تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰
۲۲۱-۲۳۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2680.1699

مقاله پژوهشی

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی و ارتباط بین صفات در ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط نرمال و تنش شوری

تورج میرمحمودی[۱]، کیوان فتوحی[۲]، حمزه حمزه[۳*]، حیدر عزیزی[۲]
۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد
۲. بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه
۳. بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، همدان

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۱۵

چکیده

به‌منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی و ارتباط بین صفات در ژنوتیپ‌های چغندرقند آزمایشی در دو شرایط نرمال و تنش شوری در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب در دو سال زراعی ۹۶- ۱۳۹۴ اجرا شد. نتایج نشان داد بین دو محیط نرمال و شوری ازنظر صفات کمی و کیفی موردبررسی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، همچنین تفاوت بین ژنوتیپ‌ها ازنظر کلیه صفات موردبررسی به‌غیراز درصد قند خالص معنی‌دار بود. اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نیز بر کلیه صفات به‌غیراز درصد قند خالص معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری به ژنوتیپ‌های شماره ۱۴(۰۰۴) و ۱۵ (۰۰۵) اختصاص داشت. بر اساس نتایج همبستگی بین صفات در هر دو شرایط محیطی، عملکرد قند خالص با عملکرد ریشه، درصد قند خالص و عملکرد قند ناخالص همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد ریشه، ضریب استحصال قند و درصد قند ناخالص در شرایط نرمال با تبیین ۹۳ درصد از تغییرات عملکرد قند خالص و در شرایط تنش شوری با تبیین ۸۴ درصد از تغییرات به‌عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد قند خالص شناسایی شدند؛ بنابراین گزینش ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مذکور می‌تواند در دستیابی به ژنوتیپ‌های پر محصول مثمر ثمر باشد.

واژه‌های کلیدی: **رگرسیون، ضریب استحصال، عملکرد قند خالص، همبستگی**

مقدمه

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌ها در میان تنش‌های غیرزنده محسوب می‌شود و یکی از موانع جدی در تولید محصولات کشاورزی است و برآوردها نشان می‌دهد که در حدود ۱۹/۵ درصد از زمین‌های آبی و ۲/۱ درصد از اراضی خشک متأثر از تنش شوری هستند (FAO, 2015). در ایران ۶/۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی کشور مبتلا به درجات مختلف شوری هستند که به دلیل مدیریت ضعیف آبیاری و سایر عوامل نامطلوب (زهکشی نامناسب، تبخیر و تعرق، بهره‌برداری بی‌رویه و بی‌برنامه از منابع آب زیرزمینی، انجام دو و بعضاً سه کشت در سال در بعضی از مناطق کشاورزی کشور و...) احتمال افزایش آن وجود دارد (Moameni, 2010). تخمین زده می‌شود که در حدود ۵۰ درصد از عملکرد محصولات زراعی در اثر تنش شوری در ایران از دست می‌رود که بالغبر یک میلیارد دلار زیان اقتصادی به کشاورزی ایران وارد می‌آورد (Qureshi et al., 2007). مساحت زمین‌های شور به حدود ۳۳ میلیون هکتار افزایش یافته است که ۲۰ درصد از کل زمین‌های آبی در ایران را در برمی‌گیرد (Zaman et al., 2018).

بر اساس نظرات کارشناسان و مطالعات انجام‌شده درزمینه تنش، شوری در مناطقی از ایران که چغندرقند کشت می‌شود

* نگارنده پاسخگو: حمزه حمزه. پست الکترونیک: h.hamze@areeo.ac.ir

بسیار مهم است (Taleghani et al., 2007). آستانه تحمل به شوری در چغندرقند ۷ دسی‌زیمنس بر متر است و شیب کاهش عملکرد آن بعدازاین نقطه در آستانه ۶ درصد است (Maas, 1990)؛ اما این مقدار کاهش به نوع رقم، شرایط آب و هوایی، مدیریت آبیاری، سطوح کودی و مدیریت زراعی وابسته است (Maas and Grattan, 1999).

یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های اصلاحی که موجب افزایش عملکرد محصولات زراعی می‌شود اصلاح واریته‌های جدید است. پیچیدگی بهبود مقاومت به تنش شوری در واریته‌ها به دلیل خصوصیت چندژنی بودن یا مولتی‌ژنی بودن تحمل به شوری است (Munns, 2011) که به‌صورت ژنتیکی خصوصیت پیچیده‌ای است (Shannon, 1985). همچنین ویژگی‌هایی همچون اپیستازی، اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط و تأثیرات محیطی موجب پیچیدگی بیشتر برای اصلاح واریته‌های متحمل به شوری می‌شود؛ بنابراین، مؤثرترین راه برای اصلاح ارقام متحمل به شوری استفاده از مکانیسم‌های ژنتیکی است (Joshi, 2011). تحمل به شوری اثرات غالبیت، هتروزیس و افزایشی را نشان داده است (Rajabi et al., 2014). تنوع ژنتیکی مناسبی برای تحمل به شوری (Abbasi et al., 2019) در چغندرقند گزارش شده است که می‌تواند برای بهبود تحمل به شوری در ارقام چغندرقند موردمطالعه قرار بگیرد. همچنین استفاده از خویشاوندان وحشی چغندرقند همانند *Beta vulgaris* ssp. *Maritime* برای بهبود خزانه ژنتیکی چغندرقند برای مقاومت به شوری می‌تواند مفید واقع شود (Khayamim, 2014). خوشبختانه شانس بهبود مقاومت به شوری به دلیل تنوع در ژرم‌پلاسم در واریته‌های چغندرقند وجود دارد (Khayamim, 2014; Abbasi et al., 2012). جهاد اکبر و همکاران (Jahad Akbar et al., 2012) در مطالعه واکنش ژنوتیپ‌های چغندرقند به شوری در مراحل مختلف رشد ریشه بالاترین عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص را در سه سال موردبررسی در تیمار شاهد که کمترین آب‌شور را دریافت کرده بود مشاهده کردند و اظهار داشتند با افزایش مقدار شوری آب از عملکرد ریشه و قند خالص در ژنوتیپ‌ها کاسته شد. فتوحی و همکاران (Fotoohi et al., 2006) در ارزیابی ۲۰ ژنوتیپ چغندرقند در شرایط تنش شوری مشاهده کردند شوری موجب کاهش عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص به میزان ۷۷ و ۳۳ درصد شد و ژنوتیپ شماره C33 (تتراپلوئید مولتی-ژرم) با متوسط عملکرد ۲۵/۴۸ تن در هکتار در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها تحمل مناسبی نسبت به تنش شوری از خود نشان داد. در مطالعه عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2015) تنش شوری عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص و ناخالص را به‌صورت معنی‌داری کاهش و بر درصد قند ناخالص، مقدار سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه را افزایش داد.

