Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۶
۳۶۳-۳۷۵
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.8.1002

# اثرات تنش خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی، پوشش سطح خاک و پژمردگی ژنوتیپ‌های چغندرقند

سعید صادق‌زاده حمایتی[۱]، داریوش فتح اله طالقانی[۲]، پرویز فصاحت[۱*]
۱. استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲. دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۳

## چکیده

تنش آبی یکی از محدودیت‌های گسترده در تولید محصولات و پایداری عملکرد می‌باشد. در چغندرقند، تنش آبی باعث کاهش عملکرد به میزان ۱۰ تا ۳۰ درصد شده که میزان آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک افزایش می‌یابد. به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر صفات کیفی ۳۶ ژنوتیپ چغندرقند، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کمال‌آباد کرج وابسته به موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند اجرا شد. کرت اصلی شامل دو سطح آبیاری نرمال و اعمال تنش و کرت‌های فرعی شامل ۳۶ لاین و رقم موردمطالعه بود. برای تعیین زمان آبیاری، از تشتک تبخیر کلاس $A$ استفاده گردید. در شرایط بدون تنش، آبیاری‌ها بعد از ۹۰- ۸۰ میلی‌متر و در شرایط تنش، بعد از ۲۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر صورت گرفت. صفات پوشش سطح خاک، پژمردگی و پیری در سه مرحله اندازه‌گیری شد. در هنگام برداشت پس از حذف حاشیه، ریشه‌ها برداشت و جهت تعیین صفات کیفی آن‌ها خمیر مخلوط تهیه شد. تنش خشکی و ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر پوشش سطح خاک توسط سایه‌انداز تأثیر معنی‌داری گذاشتند. با افزایش دور آبیاری از ۹۰ به ۲۷۰ میلی متر تبخیر، میانگین پوشش سطح خاک از حدود ۵۷ به ۳۸ درصد کاهش نشان داد و همچنین، تسریع در کاهش سطح سبز در مزرعه از ۸۱ به ۶۷ روز پس از کاشت مشاهده شد. نمره پژمردگی بوته‌ها در شرایط نرمال باگذشت ۱۱۶ روز از کاشت (۲/۰۳۵) نسبت به نمره‌دهی طی ۸۷ روز پس از کاشت (۱/۰۳۵) حدود ۹۷ درصد افزایش یافت اما در شرایط تنش، نمره پژمردگی بوته‌ها در ۸۷ روز پس از کاشت (۲/۵۲۸) تنها با ۵۱ درصد افزایش در ۱۱۶ روز پس از کاشت به ۳/۸۱۳ افزایش یافت. تنش خشکی موجب افزایش نمره پیری بوته‌ها (۱/۹۰) نسبت به شرایط نرمال (به ترتیب معادل ۱/۵۴ و ۱/۵۰) شد. همچنین میانگین عیار قند ناخالص و خالص در واکنش نسبت به تنش، به ترتیب معادل ۳۳ و ۴۳ در صد کاهش و میزان سدیم محتوی ریشه و قند ملاس به ترتیب معادل ۲۳ و ۱۳ در صد افزایش معنی‌داری یافت. با در نظر گرفتن کلیه شاخص‌های کیفی محصول (شامل عیار قند ناخالص و خالص، میزان ناخالصی‌های ریشه، ضریب قلیائیت و قند ملاس)، ژنوتیپ‌های ۱ و ۳۰ در هر شش صفت، ژنوتیپ‌های ۱۰، ۲۸، ۳۱ و ۳۳ در پنج صفت و ژنوتیپ‌های ۸، ۱۲، ۲۷، ۳۴ و ۳۵ در چهار صفت از شرایط مناسب‌تر نسبت به سایر مواد ژنتیکی موردمطالعه برخوردار بودند.

*واژه‌های کلیدی*: تحمل به خشکی، خصوصیات کیفی، چغندرقند،

## مقدمه

با توجه به روند رشد جمعیت، نیاز به آب در جهان در شرایط فعلی حداقل هر ۳۵ سال دو برابر می‌شود. این نیاز در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان بیشتر از مناطق مرطوب است. عامل اصلی محدودکننده تولید در ایران، محدودیت منابع آب است (Baradaran Firouzabadi, 2002). اگرچه چغندرقند به علت دوره رویشی طولانی، نداشتن مرحله حساس گلدهی و دارا بودن سیستم ریشه‌ای عمیق، ظرفیت تنظیم اسمزی بیشتری داشته و به‌عنوان یک گیاه متحمل به خشکی شناخته شده است و نسبت به سایر گیاهان از حساسیت کمتری به تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد

* نگارنده پاسخگو: پرویز فصاحت. پست الکترونیک: parviz.fasahat@gmail.com .

www.SID.ir

Archive of SID



برخوردار است (Jaggard et al., 1998)، اما آزمایش‌ها نشان داده است که وقوع تنش خشکی به‌ویژه در مراحل اولیه رشد این گیاه می‌تواند عملکرد نهایی را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش دهد (Monti et al., 2006). این کاهش عملکرد ممکن است ناشی از تأخیر یا عدم استقرار گیاه و یا از بین رفتن گیاهان استقراریافته، مستعد شدن گیاه نسبت به حمله آفات و بیماری‌ها و تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سوخت‌وساز گیاه باشد.

کلور و همکاران (Clover et al., 1998) بیان کردند که در تنش‌های ملایم، مقاومت روزنه‌ای سهم عمده‌ای در ممانعت از فتوسنتز دارد و تنها در شرایط تنش شدید است که عوامل غیرروزنه‌ای یا بیوشیمیایی مؤثر بوده و بسته شدن موقتی روزنه‌ها ـ به دلیل تنش خشکی ـ به‌عنوان عامل اصلی صدمات تنش خشکی به مکانیسم فتوسنتزی معرفی شده است. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که تحت شرایط خشکی، برگ‌های چغندرقند در مواجهه با کمبود آب گرایش به خوابیدگی بر روی خاک دارند و بنابراین، سطح مؤثر در برابر نور خورشید کاهش می‌یابد. درنتیجه، مقدار تعرق در این گونه برگ‌ها کاهش‌یافته و دمای برگ افزایش می‌یابد. اثرات خشکی و گرما با یکدیگر ترکیب‌شده و باعث سوختگی و درنهایت، مرگ می‌شود. خورشید (Khorshid, 2000) در بررسی همبستگی بین خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد کمی و کیفی چغندرقند در شرایط تنش خشکی گزارش کرد که وزن خشک اندام هوایی با عیار قند، عملکرد شکر سفید و وزن خشک ریشه ذخیره‌ای همبستگی منفی دارد. لذا وی پیشنهاد کرد که در برنامه به‌نژادی مقاومت به خشکی، لازم است مواد اصلاحی با تعداد برگ کمتر و دوام سطح برگ بیشتر موردتوجه قرار گیرند. همچنین بین عملکرد ریشه و طول و عرض برگ همبستگی مثبت ولی با طول دم برگ و طول ریشه ذخیره‌ای همبستگی منفی وجود داشت. محمدیان و همکاران (Mohammadian et al., 2010) در تحقیقی روی سه ژنوتیپ چغندرقند با سه سطح آبیاری نتیجه گرفتند که در سه ژنوتیپ موردبررسی، با افزایش تنش عملکرد کاهش یافت و ضریب همبستگی بین طول و عرض برگ و طول و قطر دم برگ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفتند و وزن خشک دم برگ با عملکرد همبستگی نداشت. همچنین اگرچه بین عملکرد شکر سفید و شاخص سطح برگ همبستگی مثبت مشاهده شد اما بین عملکرد و وزن خشک برگ همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. وزن خشک قسمت هوایی (برگ و دم برگ) نیز همبستگی مثبت با عملکرد شکر سفید نشان داد. همچنین در سه ژنوتیپ موردبررسی با افزایش تنش، ضمن کاهش عملکرد، نسبت وزن به سطح برگ افزایش یافت و برگ به‌طور قابل‌توجهی ضخیم‌تر شد.

