بررسی برخی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های امیدبخش چغندرقند در شرایط تنش خشکی

Study of some quantitative and qualitative traits of promising sugar beet genotypes under drought stress conditions

داریوش فتح‌اله طالقانی[1*]، سعید صادق‌زاده حمایتی[1]، فرشید مطلوبی[2] و سمر خیامیم[3]

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۹

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

چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی هشت ژنوتیپ جدید چغندرقند نسبت به خشکی در سه تیمار متفاوت آبیاری (حالت معمول، تنش اول فصل و تنش مداوم در طول فصل) طی سال‌های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقاتی مهندس مطهری مؤسسه تحقیقات چغندرقند کرج اجرا شد. این هشت ژنوتیپ حاصل اجرای طرح‌های تحقیقاتی قبلی در مؤسسه تحقیقات چغندرقند بودند و از بین ده‌ها ژنوتیپ مورد بررسی انتخاب شدند. ژنوتیپ‌های مذکور واکنش متفاوتی به تنش خشکی داشتند که جهت ارزیابی دقیق‌تر در این تحقیق در نظر گرفته شدند. این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده (سطوح مختلف خشکی در کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌ها در کرت‌های فرعی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد تیمار بدون تنش (آبیاری پس از هر ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) و تنش اول فصل (سه بار آبیاری جهت استقرار بوته‌ها، عدم آبیاری تا ۵۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A و سپس تداوم آبیاری به شکل نرمال) از نظر عملکرد ریشه، عملکرد شکرسفید و نسبت وزن ریشه به اندام هوایی در گروه آماری مشترک قرار گرفتند، اما راندمان مصرف آب با تنش اول فصل معادل ۳۵درصد نسبت به تیمار نرمال به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌های 7112، BPکرج و RS003 بیشترین عملکرد شکرسفید، راندمان مصرف آب و شاخص تحمل به خشکی و ژنوتیپ 7221-II کمترین مقدار این صفات را به خود اختصاص داد. عملکرد شکر سفید، کارآیی مصرف آب و شاخص تحمل به خشکی ژنوتیپ I13*7221-II در مقایسه با ژنوتیپ 7221-II به ترتیب معادل ۲۲، ٤۹، ٦۲ و ۱۸۷ درصد بیش‌تر بود و از ثبات عملکرد بهتری در شرایط تنش برخوردار بود. با توجه به نتایج این مطالعه، به‌نظر می‌رسد که می‌توان از ژرم‌پلاسم چغندر علوفه‌ای که از توانایی بیشتری در خصوص تولید ریشه در شرایط خشکی برخوردار هستند، در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد. احتمالاً با انتقال صفت تولید ریشه مناسب این نوع ژنوتیپ‌ها به چغندرقند در شرایط خشکی می‌توان به پیشرفت‌های مناسبی در زمینه تحمل به خشکی چغندرقند دست یافت.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، تنش اول فصل، تنش مداوم در فصل، ژنوتیپ، چغندرقند، شاخص تحمل به خشکی

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات چغندرقند *- نویسنده مسئول dftaleghani@yahoo.com

۲ و ۳ – به ترتیب کارشناس و مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات چغندرقند

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشاورزی در کشور کمبود آب است. مطالعات نشان می‌دهد بیش از ۲/۶ میلیون هکتار از اراضی آبی، چهار میلیون هکتار از دیم‌زارها و ۱/۱ میلیون هکتار از باغ‌های کشور تحت تأثیر خشکسالی هستند (Anonymous 2001). با توجه به اهمیت آب در کشاورزی و در راستای بهره‌گیری از پتانسیل ژنتیکی منابع موجود، مؤسسه تحقیقات چغندرقند برنامه اصلاح گیاهان متحمل به خشکی را از سال ۱۳۷۵ آغاز و طی چند دوره گزینش، به منابع نسبتاً متحمل دست یافته است. باوجود آن‌که پلی‌ژنیک بودن صفت تحمل به خشکی، اجرای برنامه‌های اصلاحی در این زمینه را مشکل و پیچیده ساخته است (Sadeghian Motahar et al. 2001)، چغندرقند در مقایسه با اکثر گیاهان زراعی توانایی بیش‌تری در تولید ماده‌خشک در شرایط تنش خشکی دارد (Schittenhelm 1999). نتایج سال‌های گذشته نشان می‌دهد که اصلاح رقم‌های متحمل به خشکی بر پایه نرعقیم ژنتیکی ـ سیتوپلاسمی می‌تواند بسیار مفید باشد (Sadeghian Motahar et al. 2001). در عین حال، مشابهت پاسخ واریته‌های چغندرقند نسبت به کمبود آب از وسیع نبودن پایه‌های ژنتیکی ارقام تجاری ناشی می‌شود (Ober et al. 2004).

