

اثر مدیریت‌های مختلف آبیاری بر برخی صفات کمی و کیفی چغندر قند

Effect of different irrigation managements on quantity and quality of sugar beet

رحیم محمدیان^{۱*}، داریوش فتح اله طالقانی^۱ و سعید صادق زاده حمایتی^۱

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۱۹

ر. محمدیان، د. فتح اله طالقانی و س. صادق زاده حمایتی. ۱۳۸۹. اثر مدیریت‌های مختلف آبیاری بر برخی صفات کمی و کیفی چغندر قند. مجله چغندر قند ۲۶(۲): ۱۵۶-۱۳۹

چکیده

یکی از عوامل مؤثر بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند تنش آبی است. به منظور تعیین اثرات برخی مدیریت‌های آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند، پژوهشی در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در ایستگاه مهندسی مطهری مؤسسه تحقیقات چغندر قند در کرج اجرا شد. در کرت‌های اصلی هشت تیمار سطح آبیاری شامل بدون تنش آبی، سه سطح قطع آبیاری در اوایل فصل رشد (قطع آبیاری پس از مرحله استقرار گیاه)، دو سطح تنش مداوم (طی دوره رشد) و دو سطح قطع آبیاری آخر فصل رشد قرار گرفتند. کرت‌های فرعی به سه ژنوتیپ ۱۹۱، BP مشهد و BP کرج اختصاص یافت. نتایج نشان داد که درصد قند تحت تأثیر رطوبت آن است، لذا جهت اثرات مدیریت‌های مختلف آبیاری بر درصد قند بهتر است این صفت بر مبنای وزن خشک ریشه مورد بررسی قرار گیرد. کمترین مقدار سدیم ریشه در شرایط قطع آبیاری طولانی مدت اوایل فصل رشد و بیشترین مقدار نیتروژن مضره در دو شرایط تنش طی فصل رشد مشاهده شد. تنش مداوم (ملایم و شدید) باعث کاهش ضریب قلیائیت شد. به طور کلی کم آبیاری درصد مارک را افزایش داد. بیشترین مقدار درصد مارک در شرایط تنش مداوم (تنش ملایم و شدید) مشاهده شد. در این تحقیق کمترین عملکرد ریشه و شکر به ترتیب در شرایط تنش مداوم (شدید و ملایم) به دست آمد. در شرایط قطع آبیاری طولانی مدت اوایل فصل رشد ضمن کاهش نسبی آب آبیاری، عملکرد شکر سفید بالاتری نسبت به تنش متوسط طی فصل رشد حاصل شد. ژنوتیپ ۱۹۱ نسبت به دو ژنوتیپ دیگر مورد بررسی، درصد قند قابل استحصال و ضریب استحصال بیشتر و مقدار سدیم و ضریب قلیائیت کمتر داشت. اثر متقابل ژنوتیپ در مدیریت آبیاری در خصوص هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی دار نبود.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، چغندر قند، ژنوتیپ، عملکرد، کم آبیاری، کمیت، کیفیت، مدیریت آبیاری

مقدمه

چغندر قند مهم ترین ماده اولیه تولیدکننده شکر در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر ایران است (Mohammadian et al. 2001). برخی خصوصیات چغندر قند مانند طولانی بودن فصل رشد، فقدان دوره بحرانی زایشی و ریشه نسبتاً عمیق آن باعث شده است که این گیاه برای کاشت در مناطق با محدودیت آب مورد توجه باشد (Winter 1980). در این مناطق چغندر قند غالباً در طول فصل رشد با کم آبیاری مواجه می شود یا در یک دوره از فصل رشد مانند اوایل و یا اواخر فصل رشد آبیاری نمی شود (Mohammadian et al. 2005; Morillo-Velarde and Ober 2006; Mohammadian et al. 2008).

یکی از خصوصیات مقاومت به خشکی در گیاهان تصحیح اسمزی است. تصحیح اسمزی فرآیندی است که گیاه طی آن می تواند پتانسیل اسمزی آب درون سلولی خود را از طریق تجمع مواد محلول در سلول در زمانی که در معرض تنش خشکی است کاهش دهد. بنابراین کاهش پتانسیل آب در سلول باعث می شود که جهت مقابله با از دست رفتن آماز، نیروئی مضاعف برای جذب آب در ریشه ایجاد شود (Heuer 1993; Morillo-Velarde and Ober 2006).

تحت تنش خشکی تغییراتی در مقدار مواد محلول در ریشه چغندر قند به وجود می آید. به عنوان مثال مک و هافمن (Mäck and Hoffmann 2006) نشان دادند که در ریشه چغندر قند گلوتامین

به مقدار زیادی در واکنش به کاهش آب، در سلولها افزایش می یابد. ترکیبات آلفا- آمینو نیتروژن نیز به دلیل کاهش مصرف آنها در شرایط تنش خشکی در سلولها تجمع می یابند (Kenter and Hoffmann 2002; Bloch and Hoffmann 2005, Bloch et al. 2006). مواد محلول غیرقندی در ریشه نظیر پتاسیم، سدیم، آمینواسید، بتائین و دیگر ترکیبات نیتروژنی را نمی توان در طی مراحل استحصال شکر از ریشه جدا نمود (Bloch and Hoffmann 2005; Hoffman 2005; Bloch et al. 2006). بنابراین تجمع این مواد محلول، استحصال شکر را با مشکل مواجه نموده و مقدار ساکاروز وارد شده به ملاس را افزایش و مقدار عملکرد شکر سفید را کاهش می دهند. لذا علی رغم نقش مهم این مواد محلول در مقاومت به خشکی، کیفیت چغندر قند به دلیل تغییرات شدید این مواد محلول ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد. به طور کلی با وجود اهمیت بالای بسیاری از ترکیبات موجود در ریشه در استحصال شکر، برای ارزیابی کیفیت چغندر قند فقط برخی پارامترها انتخاب شده اند که عمدتاً شامل پتاسیم، سدیم و آمینو نیتروژن می باشند (Hoffman 2005; Bloch et al. 2006).

تنش خشکی در مراحل مختلف دوره رشد ممکن است اثرات مختلفی بر کمیت و کیفیت چغندر قند داشته باشد. اغلب مطالعات انجام شده در جهت تعیین اثرات تنش کمبود آب بر کمیت و کیفیت چغندر قند در یک مرحله رشد انجام شده است. ولی هدف اجرای این پژوهش ارزیابی اثرات مختلف تنش

کمبود آب در اوایل، اواخر و طی فصل رشد بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقد بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات مهندس مطهری مؤسسه تحقیقات چغندرقد در کمال‌آباد کرج اجرا شد. کرت‌های اصلی به هشت سطح آبیاری به شرح جدول ۱ و کرت‌های فرعی به سه ژنوتیپ چغندرقد شامل ۱۹۱، BP مشهد و BP کرج اختصاص یافتند.