کیفیت واقعی چغندرقند عبارت است از درصد قند خالص (قابل استحصال) که برای تعیین آن، اندازه‌گیری درصد قند ناخالص (کل) و میزان قند ملاس ضروری است. افزایش کیفیت محصول چغندرقند از طریق بالا بردن قند و کاهش مواد غیر قندی به‌ویژه نیتروژن، سدیم و پتاسیم انجام می‌گیرد چون افزایش این ناخالصی‌ها با جلوگیری از کریستاله شدن ساکارز، قابلیت استحصال قند را کاهش داده و سبب افزایش میزان ملاس تولیدی در کارخانه می‌شود (Kerr and Leaman, 1977; Eck et al.,1990). تنش کم‌آبی، درصد مارک (مواد غیرقابل‌حل ریشه) را افزایش می‌دهد (Bloch et al., 2006). غلظت بالای مارک تحت شرایط کمبود آب نشان‌دهنده افزایش مقدار دیواره سلولی و درنتیجه کاهش توسعه سلولی است. عبداللهیان نوقابی و فرود ویلیامز (Abdollahian-Noghabi and Froud Williams, 1998) اعلام کردند که تحت تنش خشکی اول دوره رشد و سپس آبیاری مجدد، غلظت پتاسیم و نیتروژن مضره به ترتیب ۱۴ و ۳۲ درصد افزایش می‌یابد. در همین شرایط، درصد قند تقریباً ۵-۱ درصد افزایش یافت، اما کل شکر تولیدی در حدود ۲۰ درصد کاهش پیدا کرد.

تحقیقات نشان داده است که از قدرت سازگاری ژنوتیپ‌ها در محیط‌های تنش دار می‌توان برای ارزیابی رگه‌های اصلاحی استفاده کرد. صادقیان و همکاران (Sadeghian et al., 2000) گزارش کردند که ژنوتیپ‌های چغندرقند واکنش‌های متفاوتی را در شرایط کمبود آب از خود نشان می‌دهند؛ بنابراین، تهیه رقم‌های متحمل به خشکی از اولویت خاصی برخوردار است. برای شروع یک برنامه اصلاحی جهت تولید رقم متحمل به خشکی لازم است لاین‌های والدینی متحمل شناسایی شوند. هدف از این تحقیق، بررسی اثرات میزان تنش خشکی بر خصوصیات کیفی اوتایپ های چغندرقند بود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کمال‌آباد کرج وابسته به موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند اجرا شد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۳۰۰ متر و دارای

www.SID.ir

Archive of SID



عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی است. طبق آمار هواشناسی متوسط بارندگی سی‌ساله آن معادل ۲۵۱ میلی‌متر است.

در این آزمایش، ۲۹ اوتایپ چغندرقند حاصل از سه توده بذری ۷۲۲۱، ۱۱۰ و ۱۱۱ ($BC_1F_2$) به‌دست‌آمده از تلاقی اولیه چغندرقند و چغندر علوفه‌ای به همراه شاهدهای مقاوم و حساس (جدول ۱) در شرایط تنش رطوبتی در مزرعه به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. کرت اصلی شامل دو سطح آبیاری نرمال و اعمال تنش و کرت‌های فرعی شامل ۳۶ لاین و رقم موردمطالعه بود. برای تعیین زمان آبیاری، از تشتک تبخیر کلاس $A$ استفاده گردید. در شرایط بدون تنش، آبیاری‌ها بعد از ۹۰-۸۰ میلی‌متر و در شرایط تنش، بعد از ۲۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر صورت گرفت.

اندازه هر واحد آزمایشی یک خط کاشت به طول هشت متر و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هنگام برداشت پس از حذف حاشیه، ریشه‌ها برداشت و در هر کرت ریشه‌ها در ۳/۵ مترمربع توزین و جهت تعیین صفات کیفی آن‌ها خمیر مخلوط تهیه شد. خصوصیات کیفی شامل عیار قند ناخالص و خالص، سدیم، پتاسیم، نیتروژن، ضریب قلیائیت، قند ملاس و ماده خشک ریشه با استفاده از دستگاه بتالایزر در آزمایشگاه تکنولوژی قند موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند اندازه‌گیری شدند (ICUMSA, 2009). صفات پوشش سطح خاک، پژمردگی و پیری برگ در سه مرحله اندازه‌گیری شد. درصد پوشش سطح خاک توسط سایه‌انداز به‌وسیله کوادرات ۰/۲۵ مترمربعی و نمره پژمردگی و پیری هم مطابق جدول ۲ در ساعت ۱۳-۱۱ اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS9.1 انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

## نتایج و بحث

### *پوشش سطح خاک*

تنش خشکی و ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر پوشش سطح خاک توسط سایه‌انداز تأثیر معنی‌داری گذاشتند (جدول ۳). با افزایش دور آبیاری از ۹۰ به ۲۷۰ میلی‌متر تبخیر، میانگین پوشش سطح خاک از حدود ۵۷ به ۳۸ درصد کاهش نشان داد. این موضوع در مطالعه براون و همکاران (Brown et al., 1987) نیز مورد تأکید قرار گرفته است، اما کلاور و همکاران (Clover et al., 1998) بیان کردند تحت شرایط خشکی، برگ‌های چغندرقند گرایش به خوابیدگی بر روی خاک دارند و بنابراین، سطح مؤثر در برابر نور خورشید افزایش می‌یابد. میانگین پوشش سطح خاک ژنوتیپ‌های مختلف طی فصل رشد نیز اختلاف معنی‌داری نشان داد، به‌نحوی‌که بیشترین پوشش (۶۲/۵ درصد) به توده علوفه‌ای اختصاص داشت و اوتایپ‌های ۲۶، ۱۷، ۵، ۱، ۱۶، ۸، ۱۱، ۱۳، ۲، ۲۷، ۲۸ و هیبریدهای ۳۰، ۳۵، ۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۳۱ با میانگین پوشش معادل ۶۰-۴۸ درصد در گروه آماری برتر جای گرفتند (شکل ۱).

**جدول ۱. ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد آزمایش.**

**Table 1. Sugar beet genotypes.**

| Line no. | شماره بذر Seed No | منشأ Origin | Line no. | شماره بذر Seed No | منشأ Origin | Line no. | شماره بذر Seed No | منشأ Origin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 31655-90 | O.T.110-12 | 13 | 31667-90 | O.T.110-29 | 25 | 31679-90 | O.T.110-11 |
| 2 | 31656-90 | O.T.110-23 | 14 | 31668-90 | O.T.110-30 | 26 | 31680-90 | O.T.110-17 |
| 3 | 31657-90 | O.T.110-25 | 15 | 31669-90 | O.T.110-35 | 27 | 31681-90 | O.T.110-28 |
| 4 | 31658-90 | O.T.110-07 | 16 | 31670-90 | O.T.110-37 | 28 | 31682-90 | O.T.110-34 |
| 5 | 31659-90 | O.T.110-09 | 17 | 31671-90 | O.T.110-38 | 29 | 31683-90 | O.T.110-52 |
| 6 | 31660-90 | O.T.110-13 | 18 | 31672-90 | O.T.110-40 | 30 | 191 | Sensitive Check |
| 7 | 31661-90 | O.T.110-16 | 19 | 31673-90 | O.T.110-47 | 31 | 30923 | IR7 (Resistant check) |
| 8 | 31662-90 | O.T.110-21 | 20 | 31674-90 | O.T.110-50 | 32 | 30908 | (436*231)*5RR-87-Hs.33 |
| 9 | 31663-90 | O.T.110-23 | 21 | 31675-90 | O.T.110-55 | 33 | 31290 | (7112*SB36)*5RR-87-HS.7 |
| 10 | 31664-90 | O.T.110-24 | 22 | 31676-90 | O.T.110-57 | 34 | 31291 | (7112*SB36)*5RR-87-HS.11 |
| 11 | 31665-90 | O.T.110-25 | 23 | 31677-90 | O.T.110-67 | 35 | 31292 | (7112*SB36)*5RR-87-HS.18 |
| 12 | 31666-90 | O.T.110-26 | 24 | 31678-90 | O.T.110-68 | 36 | 7221 | Fodder Beet Bulk |

