بررسی صفات عملکردی لاین های اصلاحی چغندرقند در شرایط کم آبی و نرمال

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

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

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

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰٤/۲۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱)

چکیده

با توجه به تغییرات ایجاد شده در خصوصیات کمی و عملکردی چغندرقند تحت تنش های محیطی، این تحقیق با هدف بررسی میزان تاثیر تنش خشکی بر صفات لاین های اصلاحی چغندرقند انجام گردید. بدین منظور خانواده‌های فول سیب حاصل از برنامه‌های اصلاحی در دو آزمایش جداگانه خشکی و نرمال در سال زراعی ۱۳۹٦ مورد بررسی قرار گرفتند. اثر محیط برای صفات محتوای آب نسبی، میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ، مساحت سطح برگ، وزن‌تر اندام هوایی، وزن خشک‌ریشه و نسبت جرمی ریشه معنی‌دار بوده و تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار این صفات شده است. بین فول‌سیب‌های انتخابی ازنظر صفات محتوای آب نسبی، شاخص شادمانی برگ، مساحت سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و وزن ویژه برگ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. فول سیب ۱۱ به همراه شاهدهای ۱۸، ۲٤ و ۲۵ بیشترین و فول‌سیب‌های ۵، ۱، ۱۳ و شاهد ۲۱ دارای کمترین میزان آب نسبی برگ بودند. همچنین فول‌سیب‌های ۱ و ۱۰ به همراه شاهدهای ۱۸ و ۲۲ بیشترین و فول سیب ۷ به همراه شاهدهای ۲۳ و ۲٤ کمترین مساحت سطح برگ را داشتند. فول‌سیب‌های ۲، ۱۳ و ۱۲ بیشترین و فول سیب ۱۷ و شاهدهای ۱۸، ۲۰ و ۲۱ دارای کمترین میزان وزن خشک اندام هوایی بودند. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در صفات وزن‌تر اندام هوایی، وزن خشک‌ریشه، نسبت جرمی ریشه و نسبت ریشه به ساقه معنی‌دار بود که نشان می دهد روند تغییرات این صفات در ژنوتیپ های مورد بررسی در دو محیط متفاوت است. در انتها فول سیب های ۲، ۹، ۱۲، ۱۳ و ۱۹ در هر دو محیط مورد مطالعه شرایط بهتری داشته و در مجموع صفات می توانند به عنوان ژنوتیپ های برتر معرفی شوند.

کلمات کلیدی: خشکی، خانواده های فول سیب، چغندرقند

مقدمه

در مورد خشکی تعاریف مختلفی ارائه‌شده که هرکدام مفهومی خاص از خشکی را بیان می‌کند. برخی خشکی را دوره‌ای که کمبود آب چه به‌صورت حاد و چه به‌صورت مزمن رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مانع رشد نرمال آن می‌شود تعریف می‌نمایند (Winkel, 1989). برخی دیگر خشکی را معادل کمبود آب در نظر گرفته و آن را به مفهوم عدم توازن بین عرضه و تقاضای آب برای گیاه تلقی می‌کنند (Gifford and Evans, 1981). برخی دیگر معتقدند که کمبود یا تنش رطوبتی هنگامی افزایش می‌یابد که تقاضای تبخیر اتمسفری بالای برگ (تبخیر و تعرق پتانسیل) از ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای استخراج آب از خاک (تبخیر و تعرق

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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

واقعی) تجاوز نموده و فراتر رود (Edmeades *et al*., 1989). ایران با متوسط بارندگی کمتر از ۲٤۰ میلی‌متر جزئ مناطق خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که در مناطق دارای تنش خشکی، مطمئن‌ترین راه برای بهبود صفت مقاومت به خشکی اصلاح برای افزایش پتانسیل عملکرد است. با این هدف عملکرد حتی در محیط‌هایی که تنش بسیار شدید است افزایش نشان داده است (Passioura, 1996; Richards, 1996).

خشکی باعث کاهش عملکرد در مناطق خشک و معتدل می شود. پاسخ گیاهان به تنش به مدت‌زمان تنش، شدت کمبود آب، جنس و گونه گیاه و مرحله‌ای از رشد که گیاه در آن قرار دارد بستگی دارد (Kramer, 1963). به‌طورکلی کمبود آب باعث تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در چغندرقند می‌گردد. تحت شرایط تنش، سطح پهنک و طول دمبرگ نسبت به شرایط بدون تنش کمتر می شود؛ اما سرعت ظهور برگ‌های جدید کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همچنین تحت این شرایط سلول‌های مزوفیلی پهنک‌برگ کمتر و کوچک‌تر هستند (Davidoff and Hanks, 2004). تنش خشکی باعث کاهش طول عمر برگ می شود. کاهش سطح برگ ممکن است نشان‌دهنده خشکی‌پسندی گیاه باشد زیرا چغندرقند می‌تواند با از دست دادن برگ‌ها، اثرات کمبود آب را کاهش داده و درعین‌حال توانایی خود را برای پاسخ به بهبود شرایط با تولید برگ‌های جدید حفظ نماید (Winter, 1988). تحت شرایط تنش خشکی برگ‌های چغندرقند در واکنش به کمبود آب گرایش به خوابیدگی روی خاک دارند و بنابراین سطح مؤثر در مقابل نور خورشید افزایش می‌یابد (Clover, 1998). درنتیجه مقدار تعرق در این برگ‌ها کاهش‌یافته و دمای برگ افزایش می‌یابد و اثرات خشکی و گرمایی با یکدیگر ترکیب‌شده و باعث سوختگی و درنهایت مرگ برگ می‌شود. گزارش‌شده است که در برگ‌های در حال تعرق چغندرقند، دما تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد خشک‌تر از گیاهان تحت تنش می‌باشند (Sepaskhah, 1997).

با مقایسه رقم متحمل به خشکی ۲٤۳٦۷ با رقم غیر متحمل N6 چغندرقند مشاهده شد که رقم مقاوم به خشکی آب کمتری از برگ‌ها از دست می‌دهد و از نسبت برگ به ریشه کمتری برخوردار است (Shaw *et al*, 2002). کم‌آبی در چغندرقند موجب کاهش وزن‌تر ریشه می‌شود اما درصد قند ریشه به‌واسطه پسابیدگی ریشه افزایش می‌یابد. کاهش وزن‌تر ریشه به دلیل پسابیدگی در برگ‌ها و ریشه‌ها رخ می‌دهد اما تولید شکر به‌ندرت تحت تأثیر کم‌آبی قرار می‌گیرد حتی اگر تنها ۷۰ درصد از مقدار آب موردنیاز گیاه در اختیار چغندرقند قرار بگیرد (AL-Jbawi1 and Abbas, 2013). عبداللهیان و فرود ویلیامز (Abdollahian and Froud-Williams, 2000) بامطالعه اثر خشکی روی سه رقم چغندرقند نشان دادند که باوجود ٤٦ درصد کاهش ماده خشک‌ریشه، ماده خشک اندام هوایی تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت. شهاتا و همکاران (Shehata *et al*., 2000) با بررسی نحوه واکنش چهار رقم چغندرقند به سطوح مختلف دسترسی به آب (۲۵، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) نشان دادند که رشد و عملکرد اندام‌های هوایی بیش‌تر از ریشه تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرند. مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی در ژرم پلاسم چغندرقند ازنظر تحمل به خشکی و کارایی مصرف آب وجود دارد و با استفاده از گزینش می‌توان کارایی مصرف آب را در ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند افزایش داد (صادقیان مطهر و همکاران، ۱۳۸۰). اعمال تنش خشکی پس از مرحله تنک کردن چغندرقند موجب کاهش شدید عملکرد ریشه می‌شود و افزایش ۲ الی ۳ درصد عیار قند کاهش عملکرد ریشه را جبران نمی‌کند درحالی‌که اعمال تنش خشکی در اواخر فصل رشد نه‌تنها عملکرد ریشه را به‌طور معنی‌دار کاهش نداد بلکه باعث افزایش محسوس درصد قند نیز گردید (Caro and Cucci, 1986). در بررسی رابطه برخی از صفات مورفولوژیک در اوایل دوره رشد با عملکرد نهایی سه ژنوتیپ چغندرقند در شرایط شیب رطوبتی متفاوت مشخص شد که تنش خشکی طی فصل رشد عملکرد ریشه را از ۵۱ تن در هکتار در حالت بدون تنش به میزان ۲٤ درصد در تنش ملایم و ۵۷ درصد در تیمار تنش شدید کاهش می دهد (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۹). در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

تحقیقی دیگر در بررسی تأثیر تنش خشکی روی برخی خصوصیات کمی و کیفی ارقام جدید و اصلاح‌شده چغندرقند مشخص شد که اثر تنش خشکی بر صفات عملکرد ریشه، وزن‌تر و خشک برگ، وزن‌تر ریشه و ماده خشک معنی‌دار است (بخشی خانیگی و همکاران، ۱۳۹۰). چغندرقند با قابلیت کشت در اغلب مناطق ایران به‌عنوان مهم‌ترین منبع شکر است. نیاز آبی چغندرقند با توجه به تنوع مکانی و جغرافیایی کشت آن متفاوت است. ازجمله دلایل این تفاوت را شاید در مصرف زیاد آب به اعتقاد فابریو و همکاران (Faberio *et al*., 2003) از یکسو و مقاوم بودن آن نسبت به اعمال تنش آبی به‌ویژه در انتهای مرحله رشد (کریمی و نادری، ۱۳۸۷) دانست.

