

تأثیر کم آبیاری بر کمیت و کیفیت چغندر قند در کبوترآباد اصفهان

Effect of water deficit on sugar beet quality and quantity in Kabotarabad-Esfahan

محمد رضا جهاد اکبر^۱، حمیدرضا ابراهیمیان^۱، منوچهر ترابی^۱ و جواد گوهری^۲

چکیده

زارعین چغندرکار در اراضی بدون محدودیت شوری آب و خاک به علت مصرف بیش از نیاز آب آبیاری با افت کیفیت ریشه مواجه هستند. در سال ۱۳۷۹ جهت تعیین رابطه کم آبیاری و کمیت و کیفیت ریشه چغندر قند مطالعه‌ای در ایستگاه کبوترآباد مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان انجام شد. در این پژوهش شش تیمار میزان آب مصرفی از ۱۰۷۷۰ تا ۸۵۵۴ مترمکعب در هکتار با استفاده از روش آبیاری بارانی تک شاخه‌ای با آب پاش‌های نلسون F43 با فاصله ۱۲ متر و فشار ۳/۵ اتمسفر اعمال گردید. رقم چغندر قند مورد استفاده مولتی ژرم ۷۲۳۳ بود، پس از نصب سیستم، الگوی پخش و شدت پاشش نازل‌ها تعیین گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که با کاهش مصرف آب عملکرد ریشه، قند ناخالص، سدیم ریشه و قند قابل استحصال به صورت معنی‌دار کاهش، ولی درصد قند و میزان ازت مضره ریشه به صورت معنی‌داری افزایش یافت. حداکثر عملکرد ریشه در تیمار ۱۰۷۷۰ متر مکعب در هکتار به میزان ۵۵ تن در هکتار بدست آمد. در حالی که با مصرف ۸۵۵۴ متر مکعب آب، عملکرد ریشه تا ۲۰/۱۰ تن در هکتار کاهش یافت. با اعمال کم آبیاری کارایی مصرف آب برای عملکرد ریشه کاهش نشان داد. کاهش کارایی مصرف آب برای عملکرد قند به میزان ۴/۸۰ تن در هکتار از تیمار ۹۸۱۵ مترمکعب آب در هکتار و کمتر از آن حادث شد. در این تحقیق مشخص شد که سدیم ریشه نسبت به مقادیر آب عکس‌العمل نشان می‌دهد، بدین مفهوم که مصرف بیشتر آب سدیم ریشه را افزایش داده و در نتیجه درصد قند چغندر قند را کاهش می‌دهد. در این اراضی با مصرف مقدار واقعی آب مورد نیاز نمی‌توان می‌توان از افزایش سدیم ریشه و کاهش درصد قند جلوگیری کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که با کاهش مصرف آب کمتر از ۹۷/۵ درصد آب مورد نیاز نمی‌توان راندمان مصرف آب برای عملکرد قند را افزایش داد. هم چنین عملکرد قند سفید نسبت به کم آبیاری واکنش نشان داد و با کاهش مصرف آب، عملکرد قند سفید به صورت معنی‌دار کاهش یافت، به طوری که در تیمارهای مصرف ۱۰۴۹۸ و ۸۵۵۴ متر مکعب آب در هکتار، عملکرد قند سفید به ترتیب ۴/۵۶ و ۲/۴۲ تن در هکتار کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی تک شاخه، چغندر قند، سدیم ریشه، عملکرد قند، کبوترآباد اصفهان، کم آبیاری