تحويل آب و اجرای تیمارهای آبیاری در کرت بسته انجام شد و بدین منظور مقدار آب تحویلی به هر تیمار در هر آبیاری با استفاده از ابزار W.S.C. فلوم اندازه‌گیری شد. مقادیر آب مصرفی تیمارها در جدول ۲ ارائه شده است. مقدار تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A با استفاده از آمار ۱۹ ساله ایستگاه هواشناسی کرج (۱۳۸۲-۱۳۶۴) در ماه‌های دوره رشد قبلاً محاسبه و بر اساس آن زمان آبیاری یا قطع آن در تیمارهای مختلف تعیین شد.

در این آزمایش فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط حدود ۲۰ سانتی‌متر تنظیم شده بود. هر کرت فرعی شامل شش خط کاشت به طول ۱۰ متر در نظر گرفته شد و بین دو کرت اصلی حدود یک متر فاصله منظور شد.

در سال اول آزمایش (۱۳۸۴) عملیات آماده سازی زمین جهت کاشت شامل شخم، دیسک و لولر در اردیبهشت ماه انجام گرفت. پس از کشت آبیاری اول و دوم به ترتیب در ۲۱ اردیبهشت و پنج خرداد انجام شد. دلیل فاصله نسبتاً طولانی آبیاری اول و دوم وجود بارندگی‌های اوایل فصل و شرایط آب و هوایی در سال ۱۳۸۴ بود (شکل ۳). برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است. مقادیر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه‌های منتشر شده قبل از کشت انجام شد. برداشت آزمایشات در ۱۱ آبان ماه از سطحی معادل هشت متر مربع در کرت‌های فرعی انجام شد. در سال دوم (۱۳۸۵) عملیات آماده‌سازی زمین جهت کاشت شامل شخم، دیسک و لولر در پاییز سال ۸۴ و در آوردن ردیف‌های کشت با استفاده از دستگاه پشته‌ساز در اواخر فروردین انجام گرفت. کشت در پنجم اردیبهشت ماه و آبیاری اول و دوم به ترتیب در ۱۴ و ۱۹ اردیبهشت ماه انجام شد. همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در سال دوم آزمایش خاک مزرعه از نظر عناصر غذایی در شرایط مطلوبی بود. لذا بر اساس توصیه آزمایشگاه نتایج تجزیه خاک هیچگونه کودی مورد نیاز نبود. در ۲۸ آبان ماه ریشه‌های هر کرت فرعی از سطحی معادل هشت مترمربع برداشت شد.

به دلیل بارندگی‌های اوایل فصل رشد در سال ۸۴ و همچنین بارندگی‌های آخر فصل رشد در سال

چغندر قند توزین و چهار مرتبه با ۲۰۰ میلی لیتر آب جوش به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط گردیده و سپس تفاله به دست آمده در آون با ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت هشت ساعت خشک و محاسبه گردید (شیخ الاسلامی ۱۳۷۶).

برای داده های مربوط به هر صفت پس از اطمینان از همگنی واریانس های خطای آزمایش ها با استفاده از آزمون Fmax پیرسون و هارتلی (Pearson and Hartley 1966) تجزیه مرکب انجام شد. در مواردی که مقدار Fmax برای برخی صفات در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد، تبدیل معکوس، لگاریتم طبیعی و ریشه دوم انجام شد. سپس تجزیه مرکب صفت با تبدیل داده مناسب صورت گرفت. معنی دار بودن اثرات اصلی و متقابل منابع تغییر با استفاده از آزمون F مورد بررسی قرار گرفت. مقایسات میانگین صفات برای منابع تغییر معنی دار با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت. برای کلیه آزمون ها از نرم افزار SAS استفاده شد.

۸۵ (شکل ۳) کشت آزمایش در سال ۸۴ دیرتر از سال ۸۵ و برداشت آزمایش در سال ۸۵ دیرتر از سال ۸۴ بود. لذا طول دوره رشد در سال ۸۵ بیش از سال ۸۴ شد. در هر دو سال آزمایش طی دوره رشد مبارزه لازم با علف های هرز و آفات صورت گرفت. بعد از برداشت ریشه، وزن تر و خشک آن تعیین شد. درصد رطوبت ریشه، مقادیر نیتروژن مضره، پتاسیم، سدیم، درصد قند و درصد قند اندازه گیری قابل استحصال، درصد مارک و عملکرد شکر سفید، از روابط موجود برآورد گردید. درصد قند به روش پلاریمتری و سدیم و پتاسیم که از عوامل مهم ملاس زا می باشند به روش فلیم فتومتری اندازه گیری شد. برای تعیین نیتروژن مضره از روش رنگ سنجی استانک و پاولاس (شیخ الاسلامی ۱۳۷۶) که به روش عدد آبی معروف است استفاده گردید. تمام این اندازه گیری ها با دستگاه بتالایزر که درصد قند، میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره را همزمان اندازه گیری می کند انجام گرفت (شیخ الاسلامی ۱۳۷۶). درصد ماده خشک در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی گراد تعیین شد. برای تعیین مارک ۲۵ گرم خمیر

جدول ۱ شماره و مشخصات تیمارهای آبیاری مورد بررسی در آزمایش

شماره تیمار	شرح مشخصات تیمار
۱	بدون تنش آبی: آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A به طور مداوم انجام شد
۲	قطع آبیاری در اوایل فصل: پس از استقرار گیاه آبیاری قطع و آبیاری مجدد پس از حدود ۱۳۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A شروع شده و مشابه تیمار شاهد ادامه یافت.
۳	قطع آبیاری در اوایل فصل: پس از استقرار گیاه آبیاری قطع و آبیاری مجدد پس از حدود ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A شروع شده و مشابه تیمار شاهد ادامه یافت.
۴	قطع آبیاری در اوایل فصل: پس از استقرار گیاه آبیاری به مدت ۴۰ تا ۵۰ روز قطع و مشابه تیمار شاهد ادامه یافت.
۵	اعمال تنش مداوم: آبیاری در تمام طول فصل رشد بعد از حدود ۱۳۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A انجام شد.
۶	اعمال تنش مداوم: آبیاری در تمام طول فصل رشد بعد از حدود ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A انجام شد.
۷	قطع آبیاری در آخر فصل رشد: آبیاری مشابه تیمار شماره ۱ انجام شد اما در انتهای فصل رشد زمانی که تخمین زده شد تا انتهای فصل رشد حدود ۱۳۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A صورت خواهد گرفت، قطع آبیاری انجام شد.
۸	قطع آبیاری در آخر فصل رشد: آبیاری مشابه تیمار شماره ۱ انجام شد اما در انتهای فصل رشد زمانی که تخمین زده شد تا انتهای فصل رشد حدود ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A صورت خواهد گرفت، قطع آبیاری انجام شد.