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی در ژرم‌پلاسم چغندرقند از نظر تحمل به خشکی و کارآیی مصرف آب وجود دارد و با استفاده از گزینش می‌توان کارآیی مصرف آب را در ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند افزایش داد (Sadeghian et al. 2000). شاو و همکاران (Shaw et al. 2002) با مقایسه رقم متحمل به خشکی ۲۴۳۶۷ با رقم غیرمتحمل N6 مشاهده کردند که رقم متحمل آب کم‌تری از برگ‌ها از دست می‌دهد، ریشه فیبری بیش‌تری تولید می‌کند و از نسبت برگ به ریشه کم‌تری برخوردار است. عبداللهیان و فرود ویلیامز (Abdollahian and Froud-Williams 2000) با مطالعه اثر خشکی روی سه رقم چغندرقند نشان دادند که با وجود ۴۶ درصد کاهش ماده‌خشک ریشه، ماده‌خشک اندام هوایی تحت تأثیر خشکی قرار نگرفت. در این مطالعه، رشد اندام هوایی و توزیع ماده‌خشک به ریشه‌ها در رقم ایرانی PP22 با آبیاری مجدد نسبت به رقم‌های خارجی بهتر بود. شهاتا و همکاران (Shehata et al. 2000) 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 اندام‌هوایی بیش‌تر از ریشه تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرد. با افزایش تنش، درصد قند عصاره افزایش اما خلوص و عملکرد شکر در ریشه کاهش یافت. هم‌چنین در ۵۰ و ۲۵ درصد رطوبت قابل‌استفاده غلظت نیتروژن مضره و سدیم در برگ‌ها و ریشه بیش‌تر از فسفر و پتاسیم کاهش یافت و در بین واریته‌ها، رقم De 1939 و Respoly کم‌تر تحت تأثیر تنش قرار گرفتند.

Archive of SID

www.SID.ir

براون و همکاران (Brown et al. 1987) در بررسی چهار تیمار تنش شامل تنش زودهنگام، تنش دیرهنگام، تیمار بدون آبیاری و تیمار انجام آبیاری در چغندرقند نشان دادند که تیمار تنش زودهنگام باعث کاهش توسعه برگ‌ها و نفوذ نور و تنش دیرهنگام باعث پیری زودرس برگ‌ها و کاهش آب قابل‌دسترس گیاه شد. از سوی دیگر، راندمان مصرف نور در هر دو تیمار کاهش یافت. کلاور و همکاران (Clover et al. 1998) بیان کردند که عملکرد چغندرقند در شرایط تنش خشکی به علت کاهش پوشش سبز گیاه و به دنبال آن کم شدن جذب نور و کاهش میزان متوسط فتوسنتز در اثر بسته شدن روزنه‌ها کاهش می‌یابد. اوبر و همکاران (Ober et al. 2004) گزارش کردند که راندمان مصرف نور کم‌تر تحت تأثیر خشکی قرار گرفت و در حالی‌که میانگین کاهش عملکرد شکر در نتیجه تنش خشکی حدود ۲۸ درصد بود، راندمان مصرف نور بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه بین ۷ تا ۱۵درصد متغیر بود. هدف این مطالعه، بررسی پتانسیل عملکرد ژرم‌پلاسم جدید چغندر علوفه‌ای جهت بهره‌گیری در برنامه‌های اصلاحی و روش‌های کاهش مصرف آب در تولید محصول چغندرقند بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های جدید چغندرقند در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات مهندس مطهری کرج به اجرا درآمد. در این تحقیق، هشت ژنوتیپ جدید با درجات مختلف تحمل به خشکی در سه تیمار متفاوت آبیاری به صورت آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارهای آبیاری شامل ۱) آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح طشتک تبخیر کلاس A (آبیاری نرمال)، ۲) سه نوبت آبیاری جهت استقرار گیاه و سپس به تأخیر انداختن آبیاری تا حدود ۵۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح طشتک تبخیر کلاس A و ادامه روند معمول آبیاری تا انتهای دوره رشد و ۳) آبیاری پس از حدود ۲۵۰ میلی‌متر تبخیر از سطح طشتک کلاس A در طول فصل رشد بود که در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. با توجه به اهمیت راندمان آبیاری در سیستم‌های آبیاری نشتی و تطابق آن‌ها با شرایط مزارع کشاورزان، طول خطوط کاشت در هر کرت اصلی حدود ۸۵ متر در نظر گرفته شد. هشت ژنوتیپ موردبررسی شامل 7112، 7221-II، BPکرج، 7221-II ×I13، RS001، RS002، RS003 و RS004 در کرت‌های فرعی به طول شش متر و عرض سه متر با فاصله یک متر قرار گرفتند. به منظور ایجاد یکنواختی توزیع آب در کرت‌های فرعی، تعداد دو کرت فرعی در بالا و پائین هر کرت اصلی از ارقام تجاری کشت شدند. آب ورودی و خروجی توسط W.S.C فلوم‌های نصب شده در ابتدا و انتهای کرت‌های اصلی اندازه‌گیری شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی با اسیدیته خنثی و