تنوع جغرافیایی و مکانی کشت چغندر و قابلیت اعمال مدیریت‌های مختلف آبی، موجب انجام تحقیقات متنوعی در خصوص نیاز آبی و تأثیرات آن بر عملکرد چغندرقند شده است (صادقیان مطهر و همکاران، ۱۳۸۰). چغندرقند در مقایسه با اکثر گیاهان زراعی توانایی بیشتری در تولید ماده خشک در شرایط تنش خشکی دارد (Schittenhelm, 1999). مدارک نشان می‌دهد که در طی سال‌ها واکنش ارقام چغندرقند به کمبود آب مشابه بوده است که می‌تواند در ارتباط با پایه ژنتیکی محدود ارقام تجارتی باشد (McGrath *et al*., 1999; Van der Beek and Houtman, 1993). درصورتی که دامنه وسیعی از مواد ژنتیکی مثل جمعیت های آزادگرده افشان، لاین‌ها و ارقام تجارتی موفق موردبررسی قرار بگیرند، واریانس ژنتیکی کافی برای تحمل به خشکی گزارش شده است (Sadeghian *et al*., 2000; Ober *et al*., 2004; Pidgeon *et al*., 2006).

با توجه به تغییرات ایجاد شده در خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند تحت تنش های محیطی، این تحقیق با هدف بررسی میزان تاثیر تنش خشکی بر صفات کمی و عملکردی خانواده‌های فول سیب چغندرقند انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در دو شرایط خشکی و نرمال، خانواده‌های فول سیب حاصل از برنامه‌های اصلاحی در دو آزمایش جداگانه در سال زراعی ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات مهندس مطهری کرج مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و جهت تعیین میزان کود موردنیاز، از مزرعه محل اجرا در محل کرج، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محل انجام آزمایش موردبررسی قرار گرفت (جدول ۱). ۲۵ ژنوتیپ مختلف (۱۳ فول سیب ۸۰۰۱ با زمینه تحمل به تنش شوری، ٤ ژنوتیپ S_1 با زمینه تحمل به تنش خشکی و همچنین ارقام شاهد متحمل و حساس به تنش خشکی) در دو شرایط خشکی و نرمال در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار موردبررسی قرار گرفتند (جدول ۲). هر کرت آزمایشی شامل یک ردیف به طول هشت متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتیمتر بود. بذور توسط دستگاه کارنده بر روی ردیف‌ها کشت شدند. در آزمایش تنش خشکی، آبیاری بر اساس ۱٦۰ میلی‌متر تبخیر و در شرایط بدون تنش بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک کلاس A بود که از طریق تغییر در دور آبیاری اعمال شد. آبیاری از زمان کشت تا استقرار کامل گیاه (مرحله ٦ تا ۸ برگی) برای کلیه تیمارها مشابه و از این مرحله به بعد بر اساس میزان تبخیر از طشتک برای همه تیمارها انجام شد. تمامی فعالیت‌های زراعی مربوط به این محصول به‌طور یکسان برای هر دو آزمایش انجام شد.

صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش عبارت بودند از: ماده خشک کل (مجموع ماده خشک ریشه و ساقه)، وزن‌تر و خشک اندام هوایی، وزن‌تر و خشک ریشه، محتوای نسبی آب برگ، میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ، طول ریشه، مساحت برگ، طول دمبرگ، نسبت وزن ریشه به اندام هوایی و وزن ویژه برگ. مقدار نسبی آب برگ RWC به روش مورانت مانسیو و همکاران (Morant-Manceau *et al*., 2004) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$RWC = [(WF - WD)/ (WT - WD)] \times ٪۱۰۰$$

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

میزان کاهش آب برحسب گرم آب ازدست‌رفته از وزن خشک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

جدول ۱ -خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش خشکی

هدایت الکتریکی (Ds/m)	اسیدیته	مواد خنثی شونده (%)	کربن آلی (%)	نیترات کل (%)	منیزیم (ppm)	آمونیوم (ppm)	کلسیم (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	بافت خاک
۱/۲	۷/٦٤	۰/۱۷	۱/۲٦	۰/۱۳	۳/۸	۱۳/۷۹	۵/٤	۱۳/۳٦	٤/۲۲	کلی لوم

جدول ۲- فول‌سیب‌های موردبررسی در آزمایش‌های خشکی و نرمال

نام فول سیب	کد	نام فول سیب	کد	نام فول سیب	کد	نام فول سیب	کد	نام فول سیب	کد
شاهد مقاوم 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	شاهد مقاوم191	۱۸	S-P.17	۱۳	S-P.9	۸	S-P.3	۳
8001	۲٤	p.29×msct−7233	۱۹	SD.44	۱٤	S-P.10	۹	S-P.5	٤
رقم جلگه	۲۵	رقم غزال	۲۰	SD.7	۱۵	S-P.11	۱۰	S-P.6	۵

برگ از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Yang, 1991):

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

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

وزن ویژه برگ از تقسیم وزن خشک برگ بر مساحت برگ برحسب گرم بر سانتی‌متر مربع به دست آمد (Rajabi *et al.*, 2008).

Specific Leaf Weight= Leaf Dry Weight/ total sampled Leaf Area

پس از جمع‌آوری داده‌ها آزمایش به‌صورت تجزیه مرکب با سه تکرار و دو مکان (شرایط نرمال و خشکی) مورد تجزیه قرار گرفت. در بررسی داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و SPSS 22 استفاده شد. مقایسات میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، فرض‌های تجزیه واریانس و نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و مفروضات برقرار و نرمال بودن داده‌ها تائید شد. برای صفاتی که اثر متقابل ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی معنی‌دار گردید برش دهی اثر متقابل در هر یک از شرایط محیطی به‌منظور ارزیابی بهتر ژنوتیپ‌ها در هر سطح تنش با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات موردمطالعه برای فول‌سیب‌های انتخابی در دو شرایط نرمال و تنش (جدول ۳) نشان داد که اثر محیط برای صفات محتوای آب نسبی، میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ، مساحت سطح برگ، وزن‌تر اندام هوایی، وزن خشک‌ریشه و نسبت جرمی ریشه معنی‌دار بود. بین فول‌سیب‌های انتخابی ازنظر صفات محتوای آب نسبی، شاخص شادمانی برگ، مساحت سطح برگ، وزن‌تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک‌ریشه، نسبت جرمی ریشه، نسبت ریشه به ساقه و وزن ویژه برگ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نیز در صفات وزن‌تر اندام هوایی، وزن خشک‌ریشه، نسبت جرمی ریشه و نسبت ریشه به ساقه معنی‌دار بود. مقایسات میانگین محیط‌های موردمطالعه در جدول ٤ و فول‌سیب‌های موردمطالعه در جدول ۵ برای صفات اندازه‌گیری شده نشان داده شده است.