نتایج و بحث

شرایط خاک و آب و هوایی در دو سال آزمایش

سال اول و دوم آزمایش از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین شرایط آب و هوایی با یکدیگر تفاوت‌هایی داشتند. در جدول ۳ برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در دو سال اجرای طرح نشان داده شده است. در سال اول خاک محل آزمایش دارای بافت سنگین‌تر و ماده آلی کمتری بود. همچنین خاک محل آزمایش در سال دوم نسبت به سال اول حاصلخیزتر بود. از طرف دیگر دوره رشد در سال دوم (۲۰۸ روز معادل ۴۷۴۴ درجه روز- رشد) نیز بیشتر از سال اول (۱۷۵ روز معادل ۴۲۴۱ درجه روز- رشد) بود. به نظر می‌رسد این عوامل باعث شده است که میانگین عملکرد در سال دوم (۴۹/۴ تن در هکتار) بیش از سال اول (۲۶/۷ تن در هکتار) باشد (جدول ۴). از طرف دیگر همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود دما و تبخیر تجمعی در سال دوم بیش از سال اول آزمایش بود. به‌طور کلی دوره رشد سال دوم آزمایش گرمتر از سال اول بود. در شکل ۲ میانگین تبخیر طی دوره ۱۹ سال برای هر کدام از دو سال آزمایش با همان سال مقایسه شده است. طی فصل رشد در سال ۸۴ مقدار تبخیر به‌طور قابل توجهی کمتر از میانگین ۱۹ ساله بود. در حالی که در سال ۸۵ اغلب دوره‌های فصل رشد مقدار تبخیر بیش از میانگین ۱۹ ساله بود. اگرچه که در سال ۸۵ در اواخر فصل مقدار آن نسبت به میانگین ۱۹ ساله کاهش یافت. به عبارت

دیگر به‌علت آن که فواصل آبیاری براساس آمار ۱۹ ساله تنظیم شده بود، فواصل آبیاری طی فصل رشد در سال ۸۴ کمتر از نیاز واقعی و در سال ۸۵ تا حدی بیش از مقدار واقعی مورد نیاز بود. شکل ۳ مقادیر بارندگی روزانه و تجمعی را در دو سال آزمایش نشان می‌دهد. بارندگی‌های اوایل فصل رشد در سال ۸۴ بیش از سال ۸۵ بود. در حالی که در اواخر فصل در سال ۸۵ مقدار بارندگی بیش از سال ۸۴ بود. به‌طوری که عملاً تیمارهای مربوط به قطع آبیاری اوایل فصل رشد در سال ۸۴ و تیمارهای مربوط به قطع آبیاری آخر فصل رشد در سال ۸۵ به ترتیب با بارندگی‌های بهار و پاییز مواجه شدند. لذا اگرچه که به‌طور متوسط مقدار مصرف آب آبیاری در سال ۸۴ و ۸۵ تفاوت زیادی نداشتند، اما عملاً تا حدی در سال ۸۴ بیشتر تیمارهای قطع آبیاری اوایل فصل رشد، آب آبیاری کمتری در مقایسه با سال ۸۵ و در مقابل در سال ۸۵ تیمارهای قطع آبیاری آخر فصل رشد آب آبیاری کمتری در مقایسه با سال ۸۴ دریافت کردند (جدول ۲). مقادیر بارندگی تجمعی طی فصل رشد در سال‌های ۸۴ و ۸۵ به ترتیب ۳۳/۹ و ۱۰۲/۲ میلی‌متر بود.

درصد رطوبت ریشه

همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، اگرچه که درصد رطوبت ریشه در تیمار بدون تنش در مقایسه با دیگر تیمارهای مدیریت آبیاری در بیشتر موارد تاحدی بیشتر بود اما این اختلافات در حد

ریشه با درصد قند دارای همبستگی خطی و منفی می باشد ($r = -0.76, P < 0.01$). به عبارت دیگر با افزایش رطوبت ریشه درصد قند در وزن تر ریشه کاهش یافت. ضریب تبیین (R^2) این همبستگی نشان داد که حدود ۵۸ درصد تغییرات درصد قند در وزن تر ریشه تحت تأثیر رطوبت آن می باشد. از طرف دیگر درصد قند در وزن تر با درصد قند در وزن خشک ریشه همبستگی خطی و مثبت داشت $r = 0.46, P < 0.01$). اما فقط ۲۱ درصد تغییرات درصد قند در وزن خشک با تغییرات این صفت در وزن تر قابل توجیه است. لذا می توان استنباط کرد که برای بررسی اثرات مدیریت های مختلف آبیاری بر درصد قند بهتر است این صفت در وزن خشک ریشه مورد بررسی قرار گیرد و یا آن که روش اندازه گیری درصد قند با توجه به مقدار آب ریشه تغییر یابد.

همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می شود اعمال تنش خشکی به طور کلی باعث افزایش درصد قند و درصد قند قابل استحصال در وزن تر ریشه گردید. بیشترین درصد قند قابل استحصال در تیمار قطع آبیاری طولانی مدت در اوایل فصل رشد مشاهده شد. بین تیمارهای آبیاری از نظر درصد قند در ماده خشک ریشه و هم چنین ضریب استحصال اختلاف معنی دار مشاهده نشد (جدول ۴). اگرچه که ساکاروز یکی از مواد محلول مهم در چغندر قند است که می تواند در تغییرات پتانسیل اسمزی سلول های ریشه تحت شرایط کمبود آب مؤثر باشد (Mäck and Hoffmann 2006). اما در ارتباط با اثرات تنش

معنی دار شدن نبود. این امر ممکن است به دلیل آن باشد که شرایط آب و هوایی در اواخر فصل رشد به گونه ای بوده است که باعث کاهش اختلافات رطوبتی ریشه ها شده است. با توجه به شکل ۳ بارندگی های آخر فصل خصوصاً در سال دوم آزمایش (به طور میانگین درصد رطوبت ریشه در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول حدود چهار درصد بیشتر بود) ممکن است در این ارتباط مؤثر باشد. به طور متناقض بلوچ و همکاران (Bloch et al. 2006) اثرات تنش خشکی مداوم را بر درصد ماده خشک بررسی و گزارش نمودند که اعمال تیمارهای آبیاری با تنش های مداوم در فصل رشد باعث افزایش ماده خشک ریشه گردید.

در این آزمایش ژنوتیپ ۱۹۱ دارای کمترین درصد رطوبت ریشه در بین سه ژنوتیپ مورد بررسی بود (جدول ۶). بین دو ژنوتیپ BPKaraj و BPMashhad از نظر درصد رطوبت ریشه اختلاف معنی داری نبود. لذا به نظر می رسد به طور متوسط دو ژنوتیپ BP قابلیت نگره داری آب بیشتری در ریشه در مقایسه با ژنوتیپ ۱۹۱ دارند.

درصد قند قابل استحصال، درصد قند و ضریب استحصال شکر

بیشترین درصد قند و درصد قند قابل استحصال در وزن تر ریشه و هم چنین بالاترین درصد استحصال قند در سال اول آزمایش مشاهده شد (جدول ۴). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که درصد رطوبت

قرار نمی‌گیرد (Davidoff and Hanks 1989). اختلاف در غلظت ساکارز وزن‌تر ریشه عمدتاً به دلیل اختلاف در مقدار آب ریشه‌های ذخیره‌ای می‌باشد (Hills et al. 1990; Bloch and Hoffmann 2005). گزارش شده است که قطع آبیاری در قبل از برداشت علی‌رغم کاهش وزن‌تر ریشه، ممکن است باعث افزایش غلظت ساکارز گردد که علت آن را به جز کاهش آب ریشه (Hills et al. 1990; Loomis and Worker, 1963) به‌ویژه در خاک‌هایی با موادالی بالا نسبت می‌دهند (Hills et al. 1990). خشکی سطح خاک، معدنی شدن نیترات‌ها را کاهش می‌دهد و بنابراین جذب آن را توسط گیاه کاهش می‌دهد. در این شرایط رشد قسمت هوایی و ریشه تا حدی کاهش یافته و در نتیجه ساکارز به‌جای مصرف برای رشد، در ریشه ذخیره‌سازی می‌گردد. بنابراین، تنش رطوبتی محدود در آخر دوره رشد ممکن است مفید باشد (Hills et al. 1990). به‌طور کلی اگر ساکاروز بر مبنای وزن خشک ارائه شود، افزایش قابل توجهی در مقدار ساکاروز به دلیل اثرات تنش آبی رخ نمی‌دهد (Carter 1982). در این پژوهش نیز اثرات انواع آبیاری بر درصد قند بر مبنای وزن خشک ریشه معنی‌دار نشد.