زمانی که به نژادگران تعدادی زیادی لاین در اختیار دارند، تعیین روابط بر اساس تجزیه علیت می‌تواند کمک مؤثری برای گزینش سریع و زودهنگام مواد ژنتیکی باشد (Farshadfar, 2000). در مطالعه بشیری و همکاران (Bashiri et al., 2015) تنش شوری صفات عملکرد ریشه، مقدار پتاسیم ریشه، عملکرد قند ناخالص، ضریب استحصال و عملکرد قند خالص را کاهش داد و ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ به ترتیب بالاترین عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص و ناخالص در هر دو شرایط را به خود اختصاص دادند. آن‌ها بر اساس نتایج ضرایب همبستگی بین صفات، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت تحت شرایط نرمال صفات عملکرد ریشه، درصد قند خالص و نیتروژن مضره و تحت شرایط شوری صفات درصد قند خالص و نیتروژن مضره به‌عنوان تأثیرگذارترین صفات بر عملکرد قند خالص شناسایی کردند. با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه آذربایجان غربی و توسعه شوره‌زارها در این منطقه شناسایی و توسعه ژنوتیپ‌های مقاوم چغندرقند امری ضروری است بنابراین مطالعه حاضر به‌منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند و روابط بین صفات در شرایط تنش شوری و نرمال انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند و روابط بین صفات در شرایط تنش شوری و نرمال آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب اجرا شد. ایستگاه مذکور در ۵ کیلومتری شمال غربی شهر در موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۹۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۱۴ متری از سطح دریای آزاد واقع شده است. این منطقه ازنظر تقسیمات آب و هوایی کشور دارای رژیم دمایی فریک (متوسط دمای سالیانه خاک بین ۸ الی ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و رژیم رطوبتی زریک (نیمه‌خشک) و خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی لوم بود (جدول ۱).

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Table 1. Physicochemical properties of the experimental soil

Value	مقدار		
آزمایش تنش Stress	آزمایش نرمال Normal	Soil Parameters	پارامترهای خاک
0-30	0-30	Depth (cm)	عمق خاک
41	38	SP (%)	درصد اشباع
5-6	2	EC(ds/m)	هدایت الکتریکی
8	8	pH	اسیدیته
8	8	T.N.V (%)	کربنات کلسیم
0.78	0.78	O.C (%)	کربن آلی
0.12	0.13	N (%)	ازت کل
8.32	8.05	P (ppm)	فسفر قابل‌جذب
265	255	K (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب
36	34	Sand (%)	شن
41	42	Silt (%)	سیلت
24	24	Clay (%)	رس
سیلتی لوم Silty loam	سیلتی لوم Silty loam	Texture	بافت خاک

در این تحقیق ۱۶ ژنوتیپ چغندرقند (جدول ۲) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو شرایط نرمال و خاک شور با شوری ۱۲/۱ دسی‌زیمنس بر متر مورد آزمایش قرار گرفتند. لازم به ذکر است که جهت اعمال تنش شوری، از شوری طبیعی خاک استفاده شد به‌طوری‌که از خاک یک قطعه زمین شور به تعداد ۱۰ بار نمونه‌برداری صورت گرفت که میانگین شوری محل ۱۲/۱ دسی‌زیمنس بر متر برآورد شد. قبل از اجرای آزمایش عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و کرت بندی مزرعه به‌طور یکسان صورت گرفت و کودهای فسفر و پتاس بر اساس نتایج آزمون تجزیه‌ی خاک در زمان تهیه زمین و کود نیتروژن به‌صورت پای بوته و یا به‌صورت استارتر مصرف شد. فاصله هر ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اندازه هر کرت شامل ۳ خط کاشت به طول ۸ متر بود. عملیات زراعی شامل آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و کولتیواتورزنی در حد نیاز انجام گرفت؛ و در طول فصل زراعی صفات مختلفی یادداشت‌برداری شد و برداشت در نیمه اول آبان ماه هر دو سال صورت گرفت. در این تحقیق، صفات عملکرد ریشه، درصد قند خالص، درصد قند ناخالص، مقدار ناخالصی‌های سدیم، نیتروژن مضره و پتاسیم، عملکرد قند خالص، عملکرد قند ناخالص و درصد استحصال اندازه‌گیری شد.

جدول ۲. ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد آزمایش
Table 2. Evaluated Sugar beet genotypes

1	8001-P.2 (مولتی‌ژرم گرده‌افشان)
2	8001-P.3 (مولتی‌ژرم گرده‌افشان)
3	8001-P.7 (مولتی‌ژرم گرده‌افشان)
4	8001-P.8 (مولتی‌ژرم گرده‌افشان)
5	MSC2*8001*P.7 (هیبرید مولتی ژرم)
6	MSC2*8001*P.10 (هیبرید مولتی ژرم)
7	MSC2*8001*P.11 (هیبرید مولتی‌ژرم)
8	8001P.1*(261*231) (هیبرید منوژرم)
9	8001P.3*(261*231) (هیبرید منوژرم)
10	8001 CHECK (گرده‌افشان پایه اولیه- بدون اصلاح)
11	7233*MSC2 HECK (شاهد متحمل‌به شوری‌هیبرید)
12	191 CHECK (مولتی ژرم‌گرده‌افشان-حساس به شوری)
13	007
14	004
15	005
16	Isela (شاهد حساس خارجی)

جهت محاسبات آماری در مرحله نخست آزمون نرمال بودن داده‌ها (آزمون کولموگروف-اسمیرنوف) انجام گرفت و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 انجام شد. از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (Lsd) جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. لازم به ذکر است که در تحقیق حاضر در مورد صفاتی که به‌صورت درصد یا رتبه‌ای بودند از تبدیل جذری داده‌ها استفاده شد. در این بررسی جهت شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد قند خالص از رگرسیون گام‌به‌گام بعد از اطمینان از عدم وجود رابطه هم خطی بین متغیرهای استفاده شد.

نتایج و بحث

پس از بررسی و تأیید برقراری فرض‌های تجزیه واریانس، یعنی نرمال بودن توزیع خطاها، یکنواختی واریانس‌های درون تیماری و اثر افزایشی بلوک با تیمار که به ترتیب به کمک آزمون شاپیرو ویلک، توزیع باقی‌مانده و آزمون غیر افزایشی توکی صورت گرفت، تجزیه واریانس انجام شد. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها اثر محیط بر هیچ‌کدام از صفات کمی و کیفی موردبررسی در چغندرقند معنی‌دار نبود.

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها ازلحاظ کلیه صفات موردبررسی به‌غیراز درصد قند خالص در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نیز بر عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، سدیم ریشه، پتاسیم ریشه، عملکرد قند ناخالص، درصد استحصال قند و عملکرد قند خالص در سطح احتمال یک درصد و بر مقدار نیتروژن مضره در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ در محیط تجزیه واریانس به‌صورت مجزا در هر دو محیط نرمال و شوری انجام شد. بر این اساس اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال در هر دو سال ازلحاظ کلیه صفات به‌غیراز درصد قند خالص در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در شرایط تنش شوری نیز اختلاف بین ژنوتیپ-ها ازلحاظ کلیه صفات به‌غیراز مقدار پتاسیم و درصد قند خالص سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها امکان گزینش ژنوتیپ‌ها برای خصوصیات کمی و کیفی در برای برنامه‌های آتی فراهم می-سازد.

