاسیم به سدیم، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی مثبت و با میزان سدیم، میزان پتاسیم، نیتروژن مضره و قند ملاس همبستگی منفی دیده شد. در شرایط شور بین عملکرد قند خالص با عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد قند، درصد قند قابل استحصال، مساحت سطح برگ و وزن خشک ریشه همبستگی مثبت و با ضریب قلیائی‌ات همبستگی منفی دیده می‌شود (جدول ۸). نصری و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی همبستگی صفات کمی و کیفی در چغندرقند، بین صفت عملکرد قند خالص و ناخالص با میزان نیتروژن مضره، پتاسیم و سدیم ریشه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده نمودند که هیچ‌کدام همسو با نتایج این بررسی نیست.

عملکرد قند در شرایط بهینه با عملکرد ریشه، مساحت سطح برگ، وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به ساقه همبستگی مثبت و با ضریب قلیائی‌ات همبستگی منفی داشت. همچنین در شرایط شور با عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد قند خالص، درصد قند قابل استحصال، مساحت سطح برگ و وزن خشک ریشه همبستگی مثبت دارد (جدول ۸). خورشید و همکاران (۱۳۹۱) همبستگی درصد قند قابل استحصال را با سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم و درصد قند ملاس را منفی و با عملکرد قند مثبت و معنی‌دار نشان دادند. رنجی و همکاران (۱۳۷۵) نتیجه گرفتند که عملکرد ریشه، درصد قند و شکر سفید در هکتار با یکدیگر و هم‌چنین با نیتروژن، سدیم و پتاسیم همبستگی دارند. عملکرد قند در هکتار همبستگی مثبتی با عملکرد ریشه داشت و در اراضی شور عملکرد قند تحت تأثیر عملکرد ریشه و درصد قند بود. از طرف دیگر کاهش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7] [Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

جدول ۸- همبستگی صفات در آزمایش ژنوتیپ‌ها در شرایط بهینه و شوری (پای مثلث پایین بهینه و پای مثلث بالا شوری)

