

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

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

داریوش فتح‌اله طالقانی^{۱*}، سعید صادق‌زاده حمایتی^۱، فرشید مطلوبی^۲ و سمر خیامیم^۳
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 چغندر قند در شرایط تنش خشکی. مجله چغندر قند ۲۵(۲): ۱۲۳-۱۱۳

چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی هشت ژنوتیپ جدید چغندر قند نسبت به خشکی در سه تیمار متفاوت آبیاری (حالت معمول، تنش اول فصل و تنش مداوم در طول فصل) طی سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقاتی مهندس مطهری مؤسسه تحقیقات چغندر قند کرج اجرا شد. این هشت ژنوتیپ حاصل اجرای طرح‌های تحقیقاتی قبلی در مؤسسه تحقیقات چغندر قند 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 خرد شده (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 شکر سفید و نسبت وزن ریشه به اندام هوایی در گروه آماری مشترک قرار گرفتند، اما راندمان مصرف آب با تنش اول فصل معادل ۳۵ درصد نسبت به تیمار نرمال به طور معنی‌دار افزایش یافت. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌های 7112 BP کرج و RS003 بیشترین عملکرد شکر سفید، راندمان مصرف آب و شاخص تحمل به خشکی و ژنوتیپ 7221-II کمترین مقدار این صفات را به خود اختصاص داد. عملکرد شکر سفید، کارایی مصرف آب و شاخص تحمل به خشکی ژنوتیپ 7221-II* I13 در مقایسه با ژنوتیپ 7221-II به ترتیب معادل ۲۲، ۴۹، ۶۲ و ۱۸۷ درصد بیش‌تر بود و از ثبات عملکرد بهتری در شرایط تنش برخوردار بود. با توجه به نتایج این مطالعه، به نظر می‌رسد که می‌توان از ژرم‌پلاسِم 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 چغندر قند در شرایط خشکی می‌توان به پیشرفت‌های مناسبی در زمینه تحمل به خشکی چغندر قند دست یافت.

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

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

۲ و ۳- به ترتیب کارشناس و مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات چغندر قند

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 چغندر قند برنامه اصلاح گیاهان متحمل به خشکی را از سال ۱۳۷۵ آغاز و طی چند دوره گزینش، به منابع نسبتاً متحمل دست یافته است. با وجود آن‌که پلی‌ژنیک بودن صفت تحمل به خشکی، اجرای برنامه‌های اصلاحی در این زمینه را مشکل و پیچیده ساخته است (Sadeghian Motahar et al. 2001)، چغندر قند در مقایسه با اکثر گیاهان زراعی توانایی بیش‌تری در تولید ماده خشک در شرایط تنش خشکی دارد (Schittenhelm 1999). نتایج سال‌های گذشته نشان می‌دهد که اصلاح رقم‌های متحمل به خشکی بر پایه نرعیق ژنتیکی - سیتوپلاسمی می‌تواند بسیار مفید باشد (Sadeghian Motahar et al. 2001). در عین حال، مشابهت پاسخ واریته‌های چغندر قند نسبت به کمبود آب از وسیع نبودن پایه‌های ژنتیکی ارقام تجاری ناشی می‌شود (Ober et al. 2004).

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد تنوع ژنتیکی قابل توجهی در ژرمپلاسم چغندر قند از نظر تحمل به خشکی و کارایی مصرف آب وجود دارد و با استفاده از

گزینش می‌توان کارایی مصرف آب را در ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند 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 چغندر قند نشان دادند که با وجود ۴۶ درصد کاهش ماده خشک ریشه، ماده خشک اندام هوایی تحت تأثیر خشکی قرار نگرفت. در این مطالعه، رشد اندام هوایی و توزیع ماده خشک 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 چغندر قند 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 قابل استفاده 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.