Archive of SID

www.SID.ir

هدایت الکتریکی حدود یک دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۱).

پس‌از عملیات آماده‌سازی خاک و کاشت در فروردین، به‌منظور جوانه‌زنی مطلوب و استقرار کامل گیاهان در مزرعه، تمام تیمارها به طور یکنواخت سه نوبت آبیاری شدند و پس‌از آن نسبت به اعمال تیمارهای آبیاری اقدام شد. با توجه به تیمارهای مختلف آبیاری، در طول فصل رشد در تیمار آبیاری معمول معادل ۱۳۶۰۹و ۱۱۴۸۰ مترمکعب درهکتار، در تیمار تنش اول فصل ۹۰۸۸ و ۹۸۷۰ مترمکعب درهکتار و در تیمار تنش آخرفصل ۷۱۳۴ و ۶۵۳۰ مترمکعب درهکتار به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ آب مصرف شد (جدول ۲).

برداشت آزمایش در آبان ماه و از سطحی حدود شش مترمربع در هر کرت انجام شد. ریشه‌ها به آزمایشگاه تکنولوژی چغندرقند مؤسسه مذکور ارسال شد. پس از تهیه پولپ، یک نمونه جهت تعیین ماده‌خشک برداشت و بقیه خمیر برای تعیین صفات کیفی استفاده شد. بخشی از اندام هوائی به عنوان نمونه توزین و جهت تعیین درصد ماده‌خشک به آزمایشگاه شیمی خاک آن مؤسسه ارسال شد. جهت غربال ژنوتیپ‌ها، شاخص تحمل به خشکی فرناندز (STI) (رابطه ۱) محاسبه شد (Fernandez 1992):

رابطه ۱
$$STI = \frac{(Y_p \times Ys)}{\bar{Y}_p^2}$$

که در آن، Y_p عملکرد در شرایط نرمال، Y_s عملکرد در شرایط تنش (سطح سوم تیمار آبیاری) و $\bar{Y}_p$ متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال بود. در این آزمایش، برای محاسبه شاخص STI از عملکرد شکرسفید استفاده شد. کارآئی مصرف آب در این تحقیق از تقسیم عملکرد شکرسفید (کیلوگرم) به میزان آب مصرفی (مترمکعب در واحد سطح) به‌دست آمد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه آماری و میانگین‌ها با استفاده‌از آزمون چند دامنه‌ای دانکن گروه‌بندی شدند. آزمون F در جدول تجزیه مرکب به علت تصادفی بودن اثر سال براساس امیدریاضی میانگین مربعات صورت گرفت. در مواردی که اثرات متقابل وجود نداشت برای انجام آزمون F، تعدادی از منابع برخوردار از امید ریاضی یکسان با هم ادغام شدند.