ابراهیمیان و صادقیان (۱۳۸۵) در آزمایشی طی ۳ سال روی ارقام منوژرم داخلی و خارجی چغندرقند گزارش نمودند که ارقام چغندرقند از جنبه صفات مختلف عملکرد ریشه، درصد قند و عملکرد شکر دارای تفاوت معنی‌داری بودند. اوبر و همکاران (Ober *et al.*, 2005) ضمن اشاره به وجود تفاوت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس فول سیب‌های انتخابی در دو شرایط نرمال و خشکی

	df	میانگین مربعات					
		RWC	RWL	Suc I	La	Ryg/Ryvol	Density
تکرار	۲	٤۱/۳	۰/۰۱٤	۰/۰۰۳	۲۹٤/٤	۰/۰۰۳۳	۰/۱٦
محیط	۱	٤۷۳۳/۸*	۰/۳٥*	۰/۰۱۳	٦۲٤۹۷**	۰/۰۰۸۷	۰/۲۳٥
Ea	۲	۷۳/٦	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱٥	۷۱٦/۸	۰/۰۰۲٦	۰/۱۷
ژنوتیپ‌ها	۲٤	۱٥۰*	۰/۰۱٤	۰/۰۰۷٤*	۱۰۰٤۲**	۰/۰۰۲٤	۰/۰۰۷
ژنوتیپ‌ها*محیط	۲٤	۱٥/۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۸	٦۲٦/۷	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰٦۸
Eb	۹٦	۹۰/۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲٦	۲٥۸۰/٥	۰/۰۰۲٦	۰/۰۰٥۸
CV		۱٤	۱۸/٤	۱٦/۱	۱۳/٦	٤/۷۷	۲۳/۷

	df	میانگین مربعات					
		SFW	SDW	RDW	RMR	R/S	SLW
تکرار	۲	٥/۳٤	۰/٥۲	٤/۹۳	۰/۰۰۰٥	۰/۰۳۲	۰/۰۰۰٦
محیط	۱	۳۰٥/۷**	۰/٦۸۱	۱۷/٥**	۰/۲*	۰/۷۳	۰/۰۰۰٦
Ea	۲	۲/٥۳	۰/۳۱٤	۱/٥۷	۰/۰۰٥	۰/۱٦٥	۰/۰۰۰۷
ژنوتیپ‌ها	۲٤	۸/٥**	۰/۱۳٦*	۲/٤٤**	۰/۰۲۳**	۰/۱۲*	۰/۰۰۱*
ژنوتیپ‌ها*محیط	۲٤	٦/۲*	۰/۰۹	۲/٤۱**	۰/۰۲*	۰/۱٤**	۰/۰۰۰۱
Eb	۹٦	۳/٦۱	۰/۰۸	۱/۱۹	۰/۰۱	۰/۰٦٥	۰/۰۰۰۷
CV		۲۷/٥	۲٦/٤	۳۱/۸	۱٤/۲	۱۸/۹	٤/٦٥

****، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ٥ درصد به ترتیب (دانکن در سطح ۱٪)**

Ea و Eb: خطای نوع اول و خطای نوع دوم به ترتیب

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 خشک‌ریشه به حجم ریشه، SFW: وزن‌تر اندام هوایی، SDW: وزن خشک اندام هوایی، RDW: وزن خشک‌ریشه، RMR: نسبت جرمی ریشه، R/S: نسبت ریشه به ساقه

آماری معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف چغندرقند ازلحاظ عملکرد و صفات کمی و کیفی مختلف، بیان داشتند که ازلحاظ اقتصادی و محیطی، محصول مرغوب زمانی به دست می‌آید که حساسیت ارقام جدید نسبت به تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده کاهش یابد. عبداللهیان و همکاران (۱۳۹۰) اظهار داشتند اثر ژنوتیپ‌ها برای صفات عملکرد ریشه، وزن خشک کل، وزن خشک‌ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. در مطالعه طالقانی و همکاران (۱۳۸۸) روی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های امیدبخش چغندرقند، اثر ژنوتیپ‌ها بر عملکرد ریشه و وزن اندام‌های هوایی در زمان برداشت کاملاً معنی‌دار شد. در مطالعه وفادار و همکاران (۱۳۸۷) مشاهده شد ارقام ازنظر تعداد برگ زرد، وزن خشک‌ریشه و عملکرد ریشه تفاوت معنی‌دار داشتند، اما ازنظر تعداد برگ سبز، طول دمبرگ و وزن آن تفاوت معنی‌دار نداشتند. عملکرد ریشه چغندرقند در آزمایش صدرآبادی و همکاران (۱۳۹۰) در بین ارقام به‌طور معنی‌داری متفاوت بود به‌طوری‌که رقم ناگونو از بالاترین عملکرد ریشه (۱۳۰۰ گرم در مترمربع) در بین ارقام برخوردار بود و رقم ۷۱۱۲ کمترین میزان عملکرد اقتصادی را به خود اختصاص داد. آنان نتیجه گرفتند ارقامی که دارای سرعت رشد بالاتر بوده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات در دو شرایط خشکی و نرمال

	RMR		RDW		SDW		SFW		La		Suc I	
خشکی	۰/٦۷٤	b	۲/۳۵۸	b	۱/۰٦٤	a	۵/٤۸۹	b	۳۵۲/۸	b	۰/۱۰۸	a
نرمال	۰/۷٤۷	a	٤/۵۰۳	a	۱/٤٤۷	a	۸/۳٤٤	a	۳۹۳/٦	a	۰/۰۹۵	a
	RWL		RWC		SLW		R/S		Density		Ryg/Ryvol	
خشکی	۰/۲٤٦	b	٦۲/٤٦	b	۰/۱۹٤	a	۱/۷۱۹	a	۰/۲۸۲	a	۱/۰٦٦	a
نرمال	۰/۳۳۲	a	۷۳/٦۹	a	۰/۱۸۹	a	۲/۱۰٦	a	۰/۳٦۱	a	۱/۰۸	a

میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه قرار می‌گیرند (دانکن در سطح ۱٪).

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 خشک‌ریشه به حجم ریشه، SFW: وزن‌تر اندام هوایی، SDW: وزن خشک اندام هوایی، RDW: وزن خشک‌ریشه، RMR: نسبت جرمی ریشه، R/S: نسبت ریشه به ساقه

و ماده خشک بیشتری تولید کرده بودند، تولید عملکرد ریشه بالاتری نیز داشتند که این امر می‌تواند در ارتباط با ویژگی‌های مختلف فیزیولوژیک و میزان جذب نور در ارقام مختلف چغندرقند مربوط شود. در مطالعه بخشی خانیکی و همکاران (۱۳۹۰) اثر رقم روی عملکرد ریشه چغندرقند در سطح یک درصد معنی‌دار بود و رقم رسول با عملکرد ریشه ۷۵/٦٤ تن در هکتار نسبت به دو رقم دیگر بالاتر بود. رقم شیرین با ۱۹/٤۲ درصد بالاترین مقدار را با اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به خود اختصاص داد. بالاترین مقدار قند قابل استحصال متعلق به رقم شیرین بود. اثر رقم روی عملکرد شکر سفید در سطح پنج درصد معنی‌دار شد و بالاترین مقدار متعلق به رقم رسول با ۸/۷۷ تن در هکتار بود. اثر رقم بر وزن‌تر ریشه نیز معنی‌دار بود و در بین ارقام بالاترین وزن‌تر مربوط به رقم رسول و کمترین آن از رقم شیرین به دست آمد. بیشترین وزن خشک‌ریشه در بین ارقام موردبررسی، با اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد نسبت به سایرین در رقم شیرین حاصل شد. ارقام اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد ازلحاظ طول ریشه نشان دادند که طویل‌ترین ریشه مربوط به رقم شیرین بود. اثر رقم روی درصد قند معنی‌دار بود، همچنین اثر رقم روی مقدار درجه حرارت جذب‌شده به ازای هر واحد ماده خشک‌ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بود و مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که رقم شیرین با جذب حرارت کمتری توانسته بیشترین ماده خشک‌ریشه را تولید نماید. امامی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی صفات کمی و کیفی ارقام تجاری داخلی و خارجی مولتی ژرم چغندرقند در شرایط آب‌وهوایی مشکین‌شهر بین ارقام مولتی ژرم ازنظر عملکرد ریشه در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده نمودند.