مقدمه

کیفیت چغندر قند توسط محققین زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است. الدفیلد (Oldfield 1974) اعلام کرد که کیفیت چغندر قند ترکیب پیچیده‌ای از جنبه‌های فیزیکی و شیمیایی در ریشه چغندر قند است که بر فرآوری تولید شکر در کارخانه‌های قند تأثیر می‌گذارد. درصد قند و سه عنصر سدیم، پتاسیم و ازت مضره موجود در ریشه از مهمترین عوامل تعیین کیفیت چغندر قند به شمار می‌روند که برای پیش‌بینی میزان قند قابل استحصال در بیشتر فرمول‌های پیشنهادی به کار رفته است (شیخ الاسلامی ۱۳۷۵). حضور این عناصر در مرحله کریستالیزاسیون شکر موجب می‌شود که مقدار بیشتری از شکر موجود در رطوبت وارد ملاس شود (Hilde et al. 1983). بنابراین راندمان تصفیه شکر به مقدار عناصر غیرقندی موجود در ریشه بستگی دارد. (Alexander 1971)

عوامل زراعی و اقلیمی گوناگونی بر کیفیت چغندر قند تأثیر می‌گذارد. برای مثال ۲۸ عامل توسط وکو (Vokov 1977) شمارش شده است. از جمله مهم‌ترین این عوامل، اقلیم، رقم، نوع خاک، کودهای شیمیایی، عوامل زراعی، آفات، بیماری‌ها، نحوه برداشت و روش سرزنی چغندر قند را می‌توان نام برد.

درصد قند چغندرهای تحویلی از بعضی مناطق به کارخانه‌های قند اصفهان و نقش جهان پائین می‌باشد. این چغندرها عمدتاً در اراضی بدون محدودیت شوری آب و خاک تولید می‌شوند

(ابراهیمیان ۱۳۶۷). در این مناطق عملکرد ریشه و ناخالصی‌های شربت خام بالا و درصد قند پائین می‌باشد. طبق مطالعه ابراهیمیان (۱۳۶۷) به غیر از مصرف کود ازته عوامل دیگری در کاهش درصد قند در این مناطق موثرند. آب آبیاری این مناطق عمدتاً از زاینده رود تأمین می‌گردد که سرشار از سدیم بوده ولی مقدار پتاسیم آن ناچیز است. به نظر می‌رسد بالا بودن سدیم آب آبیاری از عوامل اصلی کاهش درصد قند در این مناطق باشد. در مطالعه‌ای مشخص شد که بین درصد قند و سدیم ریشه ارتباط منفی وجود دارد، لیکن بین مقدار ازت مضر ریشه و درصد قند ارتباطی مشاهده نشد (ابراهیمیان ۱۳۶۷).

در منطقه برآن اصفهان به علت بالا بودن سدیم ریشه، درصد قند نسبت به منطقه رودشت بسیار پایین‌تر است. در منطقه برآن با توجه به حجیم شدن زیاد ریشه‌ها حدود ۱۰۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار در طول فصل رشد قابل توصیه است. در حالی که عملاً حدود دو برابر این مقدار در این مناطق، برای آبیاری چغندر قند مصرف می‌گردد (رئیسی ۱۳۷۲).

جهاد اکبر و ابراهیمیان (۱۳۷۷) در مطالعه‌ای در کبوترآباد اصفهان اعلام کردند که با کاهش ۲۰ درصد مصرف آب از طریق تأخیر در آبیاری زراعت چغندر قند در ابتدای فصل رشد، عملکرد قند کاهش نمی‌یابد. جهاد اکبر و همکاران (۱۳۸۰) در مطالعه‌ای دیگری که در کبوترآباد اصفهان انجام دادند، اعلام کردند که کاهش مصرف آب از طریق تأخیر در آبیاری چغندر قند

شد (Doxttractor and Calton 1950)، همچنین همبستگی بین عملکرد ریشه و درصد قند ارثی است. دانی (Doney 1981) برای بیان این همبستگی گزارش نمود که همبستگی منفی ناشی از اثرات مثبت اندازه سلول روی عملکرد ریشه و درصد قند است. سلول‌های بزرگ ریشه‌های بزرگ با عملکرد بالا و درصد قند پایین تولید کرده‌اند و در مقابل سلول‌های کوچک ریشه‌های با عملکرد کم و درصد قند بالا تولید نمودند.