	RY	SC	WSY	SY	Na	K	N	K/Na	Alc	WSC	Pur	Ms	Rwc	RWL	Suc I	La	Ryg/Ryvol	Density	SFW	SDW	RDW	RMR	R/S	SLW
RY	۱	-۰/۰۵**	۰/۹۲**	۰/۹۲**	۰/۳۱	-۰/۱۱	۰/۴۶*	-۰/۳۴	-۰/۳	۰/۵*	-۰/۴*	۰/۳۵	-۰/۱۷	-۰/۳۷	۰/۵۲**	-۰/۲	-۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۳۵	۰/۳۵	-۰/۳۱	۰/۰۴	۰/۳۷
SC	-۰/۱۸	۱	-۰/۰۵**	-۰/۳۱	-۰/۶۳**	۰/۳۵	-۰/۳۱	۰/۵۵**	۰/۰۸	۰/۹۸**	۰/۸۸**	-۰/۷**	۱/۱۶	۱/۱	-۰/۶۹*	۰/۴۴*	۰/۳۸	-۰/۳۷	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳
WSY	۰/۸۷**	-۰/۱۴	۱	۰/۹۳**	۰/۲۵	-۰/۱۳	-۰/۲۲	۰/۴۸*	-۰/۲۱	-۰/۴۹*	-۰/۴*	۰/۳۳	-۰/۲۵	-۰/۳۶	۰/۵۷**	-۰/۲۵	-۰/۲۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۳	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۰۸	۰/۳۸
SY	۰/۹۸**	۰/۰۲	۰/۸۷**	۱	-۰/۱۴	-۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۴۵*	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۲۲	۰/۱۱	-۰/۱۶	-۰/۳۷	۰/۵۳**	-۰/۱۴	-۰/۲	-۰/۳۰۳	۰/۲۱	۱	۰/۳۳	۰/۳۸۲	۰/۱	۰/۳۱	-۰/۰۳
Na	۰	-۰/۰۷	-۰/۷۸**	-۰/۱۰	۱	-۰/۱۰	-۰/۹**	-۰/۱۰	۰/۴۹*	-۰/۷۵**	-۰/۸۳**	۰/۸۸**	-۰/۱۰	-۰/۳۳	۰/۴۳*	-۰/۴۸۰	-۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۲۲	۰/۲۲	-۰/۶**	۰/۰۷	۰/۰۷
K	۰/۳۲	-۰/۵۸**	۰/۲۹	۰/۱۹	۰/۳۸	۱	۰/۳۷	-۰/۲۵	۰/۴۵*	-۰/۳۵	-۰/۴۷*	۰/۵۳**	-۰/۳۵	-۰/۱۴	۰/۳۵	-۰/۳۱	۰/۱۳	-۰/۱۱	-۰/۱۶۳	-۰/۳۵	-۰/۱۰	-۰/۶**	۰/۵۱**	-۰/۶۳*	-۰/۶۱*
K/Na	-۰/۰۷	-۰/۶۴**	-۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۸۴**	۰/۰۳	۱	-۰/۰۷	-۰/۲۲	۰/۶۴**	۰/۶**	-۰/۷**	۰/۱۲	-۰/۰۶	-۰/۳۸	۰/۳۲	-۰/۳۸	-۰/۱۳	-۰/۰۲	-۰/۳۴	-۰/۳۴	-۰/۴۴*	-۰/۱۹	-۰/۳۴	-۰/۱۹
N	-۰/۰۲	-۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۴	-۰/۱۳	-۰/۰۵	-۰/۸۸**	۱	۰/۱۹	-۰/۱۷	-۰/۰۶	-۰/۰۸	-۰/۰۶	-۰/۰۵	۰/۰۸	-۰/۰۵	-۰/۰۸	۰/۰۹	-۰/۰۲	-۰/۳۵	-۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۰۴	-۰/۳۱	۰/۰۴
Alc	۰/۰۵	-۰/۴۷*	۰/۴۹*	۰/۳۹*	۰/۷**	-۰/۵۱**	-۰/۷۳**	۱	-۰/۲۱	-۰/۱۷	-۰/۳۱	۰/۴۸*	-۰/۳۱	-۰/۳۳	۰/۱۷	-۰/۱۸	-۰/۱۷	۰/۱۲	-۰/۳۵	-۰/۳۵	-۰/۲۹	-۰/۳۵	-۰/۳۵	-۰/۳۵	-۰/۰۷
WSC	-۰/۱۷	-۰/۹۸**	۰/۹۸**	۰/۰۲	-۰/۸۶**	-۰/۶۵**	۰/۶۷**	-۰/۸۰۸	۱	۰/۹۱**	-۰/۸**	۰/۵۱**	۰/۱۶	۰/۴۰۴	-۰/۶۹*	۰/۳۸	۰/۱۱	۰/۱	-۰/۱۹	-۰/۰۷	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۰۶
Pur	-۰/۱۴	-۰/۹۳**	۰/۹۳**	-۰/۰۸	-۰/۸۹**	-۰/۶۹**	۰/۶۴**	-۰/۰۵۱**	-۰/۱۱	۰/۹۸**	۱	-۰/۹۵**	۰/۱۰	-۰/۴۸*	۰/۵۵**	-۰/۴۸*	-۰/۰۵	-۰/۳۳	-۰/۰۳	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۸
Ms	۰/۱۲	-۰/۸۵**	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۷**	۰/۹۳**	-۰/۶۶**	۰/۰۶	۰/۶۳**	-۰/۹۸**	۱	-۰/۱۰	-۰/۱۰	۰/۱۲	-۰/۴۷*	۰/۵۷**	-۰/۱۳	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۱۳
Rwc	-۰/۰۲	-۰/۳۷	-۰/۰۲	-۰/۱	۰/۳۷	۰/۳۵	-۰/۱۷	-۰/۱۰	۰/۳۵	-۰/۳۷	-۰/۳۸	۰/۳۵	۱	-۰/۱۲	-۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۰۴	-۰/۰۹	-۰/۰۷	-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۰۸	۰/۰۸
RWL	-۰/۲۷	-۰/۴۳*	-۰/۱۸	-۰/۳۷	۰/۳۸	۰/۱۵	-۰/۲۵	۰/۳۸	۰/۰۲	-۰/۴۵*	-۰/۴۵*	۰/۴*	۰/۳۱	۱	-۰/۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۴*	-۰/۰۹	-۰/۰۸	-۰/۱۳	-۰/۲۱	-۰/۱۹	-۰/۱۳	۰/۲
Suc I	-۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۱۵	-۰/۰۳	-۰/۲	-۰/۱۳	۰/۱۲	-۰/۰۵	-۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۲	-۰/۱۷	-۰/۱۰	۰/۱۳	۱	-۰/۶۶**	-۰/۱۳	۰/۳۷	-۰/۱۶	-۰/۱۹	-۰/۲۱	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۰/۱۸
La	۰/۳۱	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۳	۰/۰۶	-۰/۰۱	-۰/۱	-۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۳۱	-۰/۶۶**	۱	۰/۱۶	-۰/۴۳*	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۱۵	۰/۳۱	۰/۳۱
Ryg/Ryvol	۰/۱۱	-۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۲	-۰/۰۱	۰/۰۳	-۰/۰۷	-۰/۰۸	-۰/۰۲	۱/۱	-۰/۰۹	-۰/۳۳	-۰/۳۷	۰/۴۳*	۱	-۰/۱۳	-۰/۳۵	-۰/۳۵	-۰/۲۲	-۰/۳۵	-۰/۳۵	-۰/۳۵	-۰/۰۱
Density	۰/۳۷	۰/۱۲	۰/۳۷	۰/۳۹	-۰/۳	-۰/۰۲	۰/۳۱	-۰/۱۸	-۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۲	-۰/۳۵	۰/۰۵	-۰/۳۸	۰/۰۵	۰/۲	-۰/۳۷	۰/۳۵	۰/۱۱	۰/۰۱	-۰/۳۵	-۰/۳۵	۰/۱۱	-۰/۳۵	-۰/۴۱*
SFW	۰/۲	-۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۱۵	-۰/۲۲	-۰/۲۱	۰/۳۲	-۰/۲۸	-۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۰۳	-۰/۱۷	۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۲۵	۰/۳۵	۱	۰/۹۱**	۰/۶۷**	۰/۳۵	-۰/۶۷**	۰/۱۲	-۰/۰۲
SDW	۰/۴۹*	-۰/۳۲	۰/۴۲*	۰/۴۲*	-۰/۰۳	۰/۲	-۰/۰۲	۰/۱۳	-۰/۰۸	-۰/۲۵	-۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۱	۰/۰۳	۰/۲۵	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۱	۰/۰۲	۱	۰/۶۷**	۰/۱۳	-۰/۶۷**	۰/۰۲	-۰/۰۲
RDW	۰/۳۵	-۰/۰۵**	۰/۳۸	۰/۱۵	۰/۶۹**	-۰/۶۵**	-۰/۶۵**	۰/۶۵**	-۰/۲	-۰/۶۳**	-۰/۶۳**	۰/۷۱**	۰/۱۲	-۰/۰۶	-۰/۲	۰/۳۵	۰/۳۵	-۰/۳۵	-۰/۳۵	۰/۱۳	۱	۰/۶۹**	-۰/۶۹**	۰/۰۲	۰/۰۲
RMR	۰/۲۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۰۰**	-۰/۰۱**	۰/۰۹	۰/۲	۰/۴۲*	-۰/۳۹*	۰/۵*	۰/۰۷	-۰/۱۹	-۰/۲	۰/۱۹	۰/۲	-۰/۱۱	-۰/۱۷	-۰/۲۳*	۰/۶۱**	۱	-۰/۶۱**	-۰/۹۹**	-۰/۹۹**
R/S	۰/۰۸	-۰/۳۱	-۰/۴**	۰/۰۲	۰/۴۷*	-۰/۵۱**	-۰/۵۸*	-۰/۰۵۰	-۰/۴۱*	-۰/۳۹*	-۰/۴۱*	-۰/۵۰	-۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۱	-۰/۳۱	-۰/۰۱	۰/۱۱	-۰/۲۳*	-۰/۲۳*	۰/۰۳**	-۰/۶۱**	۱	۰/۹۹**	۰/۹۹**
SLW	۰/۳۷	-۰/۴۴*	۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۳۸	۰/۳۵	-۰/۳۱	۰/۳	-۰/۴*	-۰/۴۲	-۰/۴*	۰/۳	-۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۰۵	-۰/۱۹	۰/۴	-۰/۱	۰/۳۵	۰/۵*	۰/۳۵	-۰/۶۱**	۰/۹۹**	۱	۰/۹۹**
RMR	۰/۳۷	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۰۰**	-۰/۰۱**	۰/۰۹	۰/۲	۰/۴۲*	-۰/۳۹*	۰/۵*	۰/۰۷	-۰/۱۹	-۰/۲	۰/۱۹	۰/۲	-۰/۱۱	-۰/۱۷	-۰/۲۳*	۰/۶۱**	۱	-۰/۶۱**	-۰/۹۹**	-۰/۹۹**
R/S	۰/۰۸	-۰/۳۱	-۰/۴**	۰/۰۲	۰/۴۷*	-۰/۵۱**	-۰/۵۸*	-۰/۰۵۰	-۰/۴۱*	-۰/۳۹*	-۰/۴۱*	-۰/۵۰	-۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۱	-۰/۳۱	-۰/۰۱	۰/۱۱	-۰/۲۳*	-۰/۲۳*	۰/۰۳**	-۰/۶۱**	۱	۰/۹۹**	۰/۹۹**
SLW	۰/۳۷	-۰/۴۴*	۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۳۸	۰/۳۵	-۰/۳۱	۰/۳	-۰/۴*	-۰/۴۲	-۰/۴*	۰/۳	-۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۰۵	-۰/۱۹	۰/۴	-۰/۱	۰/۳۵	۰/۵*	۰/۳۵	-۰/۶۱**	۰/۹۹**	۱	۰/۹۹**