نتایج و بحث

عملکرد ریشه

نتایج آزمایش نشان داد که از نظر عملکرد ریشه بین تیمارهای مختلف آبیاری و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۳). آبیاری نرمال با ۷۲ تن درهکتار و تیمار اعمال تنش آب در طول فصل رشد با عملکرد ۴۷ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند (مقادیر بالای متوسط عملکرد ریشه در تیمارها به دلیل قرار داشتن ژنوتیپ‌های علوفه‌ای و یا

Archive of SID

www.SID.ir

علوفه‌ای درچغندرقند بود). تیمار تنش در اوایل فصل رشد با ۶۶ تن درهکتار با تیمار آبیاری معمول در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۴). براون و همکاران (Brown et al. 1987) کاهش عملکرد در اثر تنش زودهنگام را بیش‌از تنش دیرهنگام گزارش کردند. نتایج این آزمایش نشان داد که گیاه چغندرقند می‌تواند پس‌از اعمال یک دوره تنش طولانی (حدود ۵۰ روز) و سپس آبیاری مجدد، خود را ترمیم و با افزایش سرعت رشد در شرایط مطلوب رطوبتی، در انتهای فصل رشد عملکرد ریشه نزدیک به عملکرد ریشه در تیمار آبیاری در شرایط مطلوب تولید کند. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ 7221-II (چغندر علوفه‌ای) با عملکرد ریشه معادل ۷۸/۴ تن درهکتار بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد (جدول ۴). با وجود عدم معنی‌دار شدن اثرمتقابل تیمار تنش آبی و ژنوتیپ، افزایش جزیی عملکرد در تنش اول فصل در ژنوتیپ‌های 7221-II*I13، RS002، RS003 و RS004 مشاهده شد و حاکی از این است که تنش اول فصل می‌تواند سبب تحریک رشد و افزایش عملکرد در حد شرایط نرمال رطوبتی شود. مقایسه میزان کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های BPکرج و RS003 تحت تنش مداوم (حدود ۴۳ درصد) و ژنوتیپ 7221-II*I13 (ترکیب چغندر علوفه‌ای و چغندرقند) (حدود ده درصد) نشان داد که ثبات عملکرد ژنوتیپ دوم بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود.

عملکرد اندام‌هوائی

نتایج این آزمایش مبین عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آبیاری و بین ژنوتیپ‌ها از نظر وزن اندام‌هوایی در زمان برداشت نهایی بود (جدول ۳). عبداللهیان و فرود ویلیامز (2000) نیز عدم تأثیر تنش خشکی بر عملکرد اندام‌هوایی را گزارش کردند اما، شهاتا و همکاران (2000) تأثیر تنش بر عملکرد اندام‌هوایی را بیشتر دانستند. بنابراین نقش اقلیم و توزیع مواد بین اندام‌هوایی و ریشه می‌تواند در واکنش عملکرد اندام‌هوایی نسبت به تنش مؤثر باشد.

نسبت ریشه به اندام‌هوایی *(R/S)*: نسبت *R/S* در سطوح موردمطالعه تنش و ژنوتیپ به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نسبت *R/S* در تیمار آبیاری نرمال (۳/۲۰) با تیمار تنش اول فصل (۲/۹۷) در یک گروه آماری قرار گرفتند و تیمار تنش مداوم در طول فصل از نسبت *R/S* پایین‌تری (۲/۲۶) برخوردار شد (جدول ۴). مقایسه نسبت *R/S* به‌عنوان شاخصی از تحمل گیاه نسبت به خشکی بین ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که ژنوتیپ 7221-II با نسبت ریشه به اندام هوائی معادل ۳/۷ دارای بیشترین مقدار و ژنوتیپ‌های BPکرج و RS002 با نسبت *R/S* معادل ۲/۵-۲/۴ کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). این موضوع نشان داد که کارآیی اندام هوایی ژنوتیپ‌های مذکور در تولید ریشه (قسمت اقتصادی گیاه)

Archive of SID

www.SID.ir

کمتر بوده است. این خصوصیت در شرایط خشک یک صفت نامطلوب به‌شمار می‌رود.