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 مورد بررسی شامل 7112، II-7221، BP کرج، RS001، RS002، RS003 و RS004، II-7221×I13 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

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 چغندرقد نشان دادند که تیمار تنش زودهنگام باعث کاهش توسعه برگ‌ها و نفوذ نور و تنش دیرهنگام باعث پیری زودرس برگ‌ها و کاهش آب قابل دسترس 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 چغندرقد 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 حالی که میانگین کاهش عملکرد شکر در نتیجه تنش خشکی حدود ۲۸ درصد بود، راندمان مصرف نور بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بین ۷ تا ۱۵ درصد متغیر بود. هدف این مطالعه، بررسی پتانسیل عملکرد ژرم‌پلاسما جدید چغندر علفه‌ای جهت بهره‌گیری در برنامه‌های اصلاحی و روش‌های کاهش مصرف آب در تولید محصول چغندرقد بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های جدید چغندرقد در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵

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 شکر سفید استفاده شد. کارآئی مصرف آب در این تحقیق از تقسیم عملکرد شکر سفید (کیلوگرم) به میزان آب مصرفی (مترمکعب در واحد سطح) به دست آمد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه آماری و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن گروه‌بندی شدند. آزمون F در جدول تجزیه مرکب به علت تصادفی بودن اثر سال بر اساس 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

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

پس از عملیات آماده‌سازی خاک و کاشت در فروردین، به منظور جوانه‌زنی مطلوب و استقرار کامل گیاهان در مزرعه، تمام تیمارها به طور یکنواخت سه نوبت آبیاری شدند و پس از آن نسبت به اعمال تیمارهای آبیاری اقدام شد. با توجه به تیمارهای مختلف آبیاری، در طول فصل رشد در تیمار آبیاری معمول معادل ۱۳۶۰۹ و ۱۱۴۸۰ مترمکعب درهکتار، در تیمار تنش اول فصل ۹۰۸۸ و ۹۸۷۰ مترمکعب درهکتار و در تیمار تنش آخر فصل 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 چغندر قند مؤسسه مذکور ارسال شد. پس از تهیه پولپ، یک نمونه جهت تعیین ماده خشک برداشت و بقیه خمیر برای تعیین صفات کیفی استفاده شد. بخشی از اندام هوایی به عنوان نمونه توزین و جهت تعیین درصد ماده خشک به آزمایشگاه شیمی خاک آن مؤسسه ارسال شد. جهت غربال ژنوتیپ‌ها، شاخص تحمل به خشکی فرناندز (STI) (رابطه ۱) محاسبه شد (Fernandez 1992):

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

عملکرد اندام هوایی

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، شهابا 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 مورد مطالعه 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 II-7221 با نسبت ریشه به اندام هوایی معادل ۳/۷ دارای بیشترین مقدار و ژنوتیپ‌های BP کرج 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 کارایی اندام هوایی ژنوتیپ‌های مذکور در تولید ریشه (قسمت اقتصادی گیاه)

علوفه‌ای در چغندرقد 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 بیش از تنش دیرهنگام گزارش کردند. نتایج این آزمایش نشان داد که گیاه چغندرقد می‌تواند پس از 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 II-7221 (چغندر علوفه‌ای) با عملکرد ریشه معادل ۷۸/۴ تن درهکتار بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد (جدول ۴). با وجود عدم معنی‌دار شدن اثر متقابل تیمار تنش آبی و ژنوتیپ، افزایش جزیی عملکرد در تنش اول فصل در ژنوتیپ‌های II-7221 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 BP کرج و RS003 تحت تنش مداوم (حدود ۴۳ درصد) و ژنوتیپ II*13-7221 (ترکیب چغندر علوفه‌ای و چغندرقد) (حدود ده درصد) نشان داد که ثبات عملکرد ژنوتیپ دوم بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود.

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

عملکرد قند خالص

عملکرد قند خالص در سطوح مورد مطالعه 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). شهاب‌ها و همکاران (۲۰۰۰) نیز کاهش عملکرد شکر در اثر تنش خشکی را گزارش کردند. بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌های ۷۱۱۲، BP کرج و RS003 به ترتیب با ۴/۶، ۴/۹ و ۴/۷ تن شکر سفید در هکتار بیش‌ترین و II-۷۲۲۱ با ۲ تن در هکتار کم‌ترین مقدار عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). ژنوتیپی که (چغندر علفه‌ای II-۷۲۲۱) دارای کم‌ترین عملکرد شکر سفید بود علیرغم دارا بودن عملکرد زیاد ریشه از درصد قند پائین که ویژگی در چغندرهای علفه‌ای است، برخوردار بود.