شاخص شادابی برگ: تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر ژنوتیپ معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به مقایسه میانگین محیط‌ها (جدول ٤) مشاهده شد که در شرایط تنش شاخص شادابی برگ افزایش غیر معنی‌داری داشته است. مقایسه میانگین بین خانواده‌های فول سیب (جدول ۵) نشان داد که فول‌سیب‌های ۵، ۱٤، ۳ و ۷ بیشترین و فول‌سیب‌های ۱، ٦ و شاهدهای ۱۸، ۱۹، ۲۱ و ۲۲ دارای کمترین میزان شاخص شادابی برگ بودند.

محتوای نسبی آب برگ: اثرات محیط و ژنوتیپ در سطح ۵٪ معنی‌دار بودند (جدول ۳). در شرایط تنش میزان محتوای نسبی آب برگ‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ٤). مقایسه میانگین مربوط به خانواده‌های فول سیب (جدول ۵) نشان داد که فول سیب ۱۱ به همراه شاهدهای ۱۸، ۲٤ و ۲۵ بیشترین و فول‌سیب‌های ۵، ۱، ۱۳ و شاهد ۲۱ دارای کمترین میزان آب نسبی برگ بودند.

میزان نسبی آب ازدست‌رفته: در بررسی این صفت تنها اثر محیط معنی‌دار بود (جدول ۳). به طوریکه در شرایط تنش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

جدول ۵- مقایسه میانگین فول سیب‌های انتخابی بر اساس صفات موردمطالعه

ژنوتیپ	SLW	R/S	RMR	RDW	SDW	SFW	Density	Ryg/Ryvol	La	Suc I	RWL	RWC
۱	۰/۱۷۷ b-d	۱/۷۹۲ a-c	۰/۷۳۲ a-e	۳/۹۹۶ ab	۱/۳۹۷ a-d	۷/۹۱۲ a-d	۰/۳۳۹ a-c	۱/۰۶۳ b	۴۲۹/۱ a-c	۰/۰۷۷ d	۰/۲۸۲ b	۶۱/۸۶ ab
۲	۰/۲۰۲ a-c	۱/۷۱۳ a-c	۰/۶۹۱ a-e	۴/۵۳۹ a	۱/۹۸۸ a	۹/۸۲۷ a	۰/۳۰۴ bc	۱/۰۹۵ ab	۴۰۶/۳ a-d	۰/۰۸۶ d	۰/۲۵۲ b	۶۷/۵۴ a
۳	۰/۱۹۲ a-d	۲/۰۵۱ ab	۰/۷۳۸ a-e	۴/۰۲۹ ab	۱/۳۵۵ a-e	۷/۰۲۸ b-d	۰/۳۵ a-c	۱/۰۷ b	۳۳۹/۲ d-h	۰/۱۴۶ a-c	۰/۲۶۶ b	۷۰/۶ a
۴	۰/۲۰۳ a-c	۲/۰۹۵ ab	۰/۷۴۱ a-d	۳/۷۳ a-c	۱/۳۱۶ b-e	۶/۵۴۵ b-d	۰/۳۰۹ bc	۱/۰۸۱ b	۳۶۰/۸ c-h	۰/۱۱۳ a-d	۰/۳۲۸ b	۷۱/۲ a
۵	۰/۱۸۸ a-d	۱/۸۸۶ a-c	۰/۷۰۶ a-e	۳/۶۲۱ a-c	۱/۲۹۹ b-e	۶/۸۷۳ b-d	۰/۳۲۳ a-c	۱/۰۷۱ b	۳۴۳/۷ d-h	۰/۱۵۸ a	۰/۲۳۷ b	۵۲/۱ b
۶	۰/۱۸۹ a-d	۱/۹۸۷ a-c	۰/۷۴ a-e	۳/۸۸۸ a-c	۱/۳۶ a-e	۷/۲۲۳ b-d	۰/۳۲۸ a-c	۱/۰۶۴ b	۳۹۷/۲ a-e	۰/۰۷۹ d	۰/۳۲۸ b	۶۸/۷۹ a
۷	۰/۲۰۲ a-c	۱/۹۱۷ a-c	۰/۷۲۶ a-e	۲/۹۲۴ b-d	۱/۱۲۲ c-e	۵/۴۷۲ de	۰/۳۹۵ ab	۱/۰۵۱ b	۳۰۲/۴ h	۰/۱۲۱ a-d	۰/۲۹۸ b	۶۷/۸۱ a
۸	۰/۱۸۹ a-d	۱/۴۹۱ a-c	۰/۶۴۲ c-f	۲/۷۳۷ b-d	۱/۳۱۷ b-e	۶/۸۶۲ b-d	۰/۳۲۸ a-c	۱/۰۸۴ b	۳۸۴/۳ a-f	۰/۰۹۵ d	۰/۲۸۹ b	۶۵/۱۴ a
۹	۰/۱۵۴ d	۱/۶۱۷ a-c	۰/۷۰۲ a-e	۳/۳۰۲ a-c	۱/۳۳۴ b-e	۸/۲۵۸ ab	۰/۳۱۲ bc	۱/۰۷ b	۳۴۱/۹ d-h	۰/۱۱۳ a-d	۰/۳۰۴ b	۷۰/۱۳ a
۱۰	۰/۱۸۴ b-d	۱/۸۶ a-c	۰/۷۱۸ a-e	۳/۶۶۱ a-c	۱/۳۱۹ b-e	۷/۲۵ b-d	۰/۳۲۸ a-c	۱/۰۷ b	۴۵۳/۹ a	۰/۱۰۲ b-d	۰/۲۵ b	۷۰/۱۱ a
۱۱	۰/۱۷ c-d	۱/۶۷۵ a-c	۰/۷۰۹ a-e	۳/۲۴۳ a-c	۱/۲۴۶ b-e	۷/۲۷۳ b-d	۰/۳۴۹ a-c	۱/۰۶۱ b	۳۸۸/۱ a-f	۰/۱۱۴ a-d	۰/۲۴۴ b	۷۴/۶ a
۱۲	۰/۱۹۶ a-c	۱/۸۲۸ a-c	۰/۷ a-e	۳/۷۱۸ a-c	۱/۶۱۲ a-c	۸/۲۲۵ a-c	۰/۲۸۶ c	۱/۰۲۳ b	۳۳۲/۲ e-h	۰/۱۱۴ a-d	۰/۲۸۲ b	۷۱/۸۸ a
۱۳	۰/۲۷ a	۱/۸۹۸ a-c	۰/۶۷۳ b-e	۳/۸۴۵ a-c	۱/۸۶ ab	۸/۲۰۳ a-c	۰/۳۰۶ bc	۱/۰۷۳ b	۳۳۲/۸ e-h	۰/۰۹۸ d	۰/۲۷۵ b	۶۲/۶۷ ab
۱۴	۰/۱۹۵ a-c	۱/۲۵۵ bc	۰/۶۱۳ d-f	۲/۴۳۶ cd	۱/۲۷ b-e	۶/۳۳۷ b-e	۰/۳۲۲ a-c	۱/۰۷۴ b	۳۴۱/۹ d-h	۰/۱۴۷ ab	۰/۲۹۹ b	۶۷/۷۱ a
۱۵	۰/۱۸۷ b-d	۱/۹۳۹ c	۰/۵۳۴ f	۱/۷۴۴ d	۱/۱۵۵ c-e	۶/۱۳۸ b-e	۰/۳۱۴ a-c	۱/۰۷۶ b	۳۴۹/۳ d-h	۰/۱۱۱ b-d	۰/۲۶۴ b	۶۵/۹۱ a
۱۶	۰/۱۷۶ b-d	۲/۰۳۲ ab	۰/۵۹۸ ef	۲/۶۲۵ b-d	۱/۰۵۹ c-e	۶/۱۶۵ b-e	۰/۳۱۸ a-c	۱/۰۷۶ b	۳۹۷/۴ a-e	۰/۰۸۴ d	۰/۲۴۱ b	۶۹/۶۸ a
۱۷	۰/۱۷۶ b-d	۲/۱۹۶ ab	۰/۷۳۶ a-e	۲/۵۷۷ b-d	۱/۶۸۳ e	۳/۹۲۲ e	۰/۲۹۴ bc	۱/۰۷۱ b	۳۵۰/۱ d-h	۰/۰۸۹ d	۰/۳۰۵ b	۶۴/۹۸ a
۱۸	۰/۱۸۶ b-d	۲/۴۰۵ a	۰/۸۰۸ ab	۳/۹۰۳ a-c	۰/۹۵۶ c-e	۶/۵۶۵ b-d	۰/۳۵۶ a-c	۱/۱۴۷ a	۴۳۲/۹ ab	۰/۰۷۴ d	۰/۲۱۶ b	۷۴/۵۹ a
۱۹	۰/۲۱۳ ab	۱/۷۸۲ a-c	۰/۷۰۷ a-e	۳/۷۱۷ a-c	۱/۴۰۶ a-d	۸/۳۹۲ ab	۰/۲۸۳ c	۱/۰۷۴ b	۳۹۷/۲ a-e	۰/۰۷۹ d	۰/۳۰۶ b	۶۸/۹۸ a
۲۰	۰/۱۹۲ a-d	۲/۵۷ a	۰/۸۱۷ a	۳/۴۸۲ a-c	۰/۸۷۸ de	۵/۸۶ b-e	۰/۲۶۴ c	۱/۰۶۵ b	۳۸۲/۱ b-g	۰/۰۸۴ d	۰/۶۱۹ a	۶۵/۲۵ a
۲۱	۰/۱۹۱ a-d	۱/۰۱۴ ab	۰/۷۷۶ a-c	۳/۱ a-d	۰/۸۶۶ de	۶/۴۲۳ b-e	۰/۲۶۹ c	۱/۰۸۳ b	۴۰۸/۷ a-c	۰/۰۷۴ d	۰/۲۴ b	۶۳/۳۷ ab
۲۲	۰/۱۹ a-d	۱/۹۱۹ a-c	۰/۷۳۷ a-e	۳/۹۵۸ a-c	۱/۲۲۹ b-e	۷/۶۰۷ a-d	۰/۴۱۸ a	۱/۰۷۷ b	۴۲۷/۱ a-c	۰/۰۷۷ d	۰/۲۲۹ b	۶۸/۵۶ a
۲۳	۰/۲۱ ab	۲/۳۱۱ ab	۰/۷۵ a-d	۳/۹۱۷ a-c	۱/۰۱۶ c-e	۶/۵۳۳ b-d	۰/۲۹۸ bc	۱/۰۷۲ b	۳۱۷/۷ gh	۰/۱ cd	۰/۲۸۶ b	۶۸/۴۴ a
۲۴	۰/۱۹۱ a-d	۲/۰۴۴ ab	۰/۷۱۹ a-e	۳/۱۸۳ a-d	۱/۰۵۲ c-e	۵/۵۴۸ c-e	۰/۳۱ bc	۱/۰۸ b	۳۲۲/۷ f-h	۰/۱۱۳ a-d	۰/۳۴۵ b	۷۵/۲۹ a
۲۵	۰/۲۱۲ ab	۲/۵۴۴ a	۰/۷۴۳ a-d	۳/۸۷۶ a-c	۱/۳۳۳ b-e	۶/۴۸ b-d	۰/۳۳۱ a-c	۱/۰۷۷ b	۳۹۰/۹ a-f	۰/۰۹ d	۰/۲۶۷ b	۷۴/۶۲ a

میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه قرار می‌گیرند (دانکن در سطح ۱٪)

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 خشک‌ریشه به حجم ریشه، SFW: وزن‌تر اندام هوایی، SDW: وزن خشک اندام هوایی، RDW: وزن خشک‌ریشه، RMR: نسبت جرمی ریشه، R/S: نسبت ریشه به ساقه

میزان نسبی آب از دست‌رفته برگ‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافته بود (جدول ٤). طی تنش خشکی، برگ‌های چغندرقند در معرض تنش گرمایی و کمبود آب قرار می‌گیرند و غالباً مشکل است که بین اثرات خشکی و گرمایی تفکیک قائل شد. زیرا این دو تنش در هر دو شرایط رخ می‌دهند. تحت شرایط تنش خشکی برگ‌های چغندرقند در واکنش به کمبود آب گرایش به خوابیدگی روی خاک دارند و بنابراین سطح مؤثر در مقابل نور خورشید افزایش می‌یابد (Clover, 1998). درنتیجه مقدار تعرق در این برگ‌ها کاهش‌یافته و دمای برگ افزایش می‌یابد و اثرات خشکی و گرمایی با یکدیگر ترکیب‌شده و باعث سوختگی و درنهایت مرگ برگ می‌شوند. گزارش‌شده است که در برگ‌های در حال تعرق چغندرقند، دما تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد خشک‌تر از گیاهان تحت تنش می‌باشند (Sepaskhah, 1988). علاوه بر غیر معنی دار شدن اثر ژنوتیپ، مقایسه میانگین مربوط به خانواده‌های فول سیب (جدول ۵) نشان داد که فول‌سیب‌های ٦ و ٤ به همراه شاهدهای ۲۰ و ۲٤ بیشترین و فول‌سیب‌های ۵ و ۱۰ و شاهدهای ۱۸ و ۲۲ دارای کمترین میزان نسبی آب ازدست‌رفته بودند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

مساحت سطح برگ: در بررسی این صفت اثر محیط و ژنوتیپ (جدول ۳) معنی‌دار بودند. تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار در مساحت سطح برگ شد (جدول ٤). وحیدی و همکاران (Vahidi *et al*., 2013) نشان دادند در شرایط تنش رطوبتی، سطح و وزن برگ و میزان کلروفیل کاهش نشان داده و به‌واسطه همین موضوع عملکرد چغندرقند نیز کاهش می‌یابد. تحت شرایط تنش، سطح پهنک و طول دمبرگ نسبت به شرایط بدون تنش کمتر می‌شود؛ اما سرعت ظهور برگ‌های جدید کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همچنین تحت این شرایط سلول‌های مزوفیلی پهنک‌برگ کمتر و کوچک‌تر می شوند (Davidoff and Hanks, 2004). تنش خشکی پیری برگ‌های مسن را تسریع می نماید بنابراین طول عمر برگ در شرایط کمبود آب کاهش می‌یابد. کاهش سطح برگ ممکن است نشان‌دهنده خشکی‌پسندی گیاه باشد زیرا چغندرقند می‌تواند با از دست دادن برگ‌ها، اثرات کمبود آب را کاهش داده و درعین‌حال توانایی خود را برای پاسخ به بهبود شرایط با تولید برگ‌های جدید حفظ نماید (Winter, 1988). مقایسه میانگین خانواده‌های فول سیب نشان داد که فول‌سیب‌های ۱ و ۱۰ به همراه شاهدهای ۱۸ و ۲۲ بیشترین و فول سیب ۷ به همراه شاهدهای ۲۳ و ۲٤ کمترین مساحت سطح برگ را داشتند (جدول ۵).

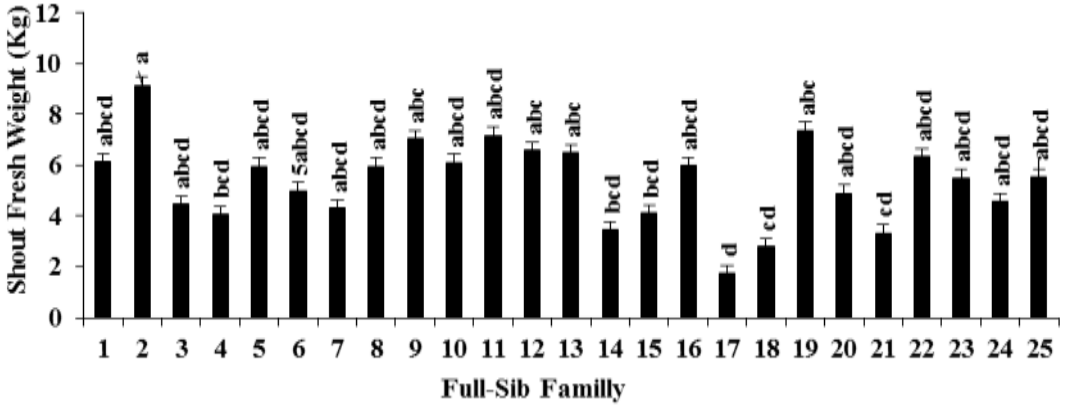
وزن‌تر اندام هوایی: هر سه اثر محیط، ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در تجزیه واریانس این صفت معنی‌دار بودند (جدول ۳). مقایسه میانگین بین محیط‌ها (جدول ٤) نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش ۳۵٪ در میزان وزن‌تر اندام هوایی شده است. شهتا و همکاران (Shehata *et al*., 2005) با بررسی نحوه واکنش چهار رقم چغندرقند به سطوح مختلف دسترسی به آب (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) نشان دادند که رشد و عملکرد اندام‌های هوایی بیشتر از ریشه تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرند. در مطالعه اثر خشکی روی سه رقم چغندرقند مشخص شد که باوجود ٤٦ درصد کاهش ماده خشک‌ریشه، ماده خشک اندام هوایی تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت (Abdollahian and Froud-Williams, 2000). تجزیه واریانس جداگانه فول سیب ها نشان داد که در محیط تنش خشکی بین خانواده‌های فول سیب تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول٦). داریاب و همکاران (۱۳۸۲) نیز وجود اختلاف بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن تر اندام هوایی را گزارش کردند. روند تغییرات بین میانگین خانواده‌های فول سیب در محیط تنش خشکی در شکل ۱ نشان داده شده است. به‌غیراز فول سیب ۱ در بقیه فول سیب‌ها وزن‌تر اندام هوایی در شرایط نرمال بیشتر بود. در برخی از فول سیب‌ها مانند ۱ و ۱۹ وزن‌تر اندام هوایی در هر دو محیط بیشتر بود. بااین‌حال بیشترین وزن‌تر اندام هوایی را فول‌سیب‌های ۲، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۳ و شاهدهای ۱۸، ۱۹ و ۲۱ در شرایط نرمال و فول‌سیب‌های ۱، ۲، ۱۱ و شاهد ۱۹ در شرایط تنش نشان دادند