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۲. توصیف مقیاس مورداستفاده برای نمره پژمردگی و پیری برگ‌ها در ژنوتیپ‌های چغندرقند (Choluj et al., 2014).**

**Table 2. Leaf wilting and senescing scoring criteria in sugar beet genotypes (Choluj et al., 2014).**

| نمره Score | توصیف پژمردگی Wilting description | توصیف پیری Senescing description |
|---|---|---|
| 1 | ۳-۲ برگ مسن پژمرده شده باشد. 2-3 wilted leaves | بیش از دوسوم سطح ۳-۲ عدد برگ زرد/قهوه‌ای شده باشد. More than 2/3 of the leaf area from 2-3 leaves become yellow or brown |
| 2 | ۶-۴ برگ مسن پژمرده شده باشد. 4-6 wilted leaves | بیش از دوسوم سطح ۶-۴ عدد برگ زرد/قهوه‌ای شده باشد. More than 2/3 of the leaf area from 4-6 leaves become yellow or brown |
| 3 | ۹-۷ برگ (نیمی از سایه‌انداز) پژمرده شده باشد. 7-9 wilted leaves | بیش از دوسوم سطح ۹-۷ عدد برگ زرد/قهوه‌ای شده باشد. More than 2/3 of the leaf area from 7-9 leaves become yellow or brown |
| 4 | همه برگ‌ها به‌جز جوان‌ترین برگ‌ها پژمرده شده باشد. All leaves expect young ones are wilted | بیش از دوسوم سطح همه برگ‌ها به‌جز جوان‌ترین آن‌ها، زرد/قهوه‌ای شده باشد. More than 2/3 of the leaves area (except young ones) become yellow or brown |
| 5 | همه برگ‌ها پژمرده شده باشد. All leaves are wilted | بیش از دوسوم سطح همه برگ‌ها، زرد/قهوه‌ای شده باشد. More than 2/3 of the leaves area become yellow or brown |

زمان نمونه‌برداری و اثرمتقابل دور آبیاری × زمان نمونه‌برداری نیز در سطح احتمال یک درصد بر میانگین درصد پوشش سطح خاک توسط سایه‌انداز تأثیر معنی‌داری گذاشت (جدول ۳). روند تغییرات درصد پوشش سطح خاک توسط سایه‌انداز به‌نحوی‌که بود که در شرایط آبیاری نرمال تا ۸۱ روز پس از کاشت، بر این مقدار افزوده‌شده و سپس از مقدار آن کاسته شد (شکل ۲)؛ اما در شرایط تنش، بیشترین درصد پوشش سطح خاک توسط سایه‌انداز (۴۳/۵ درصد) در اولین اندازه‌گیری (۶۷ روز پس از کاشت) حاصل و سپس به نحو فزاینده‌ای مقدار آن کاهش یافت (شکل ۲). وجود اختلاف بین مواد ژنتیکی موردمطالعه در پوشش سایه‌انداز و غیر معنی دار شدن اثرمتقابل تنش × ژنوتیپ حاکی از تأثیر یکسان تنش بر واکنش پوشش گیاهی نسبت به اعمال تنش بود.

### *نمره پژمردگی و پیری بوته‌ها*

تنش خشکی، زمان نمره‌دهی و اثرمتقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر نمره پژمردگی بوته‌های چغندرقند داشته اما اختلاف معنی‌داری از این لحاظ بین مواد ژنتیکی موردمطالعه دیده نشد (جدول ۳). همچنان که در شکل ۳ دیده می‌شود نمره پژمردگی بوته‌ها در شرایط نرمال باگذشت ۱۱۶ روز از کاشت (۲/۰۳۵) نسبت به نمره‌دهی طی ۸۷ روز پس از کاشت (۱/۰۳۵) حدود ۹۷ درصد افزایش‌یافته است اما در شرایط تنش، نمره پژمردگی بوته‌ها در ۸۷ روز پس از کاشت (۲/۵۲۸) تنها با ۵۱ درصد افزایش در ۱۱۶ روز پس از کاشت به ۳/۸۱۳ افزایش یافت. البته میزان اختلاف در ۸۷ و ۱۱۶ روز پس از کاشت بین کرت‌های نرمال و تنش به ترتیب معادل ۱/۴۹۳ و ۱/۷۷۸ واحد بود که نشان از افزایش اختلاف در نمره پژمردگی در دو شرایط آبیاری داشت.

در رابطه با نمره پیری بوته‌ها، تنش و زمان نمره‌دهی در سطح احتمال یک درصد بر این صفت تأثیر معنی‌داری گذاشتند (جدول ۳). نمره پیری بوته‌ها در شرایط تنش (۱/۸۹۶) به نحو معنی‌داری بیش از شرایط نرمال (۱/۵۰۳) شد. نشان داده شده است که تنش خشکی موجب تسریع پیری برگ‌های مسن می‌شود و بنابراین، طول عمر برگ در واکنش نسبت به شرایط کمبود آب، کاهش می‌یابد (Stocker, 1960; Brown *et al.*, 1987). البته، در بیشتر مطالعات، افزایش وزن ویژه برگ (LSW) یا ضخامت برگ درنتیجه تنش خشکی توسط محققین مورد تأکید بوده است (Mohammadian et al. 2010؛ Hang and Miller, 1986; Rinaldi, 2003). پیشنهاد شده است در برنامه بهنژادی مقاومت به خشکی، مواد اصلاحی با تعداد برگ کمتر و دوام سطح برگ بیشتر موردتوجه قرار گیرند (Khorshid, 2000).

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۳. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تأثیر تنش خشکی بر پوشش سطح خاک، نمره پژمردگی و پیری برگ ژنوتیپ‌های موردمطالعه چغندرقند در مراحل مختلف رشد.**

**Table 3. Analysis of variance and mean comparison of the effects of drought stress on canopy ground cover and wilting and senescing score of sugar beet genotypes at different growing stages.**

| منابع تغییرات S.O.V. | درجه آزادی df | میانگین مربعات MS پوشش سطح خاک Canopy ground cover | درجه آزادی df | میانگین مربعات MS نمره پژمردگی Wilting score | میانگین مربعات نمره پیری برگ Leaf senescing score |
|---|---|---|---|---|---|
| تکرار Rep. | 3 | 14775.860* | 3 | 0.321$^{ns}$ | 1.627$^{ns}$ |
| تنش آب (A) Drought stress (A) | 1 | 78166.116** | 1 | 385.141** | 22.168** |
| اشتباه کرت اصلی (Ea) Error a | 3 | 1039.187 | 3 | 0.567 | 1.585 |
| ژنوتیپ (B) Genotype (B) | 35 | 1278.339** | 35 | 0.226$^{ns}$ | 0.139$^{ns}$ |
| اثرمتقابل AB A × B | 35 | 445.556$^{ns}$ | 35 | 0.123$^{ns}$ | 0.133$^{ns}$ |
| اشتباه کرت فرعی (Eb) Error b | 210 | 449.719 | 210 | 0.205 | 0.211 |
| نمونه‌برداری (C) Sampling (C) | 2 | 4810.510** | 1 | 187.918** | 143.002** |
| اثرمتقابل AC A × C | 2 | 3363.105** | 1 | 2.918** | 0.002$^{ns}$ |
| اثرمتقابل BC B × C | 70 | 13.247$^{ns}$ | 35 | 0.043ns | 0.016ns |
| اثرمتقابل ABC A × B × C | 70 | 10.442$^{ns}$ | 35 | 0.043$^{ns}$ | 0.016$^{ns}$ |
| اشتباه نمونه‌برداری (Ec) Error c | 432 | 10.972 | 216 | 0.058 | 0.025 |
| ضریب تغییرات (درصد) CV (%) | | 7.00 | | 10.28 | 9.28 |
| | | درصد % | | - | - |
| **دور آبیاری Irrigation frequency** | | | | | |
| پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک ($a_1$) After 90 mm evaporation from evaporation pan ($a_1$) | | 56.838 *a* | | 1.535 *b* | 1.503 *b* |
| پس از ۲۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک ($a_2$) After 270 mm evaporation from evaporation pan ($a_2$) | | 37.815 *b* | | 3.170 *a* | 1.896 *a* |
| **زمان نمونه‌برداری Sampling** | | | | | |
| ۶۷ روز پس از کاشت ($c_1$) 67 days after planting | | 49.517 *a* | ۸۷ روز پس از کاشت ($c_1$) 87 days after planting | 1.781 *b* | 1.201 *b* |
| ۸۱ روز پس از کاشت ($c_2$) 81 days after planting | | 49.851 *a* | ۱۱۶ روز پس از کاشت ($c_2$) 116 days after planting | 2.924 *a* | 2.198 *a* |
| ۱۱۶ روز پس از کاشت ($c_3$) 116 days after planting | | 42.611 *b* | - | - | - |