RY: عملکرد ریشه، **SC**: عیار قند، **WSY**: عملکرد قند خالص، **SY**: عملکرد قند، **Na**: میزان سدیم، **K**: میزان پتاسیم، **K/Na**: نسبت پتاسیم به سدیم، **N**: نیتروژن مضره، **Alc**: ضریب قلیائی‌ات، **WSC**: درصد قند قابل استحصال، **Pur**: خلوص شربت، **Ms**: درصد قند ملاس،**RWC**: محتوای آب نسبی، **RWL**: میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ، **Suc I**: شاخص شادابی برگ، **LA**: مساحت سطح برگ، **SLW**: وزن ویژه برگ، **RYg/RYvol**: نسبت وزن به حجم ریشه، **Density**: نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه، **SFW**: وزن تر اندام هوایی، **SDW**: وزن خشک اندام هوایی، **RDW**: وزن خشک ریشه، **RMR**: نسبت جرمی ریشه، **R/S**: نسبت ریشه به ساقه

عملکرد ریشه موجب بالارفتن درصد قند شد و این معیار به‌نوبه خود منجر به بالارفتن شکر سفید در هکتار گردید. درصورتی‌که در اراضی معمولی شکر سفید بیشتر تحت تأثیر عملکرد ریشه است و همبستگی درصد قند با نیتروژن به‌صورت منفی است. این پژوهشگران هم‌چنین بیان نمودند نیتروژن مضره با سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

در شرایط بهینه میزان سدیم با ضریب قلیائی‌ات و قند ملاس همبستگی مثبت و با عیار قند، عملکرد قند خالص، نسبت پتاسیم به سدیم، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی منفی داشت. همچنین در شرایط شور همبستگی مثبتی با میزان پتاسیم، نیتروژن مضره و قند ملاس و همبستگی منفی با نسبت پتاسیم به سدیم، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت دیده شد (جدول ۸). Baradaran Firouzabadi و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی‌های خود وجود رابطه منفی بین میزان سدیم و صفات کیفی چغندرقند را نشان دادند.