در مطالعه‌ای توسط بساطی همکاران (۱۳۷۹) مشخص شد که اثر مستقیم سدیم موجود در ریشه با عملکرد ریشه قابل توجه است و وجود سدیم باعث افزایش عملکرد ریشه می‌گردد. هم چنین اثر مستقیم ازت مضره با عملکرد ریشه بالا و مثبت می‌باشد.

غالبی (۱۳۷۹) به منظور بهینه‌سازی مصرف آب در زراعت چغندر قند از روش آبیاری بارانی تک شاخه‌ای در کرج استفاده کرد و نتیجه گرفت با مصرف حدود ۹۰۰۰ متر مکعب آب آبیاری خالص با دور آبیاری هشت روزه در ۱۸ نوبت آبیاری حداکثر عملکرد ریشه، شکر خالص و هم چنین کارایی مصرف آب را به دنبال دارد.

رحیمیان و اسدی (۱۳۷۹) برای مطالعه تأثیر تنش آبی بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند از روش آبیاری بارانی تک شاخه‌ای در مشهد استفاده کردند و نتیجه گرفتند که با اعمال کم آبیاری می‌توان کارایی مصرف آب را بالا برد و با افزایش میزان آب آبیاری گرچه عملکرد قند ناخالص و قابل استحصال افزایش

در ابتدای فصل رشد، موجب کاهش سدیم ریشه و ناخالصی‌های شربت و در نتیجه افزایش درصد قند ناخالص و قابل استحصال می‌گردد. این مطالعات مشخص نمود که مصرف آب واقعی در این مناطق بالاتر از حد مورد نیاز بوده، لذا کیفیت چغندر قند نامطلوب است.

اسمیت و همکاران (Smith et al. 1977) روابط خصوصیات زراعی و شیمیایی با خلوص شربت در سه ژنوتیپ چغندر قند را مورد بررسی قرار داده و دریافتند که پتاسیم، بتائین، سدیم و به دنبال آن‌ها ازت مضره و درصد قند مهم‌ترین متغیرهایی هستند که در ۱۲ مدل ایجاد شده خلوص شربت خام را تبیین می‌نمایند.

پتاسیم عنصر ضروری برای رشد گیاه و سدیم عنصر غیر ضروری است (Shemehl et al. 1971). سدیم در مقادیر زیاد به وسیله چغندر قند جذب می‌شود و مقدار جذب این عنصر به میزان جذب ازت، مرحله رشد، قابل جذب بودن آنها، اقلیم و ژنوتیپ ارتباط دارد (Carter 1986; Hilde et al. 1983). افزایش جذب ازت به سبب این که اندام هوایی را به عنوان مخزن قوی در مقابل ریشه تبدیل می‌کند، درصد قند را کاهش می‌دهد. افزایش جذب سدیم یا کاهش نسبت پتاسیم به سدیم به وسیله جذب ازت، افزایش آب ریشه با کاهش درصد قند همراه است (Carter 1986). همبستگی منفی بین سدیم و درصد قند ریشه در ارقام متفاوت مشاهده

با توجه به پایین بودن درصد قند، بالا بودن سدیم ریشه و بالا بودن مصرف آب در منطقه برآن اصفهان، این مطالعه به منظور تعیین اثر کاهش میزان آب مصرفی بر کمیت و کیفیت چغندر قند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقاتی کبوترآباد مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان صورت گرفت. این ایستگاه در ۲۲ کیلومتری جنوب شرقی اصفهان قرار گرفته است. متوسط میزان بارندگی طولی‌المدت آن ۹۰ تا ۱۰۰ میلیمتر در سال می‌باشد (عقدائی و همکاران ۱۳۷۸). قبل از اجرای آزمایش از اعماق ۱۲۰-۰ سانتیمتری خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن مشخص گردید (جدول ۱). خاک مزرعه رسی سیلتی (۳۱/۴ درصد رس، ۵۰/۲ درصد سیلت و ۱۸/۴ درصد شن) و یون‌های سدیم و بیکربنات در آن بسیار بالا بود.

می‌یابد، ولیکن با افزایش میزان آب آبیاری نسبت قند خالص به قند ناخالص کاهش می‌یابد.