عملکرد ریشه

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد در شرایط نرمال بالاترین عملکرد ریشه متعلق به ژنوتیپ شماره ۱۵(005) با میانگین ۸۵/۶۶ تن در هکتار بود بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۱۶(Isela)، ۱۴(004) و ۴ (8001 P.8) اختلاف معنی‌دار دیده نشد در این شرایط کمترین عملکرد ریشه به ژنوتیپ شماره ۱۰(8001 CHECK) با متوسط ۴۶/۳۳ تن در هکتار دیده شد (جدول ۴). در شرایط تنش شوری ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ (005) و ۱۶(Isela) به ترتیب با میانگین عملکرد ریشه ۷۷/۳۳ و ۷۷ تن در هکتار بالاترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند هرچند بین این دو ژنوتیپ و ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ (004)، ۹ (8001P.3*(261*231)) و ۴ (8001 P.8) اختلاف معنی-داری دیده نشد. پایین‌ترین عملکرد ریشه متعلق به ژنوتیپ شماره ۵ (MSC2*8001*P.7) با میانگین ۴۴ تن در هکتار بود (جدول ۴). در این بررسی دو ژنوتیپ ۱۴(004) و ۱۵(۰۰۵) بالاترین عملکرد ریشه را در هر دو شرایط به خود اختصاص دادند و می‌توان گفت این دو ژنوتیپ علاوه بر عملکرد ریشه بالا از مقاومت به شوری مناسبی در مقایسه با دیگر ارقام برخوردار بودند.

در تحقیقی مشابه بشیری و همکاران (Bashiri et al., 2015) بین ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی ازنظر عملکرد ریشه اختلاف معنی‌دار گزارش کردند و اظهار داشتند در شرایط نرمال ژنوتیپ ۲۶۰۶۰ با متوسط ۵۸/۷۸ تن در هکتار بالاترین و ژنوتیپ ۲۸۷۰۸ با متوسط ۳۶/۴۲ تن در هکتار پایین‌ترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند. تحت شرایط شوری نیز ژنوتیپ ۲۷۱۲۲ با متوسط ۳۶/۹۳ تن و ژنوتیپ ۲۷۳۰۶ با متوسط ۱۷/۶ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند.

درصد قند ناخالص

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها ازنظر درصد قند ناخالص نشان داد در شرایط نرمال ژنوتیپ شماره ۳ (001-P.7) با متوسط ۱۷/۶۵ درصد بالاترین مقدار صفت مذکور را به خود اختصاص داد هرچند بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۲ (8001-P.3)، ۱۰ (8001 CHECK)، ۱ (8001-P.2)، ۵ (MSC2*8001*P.7)، ۷ (MSC2*8001* P.11)، ۱۴(004)، ۹((261*231)*8001P.3) ، ۶ (MSC2*8001*P.10) و ۴ (P.8-۸۰۰۱) ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری دیده نشد.

پایین‌ترین درصد قند ناخالص به ژنوتیپ شماره ۸ (231*261*8001P.1) با متوسط ۱۴/۶۲ درصد اختصاص داشت. در شرایط تنش شوری ژنوتیپ شماره ۵ (MSC2*8001*P.7) با متوسط ۲۱/۳۵ درصد بالاترین درصد قند ناخالص را به خود اختصاص داد ازنظر آماری بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های ۱۰(8001 CHECK)، ۱۴ (004) و ۹ (231*261*8001P.3) اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۴).

کمترین درصد قند خالص با متوسط ۱۳/۴۶ درصد به ژنوتیپ شماره ۳ (8001 P.7) اختصاص داشت هرچند بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های ۴ (8001 P.8) و ۲ (8001 P.3) ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۴). در مطالعه جهاد اکبر و همکاران (Jahad Akbar et al., 2012) بالاترین درصد قند ناخالص در شرایط شوری به ژنوتیپ IC و MSC2*P29 7233 اختصاص داشت. اوبر و همکاران (Ober et al., 2005) ضمن اشاره به وجود تفاوت آماری معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف چغندرقند ازلحاظ عملکرد و صفات کمی و کیفی مختلف، بیان داشتند

ازلحاظ اقتصادی و محیطی، محصول مرغوب زمانی به دست می‌آید که حساسیت ارقام جدید نسبت به تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده کاهش یابد. در مطالعه بشیری و همکاران (Bashiri et al., 2015) نیز بین ژنوتیپ‌ها ازنظر درصد قند ناخالص اختلاف معنی‌دار در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری گزارش شد.

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مرتبط با خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند در دو محیط (نرمال و تنش شوری) در دو سال زراعی

Table 3. Analysis of variance of traits related to quantitative and qualitative characteristics of sugar beet in normal and salinity stress at two years

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی DF	عملکرد ریشه Root yield	درصد قند ناخالص Sugar content	سدیم ریشه NA	پتاسیم ریشه K	ازت مضره N%
Year (Y)	سال	1	1.21^{ns}	1.59^{ns}	4.21^{ns}	4.74^{ns}	0.011^{ns}
Environment (E)	محیط	1	2753.66^{ns}	58.29^{ns}	34.82^{ns}	8.89^{ns}	0.44^{ns}
Y× E	سال در محیط	1	2693.66**	0.98^{ns}	3.41^{ns}	0.69^{ns}	0.08^{ns}
E_a	خطای الف	8	9.26	0.50	1.01	0.15	0.02
Genotype (G)	ژنوتیپ	15	758.79**	7.38**	19.37**	0.57^{ns}	2.03**
G× Y	ژنوتیپ × سال	15	92.29^{ns}	0.58^{ns}	1.21^{ns}	0.11^{ns}	0.52^{ns}
G× E	ژنوتیپ × محیط	15	336.72**	13.78**	6.79**	1.87**	2.47*
G×Y×E	سال × ژنوتیپ × محیط	15	84.29^{ns}	1.12^{ns}	2.89^{ns}	0.38**	0.48^{ns}
E_b	خطای ب	120	155.02	1.28	2.47	0.52	0.60
CV(٪)	ضریب تغییرات		*17.99*	*6.88*	*11.46*	*10.87*	*29.71*

Table 3. Continued **جدول ۳. ادامه**

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی dF	درصد قند خالص White sugar content	عملکرد قند Sugar yield	درصد استحصال قند Percent of sugar extraction	عملکرد قند خالص White sugar yield
Year (Y)	سال	1	1.16^{ns}	1.22^{ns}	2.15^{ns}	1.09^{ns}
Environment (E)	محیط	1	45.18^{ns}	101.91^{ns}	2.14^{ns}	130.65^{ns}
Y× E	سال در محیط	1	1.05^{ns}	3.11^{ns}	2.18^{ns}	2.23^{ns}
E_a	خطای الف	8	0.61	1.02	1.01	0.85
Genotype (G)	ژنوتیپ	15	1.11^{ns}	85.18**	180.12**	58.65**
G× Y	ژنوتیپ × سال	15	1.08^{ns}	4.89^{ns}	12.74^{ns}	1.51^{ns}
G× E	ژنوتیپ × محیط	15	2.58^{ns}	33.28**	48.07**	15.33**
G×Y×E	سال × ژنوتیپ × محیط	15	2.18^{ns}	4.89^{ns}	15.56^{ns}	3.12^{ns}
E_b	خطای ب	120	2.18	5.30	15.50	3.95
CV(%)	ضریب تغییرات		10.80	14.58	6.18	15.33

ns، *و** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱%

ns, * and ** no significant, significant in 5% and 1%

ناخالصی ریشه

تحت شرایط نرمال ژنوتیپ شماره ۵ (MSC2*8001*P.7) با متوسط ۶/۳۸ ppm بیشترین مقدار و ژنوتیپ شماره ۱۰ (8001 CHECK) با متوسط ۰/۵۸ ppm کمترین مقدار سدیم ریشه را به خود اختصاص دادند. تحت شرایط شوری بالاترین مقدار سدیم ریشه با میانگین ۷/۲۹ppm و ۶/۷۸ppm به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۲ (191 CHECK) و ۲ (8001 P.3) بود، کمترین مقدار سدیم ریشه تحت شرایط مذکور با متوسط ۰/۶۹ ppm مربوط به ژنوتیپ شماره ۸ بود؛ هرچند بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۷ (MSC2*8001*P.11)، ۱۴ (004) و ۶ (MSC2*8001*P.10) اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۴).