وزن خشک اندام هوایی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر ژنوتیپ معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین محیط ها نشان داد که خشکی باعث کاهش ۲۷ درصدی در وزن خشک اندام هوایی شده است ولی این کاهش معنی‌دار نبود (جدول٤). همچنین مقایسه میانگین بین خانواده‌های فول سیب نشان داد که فول‌سیب‌های ۲، ۱۳ و ۱۲ بیشترین و فول سیب ۱۷ و شاهدهای ۱۸، ۲۰ و ۲۱ دارای کمترین میزان وزن خشک بودند (جدول ۵).

وزن خشک‌ریشه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار بودند (جدول ۳). تنش خشکی باعث کاهش ۵۰ درصدی در میزان وزن خشک‌ریشه شد (جدول ٤). چغندرقند گیاه مناطق معتدله است و به محدوده وسیعی از شرایط اقلیمی سازگار است و در برابر تنش های محیطی، گیاهی متحمل یا نسبتاً متحمل است (Cook and Scott, 2002). با مشخص شدن میزان تحمل به خشکی در ژنوتیپ های چغندرقند موردبررسی برای مناطقی که احتمال کمبود آب در مراحل حساس رشدی بالا بوده و یا کمبود آب مانع کشت گیاه می شود، می توان با اطمینان بیشتری اقدام به کشت ارقام موردنظر نمود (Sadeghian *et al*., 2000). ازاین رو انتخاب و ایجاد واریته های جدید گیاهان زراعی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]



شکل ۱- روند تغییرات صفت وزن‌تر اندام هوایی در شرایط خشکی. میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه قرار می‌گیرند(دانکن در سطح ۱٪)

ازجمله چغندرقند که قادر به رشد در شرایط خشکی نسبی بوده و از عملکرد اقتصادی قابل توجهی برخوردار باشد از اهداف محققین و دست اندرکاران به نژادی و به زراعی گیاهان است (Ober and Luterbacher, 2002). عملکرد چغندرقند به ویژه در مناطق خشک به میزان آبی که محصول دریافت می کند و بارانی که در طول فصل رشد می بارد وابسته است (Scott and Jaggard, 1993).

تجزیه واریانس جداگانه محیط ها نشان داد که در محیط تنش خشکی بین خانواده‌های فول سیب تفاوت معنی‌دار وجود دارد (جدول ٦). روند تغییرات وزن خشک‌ریشه بین خانواده‌های فول سیب در دو محیط نشان داد که به‌غیراز فول سیب ۷ در بقیه فول سیب‌ها میانگین وزن خشک‌ریشه در شرایط نرمال بیشتر است. در شرایط نرمال فول‌سیب‌های ۲، ۳ و شاهدهای ۱۸، ۲ و ۲۳ بیشترین و فول‌سیب‌های ۷، ۱۵ و ۸ کمترین میزان وزن خشک‌ریشه را نشان دادند ولی در شرایط تنش خشکی، فول‌سیب‌های ۱، ۲، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۷ و شاهدهای ۲۰ و ۲۵ دارای بیشترین و فول‌سیب‌های ١٤، ١٥، ١٦ و ١٧ دارای کمترین میزان وزن خشک‌ریشه بودند. برخی از فول سیب‌ها مانند ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ نیز اختلاف اندکی در میزان وزن ریشه در دو محیط نرمال و تنش خشکی را نشان دادند (شکل ۲).

وزن ویژه برگ: تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر ژنوتیپ معنی‌دار است (جدول ۳). تنش باعث افزایش ناچیز و غیر معنی‌داری در میزان وزن ویژه برگ شده است (جدول٤). از طرف دیگر، فول سیب ۱۳ و شاهدهای ۱۹، ۲۵ و ۲۳ بیشترین و فول‌سیب‌های ۹، ۱۱، ١٦، ۱۷ و ۱ دارای کمترین میزان وزن ویژه برگ بودند (جدول ۵).

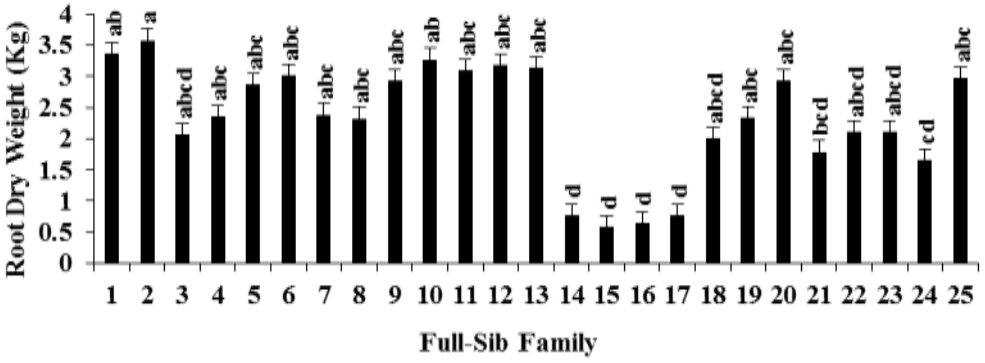
نسبت وزن خشک‌ریشه به وزن خشک اندام هوایی: نتایج نشان داد که اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار بود (جدول ۳). تنش خشکی علارغم معنی دار نشدن اختلاف باعث کاهش ۲۰ درصدی در میزان این نسبت شد (جدول ٤). در مقایسه رقم متحمل به خشکی ٢٤٣٦٧ با رقم غیر متحمل N_6 چغندرقند مشاهده کردند که رقم مقاوم به خشکی آب کمتری از برگ‌ها از دست می‌دهد و از نسبت برگ به ریشه کمتری برخوردار است(Shaw *et al.*, 2002). کم‌آبی در چغندرقند موجب کاهش وزن‌تر ریشه می‌شود اما درصد قند ریشه به‌واسطه پسآبیدگی ریشه افزایش می‌یابد. کاهش وزن‌تر ریشه به دلیل پسآبیدگی در برگ‌ها و ریشه‌ها رخ می‌دهد. با معنی‌دار شدن اثر متقابل و تجزیه واریانس جداگانه برای هر محیط مشخص شد که در محیط تنش بین خانواده‌های فول سیب تفاوت معنی‌دار وجود دارد ولی در شرایط نرمال تغییرات مشاهده‌شده معنی‌دار نبود (جدول ٦). روند تغییرات نسبت وزن خشک‌ریشه به وزن خشک ساقه (شکل ۳) نشان داد که برخی از فول سیب‌ها مانند ١٦ و ۱۷ و شاهدهای ۲۳ و ٢٤ در محیط نرمال و برخی مانند ۱۸ و ۲۰ در محیط تنش بیشترین نسبت را نشان دادند. در شرایط نرمال فول‌سیب‌های ١٦ و ۱۷