لومیس، ورکر، ریچمن و همکاران (Loomis and Worker 1963; Reichman et al. 1977) دریافتند که خلوص شربت خام غالباً با استرس آبی بهبود نمی‌یابد، اما وینتر (Winter 1989) اظهار نمود که هر اینچ آبیاری نسبت به عدم آبیاری عملکرد ریشه و سدیم موجود در ریشه را به ترتیب ۰/۸ تن در اکر و ۶/۵ قسمت در میلیون افزایش می‌دهد. رحیمیان و اسدی (۱۳۷۹) اثر تنش آبی را بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند مطالعه نموده و اظهار کردند که بیشترین عملکرد ریشه مربوط به ۸۴۷ میلیمتر آبیاری به میزان ۴۸/۵ تن در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به ۶۳ میلیمتر به میزان ۳/۲ تن در هکتار بود. هم‌چنین با افزایش آب آبیاری عملکرد ریشه به صورت خطی افزایش و نسبت قند خالص به قند ناخالص کاهش یافت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1 Physical and chemical Characteristics of experimental field

Depth (عمق) (cm)	O C (کربن آلی) (%)	Nav (ازت قابل جذب) (%)	Kav (پتاسیم قابل جذب) (ppm)	Pav (فسفر قابل جذب) (ppm)	pb (وزن مخصوص ظاهری) (gr/cm ³)	WP نقطه پژمردگی (%)	F C ظرفیت مزرعه (%)	F P ظرفیت پتانسیل (%)	PH اسیدیته
0-30	0.78	0.078	325	11	1.48	13	23	41	7.6
30-60	0.70	0.07	305	2.3	1.46	17	32	31	7.7
60-90	0.47	0.047	240	7.8	1.47	12	19	30	7.6
90-120	0.3 4	0.024	250	2.8	1.64	17	19	33	7.6

این آزمایش، دبی هر آب‌پاش در فشار ۳/۵ اتمسفر حدود ۰/۵۲ لیتر در ثانیه اندازه‌گیری شد. در همین فشار، شدت پاشش نازل حدود یک سانتیمتر در ساعت تعیین شد. دور آبیاری در تیمار بارانی، به علت خصوصیات خاک محل آزمایش در عمق مؤثر توسعه ریشه و با توجه به پایین بودن سرعت نفوذ آب در خاک‌های ریز بافت و به منظور جلوگیری از تلفات ناشی از رواناب اقدام به کاهش زمان آبیاری و کوتاه‌تر کردن دور آبیاری شد. برای تعیین عمق ناخالص آبیاری، کمبود رطوبت خاک تا عمق تخمینی ریشه اندازه‌گیری و بر ضریب ۰/۸ (در انجام آزمایش میزان تبخیر و بادبردگی عملاً در نظر گرفته شده است) تقسیم گردید. میزان آب مصرفی در این روش آبیاری با کنترل حجمی اندازه‌گیری شد.