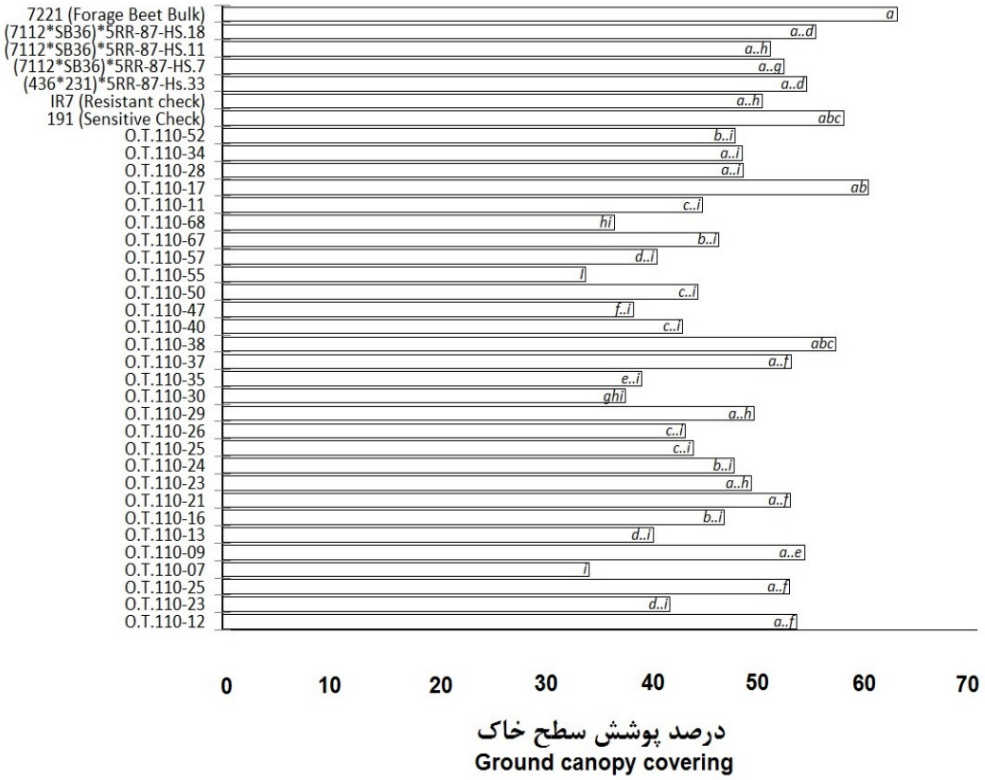
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: non-significant, significant at the 5 and 1% probability level, respectively

www.SID.ir

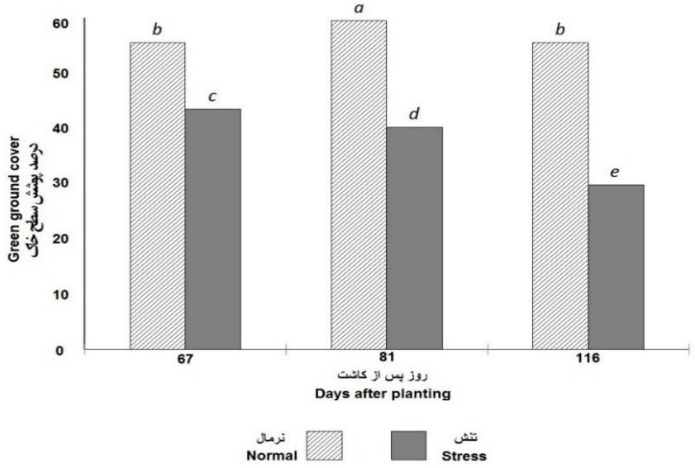
Archive of SID






**شکل ۱. میانگین درصد پوشش سطح خاک ژنوتیپ‌های مختلف طی فصل رشد.**

**Fig. 1. Average canopy ground cover of different genotypes during the growing season.**




**شکل ۲. اثرمتقابل تاریخ اندازه‌گیری × دور آبیاری بر درصد پوشش سطح خاک.**

**Fig. 2. Sampling date × irrigation frequency effect on canopy ground cover.**

### *خصوصیات کمی و کیفی محصول*

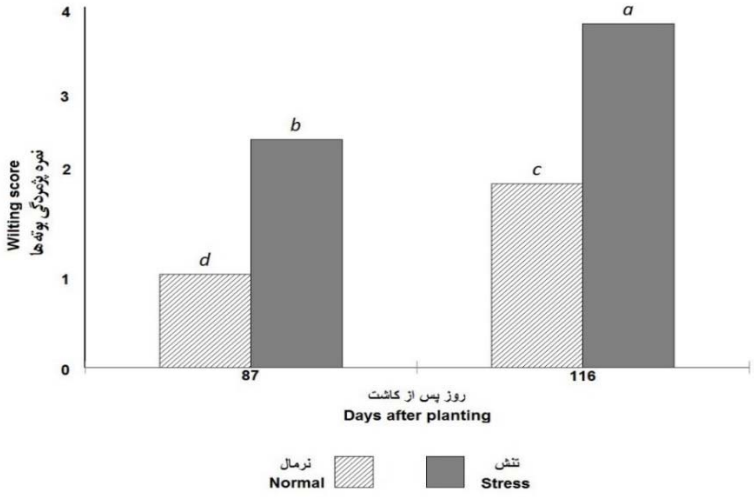
نتایج تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی محصول حاکی از تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد ریشه و شکر سفید و در سطح پنج درصد بر عیار قند ناخالص و خالص، میزان سدیم و قند ملاس ریشه است (جدول ۴). اثر ژنوتیپ بر خصوصیات کمی محصول معنی‌دار گردید به‌گونه‌ای که بیشترین عملکرد ریشه (۸۳/۷ تُن در هکتار) به توده چغندر علوفه‌ای 7221 اختصاص داشت و در گروه دوم، لاین‌های اوتایپ ۲۶، ۱، ۵، ۱۳، ۱۱، ۱۶، ۲۷ و ۳ با عملکرد ریشه معادل ۶۲/۹۰-۴۰/۳۸ تُن در هکتار، در گروه آماری

www.SID.ir

Archive of SID



مشابهی با هیبریدهای ۳۳، ۳۲ و ۳۵ قرار گرفتند (جدول ۵). اثر ژنوتیپ بر عملکرد شکر سفید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین عملکرد شکر سفید به هیبرید ۳۲ (۵/۹۲ تن در هکتار) تعلق داشت که با اوتایپ‌های ۲۶، ۱۱، ۵، ۱۳، ۱، ۸، ۱۰، ۲، ۲۷، ۳، ۱۷، ۲۹، ۲۰، ۱۶، ۲۲ و ۲۹ و هیبریدهای ۳۳، ۳۵، ۳۴، ۳۱ و ۳۰ و همچنین توده علوفه‌ای ۷۲۲۱ با دامنه عملکرد معادل ۵/۸۷-۳/۰۸ تن در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵).