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

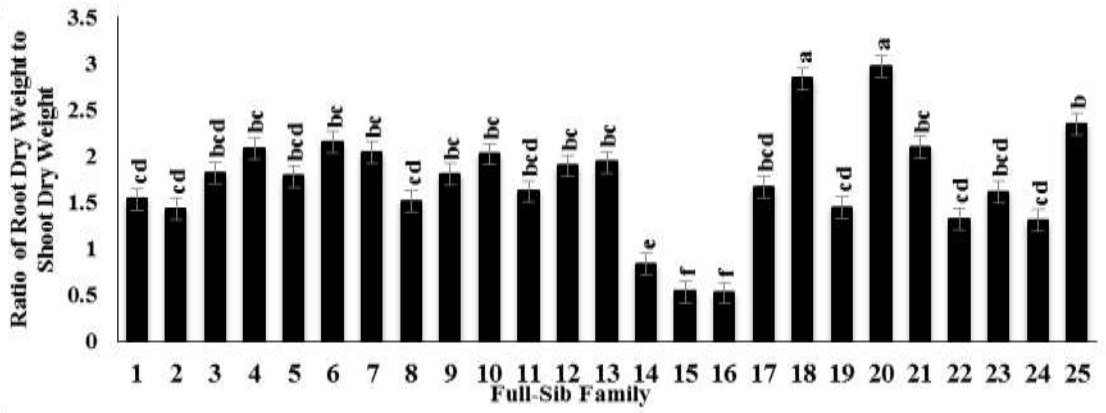
جدول ٦- تجزیه اثرمتقابل ژنوتیپ×محیط برای صفات مورد بررسی

شرایط	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		نسبت جرمی ریشه	وزن‌تر اندام هوایی	وزن خشک‌ریشه	نسبت وزن خشک‌ریشه به وزن خشک اندام هوایی
Drought	۲٤	۰/۰۲۸**	۸/۷۱**	۲/٤٥٥**	۰/۰۱٥۹*
Normal	۲٤	۰/۰۱٥۲	٦/۰۰۲	۲/۳۸۹	۰/۰۸۳

****، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ٥ درصد به ترتیب**



شکل ۲- روند تغییرات صفت وزن خشک ریشه در شرایط خشکی. میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه قرار می‌گیرند(دانکن در سطح ۱٪)

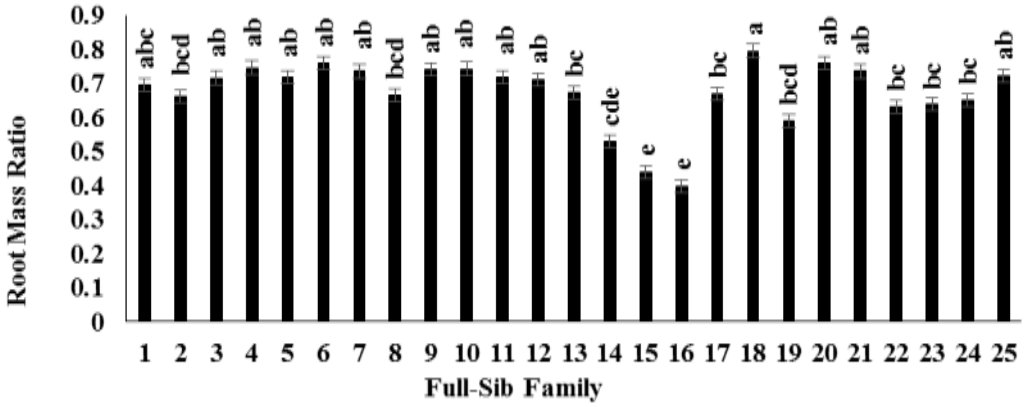


شکل ۳- روند تغییرات صفت نسبت وزن خشک‌ریشه به وزن خشک ساقه. میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه قرار می‌گیرند(دانکن در سطح ۱٪)

و شاهدهای ۲۳، ۲٤ و ۲٥ بیشترین و فول‌سیب‌های ۱٥، ۹ و ۸ کمترین میزان را نشان دادند ولی در شرایط تنش خشکی، شاهدهای ۱۸ و ۲۰ دارای بیشترین و فول‌سیب‌های ۱٥، ۱٦ و ۱٤ دارای کمترین نسبت وزن خشک‌ریشه به وزن خشک اندام هوایی بودند. برخی از فول سیب‌ها نیز مانند ۱٦ اختلاف زیادی در میزان این صفت در دو محیط نرمال و تنش خشکی نشان دادند در مقابل در برخی دیگر از فول سیب‌ها، مانند ۲٥ این نسبت کم بود.

نسبت جرمی ریشه: در این صفت اثر محیط، اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار بود (جدول ۳). تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار در میزان نسبت جرمی ریشه شد (جدول ٤). نتایج تجزیه واریانس جداگانه برای هر محیط

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]



شکل ٤- روند تغییرات صفت نسبت جرمی ریشه میانگین‌های دارای حروف یکسان در یک گروه قرار می‌گیرند(دانکن در سطح ۱٪)

نشان داد که در محیط تنش بین خانواده‌های فول سیب تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد (جدول ٦). در شرایط نرمال دامنه تغییرات این صفت نسبت به شرایط تنش کوچک‌تر بود. در شرایط نرمال شاهدهای ۲۰، ۲۳، ۲۲، ۱۸ و ۱۹ بیشترین و فول‌سیب‌های ۹، ۱۵ و ۸ کمترین نسبت جرمی ریشه را نشان دادند ولی در شرایط تنش، شاهدهای ۱۸، ۲۰ و ۲۱ دارای بیشترین و فول‌سیب‌های ١٤، ۱۵ و ١٦ دارای کمترین نسبت جرمی ریشه بودند (شکل ٤). برخی از ژنوتیپ‌ها نیز مانند فول سیب ۱۸ اختلاف اندکی در دو محیط نرمال و تنش خشکی علیرغم بالا بودن میزان این صفت نشان دادند.

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده مشخص می شود که ژنوتیپ های مختلف دارای پاسخ های متفاوتی به شرایط نرمال و تنش خشکی هستند و برای بررسی مقاومت به خشکی و کم آبی، باید در هر دو مکان نرمال و خشکی مورد بررسی قرار گیرند. تنش خشکی باعث کاهش معنی دار در صفات فیزیولوژیک مهمی از قبیل مساحت برگ، محتوای آب نسبی برگ، محتوای آب از دست رفته برگ و نسبت ریشه به ساقه شده است. این کاهش در صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده نیز دیده می شود. در نهایت فول سیب های ۲، ۹، ۱۲، ۱۳ و ۱۹ در بین ژنوتیپ های مورد بررسی در هر دو محیط مورد مطالعه شرایط بهتری داشته و در مجموع صفات می توانند به عنوان ژنوتیپ های برتر معرفی شوند و این ژنوتیپ ها را می توان به عنوان لاین های جدید در مناطق مختلف دارای رژیم های مختلف رطوبتی مورد آزمایش و بررسی بیشتر قرار داد.

منابع

ابراهیمیان، ح. ر. و صادقیان، س. ح. (۱۳۸۵) مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد واریته‌های مونوژرم چغندرقند. کنگره زراعت و اصلاح نباتات. پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران. ۷-۵ شهریورماه ۱۳۸۵. صفحه ۲۲٦.

امامی، ا.، مهر پویان، م. و محرم زاده، م. (۱۳۹۰) بررسی صفات کمی و کیفی ارقام تجاری داخلی و خارجی مولتی ژرم چغندرقند در شرایط آب و هوایی مشکین‌شهر. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی.

بخشی‌خانیکی، غ. ر.، جوادی، ص.، مهدی خانی، پ. و طهماسبی، د. (۱۳۹۰) بررسی تاثیر تنش خشکی روی برخی خصوصیات کمی و کیفی ارقام جدید اصلاح‌شده چغندرقند. مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی- مولکولی، ۱(۳): ٦۵-۷٤.