در شرایط نرمال ژنوتیپ شماره ۶ (MSC2*8001*P.10) با میانگین ۷/۶۳ppm بالاترین و ژنوتیپ شماره ۴ (8001 P.8) با متوسط 18/5ppm پایین‌ترین مقدار پتاسیم ریشه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). سدیم به‌عنوان یک رقیب برای جذب پتاسیم محسوب می‌شود باید توجه داشت که جایگزینی پتاسیم توسط سدیم شامل تمام جنبه‌های فیزیولوژیکی پتاسیم نمی‌شود. در چغندرقند، پتاسیم برای تشکیل کلروفیل در بافت در حال گسترش لازم است. ارقام بخصوصی از چغندرقند در مقایسه با سایر ارقام، سدیم را به نسبت بیشتری از ریشه به برگ انتقال می‌دهند که بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی است (Shannon, 1984). ژنوتیپ‌های چغندرقند برای جلوگیری از مسمومیت سدیم را در واکوئل های خود سلول‌های ریشه خود ذخیره می‌کنند و به این صورت پتانسیل اسمزی خود را تحت شرایط تنش شوری تنظیم می‌نمایند بنابراین می‌توان اظهار داشت ژنوتیپ‌هایی که از قابلیت ذخیره سدیم بالایی در ریشه‌های خود دارند از تحمل به شوری بالاتری برخوردار هستند.

نتایج نشان داد در شرایط نرمال ژنوتیپ شماره ۱۱ (7233*MSC2 HECK) با متوسط ۴/۶۹ ppm بیشترین و ژنوتیپ شماره ۲ (8001 P.3) با متوسط ۱/۴۳ ppm کمترین مقدار نیتروژن مضره ریشه را به خود اختصاص دادند. در شرایط تنش شوری ژنوتیپ شماره ۳ با متوسط ۴/۵۴ ppm بیشترین مقدار نیتروژن مضره را به خود اختصاص داد هرچند بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۱۲(191 CHECK)، ۲ (8001-P.3) و ۴ (8001 P.8) اختلاف معنی‌دار دیده نشد کمترین مقدار ازت مضره به ژنوتیپ شماره ۱۰ (8001 CHECK) با متوسط ۱/۲۹ ppm تعلق داشت هرچند بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۹ (8001 P.3*(231*261))، ۶ (MSC2*8001*P.10) و ۷ (MSC2*8001*P.11) اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۴). در بررسی حاضر همبستگی بین مقدار نیتروژن مضره با درصد قند ناخالص در شرایط تنش شوری مثبت و معنی‌دار بود.

عباس و همکاران (Abass et al., 2010) در ارزیابی ارقام چغندرقند تحت شرایط شوری گزارش نمودند رقم کاویمرا متحمل‌ترین رقم به شوری و رقم تیگریس حساس‌ترین رقم بود آنان همچنین اظهار داشتند میزان سدیم ذخیره‌شده در ریشه رقم کاویمرا بسیار بالاتر از رقم تیگراس بود که در مقاومت به شوری رقم کاویمرا بی‌تأثیر نبوده است. عبداللهیان نوقابی و همکاران (Abdollahyan Noghabi et al., 2014) در مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند گزارش نمودند بالاترین میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره به مقدار ۶/۲۷، ۱۰/۰۷ و ۶/۱۲ (میلی مول در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های G5 (اتایپ ۱۶۰۹)، G18 (7221-Il-79)،G9 (اتایپ ۴۶۳) بود. در مطالعه جهاد اکبر و همکاران (Jahad Akbar et al., 2012) بالاترین مقدار سدیم ریشه در شرایط تنش شوری به رقم ۷۲۳۳ اختصاص داشت؛ اما بین ارقام ازلحاظ مقدار پتاسیم و ازت مضره اختلاف معنی‌دار دیده نشد.

عملکرد قند ناخالص

تحت شرایط نرمال ژنوتیپ‌های شماره ۳ (8001 P.7)، ۱۴(004)، ۱۵ (005) و ۱۶(Isela) به ترتیب با متوسط ۱۳/۵۳، ۱۳، ۱۳/۴۶ و ۱۳/۱۸ تن در هکتار بالاترین عملکرد قند ناخالص را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است که بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های ۱ (8001 P.2)، ۲ (001 P.3)، ۴ (8001-P.8)، ۶ (MSC2*8001*P.10) و ۱۳ (007) اختلاف معنی‌دار دیده نشد. کمترین عملکرد قند ناخالص نیز با متوسط ۸/۵۸، ۸/۰۶ و ۷/۹۱ تن در هکتار به ژنوتیپ‌های شماره ۷ (MSC2*8001*P.11)، ۸ (8001P.1*(261*231)) و ۱۰ (8001 CHECK) اختصاص داشت. در شرایط تنش شوری نیز بالاترین و پایین‌ترین عملکرد قند ناخالص به ترتیب با متوسط ۱۴/۸۲ و ۷/۲۱

تن در هکتار به ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ (005) و ۳ (8001 P.7) اختصاص داشت (جدول ۵).

در شرایط نرمال عملکرد قند ناخالص تنها با عملکرد ریشه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد درحالی‌که در شرایط شوری همبستگی عملکرد قند ناخالص با عملکرد ریشه و درصد قند خالص و ناخالص مثبت و معنی‌دار بود. اوراضی زاده و همکاران (Orazizadehet al., 2009) در ارزیابی ارقام مختلف چغندرقند در دشت مغان ازنظر عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار) در سطح احتمال یک درصد اختلاف آماری مشاهده نموده و اظهار داشتند رقم اوربیس با ۷/۹۹ تن در هکتار و رقم زرقان با ۴/۱۳ تن در هکتار بیشترین و کمترین مقدار عملکرد قند ناخالص را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

درصد استحصال قند

در شرایط نرمال ژنوتیپ شماره ۴ (۰۰۴) با متوسط ۸۶/۱۵ درصد بالاترین و ژنوتیپ‌های شماره ۲(۸۰۰۱- (P.3و ۱۲ (191 CHECK) به ترتیب با متوسط ۷۰/۴۳ و ۷۱/۰۹ درصد پایین‌ترین درصد استحصال را به خود اختصاص دادند. در شرایط تنش شوری نیز بالاترین و پایین‌ترین درصد استحصال قند به ترتیب با متوسط ۸۳/۹۳ و ۷۰/۵۴ درصد به ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ (8001 CHECK) و ۵ (MSC2*8001*P.7) اختصاص داشت (جدول ۵).