**شکل ۳. اثرمتقابل تاریخ اندازه‌گیری × دور آبیاری بر نمره پژمردگی بوته‌ها.**

**Fig. 3. Sampling date × irrigation frequency effect on wilting score.**

**جدول ۴. تجزیه واریانس تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات کمی کیفی محصول ژنوتیپ‌های موردمطالعه چغندرقند.**

**Table 4. Analysis of variance of the effects of drought stress on quantitative and qualitative traits of sugar beet genotypes.**

| منابع تغییر S.O.V. | درجه آزادی df | میانگین مربعات MS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد ریشه Root yield | عملکرد شکر سفید White sugar yield | ضریب قلیائیت Alkalinity | قند ملاس Molasses sugar | ماده‌خشک ریشه Root dry matter |
| تکرار Replication | 2 | 2566.457** | 30.685** | 1.521$^{ns}$ | 3.298$^{ns}$ | 12.637$^{ns}$ |
| تنش آب (A) Drought stress (A) | 1 | 60039.339** | 1043.541** | 5.723$^{ns}$ | 10.926* | 171.307$^{ns}$ |
| اشتباه کرت اصلی (Ea) Error a | 2 | 14.460 | 0.103 | 1.540 | 0.253 | 18.797 |
| ژنوتیپ (B) Genotype (B) | 35 | 1126.427** | 10.434* | 0.751** | 1.022** | 10.444** |
| اثرمتقابل AB A × B | 35 | 213.431* | 3.711$^{ns}$ | 0.174$^{ns}$ | 0.224$^{ns}$ | 3.192$^{ns}$ |
| اشتباه کرت فرعی (Eb) Error b | 140 | 128.530 | 2.474 | 0.201 | 0.235 | 2.958 |

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۴. ادامه**

**Table 4. Continued**

| منابع تغییر S.O.V. | درجه آزادی df | میانگین مربعات MS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عیار قند Sugar content | | ناخالصی‌های ریشه Root impurities | | |
| | | ناخالص Gross | خالص white | سدیم Na | پتاسیم K | نیتروژن N |
| تکرار Replication | 2 | 27.078 ns | 15.093ns | 10.211ns | 10.171ns | 0.860ns |
| تنش آب (A) Drought stress (A) | 1 | 1088.780* | 1037.940* | 50.315* | 7.311ns | 0.277ns |
| اشتباه کرت اصلی (Ea) Error a | 2 | 52.715 | 26.095 | 0.803 | 0.730 | 2.085 |
| ژنوتیپ (B) Genotype (B) | 35 | 10.873** | 14.656** | 4.031** | 1.918** | 0.793** |
| اثرمتقابل A × B AB | 35 | 3.551ns | 2.710ns | 0.943ns | 0.364ns | 0.314ns |
| اشتباه کرت فرعی (Eb) Error b | 140 | 4.793 | 3.868 | 0.882 | 0.503 | 0.289 |

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant, significant at the 5 and 1% probability level, respectively

اثرمتقابل دور آبیاری × ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر عملکرد شکر سفید نگذاشت (جدول ۵). بیات و همکاران (Bayat et al. 1996)، در بررسی مقاومت به خشکی ارقام چغندرقند از طریق غربال لاین‌ها نشان دادند که بین ارقام موردبررسی ازنظر عملکرد ریشه، درصد قند و عملکرد قند خالص در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنان که در جدول ۵ و شکل ۴ دیده می‌شود تنش خشکی موجب شد تا عیار قند ناخالص و خالص به ترتیب معادل ۳۲/۶ و ۴۲/۶ درصد (به ترتیب معادل ۴/۴۹ و ۴/۳۶ واحد) کاهش معنی‌داری در شرایط تنش تجربه کند. میزان سدیم ریشه و قند ملاس نیز با افزایش معنی‌دار به ترتیب معادل ۲۳/۲ و ۱۲/۹ درصد نسبت به شرایط نرمال از خود واکنش نشان دادند (شکل ۴). در ارتباط با اثرات تنش کمبود آب بر درصد قند گزارش‌های متناقضی وجود دارد. بررسی نحوه و زمان اعمال تنش می‌تواند، دستیابی به چنین نتایجی را توجیه کند. در تحقیقی دیگر، عروج نیا و همکاران (۱۳۹۱) کاهش ۲۵/۵۹ درصدی قند ناخالص و افزایش ۴۲/۷۱ و ۴۵/۶۷ درصدی میزان سدیم و پتاسیم ناشی از آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر را گزارش کردند.

اثر ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر خصوصیات کیفی محصول معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین عیار قند ناخالص (۱۴/۰۵ درصد) به هیبرید ۳۰ تعلق داشت. البته به‌استثنای اوتایپ‌های ۱۶، ۲۲ و ۲۵ همراه با توده علوفه‌ای ۷۲۲۱ (با عیار قند ناخالص معادل ۹/۹۳-۸/۷۱ درصد)، بقیه مواد ژنتیکی در گروه آماری مشابهی با هیبرید ۳۰ قرار داشتند (جدول ۵). به لحاظ عیار قند ناخالص نیز، هیبرید ۳۰ با عیار قند معادل ۱۱/۱۱ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و تنها مواد ژنتیکی ۲۳، ۲۹، ۲۱، ۳، ۱۴، ۱۹، ۲۵، ۲۲، ۱۵ و ۱۶ و توده علوفه‌ای ۷۲۲۱ با عیار قند خالص ۳/۷-۸۳/۳۵ درصد به نحو معنی‌داری عیار قند خالص کمتری داشتند (جدول ۵). اثرمتقابل تنش × ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر صفات کیفی محصول نداشت که این موضوع در تحقیق دیگری نیز مورد تأکید قرار گرفته است (Vander Beek and Houtman, 1993). در بین مواد ژنتیکی موردمطالعه، بیشترین مقدار سدیم و پتاسیم (به ترتیب ۷/۵۵ و ۷/۲۴ میلی اکی والان در صد گرم خمیر) به توده علوفه‌ای ۷۲۲۱ اختصاص داشت (جدول ۵). کمترین مقدار سدیم به مواد ژنتیکی ۸، ۳۰، ۳۱، ۱۰، ۲۷، ۱، ۳۴ و ۱۱ با مقدار سدیم معادل ۴/۱۲-۲/۸۶ میلی اکی والان در صد گرم خمیر مربوط