عملکرد قند خالص

عملکرد قند خالص در سطوح موردمطالعه تنش، ژنوتیپ‌ها و سال‌ها معنی‌دار شد (جدول ۳). میانگین عملکرد قند سفید در سال ۱۳۸۴ حدود ۴/۱ و در سال ۱۳۸۵ حدود ۳/۶ تن در هکتار بود. تیمارهای آبیاری نرمال و تنش اول فصل به ترتیب با تولید ۴/۲ و ۴/۳ تن قند سفید در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفتند و عملکرد قند سفید در تیمار اعمال تنش کمبود آب در طول فصل رشد (معادل ۲/۹ تن در هکتار) معادل ۳۱ درصد نسبت به شرایط مطلوب رطوبتی کاهش معنی‌دار از نظر عملکرد قند خالص داشت (جدول ۴). شهاتا و همکاران (2000) نیز کاهش عملکرد شکر در اثر تنش خشکی را گزارش کردند. بین ژنوتیپ‌های موردبررسی، ژنوتیپ‌های 7112، BPکرج و RS003 به ترتیب با ۴/۶ ، ۴/۹ و ۴/۷ تن شکرسفید درهکتار بیش‌ترین و II- ۷۲۲۱ با ۲ تن در هکتار کم‌ترین مقدار عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). ژنوتیپی که (چغندر علوفه‌ای II–۷۲۲۱) دارای کم‌ترین عملکرد شکرسفید بود علیرغم دارا بودن عملکرد زیاد ریشه از درصد قند پائین که ویژگی در چغندرهای علوفه‌ای است، برخوردار بود.

کارآیی مصرف آب

سطوح موردمطالعه آبیاری و ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار آماری از لحاظ کارآیی مصرف آب نشان دادند. اعمال تنش خشکی، کارآیی مصرف آب را در تیمارهای تنش اول فصل رشد و تنش مداوم در طول فصل رشد (به‌ترتیب معادل ۰/۴۶ و ۰/۴۳ کیلوگرم شکر به مترمکعب آب مصرفی) نسبت به تیمار آبیاری نرمال (با کارآیی مصرف آب ۰/۳۴ کیلوگرم شکر به مترمکعب آب مصرفی) حدود ۳۵ درصد افزایش داد (جدول ۴). در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه نیز بیشترین کارآیی مصرف آب (حدود ۰/۵۰ کیلوگرم شکر به مترمکعب آب مصرفی) به ژنوتیپ‌های BPکرج، RS003 و 7112 و کم‌ترین مقدار به ژنوتیپ 7221-II با ۰/۲۰ کیلوگرم شکر به ازای هر مترمکعب آب مصرفی اختصاص داشت (جدول ۴). این در حالی است که اگر برای تعیین کارآیی مصرف آب از عملکرد ریشه و یا وزن خشک کل استفاده می‌شد، ژنوتیپ مذکور دارای بالاترین کارآیی مصرف آب بود. هم چنان‌که قبلاً ذکر شد، این مطلب ناشی از درصد قند پایین و وجود صفات کیفی نامطلوب در ژنوتیپ مذکور بود.

شاخص تحمل به خشکی (STI)

ژنوتیپ‌های RS003 و BPکرج به ترتیب با شاخص تحمل ۱/۲۱ و ۱/۱۰ بیش‌ترین و ژنوتیپ 7221-II با ۰/۱۷ کم‌ترین شاخص *STI* را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). نکته قابل‌توجه افزایش ۱۸۷ درصدی شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

تحمل I13*II-7221 (با مقدار ۰/۴۸) نسبت به ژنوتیپ II-7221بود (جدول ۴). این موضوع نشان می‌دهد که فقط با یک تلاقی بین چغندر علوفه‌ای و چغندرقند شاخص *STI* به میزان بسیار چشمگیری افزایش یافته است. بنابراین انتظار می‌رود که اگر از این نوع ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی تحمل به خشکی چغندرقند استفاده شود، احتمالاً می‌توان به موفقیت‌های شایان توجهی دست یافت.