جدول ۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مرتبط با خصوصیات کمی و کیفی در دو شرایط جداگانه

Table 4. Analysis of variance (Mean squares) of traits related to quantitative and qualitative characteristics of sugar beet in two conditions

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	عملکرد ریشه Root yield		درصد قند ناخالص Sugar content		سدیم ریشه Na		پتاسیم ریشه K	
			N	S	N	S	N	S	N	S
Year (Y)	سال	1	7.75^{ns}	17.7^{ns}	0.95^{ns}	0.33^{ns}	1.03^{ns}	0.38^{ns}	0.15^{ns}	0.64^{ns}
Ea	خطای الف	6	4.21	6.12	0.85	0.16	0.83	0.18	0.08	0.29
Genotype (G)	ژنوتیپ	15	238.81^{*}	604.63^{**}	3.58^{**}	18.58^{**}	11.15^{**}	14.99^{**}	1.51^{**}	0.93^{ns}
G× Y	ژنوتیپ× سال	15	98.21^{ns}	107.22^{ns}	1.15^{ns}	1.80^{ns}	0.85^{ns}	2.81^{ns}	0.35^{ns}	0.51^{ns}
Eb	خطای ب	60	118.37	167.31	1.03	1.65	1.19	3.57	0.42	0.63
Cv%	ضریب تغییرات	-	*22.19*	*18.62*	*5.68*	*6.68*	*26.75*	*22.86*	*10.06*	*11.32*

Table 4. Continued **جدول ۴. ادامه**

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	ازت مضره N		درصد قند خالص White sugar content		عملکرد قند ناخالص Sugar yield		درصد استحصال Percent of sugar extraction		عملکرد قند خالص White sugar yield	
			N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Year (Y)	سال	1	0.11^{ns}	0.06^{ns}	0.11^{ns}	1.14^{ns}	0.46^{ns}	0.55^{ns}	3.29^{ns}	0.23^{ns}	0.53^{ns}	0.24^{ns}
Ea	خطای الف	6	0.05	0.04	0.08	1.10	0.09	0.43	2.12	0.24	0.14	0.19
Genotype (G)	ژنوتیپ	15	2.61^{**}	1.81^{**}	1.81^{ns}	2.79^{ns}	7.05^{*}	26.17^{**}	41.63^{**}	73.60^{*}	5.25^{*}	21.69^{**}
G× Y	ژنوتیپ× سال	15	0.83^{ns}	0.20^{ns}	0.99^{ns}	0.88^{ns}	3.15^{ns}	5.41^{ns}	7.57^{ns}	1.82^{ns}	0.33^{ns}	5.01^{ns}
Eb	خطای ب	60	0.94	0.26	1.52	2.56	3.06	7.39	14.04	35.81	2.52	4.87
Cv %	ضریب تغییرات		*11.25*	*20.14*	*8.92*	*10.46*	*20.57*	*20.28*	*7.80*	*24.27*	*20.43*	*20.94*

ns، *و** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. N: شرایط نرمال، S: شرایط تنش

ns, * and ** no significant, significant in 5% and 1%. N: Normal; S: Stress

جدول ۵. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های موردبررسی ازنظر صفات کمی و کیفی در دو سال

Table 5. Mean comparison of the studied genotypes for quantitative and qualitative traits of sugar beet in two years

ژنوتیپ Genotype	عملکرد ریشه Root yield (Ton.ha^{-1})		درصد قند ناخالص Sugar content		سدیم ریشه Na(ppm)		پتاسیم ریشه K(ppm)	
	تنش S	نرمال N	تنش S	نرمال N	تنش S	نرمال N	تنش S	نرمال N
8001-P.2	54.21^{bc}	69.86^{bc}	16.93^{ab}	17.38^{df}	6.41^{ab}	5.50^{ab}	6.97^{a}	6.44^{bf}
8001-P.3	58.11^{bc}	73.66^{bc}	17.58^{ab}	14.65^{h}	6.78^{a}	4.50^{bc}	7.71^{a}	5.70^{cg}
8001-P.7	53.58^{bc}	76.66^{cf}	17.65^{a}	13.46^{h}	5.53^{ad}	3.95^{bc}	7.33^{a}	5.57^{fg}
8001-P.8	59.33^{ac}	74.33^{ad}	16.25^{ad}	14.25^{h}	5.25^{ad}	3.38^{ce}	7.85^{a}	5.18^{g}
MSC2*8001*P.7	44.10^{c}	56^{df}	16.73^{ad}	21.35^{a}	6.19^{ac}	6.83^{aa}	7.10^{a}	6.22^{bg}
MSC2*8001*P.10	53.66^{bc}	70.01^{ce}	16.3^{ad}	16.91^{fg}	1.47^{e}	0.97^{f}	6.71^{a}	7.62^{a}
MSC2*8001*P.11	54.20^{bc}	51.66^{ef}	16.6^{ad}	17.05^{fg}	1.39^{e}	0.89^{f}	6.87^{a}	7.19^{ab}
(261*231)*8001P.1	57.18^{bc}	55.11^{df}	14.62^{d}	18.55^{cf}	0.69^{e}	1.84e^{f}	6.87^{a}	6.86^{ad}
(261*231)*8001P.3	67.12^{ab}	62.66^{df}	16.65^{ad}	19.78^{ac}	2.34^{de}	1.21^{f}	6.80^{a}	7.16^{ac}
8001 CHECK	57.80^{bc}	46.33^{f}	17.07^{ad}	21.05^{ab}	3.51^{bc}	0.58^{f}	6.87^{a}	6.80^{ad}
7233*MSC2 HECK	53.66^{bc}	65.35^{de}	15.62^{cd}	18.93^{bf}	3.06^{ce}	1.73^{ef}	7.01^{a}	6.76^{ae}
191 CHECK	54.25^{bc}	68.18ce	15.38cd	18.93bf	7.92a	2.27df	6.76^{a}	7.12^{ac}
007	577.2^{bc}	73.3bd	15.63cf	18.93bf	5.13ad	1.56f	7.62a	5.62fg
004	67.11^{ab}	78.66ac	16.53ad	20.55ac	1.43e	5.45ab	5.82a	5.94dg
005	77.33^{a}	85.6a	15.73cd	19.16be	2.98ce	1.78ef	8.08a	6.10cg
Isela	77.10^{a}	82.66a	15.95bd	15.01gh	3.34be	1.69ef	6.57a	6.88ad