ژنوتیپ ۱۹۱ در بین سه ژنوتیپ مورد بررسی بیشترین درصد قند در وزن‌تر ریشه، درصد قند قابل استحصال در وزن‌تر ریشه و ضریب استحصال را داشت (جدول ۴). بین دو ژنوتیپ BPKaraj و

کمبود آب بر درصد قند گزارشات متناقضی وجود دارد. در یک آزمایش نشان داده شد که با اعمال قطع آبیاری در اوایل فصل رشد، تنش بر درصد ساکارز ریشه در ماده خشک اثری نداشت، هر چند که درصد ساکارز در وزن‌تر ریشه، در شرایط تنش بیش از عدم تنش بود (Hills et al. 1990). در حالی که براون و همکاران (Brown et al. 1987) طی مطالعاتی نشان دادند که تنش در اوایل فصل رشد درصد قند را کاهش می‌دهد. بلوچ و همکاران (Bloch et al. 2006) نیز گزارش کردند که اعمال تیمارهای آبیاری با تنش‌های مداوم از اوایل (حدود ۱/۵ ماه پس از کاشت) تا انتهای فصل رشد و تنش‌های مداوم از اوایل (حدود ۲ ماه پس از کاشت) تا اواسط فصل رشد (به مدت ۱۱ هفته) و سپس آبیاری بدون تنش تا آخر فصل رشد به ترتیب باعث افزایش و کاهش درصد ساکاروز در وزن‌تر ریشه شد. گزارش دیگر نیز مؤید آن است که تنش باعث افزایش درصد قند در وزن‌تر ریشه و کاهش آن در ماده خشک گردید (Bloch and Hoffmann 2005). افزایش غلظت ساکارز در وزن‌تر در شرایط تنش رطوبتی به‌وسیله محققان دیگر نیز تأیید شده است (Carter 1982; Carter et al. 1980)، هر چند که خلوص و یا درصد ساکاروز استحصالی از ریشه به درصد کل مواد جامد محلول شربت حاصل از ریشه چغندر قند به‌وسیله تنش بهبود نمی‌یابد (Bauer et al. 1975; Reichman et al. 1977). در مقاله دیگری نیز گزارش شده است که درصد قند به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رژیم آبیاری

به طوری که با توجه به مقادیر ضریب آن ها به ترتیب حدود ۹۲، ۶۲ و ۹۲ درصد تغییرات این سه صفت در وزن تر ریشه با مقادیر این صفت ها در وزن خشک ریشه قابل توجیه است. با توجه همبستگی های بررسی شده به نظر می رسد بررسی مقادیر سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در این آزمایش بر مبنای وزن تر و یا خشک ریشه تفاوت چندانی ندارد.

تغییرات مقدار سدیم در شرایط بدون تنش نسبت به تیمارهای دیگر آبیاری تنها در تیمار قطع آبیاری طولانی مدت اوایل فصل رشد مشهود بود. در این تیمار کمترین مقدار سدیم نسبت به تیمار بدون تنش و هم چنین سایر تیمارهای دیگر آبیاری مشاهده شد و سایر سطوح تیمار آبیاری با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۴). تیمارهای آبیاری بر مقدار پتاسیم ریشه تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۴). نیتروژن مضره به طور کلی در همه تیمارهای آبیاری نسبت به شرایط بدون تنش افزایش داشت (جدول ۴). بیشترین مقدار نیتروژن مضره در دو شرایط تنش های طی فصل رشد ملاحظه شد. براون و همکاران (Brown et al. 1987) نیز گزارش دادند که تنش در اوایل فصل رشد مقدار سدیم ریشه را کاهش می دهد. وینتر (Winter 1988) نیز گزارش کرده است که کم آبیاری طی فصل رشد مقدار سدیم را کاهش ولی مقادیر پتاسیم و نیتروژن را افزایش می دهد. بلوچ و همکاران (2006) نیز گزارش کرده اند که اعمال تیمارهای آبیاری با تنش های مداوم از اوایل (حدود ۱/۵ ماه پس از کاشت) تا انتهای فصل رشد در ماده

BPMashhad از نظر این سه صفت اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

در این پژوهش اثرات متقابل ژنوتیپ در آبیاری برای هیچ یک از این صفات معنی دار به دست نیامد. بلوچ و همکاران (Bloch et al. 2006) نیز گزارش نمودند که اختلافات ژنتیکی مشاهده شده برای تجمع مواد محلول تحت شرایط کمبود آب ارتباطی با تحمل به خشکی ندارد.

سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره و ضریب قلیایت
برخلاف درصد قند و درصد قند خالص ضریب همبستگی خطی درصد رطوبت ریشه با مقدار سدیم و پتاسیم در وزن تر ریشه اگر چه مثبت و در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود اما مقادیر آن کم بود (برای سدیم و پتاسیم به ترتیب $r = 0.18$ و $r = 0.19$). به طوری که ضریب تبیین (R^2) نشان دهنده آن است که تنها به ترتیب حدود ۳ و ۴ درصد از تغییرات این دو صفت در وزن تر ریشه مربوط به درصد رطوبت است. ضریب همبستگی خطی درصد رطوبت ریشه با مقادیر نیتروژن مضره در وزن تر ریشه غیرمعنی دار بود ($r = -0.09$, $P > 0.05$). از طرف دیگر ضریب همبستگی خطی مقادیر سدیم در وزن تر با وزن خشک آن ($r = 0.96$)، پتاسیم در وزن تر با وزن خشک آن ($r = 0.79$) و نیتروژن مضره در وزن تر با وزن خشک آن ($r = 0.96$) در سطح احتمال یک درصد معنی دار و خصوصاً در ارتباط با سدیم و پتاسیم مقادیر آن بیشتر از درصد قند خالص و ناخالص بود.

می‌شوند که جهت محافظت سیتوپلاسم از غلظت‌های سمی آن‌ها در واکوئل قرار می‌گیرند.

در مجموع نتایج انواع مختلف کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشد در این آزمایش نشان‌دهنده آن است که تنش مداوم (ملایم و شدید) در مقایسه با سایر مدیریت‌های کم‌آبیاری و هم‌چنین شرایط بدون تنش باعث کاهش ضریب قلیابیت شد (جدول ۴). این امر به دلیل افزایش بیشتر نیتروژن مضره در شرایط تنش به دلیل محدود شدن مصرف نیتروژن است (Bloch et al. 2006).