در شرایط بهینه همبستگی مثبتی بین میزان پتاسیم با قند ملاس و وزن خشک اندام هوایی و همبستگی منفی با عملکرد قند خالص، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت و در شرایط شور همبستگی مثبت با میزان سدیم، قند ملاس و نیتروژن مضره دیده شد (جدول ۸). سدیم و پتاسیم هر دو جز مواد غیرقندی محلول در چغندرقند هستند که غلظت آن‌ها تحت تنش افزایش و درنتیجه کیفیت ریشه کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد در شرایط شور با ایجاد محیط رقابتی بین جذب سدیم و پتاسیم، ژنوتیپ‌هایی که توان جذب پتاسیم بیشتری نسبت به سدیم داشته باشند، با ایجاد تعادل اسمزی بهتر باعث افزایش عملکرد ریشه و درنتیجه عملکرد قند می‌شوند (Harvey and Dutton, 1993). Baradaran Firouzabadi و همکاران (۲۰۱۱) نیز به اهمیت نقش مهم‌تر سدیم نسبت به بقیه مواد محلول غیرقندی تحت تنش اشاره کرده‌اند.

در هر دو شرایط بهینه و شور، نسبت سدیم به پتاسیم با درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی مثبت و با قند ملاس و میزان سدیم همبستگی نشان داد. همچنین در شرایط بهینه با عیار قند و عملکرد قند خالص نیز همبستگی مثبت مشاهده شد (جدول ۸). به‌نظر Gorham (۱۹۹۳) نسبت پتاسیم به سدیم وابستگی نزدیکی با میزان ورود نمک دارد و همبستگی آن با تحمل به نمک درواقع، تنظیم انتخابی یون است و سدیم می‌تواند جایگزین پتاسیم برای جذب شود. به اعتقاد Bressan و همکاران (۱۹۸۵) مکانیسم‌های مشابهی ممکن است برای هر دو یون انجام پذیرد. سطوح پتاسیم در بافت‌های توسعه‌یافته در اکثر گونه‌های گیاهی با تحمل به نمک ارتباط دارد. همچنین به‌نظر Clark و همکاران (۱۹۹۳) ممکن است که شاخص پتاسیم به سدیم با تحمل به شوری ارتباط داشته باشد. به‌نظر می‌رسد در داخل گیاهان هالوفیت یک همبستگی مثبت بین میزان ورود سدیم و تحمل به نمک وجود داشته باشد.

در شرایط بهینه بین نیتروژن مضره با عیار قند و عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و با ضریب قلیائی‌ات، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی منفی وجود داشت. در شرایط تنش شوری بین نیتروژن مضره با عیار قند، میزان سدیم، میزان پتاسیم، قند ملاس و نسبت جرمی ریشه همبستگی مثبت با ضریب قلیائی‌ات و وزن خشک اندام هوایی همبستگی منفی وجود دارد (جدول ۸). رنجی و همکاران (۱۳۷۵) همبستگی درصد قند با نیتروژن را به‌صورت منفی گزارش و نشان دادند که نیتروژن مضره با سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد (جدول ۸).

در شرایط بهینه همبستگی مثبتی بین ضریب قلیائی‌ات با میزان سدیم و قند ملاس و همبستگی منفی با عیار قند، نسبت پتاسیم به سدیم و نیتروژن مضره دیده شد. در مقابل در شرایط تنش شوری همبستگی مثبت با وزن خشک اندام هوایی و همبستگی منفی با عیار قند، نیتروژن مضره، درصد قند قابل استحصال، خلوص شربت، محتوای آب نسبی برگ و نسبت جرمی ریشه دیده می‌شود (جدول ۸).

در هر دو شرایط بهینه و شور درصد قند قابل استحصال با عیار قند، عملکرد قند خالص، نسبت پتاسیم به سدیم و خلوص شربت همبستگی مثبت و با میزان سدیم همبستگی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

منفی نشان داد. همچنین در شرایط بهینه با میزان پتاسیم، نیتروژن مضره و قند ملاس همبستگی منفی داشت. در شرایط شور نیز با عملکرد قند همبستگی مثبت و با ضریب قلیائی‌ات و نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه همبستگی منفی نشان داد (جدول ۸). نیازیان و همکاران (۱۳۹۰) همبستگی بین قند ملاس و درصد قند قابل استحصال را منفی و بسیار معنی‌دار نشان دادند. وجود این روابط حاکی از آن است با که افزایش ناخالصی‌ها مقدار قند قابل استحصال کاهش می‌یابد. بساطی و آقایی (۱۳۷۳) با بررسی تأثیر عناصر سدیم، پتاسیم، نیتروژن و ضریب قلیائی‌ات بر درصد قند قابل استحصال نشان دادند که بیشترین تأثیر منفی را ضریب قلیائی‌ات بر روی درصد قند قابل استحصال دارد. بعد از درصد قلیائی‌ات، بیشترین تأثیر مستقیم مربوط به عنصر سدیم بود که بالاترین همبستگی منفی با قند قابل استحصال را داشت.

در هر دو شرایط بهینه و شور خلوص شربت با عیار قند، نسبت پتاسیم به سدیم و درصد قند قابل استحصال همبستگی مثبت و با صفات میزان سدیم، ضریب قلیائی‌ات و قند ملاس همبستگی منفی نشان داد. همچنین در شرایط بهینه با عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و با میزان پتاسیم و نیتروژن مضره همبستگی منفی مشاهده شد (جدول ۸).