Table 5. Continued **جدول ۵. ادامه**

ژنوتیپ Genotype	نیتروژن مضره (ppm) N		عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار) White sugar content		درصد استحصال قند Percent of sugar extraction		عملکرد قند خالص (تن در هکتار) White sugar yield	
	تنش S	نرمال N	تنش S	نرمال N	تنش S	نرمال N	تنش S	نرمال N
8001-P.2	2.27^{ce}	2.13d^{g}	9.42^{bc}	11.83^{ab}	74.07^{ef}	74.11^{ce}	5.35^{ce}	7.78^{be}
8001-P.3	3.77^{ac}	1.43^{g}	8.51^{bc}	12.95^{ab}	74.73^{df}	70.43^{e}	6.34^{ae}	6.27^{ce}
8001-P.7	4.54^{a}	1.47^{fg}	7.21^{c}	13.53^{a}	76.20^{cf}	71.75^{de}	5.73^{be}	5.21^{e}
8001-P.8	3.42^{ad}	3.44^{be}	8.45^{bc}	12.08^{ab}	74.89^{df}	74.55^{ce}	5.93^{be}	6.83^{be}
MSC2*8001*P.7	2.64^{be}	2.64^{b}	9.42^{bc}	9.37^{bc}	70.54^{f}	78.76^{bd}	3.63^{e}	7.77^{be}
MSC2*8001*P.10	1.60^{e}	2.31^{be}	9.07^{bc}	11.41^{ab}	82.24^{ab}	80.06^{ac}	5.86^{be}	8.37^{be}
MSC2*8001*P.11	1.81^{de}	2.25^{cf}	9.24b^{c}	8.58^{c}	82.66^{ab}	81.28$_{ac}$	6.11^{ae}	5.86^{de}
(261*231)*8001P.1	2.83^{be}	2.89^{dg}	10.61ac	8.06c	78.73^{ae}	84.75^{ab}	5.40^{ce}	7.83^{be}
(261*231)*8001P.3	1.53^{e}	2.92^{bd}	13.28^{ab}	10.43^{bc}	82.30^{ac}	82.02^{ab}	7.90$_{ac}$	9.01^{bd}
8001 CHECK	1.29^{e}	2.50^{bd}	12.17^{ac}	7.91^{c}	83.93^{a}	81.81^{ab}	6.94^{ad}	6.53^{be}
7233*MSC2 HECK	2.65^{be}	4.69^{a}	10.16^{bc}	10.21^{bc}	79.23^{ae}	81.81a^{c}	5.28^{ce}	8.82^{be}
191 CHECK	4.23^{ab}	3.16^{be}	10.27^{bc}	10.49^{bc}	77.40^{be}	71.09^{e}	5.09^{de}	7.97^{be}
007	2.56^{ce}	2.37^{bc}	10.83^{ac}	11.46^{ab}	78.54^{ae}	79.45^{ac}	5.71^{be}	10.06^{b}
004	2.36^{ce}	2.29^{ce}	13.79^{ab}	13.00^{a}	75.38$_{df}$	86.15^{a}	7.04^{ad}	12.59^{a}
005	2.54^{ce}	2.36^{df}	14.82^{a}	13.46^{a}	77.35^{be}	82.45^{ab}	8.34^{ab}	12.37^{a}
Isela	2.78^{be}	1.80^{ce}	11.57^{ac}	13.18^{a}	80.56^{ad}	74.38^{ce}	8.81^{a}	8.93^{be}

N- شرایط نرمال، S- شرایط تنش شوری N: Normal; S: Stress

میانگین‌های دارای حرف مشترک، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند.

Means that have a common letter, have not significantly different together based on LSD test at 5%

درصد استحصال قند در شرایط نرمال و تنش با درصد قند خالص همبستگی مثبت و معنی‌دار و با سدیم ریشه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد (جدول ۶). وجود ارتباط مثبت و معنی‌دار بین درصد استحصال قند در هر دو شرایط محیطی را می‌توان به ارتباط ریاضی بین این دو صفت نسبت داد که رابطه مستقیم باهم دارند؛ اما با افزایش مقدار سدیم ریشه از ضریب استحصال قند کاسته خواهد شد. بخشی‌خانیکی و همکاران (Bakhshi Khaniki et al., 2011) بین ژنوتیپ‌ها ازنظر درصد استحصال قند اختلاف معنی‌داری گزارش کردند و اظهار نمودند بالاترین مقدار قند قابل استحصال متعلق به رقم شیرین بود.

جدول ۶. همبستگی بین صفات اعداد پایین مربوط به شرایط نرمال اعداد بالا مربوط به شرایط تنش شوری در دو سال است

Table 6. The correlation between traits, low numbers related to normal and high numbers related to salinity conditions at two years

	صفات Treats	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	عملکرد ریشه Root yield	1	-0.44^{ns}	0.20^{ns}	-0.35^{ns}	-0.15^{ns}	-0.39^{ns}	0.84**	-0.31^{ns}	0.75**
2	درصد قند ناخالص Suger percent	-0.18^{ns}	1	-0.24^{ns}	0.40^{ns}	0.54*	0.95**	0.34**	-0.17^{ns}	0.20^{ns}
3	سدیم ریشه Na	-0.28^{ns}	0.20^{ns}	1	-0.39^{ns}	0.36^{ns}	-0.29^{ns}	0.21^{ns}	-0.84**	-0.36^{ns}
4	پتاسیم ریشه K	0.28^{ns}	-0.15^{ns}	0.21^{ns}	1	0.45^{ns}	0.33^{ns}	-0.41^{ns}	0.25^{ns}	-0.17^{ns}
5	ازت مضره درصد N	-0.13^{ns}	0.27^{ns}	0.43^{ns}	0.43^{ns}	1	0.18^{ns}	0.38^{ns}	-0.12^{ns}	0.19^{ns}
6	درصد قند خالص Net Suger percent	-0.03^{ns}	0.74**	-0.44**	-0.37**	0.23^{ns}	1	0.31*	0.84**	0.49**
7	عملکرد قند ناخالص Suger yield	0.95**	0.26^{ns}	-0.15^{ns}	0.25^{ns}	0.03^{ns}	0.17^{ns}	1	0.20^{ns}	0.96**
8	درصد استحصال S.E.C	0.26^{ns}	-0.17^{ns}	-0.86**	-0.48^{ns}	-0.49^{ns}	0.78**	0.26^{ns}	1	0.59*
9	عملکرد قند خالص W. Suger yield	0.94**	0.48**	-0.28^{ns}	0.22^{ns}	-0.22^{ns}	0.45^{ns}	0.93**	0.05^{ns}	1

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

Ns, *, ** significant and insignificant at 1 and 5% levels respectively

عملکرد قند خالص

در شرایط نرمال دو ژنوتیپ شماره ۱۴(۰۰۴) و ۱۵(۰۰۵) به ترتیب با متوسط ۱۲/۵۶ و ۱۲/۳۷ تن در هکتار بالاترین و ژنوتیپ شماره ۳ (8001 P.7) با متوسط ۵/۲۱ تن در هکتار کمترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در شرایط شوری ژنوتیپ شماره ۱۶ (Isela) با متوسط ۸/۸۱ تن در هکتار بالاترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص داد هرچند بین ژنوتیپ مذکور و ژنوتیپ‌های شماره ۲ (8001 P.3)، ۷ (MSC2*8001*P.11)، ۱۰ (8001 CHECK)، ۱۴ (004) و ۱۵(005) اختلاف معنی‌دار دیده نشد. کمترین مقدار عملکرد قند خالص نیز با متوسط ۳/۶۶ تن در هکتار به ژنوتیپ شماره ۵ را به خود اختصاص داشت (جدول ۵). صفت عملکرد قند خالص مهم‌ترین صفت در چغندرقند است و هدف اصلی اصلاح در چغندرقند افزایش عملکرد قند خالص است همان‌طوری که مشاهده می‌شود در هر دو شرایط محیطی ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ (۰۰۴) و ۱۵ (۰۰۵) بالاترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص داد. بنابراین می‌توان اظهار داشت ژنوتیپ‌های مذکور ژنوتیپ‌های مناسبی برای کشت در شرایط نرمال و تنش شوری باشند.

در این مطالعه در شرایط نرمال همبستگی عملکرد قند خالص با عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص و عملکرد قند ناخالص مثبت و معنی‌دار بود درحالی‌که در

شرایط شوری عملکرد قند خالص با عملکرد ریشه، درصد قند خالص و عملکرد قند ناخالص و ضریب استحصال قند مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۵). در این بررسی ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ (۰۰۴) و ۱۵ (۰۰۵) در هر دو شرایط از عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص بالاتری در مقایسه با دیگر ارقام برخوردار بودند بنابراین بالاتر بودن عملکرد قند خالص در این ژنوتیپ‌ها را می‌تواند به دلیل بالا بودن صفات مذکور باشد.