اثرات ژنوتیپ بر مقدار پتاسیم و نیتروژن مضره معنی دار نبود (جدول ۴). اما مقادیر سدیم و ضریب قلیابیت در ژنوتیپ ۱۹۱ به‌طور معنی‌داری کمتر از دو ژنوتیپ مورد بررسی دیگر بود (جدول ۴). از نظر سدیم دو ژنوتیپ دیگر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴). در حالی که ژنوتیپ BPKaraj در مقایسه با ژنوتیپ BPMashhad مقدار ضریب قلیابیت آن بیشتر بود. در چغندر قند ژنوتیپ‌ها، از نظر تصحیح اسمزی با یکدیگر تفاوت دارند. اگرچه که هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است که این صفت در افزایش عملکرد تحت شرایط تنش مؤثر باشد (Morillo-Velarde and Ober Eric 2006).

اثرات متقابل ژنوتیپ × آبیاری برای این ۴ صفت نیز معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های مورد بررسی عکس‌العمل‌های مشابه‌ای با تغییر در مدیریت آبیاری نشان ندادند.

خشک ریشه باعث افزایش معنی‌دار مقادیر سدیم و نیتروژن مضره شد، درحالی که بر مقدار پتاسیم اثر معنی‌داری نداشت. آن‌ها هم‌چنین گزارش کردند که در شرایطی که تنش مداوم از اوایل (حدود ۲ ماه پس از کاشت) تا اواسط فصل رشد (به مدت ۱۱ هفته) اعمال و سپس آبیاری بدون تنش تا آخر فصل رشد انجام شود در وزن خشک ریشه، تنش باعث افزایش معنی‌دار مقادیر پتاسیم و سدیم شد، اما بر مقدار نیتروژن مضره اثر معنی‌داری نداشت.

افزایش ناخالصی‌هایی نظیر آلفا-آمینو نیتروژن در شرایط تنش کم‌آبی توسط برخی دیگر از محققان گزارش شده است (Clover et al. 1999; Dunham and Clark 1992; Bloch and Hoffmann 2005) به‌طور کلی ثابت شده است در شرایط تنش مواد محلول که در تصحیح اسمزی مؤثر هستند افزایش می‌یابند (Morillo-Velarde and Ober Eric 2006). در چغندر قند یون‌های معدنی نظیر پتاسیم (Winter 1989) و هم‌چنین نیترات می‌توانند برای تغییرات در پتانسیل اسمزی نقش داشته باشد (Bloch et al. 2006)، اما این مواد هم‌چنین باعث کاهش کیفیت چغندر قند نیز می‌گردند. این مواد برخلاف مواد محلول غیرسمی یا سازگار نظیر بتائین، برخی اسیدهای آمینه و قندهای غیراحیا شده (Rontein et al. 2002) که می‌توانند در سطوح بالا بدون هیچ‌گونه اختلالی در وظایف بیولوژیکی، در سلول تجمع یابند جز مواد محلول غیرسازگار محسوب

مارک

اثرات مدیریت آبیاری بر درصد مارک ریشه معنی دار بود (جدول ۴). همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می شود به طور کلی مدیریت های مختلف کم آبیاری نسبت به شرایط بدون تنش درصد مارک را افزایش داد. بیشترین مقدار درصد مارک در شرایط تنش مداوم (تنش متوسط و شدید) مشاهده شد. بلوچ و همکاران (2006) نیز گزارش کرده اند که تنش کم آبی درصد مارک ریشه را افزایش می دهد. به طور کلی ماده خشک ریشه چغندر قند به مواد قابل حل و مواد غیر قابل حل تقسیم می شود. منظور از مارک همان مواد غیر قابل حل ریشه چغندر قند است. مارک عمدتاً شامل سلولز، همی سلولز و پکتین می باشد و لذا نشان دهنده مقدار ترکیبات دیواره سلولی در ریشه است (Bloch et al. 2006). غلظت بالای مارک تحت شرایط کمبود آب نشان دهنده افزایش مقدار دیواره سلولی و در نتیجه کاهش توسعه سلولی است (Bloch et al. 2006). افزایش مقدار مارک می تواند تحت شرایط تنش کمبود آب مفید باشد. زیرا باعث بهبود پایداری مکانیکی ریشه ذخیره ای و منتهی به تولید پولپ بیشتر ریشه می شود (Bloch et al. 2006). اثر ژنوتیپ و هم چنین اثرات متقابل ژنوتیپ × آبیاری برای مقدار مارک معنی دار نشد.

عملکردهای ریشه و شکر سفید

عملکرد ریشه در سال اول و دوم به ترتیب ۲۶/۷۳ و ۴۹/۳۷ تن در هکتار بود (جدول ۴). به طور

کلی تنش عملکرد ریشه را کاهش داد (جدول ۴). کمترین عملکرد ریشه در شرایط تنش مداوم شدید و ملایم به ترتیب با حدود ۲۶ و ۲۹ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۴). قطع آبیاری طولانی مدت آخر فصل رشد و اوایل فصل رشد نیز عملکرد ریشه را نسبت به شرایط بدون تنش کاهش داد. عملکرد ریشه در شرایط قطع آبیاری طولانی مدت آخر فصل، قطع آبیاری طولانی مدت اوایل فصل رشد و بدون تنش به ترتیب حدود ۳۵، ۴۰ و ۴۷ تن در هکتار بود (جدول ۴). در سایر سطوح دیگر کم آبیاری اگر چه عملکرد ریشه کمتری نسبت به شرایط بدون تنش داشتند، اما این اختلاف معنی دار نبود (جدول ۴).

عملکرد شکر سفید در سال اول و دوم نیز به ترتیب ۳/۷ و ۵/۲ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۴). عملکرد شکر سفید در شرایط بدون تنش (۵/۲ تن در هکتار)، قطع آبیاری های اوایل فصل رشد (کوتاه، متوسط و طولانی مدت به ترتیب ۵/۴، ۴/۴ و ۴/۸ تن در هکتار) و آخر فصل رشد (کوتاه و طولانی مدت به ترتیب حدود ۵/۰ و ۴/۲ تن در هکتار) از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۴). کمترین عملکرد شکر سفید در شرایط تنش طی فصل رشد به دست آمد (جدول ۴). عملکرد شکر سفید در شرایط تنش متوسط و شدید طی فصل رشد به ترتیب ۳/۵ و ۳/۰ تن در هکتار بود (جدول ۴). با مشاهده مقادیر آب آبیاری مصرفی (جدول ۲) و عملکرد شکر سفید (جدول ۴) در تیمارهای مختلف می توان استنباط کرد که در