در هر دو شرایط بهینه و تنش قند ملاس با میزان سدیم، میزان پتاسیم و نیتروژن مضره همبستگی مثبت و با صفات نسبت پتاسیم به سدیم و خلوص شربت همبستگی منفی نشان داد. همچنین در شرایط بهینه با ضریب قلیائی‌ات همبستگی مثبت و با عیار قند، عملکرد قند خالص و درصد قند قابل استحصال همبستگی منفی مشاهده شد (جدول ۸).

وزن ویژه برگ در شرایط بهینه همبستگی مثبت با شاخص شادابی برگ، وزن خشک اندام هوایی و نسبت جرمی ریشه و همبستگی منفی با وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به ساقه نشان داد درحالی‌که در شرایط شور همبستگی مثبت با وزن خشک اندام هوایی و نسبت ریشه به ساقه و همبستگی منفی با نسبت جرمی ریشه، مساحت سطح برگ و محتوای آب نسبی برگ نشان داد (جدول ۸).

مساحت سطح برگ در شرایط بهینه همبستگی مثبت با عملکرد قند و نسبت وزن به حجم ریشه داشت درحالی‌که در شرایط شور همبستگی مثبت با عملکرد قند، عملکرد قند خالص و وزن خشک ریشه و همبستگی منفی با شاخص شادابی برگ و وزن ویژه برگ نشان داد (جدول ۸).

نسبت جرمی ریشه در شرایط بهینه همبستگی مثبت با وزن خشک اندام هوایی و وزن ویژه برگ و همبستگی منفی با نسبت ریشه به ساقه داشت درحالی‌که در شرایط شور همبستگی مثبت با نیتروژن مضره و محتوای آب نسبی برگ و همبستگی منفی با ضریب قلیائی‌ات، وزن تر اندام هوایی و وزن خشک اندام هوایی نشان داد (جدول ۸).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که اثر محیط برای تمامی صفات بجز محتوای آب نسبی برگ، وزن ویژه برگ، نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه و نسبت جرمی ریشه معنی‌دار است. بین ژنوتیپ‌ها ازنظر صفات سطح برگ، شاخص شادابی برگ، میزان آب ازدست‌رفته برگ و وزن ویژه برگ اختلاف معنی‌داری در هر دو محیط مشاهده شد. برای صفات عملکرد ریشه و قند، مقایسه میانگین مربوط به محیط‌ها نشان می‌دهد که تنش شوری باعث کاهش شدیدی در عملکرد ریشه و قند شده است. تمامی ژنوتیپ‌ها در شرایط بهینه میانگین عملکرد ریشه و قند بالاتری نسبت به شرایط شوری داشتند. در صفت عملکرد ریشه و قند تنها در محیط بهینه بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. برای عملکرد ریشه ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ٤، ۷، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱٦، ۱۸، ۲۳، ۲٤ و ۲۵ بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۲ کمترین عملکرد ریشه را در شرایط بهینه داشتند. برای عملکرد قند نیز ژنوتیپ‌های ۱، ۷، ۸ و ۱۰ بیشترین و ژنوتیپ ٦ کمترین عملکرد قند را نشان دادند. همچنین در بررسی ارتباط بین صفات در دو شرایط بهینه و شور مشخص شد که شوری باعث تغییر در همبستگی در برخی از صفات می‌شود، مثلاً در وزن ویژه برگ که در شرایط بهینه همبستگی مثبت با نسبت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

جرمی ریشه و همبستگی منفی با نسبت ریشه به ساقه و در شرایط شور همبستگی مثبت با نسبت ریشه به ساقه و همبستگی منفی با نسبت جرمی ریشه مشاهده شد. در مقابل در برخی دیگر از صفات مانند عملکرد قند که در شرایط بهینه و شور با عملکرد ریشه، مساحت سطح برگ و وزن خشک ریشه همبستگی مثبت نشان داد و تغییر محیط باعث تغییر در همبستگی این صفت با دیگر صفات نشده است که این موضوع باید در برنامه‌های اصلاحی و گزینشی در چغندرقند تحت شرایط محیطی مختلف مدنظر قرار گیرد.

منابع

ابراهیمیان، ح. ر.، رنجی، ذ. م.، رضایی، م. و عباسی، ز. (۱۳۸۷) غربال ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت تنش شوری در گلخانه و مزرعه. چغندرقند۲: ۱-۲٤.

بساطی، ج. و آقایی، م. (۱۳۷۳) تجزیه همبستگی صفات مؤثر بر قند قابل استحصال در چغندرقند. چکیده مقالات سومین کنگره زراعت و اصلاح نباتات.

بشیری، ب.، میر محمودی، ت. و فتوحی، ک. (۱۳۹٤) ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند و روابط بین صفات تحت تنش شوری. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۹: ۲۵۸-۲٤۳.

جهاد اکبر، م. ر.، ابراهیمیان، ح. ر. و واحدی، س. (۱۳۹۰) واکنش چغندرقند به شوری آب آبیاری در مراحل مختلف رشد ریشه. دوفصلنامه چغندرقند ۲۷: ۵۳-٦٦.