طالقانی و همکاران (Taleghani et al., 2008) در ارزیابی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های امیدبخش چغندرقند بین ژنوتیپ‌ها ازنظر صفت عملکرد قند خالص اختلاف معنی-داری گزارش نموده و اظهار داشتند ژنوتیپ‌های BP, 7112 کرج و RS003 به ترتیب با میانگین‌های ۴/۶، ۴/۹ و ۴/۷ تن بیشترین و ژنوتیپ ۷۲۲۱-II با متوسط ۲ تن در هکتار کمترین مقدار عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند. در مطالعه بشیری و همکاران (Bashiri et al., 2015) در شرایط نرمال ژنوتیپ شماره ۱ (۲۶۰۶۰) با میانگین ۹/۴۴ تن در هکتار بالاترین و ژنوتیپ شماره ۵ (۲۸۷۰۸) با متوسط ۵/۳۷ تن در هکتار کمترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند تحت شرایط شوری ژنوتیپ شماره ۳ (۲۷۱۲۲) با متوسط ۵/۲۱ تن در هکتار بالاترین و ژنوتیپ شماره ۴ (۲۷۳۰۶) با متوسط ۲/۵۱ تن در هکتار کمترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص داد. در مطالعه آناقلی و همکاران (Anagholi et al., 2018) دو ژنوتیپ OT-110-90-25 و S1-930792 به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد قند خالص را تحت شرایط شوری به خود اختصاص دادند.

تجزیه رگرسیون و علیت

نتایج تجزیه رگرسیون چندگانه برای مشخص نمودن اجزای مؤثر بر عملکرد قند خالص به‌عنوان صفت وابسته در شرایط نرمال و شرایط شوری ملایم در متوسط سال در جداول ۷ و ۹ درج شده است. در شرایط نرمال عملکرد ریشه، ضریب استحصال قند و درصد قند ناخالص ۹۳ درصد از تغییرات عملکرد قند خالص را تبیین نموده و به‌عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد ریشه شناسایی شدند در این مطالعه چنانچه عملکرد قند خالص متغیر Y و صفات عملکرد ریشه، ضریب استحصال قند و درصد قند ناخالص به ترتیب به‌عنوان متغیرهای X_1، X_2 و X_3 در نظر گرفته شدند معادله خط رگرسیون به‌صورت برازش می‌شود. در این تحقیق عملکرد ریشه به تبیین ۸۴ درصد از تغییرات عملکرد قند خالص به‌عنوان مؤثرترین صفت در شرایط نرمال شناسایی شد ضریب استحصال قند و درصد قند ناخالص نیز به ترتیب با ۵ و ۳ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. نتایج تجزیه علیت صفات بر اساس صفات باقی‌مانده در مدل حاکی از آن بود که عملکرد ریشه هم به‌صورت مستقیم و هم به‌صورت غیرمستقیم از طریق ضریب استحصال اثر مثبتی بر عملکرد قند خالص داشت درحالی‌که از طریق درصد قند ناخالص اثر منفی بر عملکرد قند خالص نشان داد. درصد استحصال نیز هم به‌صورت مستقیم و هم غیرمستقیم و از طریق عملکرد ریشه اثر مثبتی بر عملکرد قند خالص داشت اما از طریق درصد قند ناخالص اثر منفی بر عملکرد قند خالص نشان داد. درصد قند ناخالص اگرچه به‌صورت مستقیم اثر مثبتی بر عملکرد قند خالص نشان داد اما به‌صورت غیرمستقیم از طریق عملکرد ریشه و ضریب استحصال اثر منفی بر عملکرد قند خالص داشت.

در شرایط شوری نیز صفات ضریب استحصال قند عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص با تبیین ۸۸ درصد از تغییرات عملکرد قند خالص به‌عنوان مؤثرترین صفات شناسایی شدند همانند شرایط نرمال چنانچه عملکرد قند خالص متغیر Y و صفات ضریب استحصال قند، عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص به ترتیب به‌عنوان متغیرهای X_1، X_2 و X_3 در نظر گرفته شدند معادله خط رگرسیون به‌صورت قابل برازش است. برخلاف شرایط نرمال در شرایط شوری ملایم ضریب استحصال قند با توجیه ۶۹ درصد از تغییرات به‌عنوان مهم‌ترین صفت شناسایی شد. صفات عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص نیز با به ترتیب با تبیین ۱۶ و ۳ درصد در جایگاه دوم و سوم قرار گرفتند. نتایج تجزیه علیت در شرایط شوری نشان داد دو صفت ضریب استحصال قند و عملکرد ریشه هم به‌صورت مستقیم و هم به‌صورت غیرمستقیم از طریق یکدیگر اثر مثبتی بر عملکرد قند خالص نشان دادند اما اثر غیرمستقیم دو صفت از طریق درصد قند ناخالص منفی بود. درصد قند خالص هرچند به‌صورت مستقیم اثر مثبت و معنی-داری بر عملکرد قند خالص داشت اما به‌صورت غیرمستقیم و از طریق ضریب استحصال و عملکرد ریشه عملکرد قند خالص را کاهش داد. وجود رابطه مثبت بین عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص را می‌توان به رابطه ریاضی بین این دو صفت نسبت داد که بین دو صفت ارتباط مستقیمی وجود دارد که با افزایش عملکرد ریشه بر عملکرد قند خالص نیز افزوده می-شود. ارتباط مثبت بین ضریب استحصال قند و عملکرد قند

خالص را می‌توان به جزء مشترک این دو صفت یعنی درصد قند خالص نسبت داد به‌طوری‌که با افزایش درصد قند خالص بر هر دو صفت افزوده خواهد شد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین درصد قند خالص با ضریب استحصال قند و عملکرد قند خالص دلیلی بر این ادعاست. همچنین درصد قند ناخالص نیز با عملکرد قند خالص دارای جزء مشترک درصد قند خالص است که با افزایش درصد قند خالص بر مقدار هر دو صفت افزوده می‌شود (وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار درصد قند ناخالص و عملکرد قند خالص با درصد قند خالص). بشیری و همکاران (Bashiri et al., 2015) نشان دادند در شرایط عادی صفات عملکرد ریشه، درصد قند خالص و ازت مضره و در شرایط شوری صفات درصد قند خالص و ازت مضره تأثیرگذارترین صفات بر عملکرد قند خالص شناسایی شدند.