www.SID.ir

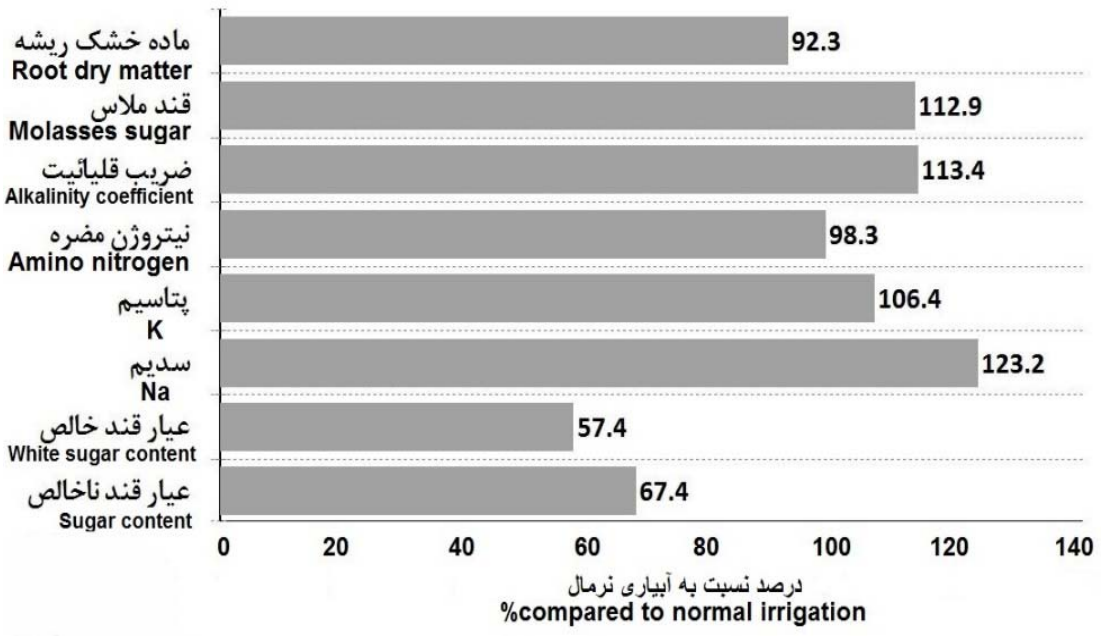
Archive of SID



شد (جدول ۵). در خصوص مقدار پتاسیم نیز هیبریدهای ۳۰، ۳۳، ۳۵، ۳۲، ۳۱ و اوتایپ‌های ۱۷، ۱، ۲۸، ۱۲ و ۲۲ کمترین مقدار پتاسیم ریشه (۵/۵۷-۴/۸۶ میلی اکی والان در صد گرم خمیر ریشه) را داشتند (جدول ۵). کمترین مقدار نیتروژن مضره (۲۸/۶۹-۳/۳) نیز به اوتایپ‌های ۲۷، ۲۱، ۱۲ و ۲۸ اختصاص داشت (جدول ۵). افزایش املاح معدنی غیرقندی در عصاره ریشه چغندرقند مانع از استحصال شکر در فرایند تبلور در کارخانه‌های قند شده و منجر به افزایش درصد قند ملاس می‌گردد که درواقع شاخصی برای تعیین مقادیر افت در تولید شکر می‌باشد. اثر تنش خشکی اعمال‌شده در این آزمایش و ژنوتیپ، بر این صفت، در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار شد. به‌طورکلی تنش رطوبتی در اواخر دوره رشد چغندرقند باعث افزایش ناخالصی‌های ریشه شده و از این طریق راندمان استحصال شکر را کاهش می‌دهد و قند ملاس افزایش می‌یابد (Mirzaei and Rezvani, 2006). نتایج سایر محققین نیز حاکی از افزایش غلظت ناخالصی‌های ریشه و درنتیجه، افزایش قند ملاس و کاهش کیفیت محصول درنتیجه خشکی است (Brown et al., 1987; Winter, 1988; Harvey and Dutton, 1993; Kerr and Leaman, 1997; Jalilian et al., 2001; Mirzaei and Rezvani, 2005; Mirzaei and Rezvani, 2006; Orojnia et al., 2012). با در نظر گرفتن کلیه شاخص‌های کیفی محصول شامل عیار قند ناخالص و خالص، میزان ناخالصی‌های ریشه، ضریب قلیائیت و قند ملاس، ژنوتیپ‌های ۱ و ۳۰ در هر شش صفت، ژنوتیپ‌های ۱۰، ۲۸، ۳۱ و ۳۳ در پنج صفت و ژنوتیپ‌های ۸، ۱۲، ۲۷، ۳۴ و ۳۵ در چهار صفت از شرایط مناسب‌تر نسبت به سایر مواد ژنتیکی موردمطالعه برخوردار شدند.

عروج نیا و همکاران (Orojnia et al., 2012) نیز در بین ارقام چغندرقند موردمطالعه تفاوت معنی‌داری را ازلحاظ قلیائیت مشاهده کردند. بیشترین ضریب قلیائیت در دامنه ۳/۳۸-۳/۳ به اوتایپ‌های ۲۱ و ۲۷ همراه با توده علوفه‌ای ۷۲۲۱ مربوط بود (جدول ۵). کمترین ضریب قلیائیت (۷۷/۲۷-۱/۲) نیز به هیبریدهای ۳۵، ۳۳، ۳۴ و ۳۰ و اوتایپ‌های ۱۰، ۹ و ۱ مربوط بود. بیشترین قند ملاس (۵/۲۰ درصد) به توده علوفه‌ای ۷۲۲۱ و کمترین میزان (۳/۴۰-۲/۹۴ درصد) به هیبریدها و اوتایپ‌های ۳۰، ۸، ۳۱، ۳۳، ۱، ۲۸ و ۱۰ اختصاص داشت.

در رابطه با میزان ماده خشک محتوی ریشه، کمترین مقدار (۵۲/۵۶-۱۷/۲۰ درصد) به اوتایپ‌های ۷، ۲۴، ۱۵، ۲۰، ۲۲، ۵، ۴، ۲۵، ۱۶ و ۲۶ و توده علوفه‌ای ۷۲۲۱ اختصاص داشت و بقیه مواد اصلاحی با دارا بودن ۲۴/۸-۲۱/۸ درصد در گروه آماری مشابهی جای گرفتند (جدول ۵).




**شکل ۴. ماده خشک ریشه و خصوصیات کیفی چغندرقند در شرایط تنش به‌عنوان نسبتی از شرایط نرمال آبیاری.**

**Fig. 4. Yield and qualitative characteristics of sugar beet under stress condition as a ratio of normal irrigation.**

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۵. مقایسه میانگین تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی محصول ژنوتیپ‌های موردمطالعه چغندرقند.**

**Table 5. Mean comparison of drought stress effect on quantitative and qualitative traits of sugar beet genotypes.**

| شماره لاین Line No. | سطوح موردمطالعه Irrigation level | عملکرد ریشه Root yield (t ha$^{-1}$) | | عملکرد شکر سفید White sugar yield (t ha$^{-1}$) | | ضریب قلیائیت Alkalinity | | قند ملاس (درصد) Molasses sugar | | ماده‌خشک ریشه (درصد) Root dry matter (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | آبیاری به‌ازای ۹۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 90 mm evaporation | | | | | 2.43 | a | 3.49 | b | 23.04 | a |
| | آبیاری به‌ازای ۲۷۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 270 mm evaporation | | | | | 2.75 | a | 3.94 | a | 21.26 | a |
| 1 | O.T.110-12 | 49.23 | b..h | 4.47 | a..g | 2.14 | ef | 3.32 | cde | 22.56 | a..d |
| 2 | O.T.110-23 | 40.04 | c..k | 3.85 | a..g | 2.19 | ef | 3.70 | b..e | 22.57 | a..d |
| 3 | O.T.110-25 | 55.34 | bcd | 5.45 | a..d | 2.44 | c..f | 3.44 | b..e | 22.35 | a..d |
| 4 | O.T.110-07 | 11.54 | m | 0.79 | h | 2.81 | a..e | 4.12 | bc | 22.70 | d |
| 5 | O.T.110-09 | 56.90 | bc | 5.23 | a..d | 2.32 | def | 3.71 | b..e | 21.29 | cd |
| 6 | O.T.110-13 | 36.05 | d..l | 3.30 | a..h | 2.71 | a..e | 3.94 | bc | 22.19 | a..d |
| 7 | O.T.110-16 | 35.98 | d..l | 3.00 | b..h | 2.55 | b..f | 3.81 | b..e | 21.61 | bcd |
| 8 | O.T.110-21 | 41.50 | c..k | 4.41 | a..g | 2.29 | def | 3.03 | de | 23.24 | a..d |
| 9 | O.T.110-23 | 33.19 | f..l | 2.65 | d..h | 3.11 | a..d | 4.06 | bc | 22.62 | a..d |
| 10 | O.T.110-24 | 40.73 | c..k | 4.34 | a..g | 2.22 | ef | 3.40 | cde | 23.47 | a..d |
| 11 | O.T.110-25 | 40.38 | c..k | 3.50 | a..h | 2.43 | c..f | 3.90 | bcd | 21.89 | a..d |
| 12 | O.T.110-26 | 25.90 | i..m | 2.80 | c..h | 2.91 | a..e | 3.50 | b..e | 24.45 | abc |
| 13 | O.T.110-29 | 52.25 | b..f | 4.66 | a..f | 2.83 | a..e | 3.70 | b..e | 21.87 | a..d |
| 14 | O.T.110-30 | 25.07 | klm | 1.95 | fgh | 2.72 | a..e | 3.62 | b..e | 21.99 | a..d |
| 15 | O.T.110-35 | 31.50 | g..l | 1.98 | fgh | 2.66 | a..e | 4.09 | bc | 21.59 | bcd |
| 16 | O.T.110-37 | 46.42 | b..i | 3.13 | a..h | 2.44 | c..f | 4.03 | bc | 20.58 | d |
| 17 | O.T.110-38 | 32.71 | f..l | 3.38 | a..h | 2.30 | def | 3.78 | b..e | 24.63 | ab |
| 18 | O.T.110-40 | 25.27 | j..m | 2.22 | e..h | 2.79 | a..e | 3.85 | bcd | 21.77 | a..d |
| 19 | O.T.110-47 | 24.98 | klm | 1.85 | fgh | 2.96 | a..e | 4.33 | B | 22.51 | a..d |
| 20 | O.T.110-50 | 29.63 | h..m | 3.18 | a..h | 2.87 | a..e | 3.76 | b..e | 21.47 | bcd |
| 21 | O.T.110-55 | 18.94 | lm | 1.62 | gh | 3.39 | a | 3.98 | bc | 22.21 | a..d |
| 22 | O.T.110-57 | 40.23 | c..k | 3.08 | a..h | 2.76 | a..e | 4.03 | bc | 21.42 | cd |
| 23 | O.T.110-67 | 34.00 | e..l | 2.95 | c..h | 2.72 | a..e | 3.85 | bcd | 21.89 | a..d |
| 24 | O.T.110-68 | 24.27 | klm | 2.22 | e..h | 2.72 | a..e | 3.60 | b..e | 21.61 | bcd |
| 25 | O.T.110-11 | 30.75 | g..m | 2.10 | e..h | 2.61 | a..e | 3.82 | b..e | 20.69 | d |
| 26 | O.T.110-17 | 62.90 | b | 5.87 | ab | 2.42 | c..f | 3.67 | b..e | 20.56 | d |
| 27 | O.T.110-28 | 41.65 | c..k | 3.64 | a..h | 3.31 | ab | 3.59 | b..e | 21.99 | a..d |
| 28 | O.T.110-34 | 38.71 | c..l | 3.99 | a..g | 2.69 | a..e | 3.39 | cde | 22.24 | a..d |
| 29 | O.T.110-52 | 36.59 | c..l | 3.08 | a..h | 2.68 | a..e | 3.97 | bc | 21.92 | a..d |
| 30 | 191 (Sensitive Check) | 36.75 | c..l | 4.43 | a..g | 1.77 | f | 2.94 | e | 24.88 | a |
| 31 | IR7 (Resistant check) | 41.42 | c..k | 4.70 | a..f | 2.31 | def | 3.05 | de | 23.51 | a..d |
| 32 | (436*231)*5RR-87-Hs.33 | 54.17 | b..e | 5.92 | a | 2.30 | def | 3.33 | cde | 22.81 | a..d |
| 33 | (7112*SB36)*5RR-87-HS.7 | 52.42 | b..f | 5.62 | abc | 2.27 | ef | 3.27 | cde | 22.77 | a..d |
| 34 | (7112*SB36)*5RR-87-HS.11 | 45.90 | b..j | 4.95 | a..e | 2.22 | ef | 3.48 | b..e | 23.35 | a..d |
| 35 | (7112*SB36)*5RR-87-HS.18 | 51.19 | b..g | 5.33 | a..d | 2.27 | ef | 3.54 | b..e | 22.82 | a..d |
| 36 | 7221 (Forage Beet Bulk) | 83.69 | a | 4.26 | a..g | 3.18 | abc | 5.20 | a | 17.52 | e |