چگینی، م. ع. (۱۳۸۵) بررسی‌های فیزیولوژیک مقاومت به شوری چغندرقند. گزارش نهایی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

خورشید، ع.، عیوضی، ع.، پدرام، ع. و فتوحی، ک. (۱۳۹۱) شناسایی توده‌های متحمل به شوری و خشکی چغندرقند با استفاده از شاخص‌های کمی. مجله پژوهش در علوم زراعی ۱۷: ۸۵-۹٦.

خیامیم، س.، توکلی، ر.، صادقیان، ی. و پوستینی، ک. (۱۳۸۹) مطالعه برخی پارامترهای فیزیولوژیکی لاین‌های چغندرقند در شرایط تنش شوری و شاهد. رساله دکتری. دانشگاه تهران. ایران.

رنجی، ذ.، پرویزی آلمانی، م. و یاوری، ن. (۱۳۷۵) بررسی عکس‌العمل رگه‌های نتاج چغندرقند ازنظر سنتز پرولین در تنش شوری. گزارش نهایی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

دادخواه، ع. و مقتدر، س. ه. (۱۳۸۹) تأثیر تنش شوری کوتاه‌مدت بر میزان فتوسنتز و کربوهیدرات برگ چغندرقند (*Beta vulgaris* L.). یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی تهران. ایران.

عبداللهیان نوقابی، م.، ردائی الاملی، ز.، اکبری، غ. م. و سادات نوری، س. الف. (۱۳۹۰) تأثیر تنش خشکی شدید پس از استقرار بوته روی خصوصیات مرفولوژیکی، کمی و کیفی ۲۰ ژنوتیپ چغندرقند. مجله علوم زراعی ایران ٤۲: ٤۵۳-٤٦٤.

معاونی، پ.، رنجی، ذ. ا. و نورمحمدی، ق. (۱۳۸٤) بررسی برخی پارامترهای فیزیولوژیک و ترکیبات آلی جهت شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به شوری در چغندرقند. فصلنامه علوم زراعی ایران ٦: ۱۲-۲٤.

نصری، ر.، کاشانی، ع.، پاک‌نژاد، ف.، صادقی شعاع، م. و قربانی، ص. (۱۳۹۱) مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد کمی و کیفی چغندرقند در دو روش کشت مستقیم و نشائی در اراضی شور. مجله زارعت و اصلاح نباتات ۸: ۳۱۳-۳۲٦.

نیازیان، م.، رجبی، ا.، امیری، ر.، اوراضی زاده، م. ر. و شریفی، ح. (۱۳۹۰) بررسی ارتباط صفات مؤثر بر عملکرد در ریشه و عیار قند در ژنوتیپ‌های اتایپ چغندرقند برای کشت پاییزه. مجله علمی کشاورزی ۳۵: ۱۱۵-۱۳۵.

Abdel-Baki, G. K. (1996) Response of some plants to the interactive effect of salinity and organic acids, M.Sc. Thesis, El-Minia University. El-Mina, Egypt.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