جدول ۷. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفات موردمطالعه با عملکرد قند خالص به‌عنوان متغیر تابع در شرایط نرمال

Table 7. Results of stepwise regression analysis of the studied traits with white sugar yield as dependent variable under normal condition

Variables	متغیرها	1	2	3
Contrast	عدد ثابت	-0.07	-6.43	-14.71
Root yield	عملکرد ریشه	0.14	0.13	0.13
Percent of sugar extraction	ضریب استحصال		0.08	0.10
Sugar content	درصد قند ناخالص			0.39
R^2	ضریب تبیین	0.84	0.89	0.93

جدول ۸. تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد قند خالص در شرایط نرمال

Table 8. Path analysis of traits affecting white sugar yield under normal condition

			اثر غیرمستقیم Indirect effect		
Variables	متغیرها	اثر مستقیم Direct effect	عملکرد ریشه Root yield	ضریب استحصال Percent of sugar extraction	درصد قند ناخالص Sugar content
Root yield	عملکرد ریشه	0.91**	1	0.072	-0.043
Percent of sugar extraction	ضریب استحصال	0.28**	0.23	1	-0.040
Sugar content	درصد قند ناخالص	0.24**	-0.16	-0.047	1

جدول ۹. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفات موردمطالعه با عملکرد قند خالص به‌عنوان متغیر تابع در شرایط تنش شوری

Table 9. Results of stepwise regression analysis of the studied traits with white sugar yield as dependent variable under salt stress condition

Variables	متغیرها	1	2	3
Contrast	عدد ثابت	-19.95	-22.84	-24.40
Percent of sugar extraction	ضریب استحصال	0.28	0.16	0.16
Root yield	عملکرد ریشه		0.14	0.16
Sugar content	درصد قند ناخالص			0.52
R^2	ضریب تبیین	0.69	0.85	0.88

جدول ۱۰. تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد قند خالص در شرایط تنش شوری

Table 10. Path analysis of traits affecting white sugar yield under Salt stress condition

			Indirect effect	اثر غیرمستقیم	
Variables	متغیرها	اثر مستقیم Direct effect	ضریب استحصال Percent of sugar extraction	عملکرد ریشه Root yield	درصد قند ناخالص Sugar content
Percent of sugar extraction	ضریب استحصال	0.40**	1	0.27	-0.10
Root yield	عملکرد ریشه	0.89**	0.12	1	-0.27
Sugar content	درصد قند ناخالص	0.62**	-0.06	-0.39	1

نتیجه‌گیری نهایی

در تحقیق حاضر بین دو سال موردمطالعه ازلحاظ صفات موردبررسی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، لذا می‌توان نتیجه گرفت که شرایط جوی در دو سال موردبررسی تفاوت چشم-گیری ازلحاظ اثر بر صفات موردبررسی نداشته است. در این بررسی بین دو شرایط نرمال و تنش شوری تفاوت معنی‌داری ازلحاظ صفات موردبررسی دیده نشد. بنابراین می‌توان گفت ارقام موردبررسی مقاومت نسبی به شوری داشته‌اند. بین ژنوتیپ‌های موردبررسی تنوع ژنتیکی مناسبی وجود داشت و می‌توان گفت گزینش ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مطلوب می‌تواند برای دست‌یابی به ژنوتیپ‌های مطلوب مثمر ثمر باشد. در هر دو شرایط محیطی ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ (004) و ۱۵ (005) بالاترین عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و خالص را به خود اختصاص دادند لذا گزینش ژنوتیپ‌های مذکور برای برنامه‌های آتی قابل توصیه هستند. در هر دو شرایط صفات عملکرد ریشه، درصد استحصال قند و درصد قند خالص بیشترین تغییرات مرتبط با عملکرد قند خالص را تبیین نمودند.

منابع

Abbas, F., Mohanna, A., Allaham, G.H., Jabbar, A., 2012. Osmotic regulation of sugar in terms of salinity. Sugar Journal. 28, 80-67. [In Persian with English summary].

Abbasi, Z., Arzani, A., Majidi, M.M., Rajabi, A., Jalali, A., 2019. Genetic analysis of sugar yield and physiological traits in sugar beet under salinity stress conditions. Euphytica. 215, 1-12

Abbasi Z., Arzani, A., Magidi, M.M., Mashayekhi, P., 2015. Evaluation of new sugar beet hybrids based on stress tolerance indices in saline conditions. Arid Biome. 5, 77-53. [In Persian with English summary].

Abbasi, Z., Arzani, A., Majidi, M., Nachtigall, M., Frese, L., 2012. Joint Meeting of ECPGR and WBN (Lille, France), p. 21.

Abdollahyan Noghabi, M., Mohammadian, R., Taleghani, D.F., Sadeghzadeh Hemayati, S., 2014. Sweett Research. Sugar Beet Seed Institute Press, 169p. [In Persian].

Anagholi, A., Rajabi, A., Khayamim, S. 2019. Screening salt-tolerant sugar beet genotypes using stress tolerance indices. Pharmacophore. 9, 60-71.

Bakhshi Khaniki, G., Javadi, S., Mehdikhani, P., Tahmasebi, D., 2011.Investigation of drought stress effects on some quantity and quality characteristics of new sugar beet genotypes. New Cellular-Molecular Biotechnology Journal. 1, 65-74.

Bashiri, B., Mir Mahmoodi, T., Fotohi, K., 2015. Evaluation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes for their trait associations under saline conditions. Journal of Crop Ecophysioloy. 9, 243- 258. [In Persian with English summary].

FAO AGL. 2000. http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush

Fotoohi, K., Mesbah, M., Sadeghian Motahar, Y., Rangi, Z., Orazizade, M., 2006. Evaluation of salinity tolerance in sugar beet genotypes. Journal of Sugar Beet. 22, 1-18. [In Persian with English summary].

Jahad Akbar, M.R, Ebrahimian, H.R., Vahedi, S., 2012. Response of sugar beet to saline irrigation water in different growth stages. Sugar Beet Journal. 27, 53-66. [In Persian with English summary].

Joshi, A. K., 2011. Handbook of Plant and Crop Stress, Florida: CRC Press

Khayamim, S., Noshad, H., Jahadakbar, M.R., Fotuhi, K., 2017.Review on sugar beet salt stress studies in Iran. 3rd International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS 2017). 26–29 June 2017, Qingdao, China

Maas, E.V., 1990. Crop salt tolerance. In: Tanji, K.K. (ed.), Agricultural Salinity Assessment and Management. ASCE Pub. New York. pp: 262-303.

Maas, E.V., Grattan, S.R., 1999. Crop yield as affected by salinity. Agricultural Drainage; Agronomy Monograph. 38, 55-107.

Munns, R., 2011. Advances in Botanical Research, Massachusetts: Academic Press.

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

Orazizadeh, M. Moharamzadeh, M., 2009. Investigating commercial monogerm sugar beet varieties in different regions of the country, Final Report of Research Project Sugar Beet Seed Institute. [In Persian].

Qureshi, A.S., Qadir, M., Heidari, N., Tural, H., Javadi, A., 2007. A review of management strategies for salt prone land and water resources in Iran. Working Paper 125 (Iran: national Water Management Institute). [In Persian].

Rajabi, A., Khayamim, S., Abbasi, Z., Ober, E., 2014. Salt stress and sugar beet improvement: Challenges and opportunities. In: Ahmad, P., Wani, M.R., Azooz, M.M., Phan Tran, L.S. (Eds.), Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes. Springer, London. pp. 121-150.

Shannon, M.C. 1984. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In: Staples, R.C., Toenniesen, G.H. (eds.). Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement. John Wiley and Sons. pp: 231-254.

Taleghani, D., Gohari, G., Tohidloo, V., Roohi A., 2008. Study water and nitrogen use efficiency under optimum and stress conditions, in two sugar beet planting patterns. Final Report of Research Project, Sugar Beet Seed Institute. 2008. [In Persian].

Zaman, M., Shahid, S.A., Heng, L., 2018. Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques. Springer. 183p.