نتیجه‌گیری

با توجه به موقعیت مشابه آماری تیمار تنش اول فصل با آبیاری نرمال از نظر صفات مهمی چون عملکرد ریشه و عملکرد شکرسفید و در عین حال افزایش ۳۵ درصدی کارآیی مصرف آب نسبت به تیمار نرمال، منطقی به‌نظر می‌رسد که با اعمال این مدیریت در مناطقی که با محدودیت منابع آب مواجه‌اند و یا با توجه به وجود زراعت غلات و نیاز به آبیاری مزارع گندم و جو در این برهه زمانی حساس، ضمن کاهش مصرف آب (حدود ۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار) می‌توان به عملکرد نزدیک به شرایط نرمال دست یافت. در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی 7112، BPکرج و RS003 به‌ترتیب دارای عملکرد شکرسفید ۴/۶، ۴/۹ و ۴/۷ تن درهکتار و کارآیی مصرف آب حدود ۰/۵۰ کیلوگرم شکر به ازای هر مترمکعب آب مصرفی بودند. افزون بر این، ژنوتیپ‌های RS003 و BPکرج به‌ترتیب با شاخص *STI* معادل ۱/۲۱ و ۱/۱۰ بیش‌ترین و ژنوتیپ II-7221 با شاخص *STI* ۰/۱۷ کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. هیبرید ژنوتیپ مذکور (I13 × II-7221) با وجود کاهش یک درصد عملکرد ریشه (معادل ۹ تن در هکتار)، با افزایش درصد قند (حدود ۲۲درصد)، عملکرد شکرسفید (حدود ۴۹ درصد)، کارآیی مصرف آب (۶۲ درصد) و شاخص *STI* (۱۸۷ درصد) و ثبات بیش‌تر عملکرد در شرایط متفاوت، نشان داد که اجرای یک تلاقی بین ژنوتیپ II-7221 با اوتایپ I13 توانسته است خصوصیات نامناسب کیفی ژنوتیپ II-7221 را تا حدود زیادی برطرف و موجب افزایش کیفیت ژنوتیپ مذکور در شرایط خشک شود. بنابراین به نظر می‌رسد که می‌توان از ژرم‌پلاسم چغندر علوفه‌ای که از توانایی بیشتری در خصوص تولید ریشه در شرایط خشکی برخوردار است، در برنامه اصلاح چغندرقند استفاده کرد. احتمالاً با انتقال صفت تولید ریشه مناسب ژنوتیپ‌های چغندر علوفه‌ای به چغندرقند در شرایط خشکی، می‌توان به پیشرفت‌های مناسبی در زمینه تحمل به خشکی چغندرقند دست یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ برخی مشخصات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش طی سال‌های ۱۳۸۴و ۱۳۸۵

مشخصات خاک	سال ۱۳۸۴		سال ۱۳۸۵	
	عمق خاک (سانتی‌متر)		عمق خاک (سانتی‌متر)	
	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰
شن (درصد)	۱۰/۵	۱۳/۵	۲۶/۰	۲۴/۰
سیلت (درصد)	۵۵/۵	۴۶/۵	۳۸/۰	۴۴/۰
رس (درصد)	۳۴/۰	۴۰/۰	۳۶/۰	۳۲/۰
بافت خاک	SCL	SCL	CL	CL
نیتروژن کل (درصد)	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۲۲	۰/۱۸
آمونیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۸/۴۷	۱۰/۴۰	۱۰/۰۱	۹/۸۴
نیترات (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۴۴/۵۳	۲۱/۰۹	۳۰/۴۲	۴۸/۳۷
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۲/۹۵	۴/۷۰	۴۵/۵۰	۳۰/۲۰
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵۸۷/۵۰	۳۹۵/۰۰	۱۲۶۰/۳۰	۱۰۲۵/۹۰
سدیم (میلی‌اکی‌والان گرم در لیتر)	۳/۹۰	۳/۶۵	۷/۵۰	۵/۸۵
کلسیم (میلی‌اکی‌والان گرم در لیتر)	۴/۷	۱/۸	۸/۰	۵/۹
منیزیم (میلی‌اکی‌والان گرم در لیتر)	۴/۰	۲/۴	۹/۱	۱۴/۳
واکنش خاک	۷/۷۲	۷/۹۰	۷/۶۴	۷/۵۹
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۳۱	۰/۸۵	۲/۰۶	۱/۷۹
نقطه اشباع (درصد)	۴۹/۰۳	۵۴/۶۷	۵۴/۷۸	۵۷/۷۸
کربن آلی (درصد)	۱/۱۷	۰/۸۴	۱/۸۹	۱/۴۶