Abdel-Latef, A. A. (2005) Salt tolerance of some wheat cultivars, Ph.D. Thesis, South Valley University, Qena, Egypt.
Abdel-Mawly, S. E. and Zanouny, I. (2004) Response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to potassium application and irrigation with saline water. Assiut University Bulletin for environmental Researches 7: 123-129.
Abdel-Samad, H. M. and Azooz, M. M. (2002) Salt tolerance of maize cultivars Bull. Faculty Science University, Assuit, Egypt 31: 27-34.
Abdi, S., Moghaddam A. and Ghadimzadeh, M. (2007) Effect of defoliation intensity in different reproductive stage of two sunflower (*Helianthus annus* L.) cultivars on grain and oil yield, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 11: 245-255.
Ashely, R., Oeriksmoen, E. D., Whitney, M. B. and Rettinger, B. (2002) Sunflower date of planting study in western North Dakota. Annual Reports, Dickinson Research Extension 48.
Ashraf, M. and Harris, P. J. C. (2004) Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science 166: 3-16.
Azooz, M. M., Shaddad, M. A. and Abdel-Latef, A. A. (2004) The accumulation and compartmentation of proline in relation to salt tolerance of three sorghum cultivars. Indian Journal of Plant Physiology 9: 1-8.
Baradaran Firouzabadi, M., Farrokhi, N. and Parsaeyan, M. (2011) Sequential path analysis of some yield and quality components in sugar beet grown in normal and drought conditions. Italian Journal of Agronomy 6: 44-51.
Biancardi, E., Skaracis, G. N., Steinrücken, G., De Biaggi, M., Panella, L., Lewellen, R. T., Campbell, L. G., Yu, M. H., Stevanato, P. and McGrath, L. G. (2005) Genetics and breeding of sugar beet. In: Objectives of Sugar Beet Breeding. (eds. Biancardi, E., Campbell, L. G., Skaracis, G. N. and De Biaggi, M.) Science Publishers Inc, Enfield, NH
Bressan, R. A., Singh, N. K., Handa, A. K., Kononowicz, A. and Hasegawa, P. W. (1985) Stable and unstable tolerance to NaCl in cultured tobacco cells. In: UCLA Symposium Plant Genetics List. (ed. Freeling, M.) Pp. 755-769. New York, NY, USA.
Clark, M. S., Luna, J. M., Stone, N. D. and Youngman, R. R. (1993) Habitat preferences of generalist predators in reduced-tillage corn. Journal of Entomological Science 28: 404-416.
Dadkhah, A. (2011) Effect of salinity on growth and leaf photosynthesis of two sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. Journal of Agriculture Science Technology 13: 1001-1012.
Debez, A., Saadaoui, D., Ramani, B., Ouerghi, Z., Koyro, H. W., Huchzermeyer, B. and Abdelly, C. (2006) Leaf H^+-ATPase activity and photosynthetic capacity of Cakile maritima under increasing salinity. Environmental Express Botany 57: 29-285.
Drew, M. C., Hole, P. and picchioni, G. A. (1990) Inhibition by NaCl of net CO_2 fixation and yield of cucumber. Journal of the American Society for Horticultural Science 115: 472-477.
Farkhondeh, R., Nabizadeh, E. and Jalilnezhad, N. (2012) Effect of salinity stress on proline content, membrane stability and water relation in two sugar beet cultivars. International Journal of Agriculture Sciences 2: 385-392.
Flowers, T. J. (2004) Improving crop salt tolerance. Journal of Experimental Botany 55: 307-319.
Flowers, T. J., Torke, P. F. and Yeo, A. R. (1977) The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annual Review of Plant Physiology 28: 89-121.
Geissler, N., Hussin, S. and Koyro, H. W. (2009) Interactive effect of NaCl salinity and elevated atmospheric CO_2 concentration on growth, photosynthesis, water relations and chemical composition of the potential cash crop halophyte *Aster tripolium* L. Environmental and Experimental Botany 65: 220-231.
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.
Gorham, J. (1993) Genetics and physiology of enhanced K/Na discrimination. In: Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition. (ed. Randall, P.) Pp: 151–159. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
Hajiboland, R., Ebrahimi, N. and Poschenrider, C. (2012) Bound putrescine, a distinctive player under salt stress in the natrophilic sugar beet in contrast to Glycophyte Tobacco. Journal of sciences, Islamic Republic of Iran 23: 105-114.
Hajiboland, R., Joudmand, A. and Fotouhi, K. (2009) Mild salinity improves sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) quality. Acta Agriculture Scandinavia. Section B- Soil and Plant Science 59: 295-305.
Harvey, C. W. and Dutton, J. V. (1993) Root quality and processing. In: The Sugar Beet Crop (eds. Cooke, D. A. and Scott, R. K.) Pp. 571-617. Chapman and Hall, London.
Helmerick, R. H., Finker R. E. and Doxtator, C. W., (1965). Paired-plant crosses in sugar beets. American Society of Sugar Beet Technologists, 13: 548-554.
Jiang, L. and Dovan, D. L. (2006) NaCl salinity stress decreased *Bacillus thuringiensis* (Bt) protein content of transgenic Bt cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedlings. Environmental and Experimental Botany 55: 315-320.
Katerji, N., Van Hoorn, T. W., Hamdy, A. and Mastroilli, M. (2003) Salinity effect on crop development and yield. Analysis of salt tolerance according to several classification methods. Agricultural Water Management 62: 37-66.
Kapulnik, Y. and Heuer, B. (1991) Forage production of 4 alfalfa (*Medicago sativa*) cultivars under salinity. Arid Soil Research and Rehabilitation 5: 127-135.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

Kaya, M. D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y. and Kolsarici, O. (2006) Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower. European Journal of Agronomy 24: 291-295.

Kennchen, W. (1997) Instructions for installation and operation betalyzer, Do.Wolfgang Kernchen GMBH, Germany 8-14.

Khan, M. A., Shirazi, M. U., Khan, M. A., Mujtaba, S. M., Islam, E., Mumtaz, S., Shereen, A., Ansari R. U. and Ashraf. M. Y. (2009) Role of proline, K^+/Na^+ ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat. Pakistan Journal of Botany 41: 633-638.

Khayamim, S., Tavakkol Afshari, R., Sadeghian, S. Y., Poustini, K., Rouzbeh, F. and Abbasi, Z. (2014) Seed germination, plant establishment, and yield of sugar beet genotypes under salinity stress. Journal of Agricultural Science and Technology 16: 779-790.

Koyro, H. W. (2006) Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L), Environmental Express Botany 56: 136-146.

Kuznetsov, V., Shorina, M., Aronova, E., Stetsenko, L., Rakitin, V. and Shevyakov, N. (2007) NaCl and ethylene dependent cadaverine accumulation and its possible protective role in the adaptation of the common ice plant to salt stress. Plant Science 172: 363- 370.

Lee, M. (1995) DNA markers and plant breeding programs. Advances in Agronomy 55:265-344.

Lopeza, V. and Sattia, S. M. E. (1996) Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress. Plant Science 114: 19-27.

Mansour, M. M. F. (2000) Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biology Plant 43: 491-500.

Mass, E. V. and Hoffman, G. H. (1977) Crop salt tolerance current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 103: 115-134.

Morant-Manceau, A., Pradier, E. and Tremblin, G. (2004) Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress. Journal of Plant Physiology 161: 25-33.

Mostafa, D. M. (2004) Metabolic imbalance and salinity tolerance of two maize cultivars, M.Sc. Thesis. El-Minia University. Elminia, Egypt.

Munns, R. and Tester, M. (2008) Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology 59: 651-681

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

Ober, E. S., Bloa, M. L., Clark, C. J. A., Royal, A., Jaggard, K. W. and Pidgon, J. D. (2005) Evaluation of physiological traits as indirect selection criteria for drought tolerance in sugar beet. Field Crops Research 91: 231-249.