کارایی مصرف آب

سطوح مورد مطالعه آبیاری و ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار آماری از لحاظ کارایی مصرف آب نشان دادند. اعمال تنش خشکی، کارایی مصرف آب را در تیمارهای تنش اول فصل رشد و تنش مداوم در طول فصل رشد (به ترتیب معادل ۰/۴۶ و ۰/۴۳ کیلوگرم شکر به مترمکعب آب مصرفی) نسبت به تیمار آبیاری نرمال (با کارایی مصرف آب ۰/۳۴ کیلوگرم شکر به مترمکعب آب مصرفی) حدود ۳۵ درصد افزایش داد (جدول ۴). در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نیز بیشترین کارایی مصرف آب (حدود ۰/۵۰ کیلوگرم شکر به مترمکعب آب مصرفی) به ژنوتیپ‌های BP کرج، RS003 و 7112 و کم‌ترین مقدار به ژنوتیپ II-7221 با ۰/۲۰ کیلوگرم شکر به ازای هر مترمکعب آب مصرفی اختصاص داشت (جدول ۴). این در حالی است که اگر برای تعیین کارایی مصرف آب از عملکرد ریشه و یا وزن خشک کل استفاده می‌شد، ژنوتیپ مذکور دارای بالاترین کارایی مصرف آب بود. هم‌چنان‌که 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 BP کرج به ترتیب با شاخص تحمل ۱/۲۱ و ۱/۱۰ بیش‌ترین و ژنوتیپ II-7221 با ۰/۱۷ کم‌ترین شاخص STI را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). نکته قابل توجه افزایش ۱۸۷ درصدی شاخص

آب حدود ۰/۵۰ کیلوگرم شکر به ازای هر مترمکعب آب مصرفی بودند. افزون بر این، ژنوتیپ‌های RS003 و BP کرج به ترتیب 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 (II-7221 × I13) با وجود کاهش یک درصد عملکرد ریشه (معادل ۹ تن در هکتار)، با افزایش درصد قند (حدود ۲۲ درصد)، عملکرد شکر سفید (حدود ۴۹ درصد)، کارایی 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 چغندرقد استفاده کرد. احتمالاً با انتقال صفت تولید ریشه مناسب ژنوتیپ‌های چغندر علوفه‌ای به چغندرقد در شرایط خشکی، می‌توان به پیشرفت‌های مناسبی در زمینه تحمل به خشکی چغندرقد دست یافت.

تحمل I13*II-7221 (با مقدار ۰/۴۸) نسبت به ژنوتیپ II-7221 بود (جدول ۴). این موضوع نشان می‌دهد که فقط با یک تلاقی بین چغندر علوفه‌ای و چغندرقد شاخص *STI* به میزان بسیار چشمگیری افزایش یافته است. بنابراین انتظار می‌رود که اگر از این نوع ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی تحمل به خشکی چغندرقد 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 شکر سفید و در عین حال افزایش ۳۵ درصدی کارایی مصرف آب نسبت به تیمار نرمال، منطقی به نظر 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 مورد بررسی BP 7112، کرج و RS003 به ترتیب دارای عملکرد شکر سفید ۴/۶، ۴/۹ و ۴/۷ تن در هکتار و کارایی مصرف