جدول ۲ تعداد دفعات آبیاری و میزان آب مصرفی در تیمارهای مختلف طی سال‌های ۱۳۸۴و ۱۳۸۵

سال	دفعات آبیاری			مقدار آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)		
	نرمال	تنش اول فصل	تنش در طول فصل	نرمال	تنش اول فصل	تنش در طول فصل
۱۳۸۴	۱۲	۹	۶	۱۳۶۰۹	۹۰۸۸	۷۱۳۴
۱۳۸۵	۱۳	۱۰	۶	۱۱۴۸۰	۹۸۷۰	۶۵۳۰

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب برخی صفات کمی و کیفی چغندرقند در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد ریشه	وزن اندام هوایی	نسبت وزن ریشه به اندام هوایی	عملکرد قند خالص	کارآیی مصرف آب
سال (Y)	۱	۶۰۷/۴۵۸ ^{ns}	۶۰/۴۷۷ ^{ns}	۰/۵۶۹ ^{ns}	۸/۵۲۶ *	۰/۰۲۲ ^{ns}
تکرار (سال)	۴	۲۰۲/۵۶۶	۴۶/۰۳۱	۰/۳۴۸	۰/۹۱۸	۰/۰۱۴
آبیاری (A)	۲	۸۳۱۰/۲۸۷ *	۶۴/۴۱۳ ^{ns}	۱۲/۴۰۳ **	۳۰/۵۴۵ **	۰/۱۹۲ *
Y×A	۲	۱۸۰/۳۹۷ ^{ns}	۲۲/۹۸۵ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۱/۹۹۹ ^{ns}	۰/۰۵۱ ^{ns}
اشتباه اصلی (Ea)	۸	۲۲۶/۸۸۳	۳۸/۵۹۲	۱/۸۱۶	۱/۷۱۸	۰/۰۲
ژنوتیپ (B)	۷	۱۱۹۴/۹۴۷ *	۲۲/۱۳۲ ^{ns}	۳/۲۰۲ *	۱۸/۴۳۵ *	۰/۲۰۸ *
Y×B	۷	۱۷۸/۷۵ ^{ns}	۲۱/۶۰۴ ^{ns}	۰/۵۲۴ ^{ns}	۲/۸۹۲ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}
A×B	۱۴	۳۳۷/۵۰۳ ^{ns}	۸/۱۱۹ ^{ns}	۰/۷۱۵ ^{ns}	۲/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}
Y×A×B	۱۴	۳۰۷/۳۹۴ ^{ns}	۱۴/۳۸۹ ^{ns}	۱/۰۰۸ ^{ns}	۲/۲۴۵ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}
اشتباه فرعی (Eb)	۸۴	۱۷۸/۵۲	۲۰/۰۷۷	۰/۷	۱/۵۸	۰/۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۲۰/۰۲	۱۹/۹۸	۲۹/۶۳	۳۲/۸۰	۳۴/۹۷

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ٤ میانگین برخی صفات کمی و کیفی چغندرقند در سال‌ها، تیمارهای تنش و ژنوتیپ‌های مختلف