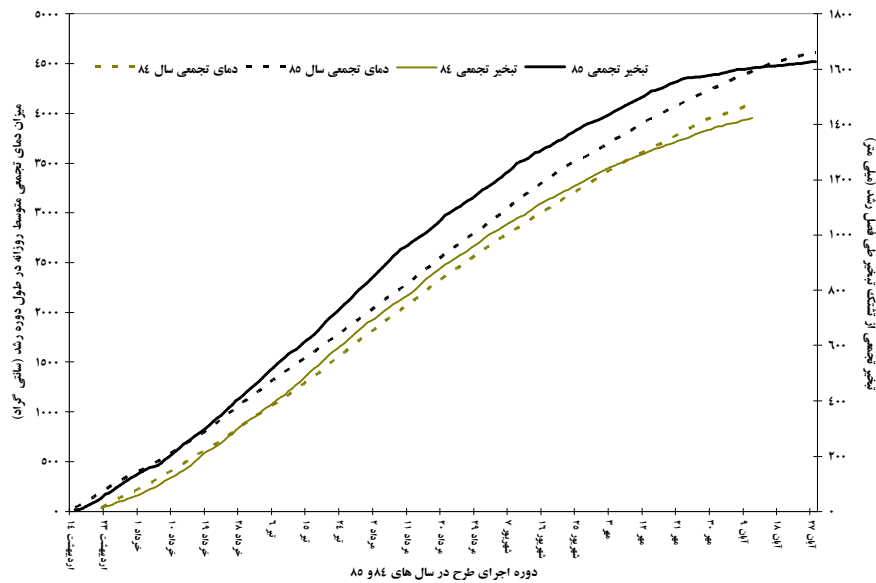
سال می‌تواند ناشی از اختلاف شرایط آب و هوایی دو سال آزمایش باشد.

در مجموع با توجه به نتایج حاصل از آزمایش می‌توان استنباط کرد که در شرایط کمبود آب در زراعت چغندر قند می‌توان در اوایل فصل رشد (بعد از مرحله استقرار بوته‌ها) و همچنین اواخر فصل رشد برای مدتی قطع آبیاری داشت. طول مدت قطع آبیاری می‌تواند تحت تأثیر عوامل محیطی و زراعی تغییر یابد. با توجه به صرفه‌جویی در مصرف آب در این شرایط و همچنین با در نظر گرفتن عوامل محیطی و زراعی به نظر می‌رسد خسارت کمی و کیفی ناشی از قطع آبیاری قابل اغماض باشد.

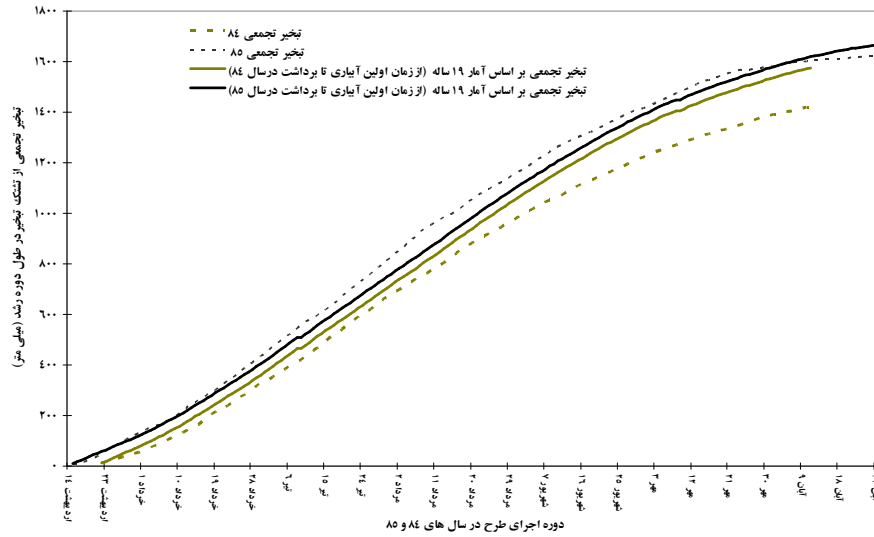
شرایط قطع آبیاری طولانی مدت اوایل فصل علی‌رغم مصرف نسبتاً کمتر آب آبیاری عملکرد شکر سفید بالاتری نسبت به تنش متوسط طی فصل رشد حاصل شده است. این شرایط به دلیل آن که چغندر در ادامه فصل رشد فرصت بازیافت داشته است. اما در شرایط تنش طی فصل رشد این فرصت هیچگاه برای بازیافت نسبتاً کامل کافی نبوده است.

در سال اول آزمایش ژنوتیپ BPKaraj

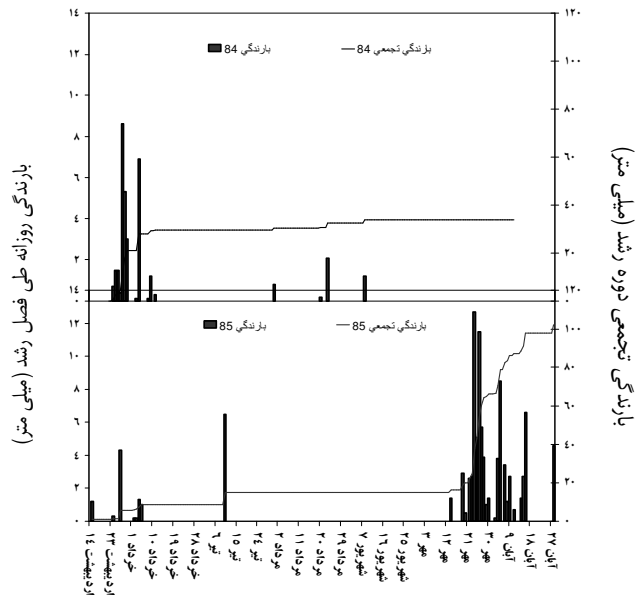
به‌طور معنی‌داری دارای عملکرد شکر سفید بالاتری نسبت به ژنوتیپ ۱۹۱ بود. اگرچه در سال دوم آزمایش تفاوت معنی‌داری بین سه ژنوتیپ مشاهده نشد (جدول ۶). عکس‌العمل متفاوت ژنوتیپ‌ها طی دو



شکل ۱ مقادیر تبخیر و دمای تجمعی در دو سال آزمایش (۱۳۸۴ و ۱۳۸۵) - کرج



شکل ۲ مقادیر تبخیر تجمعی در دو سال آزمایش (۱۳۸۴ و ۱۳۸۵) و میانگین ۱۹ ساله آن‌ها (۱۳۸۲-۱۳۶۴) - کرج



دوره اجرای طرح در سال های ۸۴ و ۸۵

شکل ۳ مقادیر بارندگی روزانه و تجمعی در دو سال آزمایش (۱۳۸۴ و ۱۳۸۵) - کرج

جدول ۲ مقدار آب مصرفی در تیمارهای مختلف آبیاری در سالهای اجرای آزمایش (۸۵-۱۳۸۴)

شماره تیمارها	مقدار آب مصرف شده (مترمکعب در هکتار)		
	۱۳۸۴	۱۳۸۵	میانگین
۱	۱۴۷۵۷	۱۴۲۹۴	۱۴۵۲۵
۲	۱۳۵۷۹	۱۳۳۲۷	۱۳۴۵۳
۳	۱۲۸۹۱	۱۳۵۷۵	۱۳۲۳۳
۴	۱۰۳۳۳	۱۲۴۵۷	۱۱۳۹۰
۵	۱۱۳۷۹	۱۰۵۰۴	۱۰۹۴۲
۶	۷۸۵۸	۷۷۲۷	۷۷۹۳
۷	۱۴۵۰۴	۱۲۶۰۴	۱۳۵۵۴
۸	۱۴۰۲۸	۱۱۸۲۵	۱۲۹۲۶
میانگین	۱۲۴۱۴	۱۲۰۳۹	۱۲۲۲۷