Okcu, G., Kaya, M. D. and Atak, M. (2005) Effects of salt and drought stress on germination and seedling growth of pea. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 29: 237-242.

Pandey, A. N. and Thakrar, N. K. (1997) Effect of chloride salinity on survival and growth of *Prosopis chilensis* seedlings. Tropical Ecological 38: 145-148.

Parida, A. K., Das, A. B. and Mittra, B. (2004) Effects of salt on growth, ion accumulation photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. Trees-Structure Functional 18: 167-174.

Rahman, M., Soomro, U. A., Haq, M. Z. and Gul, S. (2000) Effects of NaCl salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World Journal of Agricultural Sciences 4: 398-403.

Rajabi, A, Vahidi, H., Haj Seyed Hadi, M. R. and Taleghani, D. F. (2013) Study on drought tolerance and interrelationships among some agronomic and morpho-physiological traits in sugar beet lines. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5: 761-768.

Rajabi, A., Griffiths, H., Ober, E. S., Kromdijk, W. and Pidgeon, J. D. (2008) Genetic characteristics of water-use related traits in sugar beet. Euphytica 160: 175-187

Rao, S. A. and McNeilly, T. (1999) Genetic basis of variation for salt tolerance in maize (*Zea mays* L.). Euphytica 108: 145-150.

Reinefeld, E., Emmerich, A., Baumgarten, G., Winner, C. and Beiß, U. M (1974) Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker 27: 2-15.

Robinson, S. P., John, W., Downton, S. and Millhouse, J. A. (1983) Photosynthesis and Ion content of leaves and isolated chloroplasts of salt stressed spinach. Plant Physiology 73: 238-242.

Romano, A., Sorgona, A., Lupini, A., Araniti, F., Stevanato, P., Cacco, G. and Abenavoli, M. R. (2013) Morpho-physiological responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes to drought stress. Acta Physiologiae Plantarum 35: 853-865.

Tavakoli, E., Fatehi, F., Rengasamy, P. and Glenn, K. M. (2012) A comparision of hydroponic and soil-based screening methods to identify salt tolerance in the field in barley. Journal of Experimental Botany 63: 3853-3868.

Tester, M. and Davenport, R. (2003) Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annual Botany 91: 503-507.

Vahidi, H., Rajabi, A., Seyed, M. R. and Hadi Fathollah, D. (2013) Screening of suger beet (*Beta vulgaris* L.) genotype for drought tolerance. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 1113-1104.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

Wakeel, A., Sumer, A., Hanstein, S., Yan, F. and Schubert, S. (2011) In vitro effect of different Na^+/K^+ ratios on plasma membrane H^+-ATPase activity in maize and sugar beet shoot. Plant Physiology and Biochemistry 49: 341-345.

Yang, R. C., Jana, S. and Clarke, J. M. (1991) Phenotypic diversity and associations of some potentially droughtresponsive characters of durum wheat. Crop Science 31: 1484-1491.

Yeo, A. R., Lee, K. S., Izard, P., Boursier, P. J. and Flowers, T. J. (1991) Short and long term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa*). Journal of Experimental Botany 42: 881-889.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]

Effect of salinity stress on full-sib progeny of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in field condition

Abdolmajid Khorshid[1*] and Ali Akbar Asadi[2]

[1] Agriculture and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREOO), Urmia, Iran.
[2] Crop and Horticultural Science Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center (AREOO), Zanjan, Iran.
(Received: 19/01/2020, Accepted: 02/11/2020)

Abstract

Considering the effect of salinity stress on the quantitative and qualitative traits of sugar beet genotypes, it is essenlial to study the response of genotypes obtained from breeding programs to salinity stress. For this purpose, 17 full-sib genotypes (derived from sibling crossing) with 8 different tolerant controls under two salinity stress and without stress conditions, in a completely randomized block design with 3 replicates were were cultured at Miandoab Agricultural and Natural Resources Research Station in 2017 and their quantitative and qualitative yield traits were evaluated under two different environmental conditions.The results showed that salinity increased sugar content, alkalinity coefficient, percent of sugar extracted, molasses sugar, sodium content, potassium content, leaf freshness index and relative water loss whereas decreased root yield, net sugar yield, sugar yield, leaf area, shoot fresh weight, shoot dry weight, root dry weight, nitrogen, potassium to sodium ratio, syrup purity and Ratio of weight to root volume. Significant differences were observed among genotypes for leaf area, leaf freshness index, relative water content and leaf specific weight. In root and sugar yield, only a significant difference was observed between full-sib genotypes in normal conditions at 1% level. The full-sib 16, 1, 2, 4, 7, 9, 10 and controls 18, 23, 24 and 25 had the highest and, full-sibs 11 and 12 had the lowest root yield under normal conditions. As the same time, full-sibs 7, 8, 1 and 10 had the highest and full-sib 6 had the lowest sugar yield. In the survey of the relationship between traits under two optimal conditions and salinity stress, it was found that changing the environment would change the correlation in some traits such as leaf specific gravity with root mass ratio and root to stem ratio. In contrast, in some other traits such as sugar yield with root yield, leaf area and root dry weight, changing the environment did not cause a change in correlation, which should be considered in sugar beet breeding and selection programs under different environmental conditions.

Keywords: Quantitative and qualitative traits, Root yield, Sugar yield.

Corresponding author, Email: majidkhor1347@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.7.7]