صادقیان مطهر، س. ی.، محمدیان، ر.، طالقانی، د. ف. و خورشید، ع. م. (۱۳۸۰) ارزیابی ژنوتیپ های متحمل به خشکی چغندرقند با استفاده از گزینش دوره ای خانواده های نیمه خواهری. گزارش نهایی، موسسه اصلاح چغندرقند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

صدرآبادی حقیقی، ر.، امیرمرادی، ش. و میرشاهی، ع. ر.، (۱۳۹۰) بررسی شاخص‌های رشد ارقام تجاری و رایج چغندرقند در کشت کرپه در منطقه چناران (خراسان رضوی). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۹(۳): ۵۰۵-۵۱۳.

طالقانی، د. ف. ا.، صادق زاده حمایتی، س.، مطلوبی، ف. و خیامیم، س.، (۱۳۸۸) بررسی برخی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های امیدبخش چغندرقند در شرایط تنش خشکی. مجله چغندرقند، ۲۵(۲): ۱۱۳-۱۲۳.

عبداللهیان نوقابی، م.، ردائی الاملی، ز.، اکبری، غ. ع. و سادات‌نوری، س. ا. (۱۳۹۰) تاثیر تنش خشکی شدید پس از استقرار بوته روی خصوصیات مرفولوژیکی، کمی و کیفی ۲۰ ژنوتیپ‌ها چغندرقند. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ٤۲(۳): ٤۵۳-٤٦٤.

کریمی، الف. و نادری، م. (۱۳۸۷) اثرات سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی و کارایی مصرف آب در چغندرقند. مجله علوم و صنایع غذایی، ۲۲(۱): ۲۳۵-۲٤٦.

محمدیان، ر.، فتح اله طالقانی، د. و صادق زاده حمایتی، س. (۱۳۸۹) اثر مدیریت‌های مختلف آبیاری بر برخی صفات کمی و کیفی چغندرقند. مجله چغندرقند. ۲٦(۲): ۱۳۹-۱۵٦.

وفادار، ل.، عبادی، ع. و ساجد، ک. (۱۳۸۷) اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روی عملکرد و برخی از صفات ژنوتیپ‌های چغندرقند. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۱: ۱۰۳-۱۲۰.

Abdollahian-Noghabi, M. and Froud-Williams, B.(2000) Drought stress and weed competition in sugar beet. British Sugar Beet Review, 68(1): 47-49.

Al-Jbawil, E. and Abbas, F. (2013) The effect of length during drought stress on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield and quality. Persian Gulf Crop Protection 2: 35-43.

Caro, A. D. and Cucci, G. (1986) Four year experiment on spring-seeded sugar beet irrigation and harvest time in southern Italy. Irrigation 33: 21-25.

Clover, G. R. G. (1998) Effects of beet yellows virus and drought on the growth of sugar beet. Ph.D. Thesis., University of Nottingham.

Cooke, D. A. and Scott, R. K. (1993) The Sugar Beet Crop: Science into Practice. Chapman and Hall, London.

Davidoff, B. and R.J. Hanks. (2004) Sugar beet production as influenced by limited irrigation. Irrigation Science 10: 1-10.

Edmeades, G. O., I. Bolanos, and Fischer, R. A. (1989) Traditional approaches to breeding for drought resistance in cereal. In: Backer, F.W.G. (Ed.), Drought resistance in cereals C.A.B. International. pp: 27-52.

Faberio, C., M. Santa Olalla, R. Lopez, and A. Dominguez. (2003) Production and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivated under controlled deficit irrigation condition in semiarid- climate. Agricultural Water Management, 62: 215-227.

Gifford, R.M. and L.T. Evans. (1981) Photosynthesis, carbon partitioning and yield. Ann Rev Plant Physiology, 32: 485-509.

Mc Grath, J.M., Y. Derrico, and C.A. Yu. (1999) Genetic diversity in selected, historical US sugar beet germplasm and *Beta vulgaris*s sp. maritima. Theoritical and Applied Genetics, 98: 968-976.

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.

Kramer, P. J., (1963) Water stress and plant growth. Agronomy Journal 55: 31-35.

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.

Ober, E.S., C.J.A. Clark, M.L. Bloa, A. Royal, K.W. Jaggard, and J.D. Pidgeon, (2004) Assessing the genetic resources to improve drought tolerance in sugar beet: agronomic traits of diverse genotypes under droughted and irrigated conditions. Field Crop Research 90: 213-234.

Ober, E. S. and Luterbacher, M.C. (2002) Genotypic variation for drought tolerance in *Beta vulgaris*. Oxford Journals. 89: 917-924.

Passioura, J.B., (1996) Drought and drought tolerance. Plant Growth Regulation 20: 79-83.

Pidgeon, J.D., E.S. Ober, A. Qi, C.J.A. Clark, A. Royal, and K.W. Jaggard, (2006) Using multienvironment sugar beet variety trials to screen for drought tolerance. Field Crop Research 95: 268-279.

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

Richards, R.A., 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation, 20: 157-

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

166.
Sadeghian, S., Fazli, Y. H., Taleghani, D. F. and Mesbah, M. (2000) Genetic variation of drought stress in sugarbeet. Journal of Sugar Beet Research 37: 55-77.
Sepaskhah A.R. and A.A. Kamgar-Haghighi. 1997. Water use and yields of sugarbeet grown under every-other-furrow irrigation with different irrigation intervals. Agricultural water management, 34(1): 71-79.
Sepaskhah, A.R., S.M.J. Nazemossadat, and A.A. KamgarHaghighi. 1988. Estimation of upper limit canopy to air temperature differential for sugarbeet using indirect measurement of turgor potential. Iran Agricultural Research 7: 107-122.
Schittenhel, M. S. (1999) Agronomic performance of root chichory, Jerursalem artichoke and sugarbeet in stress and nonstress environments. Crop Science 39: 1815-1823.
Scott, R. K. and Jaggard, K.W. (1993) Crop Physiology and Agronomy, In: Cooke, D.A. and R.K. Scott (eds.), The Sugar Beet Crop: Science into Practice. Chapman and Hall, London, 179-223.
Shaw, B., Thomas, T. H. and Cooke, D. T. (2002) Response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to drought and nutrient deficiency stress. Plant Growth Regulation, 37: 77-83.
Shehata, M.M., Azer, S. A. and Mostafa, S. N. (2000) The effect of soil moisture on some sugar beet varieties. Egyptian Journal of Agricultural Research 78:1141-1160.
Vahidi, H., A. Rajabi, M. R. Seyed, 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.
Van der Beek, M. A. and Houtman, H. J. (1993) Does interaction between varieties and drought stress exist? In: Proceedings of the 56th IIRB Congress, 151-169.
Winkel, A., (1989) Breeding for drought tolerance in cereals. Vertage-furpflan zenzuchtuny 16: 357-368.
Winter, S. R. (1988) Influence of seasonal irrigation amount on sugar beet yield and quality. Journal of Sugar Beet Research 25: 1-10.
Yang, R. C., S. Jana, and J. M. Clarke. (1991) Phenotypic diversity and associations of some potentially droughtresponsive characters of durum wheat. Crop Science 31: 1484-1491.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]

Investigation of yield traits of sugar beet breeding lines in drought stress and normal conditions

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: 12/07/2019, Accepted: 02/11/2019)

Abstract:

With respect to the changes in the quantitative and yield characteristics of sugar beet under environmental stress, this research was conducted to investigate the effect of drought stress on the traits of sugar beet breeding lines. For this purpose, full sib families from breeding programs were examined in two separate dry and normal experiments in 2017 crop year. Results showed that the effect of the environment on relative water content, relative loss of leaf water, leaf area, shoot fresh weight, root dry weight, and root mass ratio were significant and drought stress caused a significant decrease in these traits. Full sib 11 with the controls 18, 24 and 25 was the highest and the full sibs 5, 1, 13 and control 21 had the lowest relative leaf water content. Also, full sibs 1 and 10 with the controls 18 and 22 were the highest and ful sib 7 with controls 23 and 24 had the lowest leaf area. Full sibs 2, 13 and 12 had the highest and full sib 17, and controls 18, 20 and 21 had the lowest shoot dry weight. Finally, genotype × environment interaction was also significant in terms of shoot fresh weight, root dry weight, root mass ratio and root to stem ratio, indicating that variation of these traits in the genotypes studied was different in the two environments. Full sibs 2, 9, 12, 13 and 19 were better in both studied environments and in general traits, can be described as superior genotypes.
Keyword: Drought, Full sib family yield traits, Sugar beet

Corresponding author, Email: majidkhor1347@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.22.5]