جدول ۳ برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در سالهای اجرای آزمایش (۸۵-۱۳۸۴)

سال اجرا	عمق نمونه خاک (سانتی متر)	نیترژن نیتراتی	فسفر قابل دسترس	پتاسیم قابل دسترس	سدیم	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	درصد اشباع	درصد کربن آلی	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	بافت خاک	میلی گرم در کیلوگرم		
														نیترژن نیتراتی	فسفر قابل دسترس	
۱۳۸۴	۰-۳۰	۲۸/۱	۱۷/۶	۴۷۰	۴/۹	۷/۴	۱/۳	۴۵/۳	۰/۶۸	۲۸/۶	۵۰	۲۱/۴	لومی، رسی، سیلیتی	۳۰-۶۰	۲۸/۱	۱۷/۶
۱۳۸۵	۰-۳۰	۳۰/۴	۴۵/۵	۱۲۶۰	۷/۵	۷/۶	۲/۱	۵۴/۸	۱/۸۹	۳۶	۴۶	۲۷/۴	لومی، رسی، سیلیتی	۰-۳۰	۳۰/۴	۴۵/۵
	۳۰-۶۰	۴۸/۴	۳۰/۲	۱۰۲۵	۵/۸	۷/۶	۱/۷	۵۷/۸	۱/۴۶	۳۲	۴۴	۲۴	لومی، رسی	۳۰-۶۰	۴۸/۴	۳۰/۲

جدول ۴ گروه بندی میانگین برخی صفات کمی و کیفی چغندر قند در مورد تیمارهای آبیاری و سه ژنوتیپ مورد بررسی در سال ۸۵-۱۳۸۴

سال	درصد قند در وزن تر ریشه	درصد قند در وزن خشک ریشه	درصد شکر سفید	درصد استحصال قند	میلی مول در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه			سدیم	پتاسیم	نیترژن مضره	ضریب کلیات	درصد مارک	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار)
					۲/۷۱(-/۳۷B)	۵/۳۸	۲/۷۱B							
۱۳۸۴	۱۷/۰۷ (-/۰۶B)	۶۱/۸۱ (-/۰۲)	۱۳/۹۸A	۷۹/۷۳A	۲/۷۱(-/۳۷B)	۵/۳۸	۲/۷۱B	۴/۱۴(-/۲۴B)	۴/۲۰B	۲۶/۷۳B	۳/۶۹B			
۱۳۸۵	۱۳/۹۷(-/۰۷A)	۶۲/۵۱(-/۰۲)	۱۰/۶۲B	۷۴/۸۱B	۱/۹۲(-/۰۵۲A)	۶/۱۸	۳/۵۵A	۲/۲۵(-/۴۴A)	۶/۰۱A	۴۹/۳۷A	۵/۱۹A			
تیمار آبیاری														
۱	۱۴/۶۹(-/۰۷AB)	۶۶/۲۲(-/۰۲)	۱۱/۷۷B	۷۶/۲۸	۲/۵۴(-/۰۴-BC)	۵/۴۸	۲/۲۰C	۲/۶۹(-/۰۳۷CD)	۴/۴۰E	۴۶/۶۸A	۵/۲۳A			
۲	۱۵/۵۴(-/۰۶BC)	۶۵/۰۵(-/۰۲)	۱۲/۵۸AB	۷۸/۹۰	۱/۹۰(-/۰۵۲AB)	۵/۵۹	۲/۷۸ABC	۲/۴۷(-/۰۴۱ABC)	۴/۹۸BCDE	۴۴/۸۲AB	۵/۳۸A			
۳	۱۴/۱۰(-/۰۷A)	۶۴/۱۸(-/۰۲)	۱۰/۹۲C	۷۴/۲۸	۲/۸۳(-/۰۳۵C)	۵/۷۳	۲/۲۳C	۳/۹۴(-/۰۲۵D)	۵/۰۵BCD	۴۲/۲۷ABC	۴/۴۱AB			
۴	۱۶/۱۷(-/۰۶C)	۵۵/۶۲(-/۰۲)	۱۳/۳۴A	۷۹/۶۹	۱/۵۵(-/۰۶۵A)	۶/۲۵	۲/۹۶BC	۲/۷۳(-/۰۳۷ABCD)	۴/۹۳CDE	۳۸/۹۴BC	۴/۸۳A			
۵	۱۶/۳۹(-/۰۶C)	۶۳/۹۱(-/۰۲)	۱۲/۶۶AB	۷۶/۳۲	۲/۶۱(-/۰۳۸ABC)	۶/۰۳	۴/۰۶A	۲/۲۰(-/۰۴۶A)	۵/۸۷A	۲۹/۰۱DE	۳/۴۸ABC			
۶	۱۵/۸۳(-/۰۶BC)	۶۴/۶۳(-/۰۲)	۱۲/۵۶AB	۷۷/۴۵	۲/۱۹(-/۰۴۶BC)	۵/۹۶	۳/۵۴AB	۲/۳۴(-/۰۴۳AB)	۵/۵۸AB	۲۵/۷۸E	۳/۰۴C			
۷	۱۵/۳۰ (-/۰۷BC)	۶۷/۶۹ (-/۰۱)	۱۲/۲۰B	۷۷/۹۶	۲/۴۸(-/۰۴-BC)	۵/۵۴	۲/۲۶C	۲/۵۹(-/۰۲۸CD)	۴/۶۷DE	۴۱/۲۶ABC	۴/۹۵A			
۸	۱۵/۲۹ (-/۰۷BC)	۵۲/۲۷(-/۰۲)	۱۲/۳۶B	۷۷/۲۷	۲/۵۰(-/۰۴-BC)	۵/۶۸	۲/۴۶C	۳/۴۵(-/۰۲۹BCD)	۵/۳۸ABC	۳۴/۶۵CD	۴/۲۰ABC			
ژنوتیپ														
BPMashhad	۱۵/۱۳(-/۰۷A)	۶۶/۳۵(-/۰۱)	۱۱/۷۷B	۷۵/۶۱B	۲/۶۴(-/۰۳۸B)	۵/۹۱	۲/۱۸۱	۲/۹۶(-/۰۴۰A)	۵/۰۲	۴۰/۴۰	-			
BPKaraj	۱۴/۷۱(-/۰۷A)	۵۹/۲۸(-/۰۲)	۱۱/۵۶B	۷۵/۸۹B	۲/۴۹(-/۰۴۰B)	۵/۸۷	۲/۵۴	۳/۴۱(-/۰۳۹B)	۵/۱۷	۴۰/۲۷	-			
۱۹۱	۱۶/۳۶(-/۰۷B)	۶۱/۳۷(-/۰۲)	۱۳/۵۶A	۸۰/۳۰A	۱/۸۰(-/۰۵۶A)	۵/۵۷	۳/۰۸	۲/۵۰(-/۰۴۰A)	۵/۱۳	۳۳/۴۹	-			

برای هر صفت سطوح هر تیمار که دارای حروف مشترک می باشند از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند. برای اثراتی که در آزمون F معنی دار نشده است، مقایسات میانگین انجام نشده است. اعداد داخل پرانتز اعداد تبدیل شده (تبدیل معکوس) برای تجزیه مرکب است.