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۵. ادامه**

**Table 5. Continued**

| شماره لاین Line No. | سطوح موردمطالعه Irrigation level | عیار قند (درصد) Sugar content (%) | | | | ناخالصی‌های ریشه (میلی‌اکی والان در صد گرم خمیر) Root impurity (meq per 100 g root pulp) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ناخالص Gross | | خالص White sugar content | | سدیم Na | | پتاسیم K | | نیتروژن N | |
| | آبیاری به‌ازای ۹۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 90 mm evaporation | 13.79 | a | 10.27 | a | 4.16 | b | 5.76 | a | 4.21 | a |
| | آبیاری به‌ازای ۲۷۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 270 mm evaporation | 9.30 | b | 5.91 | b | 5.13 | a | 6.133 | a | 4.14 | a |
| 1 | O.T.110-12 | 10.89 | a..d | 7.57 | a..g | 3.99 | c..f | 5.37 | e..h | 4.47 | abc |
| 2 | O.T.110-23 | 12.56 | a..d | 8.86 | a..g | 4.26 | b..f | 6.15 | a..h | 4.73 | a |
| 3 | O.T.110-25 | 12.88 | abc | 9.43 | a..g | 4.12 | c..f | 5.65 | b..h | 4.23 | a..e |
| 4 | O.T.110-07 | 10.30 | a..d | 6.18 | fgh | 5.48 | bc | 6.28 | a..g | 4.19 | a..e |
| 5 | O.T.110-09 | 11.68 | a..d | 7.98 | a..g | 4.24 | c..f | 6.22 | a..g | 4.52 | ab |
| 6 | O.T.110-13 | 10.82 | a..d | 7.99 | a..g | 4.79 | b..e | 6.47 | a..f | 4.15 | a..e |
| 7 | O.T.110-16 | 10.63 | a..d | 7.88 | a..g | 4.95 | b..e | 5.90 | b..h | 4.30 | a..d |
| 8 | O.T.110-21 | 13.00 | abc | 9.97 | abc | 2.86 | f | 5.83 | b..h | 3.84 | a..e |
| 9 | O.T.110-23 | 11.60 | a..d | 7.54 | a..g | 5.27 | bcd | 6.38 | a..f | 3.98 | a..e |
| 10 | O.T.110-24 | 13.27 | ab | 9.86 | a..d | 3.66 | def | 5.98 | a..h | 4.34 | a..d |
| 11 | O.T.110-25 | 10.85 | a..d | 6.96 | b..h | 4.90 | b..e | 6.10 | a..h | 4.57 | ab |
| 12 | O.T.110-26 | 12.70 | a..d | 9.20 | a..g | 4.62 | b..e | 5.53 | c..h | 3.50 | cde |
| 13 | O.T.110-29 | 11.43 | a..d | 7.73 | a..g | 4.42 | b..f | 6.20 | a..g | 3.83 | a..e |
| 14 | O.T.110-30 | 10.41 | a..d | 6.79 | b..h | 4.70 | b..e | 5.67 | b..h | 3.94 | a..e |
| 15 | O.T.110-35 | 10.23 | a..d | 6.13 | fgh | 4.95 | b..e | 6.68 | a..d | 4.40 | a..d |
| 16 | O.T.110-37 | 9.93 | bcd | 5.90 | gh | 4.99 | b..e | 6.38 | a..f | 4.69 | ab |
| 17 | O.T.110-38 | 11.77 | a..d | 9.21 | a..g | 5.35 | bcd | 5.31 | e..h | 4.64 | ab |
| 18 | O.T.110-40 | 11.80 | a..d | 7.95 | a..g | 4.72 | b..e | 6.32 | a..g | 4.02 | a..e |
| 19 | O.T.110-47 | 11.00 | a..d | 6.67 | c..h | 5.46 | bc | 6.91 | ab | 4.26 | a..e |
| 20 | O.T.110-50 | 12.68 | a..d | 8.93 | a..g | 4.46 | b..f | 6.33 | a..g | 3.90 | a..e |
| 21 | O.T.110-55 | 11.18 | a..d | 7.20 | b..h | 4.84 | b..e | 6.72 | abc | 3.44 | de |
| 22 | O.T.110-57 | 9.53 | bcd | 6.21 | e..h | 5.93 | b | 5.57 | c..h | 4.18 | a..e |
| 23 | O.T.110-67 | 11.20 | a..d | 7.35 | b..g | 5.27 | bcd | 5.74 | b..h | 4.09 | a..e |
| 24 | O.T.110-68 | 10.02 | a..d | 7.97 | a..g | 4.25 | b..f | 6.07 | a..h | 3.87 | a..e |
| 25 | O.T.110-11 | 9.02 | cd | 6.28 | d..h | 4.88 | b..e | 5.98 | a..h | 4.25 | a..e |
| 26 | O.T.110-17 | 10.57 | a..d | 8.47 | a..g | 4.55 | b..f | 5.86 | b..h | 4.31 | a..d |
| 27 | O.T.110-28 | 11.79 | a..d | 8.21 | a..g | 3.86 | c..f | 6.60 | a..e | 3.28 | e |
| 28 | O.T.110-34 | 12.85 | a..d | 9.46 | a..g | 4.32 | b..f | 5.47 | c..h | 3.69 | b..e |
| 29 | O.T.110-52 | 11.32 | a..d | 7.34 | b..g | 5.10 | bcd | 6.22 | a..g | 4.26 | a..e |
| 30 | 191 (Sensitive Check) | 14.05 | a | 11.11 | a | 3.34 | ef | 4.86 | h | 4.68 | ab |
| 31 | IR7 (Resistant check) | 13.45 | ab | 10.40 | ab | 3.35 | ef | 5.39 | d..h | 3.78 | a..e |
| 32 | (436*231)*5RR-87-Hs.33 | 13.44 | ab | 10.12 | abc | 4.31 | b..f | 5.16 | fgh | 4.13 | a..e |
| 33 | (7112*SB36)*5RR-87-HS.7 | 11.53 | a..d | 9.65 | a..f | 4.43 | b..f | 4.87 | h | 4.16 | a..e |
| 34 | (7112*SB36)*5RR-87-HS.11 | 13.32 | ab | 9.83 | a..e | 4.11 | c..f | 5.73 | b..h | 4.46 | abc |
| 35 | (7112*SB36)*5RR-87-HS.18 | 13.13 | ab | 9.59 | a..f | 5.01 | b..e | 5.02 | gh | 4.40 | a..d |
| 36 | 7221 (Forage Beet Bulk) | 8.71 | d | 3.83 | h | 7.55 | a | 7.24 | a | 4.67 | ab |