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

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

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

جدول ۳ میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب برخی صفات کمی و کیفی چغندر قند 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
سال (Y)	۱	۶۰۷/۴۵۸ ^{ns}	۶۰/۴۷۷ ^{ns}	۰/۵۶۹ ^{ns}	۸/۵۲۶*
تکرار (سال)	۴	۲۰۲/۵۶۶	۴۶/۰۳۱	۰/۳۴۸	۰/۹۱۸
آبیاری (A)	۲	۸۳۱۰/۲۸۷*	۶۴/۴۱۳ ^{ns}	۱۲/۴۰۳**	۳۰/۵۴۵*
Y×A	۲	۱۸۰/۳۹۷ ^{ns}	۲۲/۹۸۵ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۱/۹۹۹ ^{ns}
اشتباه اصلی (Ea)	۸	۲۲۶/۸۸۳	۳۸/۵۹۲	۱/۸۱۶	۱/۷۱۸
ژنوتیپ (B)	۷	۱۱۹۴/۹۴۷*	۲۲/۱۳۲ ^{ns}	۳/۲۰۲*	۱۸/۴۳۵*
Y×B	۷	۱۷۸/۷۵ ^{ns}	۲۱/۶۰۴ ^{ns}	۰/۵۲۴ ^{ns}	۲/۸۹۲ ^{ns}
A×B	۱۴	۳۳۷/۵۰۳ ^{ns}	۸/۱۱۹ ^{ns}	۰/۷۱۵ ^{ns}	۲/۰۰۵ ^{ns}
Y×A×B	۱۴	۳۰۷/۳۹۴ ^{ns}	۱۴/۳۸۹ ^{ns}	۱/۰۰۸ ^{ns}	۲/۲۴۵ ^{ns}
اشتباه فرعی (Eb)	۸۴	۱۷۸/۵۲	۲۰/۰۷۷	۰/۷	۱/۵۸
ضریب تغییرات (%)		۲۰/۰۲	۱۹/۹۸	۲۹/۶۳	۳۲/۸۰

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

جدول ۴ میانگین برخی صفات کمی و کیفی چغندر قند در سال‌ها، تیمارهای تنش و ژنوتیپ‌های مختلف

شاخص تحمل (قند خالص)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب)	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	نسبت وزن ریشه به اندام هوایی	وزن اندام هوایی (تن در هکتار)	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	سال
-	۰/۴۲۱	۴/۰۷۶ a	۲/۷۶۱	۲۱/۷۸۴	۵۹/۴۵۶	۱۳۸۴
-	۰/۳۹۶	۳/۵۹۰ b	۲/۸۸۷	۲۳/۰۸۰	۶۳/۵۶۳	۱۳۸۵
سطوح تنش						
-	۰/۳۳۸ b	۴/۲۴۷ a	۳/۲۴۰ a	۲۲/۹۶۹	۷۱/۸۰۴ a	آبیاری نرمال
-	۰/۴۶۰ a	۴/۳۳۹ a	۲/۹۷۵ a	۲۳/۲۲۴	۶۶/۰۳۹ a	تنش اول فصل
-	۰/۴۲۷ a	۲/۹۱۳ b	۲/۲۵۷ b	۲۱/۱۰۲	۴۶/۶۸۵ b	تنش مداوم در طول فصل
ژنوتیپ						
۰/۹۳۵	۰/۴۹۱ ab	۴/۶۲۱ a	۲/۵۹ bc	۲۲/۶۳۹	۵۶/۱۰۹ c	۷۱۱۲
۰/۱۶۸	۰/۲۰۱ d	۱/۹۷۴ c	۳/۷۱۱ a	۲۱/۳۸۶	۷۸/۳۷ a	۷۲۲۱-II
۱/۰۹۸	۰/۵۱۱ a	۴/۸۷۱ a	۲/۳۸۹ c	۲۴/۴۸۵	۵۷/۷۶۹ c	کرج BP
۰/۴۸۲	۰/۳۲۶ cd	۲/۹۳۸ bc	۳/۱۱۴ b	۲۲/۶۱۶	۶۹/۲۹۳ ab	۷۳۲۱-II* I۱۱۳
۰/۸۹۷	۰/۴۶۶ abc	۴/۳۴۳ ab	۲/۶۷۹ bc	۲۲/۲۶۷	۵۹/۲۱۲ bc	RS001
۰/۷۹۸	۰/۴۱۷ abc	۳/۷۱۹ ab	۲/۴۹۶ c	۲۳/۲۸۸	۵۷/۰۷۹ c	RS002
۱/۲۱	۰/۴۹۷ ab	۴/۷۳۱ ab	۲/۸۴۲ bc	۲۱/۷۵۷	۵۹/۶۹۹ bc	RS003
۰/۸۵۸	۰/۳۶۰ bc	۳/۴۶۶ ab	۲/۷۷۱ bc	۲۱/۰۱۶	۵۴/۵۴۴ c	RS004

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

References:**منابع مورد استفاده:**

- 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 Jihad-e Agriculture, Iran*, No 1: 27-30.
- Brown KF, Messemer 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 half-sib-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.

- 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.