جدول ۵ میانگین درصد رطوبت ریشه چغندر قند تیمارهای مختلف آبیاری در سال‌های ۸۵-۱۳۸۴

تیمار آبیاری	درصد رطوبت ریشه	
	۱۳۸۵	۱۳۸۴
	درصد تغییرات نسبت به تیمار بدون تنش	درصد تغییرات نسبت به تیمار بدون تنش
۱	۷۹/۲۶	۷۵/۰۴
۲	۷۶/۵۸	۷۵/۳۳
۳	۷۸/۶۰	۷۶/۹۷
۴	۷۷/۱۳	۷۳/۶۵
۵	۷۵/۵۸	۷۲/۹۴
۶	۷۷/۵۴	۷۲/۶۳
۷	۷۸/۰۶	۷۶/۲۹
۸	۷۷/۱۳	۷۲/۶۲
میانگین	۷۷/۴۸	۷۴/۴۳

جدول ۶ میانگین درصد رطوبت ریشه و عملکرد شکر سفید سه ژنوتیپ چغندر قند مورد بررسی در سال‌های ۸۵-۱۳۸۴.

ژنوتیپ	درصد رطوبت ریشه ^a		عملکرد شکر سفید (تن در هکتار) ^a	
	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۴
BPMashhad	۷۵/۵۷A	۷۸/۱۶A	۳/۸۵AB	۵/۲۴A
BPKaraj	۷۵/۰۲A	۷۷/۷۷A	۴/۰۲A	۴/۹۲A
۱۹۱	۷۲/۷۱B	۷۶/۵۲B	۳/۲۱B	۵/۴۰A

^a برای هر صفت سطوح هر فاکتور که دارای حرف مشترک می باشند در سطح احتمال پنج درصد با یک دیگر اختلاف آماری ندارند.

تشکر و قدردانی

مؤسسه و هم‌چنین همکاران این مؤسسه به جهت

همکاری و ارائه پیشنهادات مؤثر سپاسگزاری نمایم.

این پژوهش با حمایت مؤسسه تحقیقات چغندر قند

انجام گرفته است. لازم می‌دانیم از مدیریت محترم

References:

منابع مورد استفاده:

- شیخ‌الاسلامی، ر. ۱۳۷۶. روش‌های آزمایشگاهی و کاربرد آن‌ها در کنترل فرآیند صنایع غذایی (قند). نشر مرسا، ۳۴۲ ص.
- Bauer A, Heimbuch T, Cassel DK, Zimmerman L. Production potential of sugar beets under irrigation in the west Oakes irrigation district. North Dakota. Agric. Exp. 1975; Stn. Bull: 498 PP.

- Bloch D, Hoffmann CM. Seasonal development of genotypic differences in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and their interaction with water supply. J. Agronomy and Crop Science. 2005; 191: 263-272.
- Bloch D, Hoffmann CM, Marlander B. Solute accumulation as a cause for quality losses in sugar beet submitted to continuous and temporary drought stress. J. Agronomy and Crop Science. 2006; 192: 17-24.
- Brown KF, Messem AB, Dunham RJ, Biscoe PV. Effect of drought on growth and water use of sugar beet. J. of Agricultural Science (Camb.). 1987; 109: 421-435.
- Carter JN. Effect of nitrogen and irrigation levels, location and year on sucrose concentration of sugar beet in southern Idaho. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol., 1982; 21: 286-306.
- Carter JN, Jensen ME, Traveller DJ. Effect of mid-to-late-season water on sugar beet growth and yield. Agron. J., 1980; 72: 806-815.
- Clover GRG, Smith HG, Azam-Ali SN, Jaggard KW. The effects of drought on sugar beet growth in isolation and in combination with beet yellows virus infection. J. of Agr. Sci., 1999; 133: 251-261.
- Davidoff B, Hanks RJ. Sugar beet production as influenced by limited irrigation. Irrigation Sci., 1989; 10: 1-17
- Dunham R, Clarke N. Coping with stress. British Sugar Beet Review. 1992; 60: 10-13.
- Heuer B. Osmoregulatory role of proline in water and salt stressed plants. In: Pessaraki M (ed.) Handbook of Plant and Crop Stress, Marcel Dekker, Inc., 1993; 363-379, USA.
- Hills FJ, Winter SR, Henderson DW. Sugar beet. In: Stewart BA, Nielsen DR (eds.) Irrigation of Agricultural Crops. 1990; 795-810, Madison, Wisconsin, USA.
- Hoffmann CM. Changes in N composition of sugar beet varieties in response to increasing N supply. J. Agronomy and Crop Science. 2005; 191: 138-145.
- Kenter C, Hoffmann C. Yield and quality formation of sugar beet as affected by temperature and water supply. Zuckerindustrie. 2002; 127: 699-706.

- Loomis RS, Worker GF. Response of the sugar beet to low soil moisture at two levels of nitrogen. *Agron., J.*, 1963; 55: 509-515.
- Mäck G, Hoffmann CM. Organ-specific adaptation to low precipitation in solute concentration of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Europ. J. Agronomy*. 2006; 25: 270-279.
- Mohammadian R, Khoiyi FR, Rahimian H, Moghaddam M, Ghassemi-Golezani K, Sadeghian SY. The effect of early season drought on stomatal conductance, leaf-air temperature difference and proline accumulation in sugar beet genotypes. *J. Agricultural Science and Technology*. 2001; 3: 181-192.
- Mohammadian R, Moghadam M, Rahimian H, Sadeghian SY. Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugar beet genotypes. *Turkish J. Agriculture and Forestry*. 2005; 29: 357-368.
- Mohammadian R, Sadeghian SY, Rahimian H, Moghadam M. Reduced water consumption of dormant-seeded sugar beet in a semiarid climate. *Agriculture Water Management*. 2008; 95: 545-552.
- Morillo-Velarde R, Ober Eric S. Water use and irrigation. In: Draycott AP (ed.): *Sugar Beet*. Blackwell Publishing. 2006; 221-255.
- Pearson ES, Hartley HO. *Biometrika Tables for Statisticians*. 1966. New York, Cambridge University Press.
- Reichman GA, Doering EJ, Benz LC, Follett RF. Effects of water table depth and irrigation on sugar beet yield and quality. *J. Am. Soc., Sugar Beet Technol.*, 1977; 19: 275-287.
- Rontein D, Basset G, Hanson AD. Metabolic engineering of osmoprotectant accumulation in plants. *Metab. Eng.*, 2002; 4: 49-56.
- Winter SR. Suitability of sugar beets for limited irrigation in a semi-arid climate. *Agron. J.*, 1980; 72: 118-123.
- Winter SR. Influence of seasonal irrigation amount on sugar beet yield and quality. *J. Sugar Beet Res.*, 1988; 25: 1-10.

Winter SR. Sugar beet yield and quality response to irrigation, row width, and stand density.

J. Sugar Beet Res., 1989; 26: 26-33.