	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	وزن اندام هوایی (تن در هکتار)	نسبت وزن ریشه به اندام هوایی	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب)	شاخص تحمل (قند خالص)
سال						
۱۳۸۴	۵۹/۴۵۶	۲۱/۷۸۴	۲/۷۶۱	۴/۰۷۶ *a*	۰/۴۲۱	–
۱۳۸۵	۶۳/۵۶۳	۲۳/۰۸۰	۲/۸۸۷	۳/۵۹۰ *b*	۰/۳۹۶	–
سطوح تنش						
آبیاری نرمال	۷۱/۸۰۴ *a*	۲۲/۹۶۹	۳/۲۴۰ *a*	۴/۲۴۷ *a*	۰/۳۳۸ *b*	–
تنش اول فصل	۶۶/۰۳۹ *a*	۲۳/۲۲۴	۲/۹۷۵ *a*	۴/۳۳۹ *a*	۰/۴۶۰ *a*	–
تنش مداوم در طول فصل	۴۶/۶۸۵*b*	۲۱/۱۰۲	۲/۲۵۷ *b*	۲/۹۱۳ *b*	۰/۴۲۷ *a*	–
ژنوتیپ						
۷۱۱۲	۵۶/۱۰۹ *c*	۲۲/۶۳۹	۲/۵۹ *bc*	۴/۶۲۱ *a*	۰/۴۹۱ *ab*	۰/۹۳۵
۷۲۲۱-II	۷۸/۳۷ *a*	۲۱/۳۸۶	۳/۷۱۱ *a*	۱/۹۷۴ *c*	۰/۲۰۱ *d*	۰/۱۶۸
کرج BP	۵۷/۷۶۹ *c*	۲۴/۴۸۵	۲/۳۸۹ *c*	۴/۸۷۱ *a*	۰/۵۱۱ *a*	۱/۰۹۸
۷۲۲۱-II*I۱۱۳	۶۹/۲۹۳ *ab*	۲۲/۶۱۶	۳/۱۱۴ *b*	۲/۹۳۸ *bc*	۰/۳۲۶ *cd*	۰/۴۸۲
RS001	۵۹/۲۱۲ *bc*	۲۲/۲۶۷	۲/۶۷۹ *bc*	۴/۳۴۳ *ab*	۰/۴۶۶ *abc*	۰/۸۹۷
RS002	۵۷/۰۷۹ *c*	۲۳/۲۸۸	۲/۴۹۶ *c*	۳/۷۱۹ *ab*	۰/۴۱۷ *abc*	۰/۷۹۸
RS003	۵۹/۶۹۹ *bc*	۲۱/۷۵۷	۲/۸۴۲ *bc*	۴/۷۳۱ *ab*	۰/۴۹۷ *ab*	۱/۲۱
RS004	۵۴/۵۴۴ *c*	۲۱/۰۱۶	۲/۷۷۱ *bc*	۳/۴۶۶ *ab*	۰/۳۶۰ *bc*	۰/۸۵۸

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون و در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورداستفاده: References:

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

Anonymous (2001) Drought and famine quarterly. Agronomy affairs of Ministry of Jahad-e Agriculture, Iran, No 1: 27-30.

Brown KF, Messem AB, Dunham RJ, Biscoe PV (1987) Effect of drought on growth and water use of sugar beet. J. Agric. Sci, 109 (3): 421-435.

Clover GRG, Smith H, Jaggard K (1998) The crop under stress. British Sugar Beet Review, 66 (3): 17-19.

Fernandez GCJ (1992) Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. PP. 257-270. *In*: C.G. Kuo (Ed.), Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress, AVRDC, Shanhua, Taiwan.

Mohammadian R, Sadeghian Motahar SY, Moghaddam M, Rahimmian H (2002) Evaluation of drought tolerance indices in recognition of sugar beet genotypes under early season drought stress. Sugar Beet, 18 (1): 29-50.

Ober ES, Clark CJA, Bloa ML, Royal A, Jaggard KW, Pidgeon JD (2004) Assessing the genetic resource to improve drought tolerance in sugar beet: Agronomic traits of diverse genotypes under drought and irrigated conditions. Field Crops Res, 90: 213-234.

Sadeghian Motahar SY, Mohammadan R, Taleghani DF, Khorshid A (2001) Evaluation of sugar beet drought tolerance genotypes using of halfsib-family recurrent selection. Final report, SBSI.

Sadeghian SY, Fazli H, Taleghani DF, Mesbah M (2000) Genetic variation for drought stress in sugar beet. J. Sugar Beet Res, 237 (3): 55-77.

Archive of SID

www.SID.ir

Schittenhelm S (1999) Agronomic performance of root chicory, jerusalem artichoke and sugar beet in stress and non-stress environments. Crop Sci, 39: 1815-1823.

Shaw B, Thomas TH, Cooke DiT (2002) Responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to drought and nutrient deficiency stress. Plant Growth Regulation, 37 (1): 77- 83.

Shehata MM, Azer SA, Mostafa SN (2000) The effect of soil moisture on some sugar beet varieties. Egyptian J. Agric. Res, 78 (3): 1141-1160.

Archive of SID

www.SID.ir