در هر ستون، اعدادی که دست‌کم دارای یک ضریب مشترک باشند، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌د اری ندارند.

Means with the same letters in each column are not significantly different.

www.SID.ir

Archive of SID



## نتیجه‌گیری

با فرض وجود تنوع ژنتیکی بین اوتایپهای اصلاحی چغندرقند ازنظر تحمل به خشکی، هدف این پروژه غربال و معرفی اوتایپ (های) متحمل به خشکی بود. معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ و اثرمتقابل تنش × ژنوتیپ بر خصوصیات کمی محصول حاکی از تنوع وسیع مواد ژنتیکی ازلحاظ واکنش نسبت به تنش خشکی بود. البته، در کرت‌های تحت تنش، عملکرد ریشه در اوتایپ‌های ۲، ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۶ و ۲۶ نسبت به سایر مواد برتری معنی‌دار نشان داد. نتایج این مطالعه نشان داد که تنش خشکی موجب شد تا عیار قند ناخالص و خالص به ترتیب معادل ۳۲/۶ و ۴۲/۶ درصد کاهش و میزان سدیم محتوی ریشه و قند ملاس به ترتیب معادل ۲۳/۲ و ۱۲/۹ درصد افزایش یابد.

در مطالعه حاضر، اعمال تنش خشکی موجب کاهش پوشش سطح خاک از حدود ۵۷ به ۳۸ درصد شد و همچنین، تسریع در کاهش سطح سبز در مزرعه از ۸۱ به ۶۷ روز پس از کاشت شد. علاوه بر این، اعمال تنش خشکی موجب افزایش نمره پژمردگی (۳/۱۷) و نمره پیری بوته‌ها (۱/۹۰) نسبت به شرایط نرمال (به ترتیب معادل ۱/۵۴ و ۱/۵۰) شد.

## منابع


Abdollahian-Noghabi, M., Froud-Williams, R.J., 1998. Effect of moisture stress and rewatering on growth and dry matter partitioning in three cultivars of sugar beet. Aspects of Applied Biology. 52, 71-78.

Bloch, D., Hoffmann, M.C., Marlander, B., 2006. Impact of water supply on photosynthesis, water and carbon isotope discrimination of sugar beet genotypes. European Journal of Agronomy. 24(3), 218-225.

Brown, K.F., Messem, A.B., Dunham, R.J., Biscoe, P.V., 1987. Effect of drought on growth and water use of sugar beet. Journal of Agricultural Science. 109, 421-435.

Eck, H.V., Winter, S.R., Smith, S.J., 1990. Sugar beet yield and quality in relation to residual beet feed lot waste, Agronomy Journal. 82, 250-254.

Baradaran Firouzabadi, M., 2002. Study of physiologic and morphologic characteristics of sugar beet species subjected to drought stress. MSc dissertation. Tabriz University. [In Persian with English summary].

Bayat, A., Shahbazi, H., Mahzoni, J., Bayat, G., 1996. Evaluation of sugar beet varieties resistance to drought through line selection. Final report of project. Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center. [In Persian with English summary].

Choluj D., Wisniewska A., Szafranski K.M., Cebula J., Gozdowski D., Podlaski S., 2014. Assessment of the physiological responses to drought in different sugar beet genotypes in connection with their genetic distance. Journal of Plant Physiology. 171, 1221–1230.

Hang, A.N., Miller, D.E., 1986. Response of sugar beet to deficit, high-frequency sprinkler irrigation. I: Sucrose accumulation, and top and root dry matter production. Agronomy Journal. 78, 10–14.

Harvey, C.W., Dutton, J.V., 1993. Root quality and processing. In: Cooke, D.A., Scott, R.K. (eds.), The Sugar Beet Crop. Chapman and Hall, London, pp. 571-617.

ICUMSA, 2009. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis, Methods Book. Berlin, Bartens.

Jaggard, K.W., Dewar, A.M., Pidgeon, J.D., 1998. The relative effects of drought stress and virus yellow on the yield of sugar beet in the UK, 1980-1995. Journal of Agricultural Science. 103(2), 337-343.

Jalilian, A.A., Shirvani, R., Neamati, A., Basati, J., 2001. Effects of deficit irrigation on production and economy of sugar beet in Kermanshah region. Journal of Sugar Beet. 1, 1-14.

Kerr, S., Leaman, M., 1997. To water or not. British Sugar Beet Review. 65(2), 11-13.

Khorshid, A.M., 2000. Comparison of qualitative and quantitative characteristics of sugar beet genotypes under salt and drought stress conditions. MSc dissertation, Islamic Azad University, Karaj, Iran. [In Persian with English summary].


www.SID.ir

Archive of SID



Mirzaee, M.R., Rezvani, M.A., 2006. Determination of sensitivity to dehydration in four stages of the growth of sugar beet. Proceeding of 9th Iranian Crop Science Congress. Tehran University. p. 563. [In Persian with English summary].

Mirzaei M.R., Rezvani, M.A., Gohari, J., 2006. Effect of drought stress to yield and sugar beet physiological trait in different growth stages. Journal of Sugar Beet. 21(2), 139-156. [In Persian with English summary].

Mohammadian, R., Fathollah Taleghani, D., Sadeghzadeh Hemayati, S., 2010. Different irrigation management effects on some quantitative and qualitative characteristics of sugar beet. Journal of Sugar Beet. 26(2), 139-156. [In Persian with English summary].

Monti, A., Amaducci, M.T., Pritoni, G., Verturi, G., 2006. Variation in carbon isotope discrimination during growth and at different organs in sugar beet (*Beta vulgaris* L). Field Crops Research. 98, 157-163.

Oroj nia, S., Habibi, D., Taleghani, F.D., Safari Dolat Abadi, S., Pazoki, A., Moaveni, P., Rahmani, M., Farshidi, M., 2012. Evaluation of Sugar beet genotypes yield and yield components under stress condition. Agronomy and Plant Breeding Journal. 8(1), 127-144.

Rinaldi, M., 2003. Variation of specific leaf area for sugar beet depending on sowing date and irrigation. Italian Journal of Agronomy. 7, 23-32.

Sadeghian, Y.S., Fazli, H., Mohammadian, R., Taleghani, D.F., Mesbah, M., 2000. Genetic variation for drought stress in sugar beet. Journal of Sugar Beet Research. 37, 55-77.

Stocker, O., 1960. Physiological and morphological changes in plants due to water deficiency. Arid Zone Research. 15: 63-104.

Van der Beek, M.A., Houtman, H.J., 1993. Does interaction between varieties and drought stress exist? p. 151-169. Proceedings of the 56th Winter Congress of the International Institute for Sugar Beet Research, Brussels, Belgium.

Winter, S.R., 1988. Suitability of sugar beet for limited irrigation in a semiarid climate, Agronomy Journal. 72, 118-123.

www.SID.ir