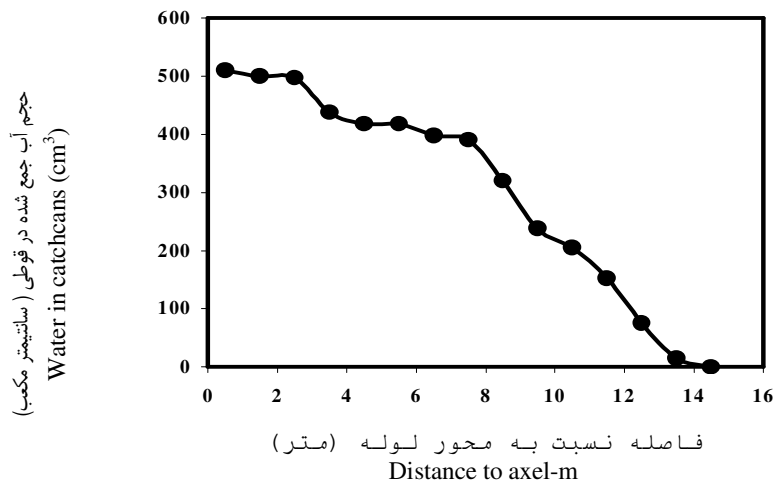
تیمارهای آزمایش شامل شش مقدار آب آبیاری بود که به نسبت فاصله ردیف‌های کشت از خط لوله آب‌پاشی بوسیله سیستم آبیاری تک شاخه اعمال شد، که شامل: (I₁) تیمار شاهد (بدون تنش)، ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز به مقدار ۱۰۷۰۷/۵ مترمکعب در هکتار در طی فصل رشد، (I₂) تیمار مصرف ۱۰۴۹۷/۶ متر مکعب آب، (I₃) تیمار مصرف ۹۸۱۵/۲۱ متر مکعب آب، (I₄) تیمار مصرف ۹۱۸۵/۳۶ متر مکعب آب، (I₅) تیمار مصرف ۸۷۶۵/۴۶ متر مکعب آب و (I₆) تیمار مصرف ۸۵۵۴/۴۶ مترمکعب آب. مقدار آب مصرفی تیمار شاهد (بدون تنش) بر اساس مطالعات عقدائی و همکاران (۱۳۷۸) در کیوترا باد اصفهان اعمال گردید.

عملیات خاک‌ورزی شامل شخم نیمه عمیق در پاییز و دو دیسک سبک عمود بر هم در بهار انجام شد. با استفاده از بذکار دستی در اول خرداد ماه رقم ۷۲۳۳ تولیدی مؤسسه تحقیقات چغندر قند بدون احداث جوی و پشته روی خطوطی با فاصله ۵۰ سانتیمتری کشت و با استفاده از روش آبیاری بارانی تک شاخه (Line source sprinkler system) آبیاری شد. بر پایه توصیه‌های مؤسسه تحقیقات خاک و آب ازت از منبع اوره به میزان ۳۵۰ و فسفر به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات‌تریپل مصرف شد. هم‌چنین سولفات منگنز، روی، مس، منیزیم، آهن و اسید بوریک به ترتیب به میزان ۳۰، ۳۰، ۵۰، ۵۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار با خاک مخلوط گردید.

برای آبیاری بارانی از یک خط لوله به قطر ۹۰ میلی‌متر و طول ۷۲ متر استفاده شد. از آب‌پاش‌های نلسون F43 با فاصله ۱۲ متر در فشار ۳/۵ اتمسفر استفاده گردید. پس از نصب سیستم، الگوی پخش و شدت پاشش نازل‌ها تعیین گردید. قوطی‌های جمع‌آوری آب در یک شبکه ۱×۱ متر زیر آب‌پاش‌ها که در یک سوم ابتدایی لوله قرار داشت چیده شد و پس از آن که سیستم در فشار ثابت ۳/۵ اتمسفر به مدت دو ساعت کار کرد، عمق آب جمع شده در هر قوطی اندازه‌گیری گردید. برای محاسبه شدت پاشش از متوسط عمق آب جمع شده در ده ردیف کنار و در دو طرف لوله استفاده گردید. شکل شماره یک وضعیت الگوی پاشش آب‌پاش نلسون F43 در فشار ۳/۵ اتمسفر را نشان می‌دهد. در

ردیف‌های هر کرت آزمایشی به طور جداگانه برداشت گردید. به علت تصادفی نبودن تیمارها در تکرارها از روش آماری (Hanks et al. 1976) استفاده گردید. پس از شمارش و توزین بوته‌ها صفات کمی و کیفی تیمارها شامل عملکرد ریشه، درصد قند، سدیم، پتاسیم و ازت مضر موجود در ریشه اندازه‌گیری و با استفاده از روابط موجود درصد قند سفید، عملکرد قند ناخالص و قابل استحصال محاسبه گردید.

هر کرت آزمایشی به طول ۲۰ متر، عرض دو متر با مساحت ۴۰ مترمربع بود که در دو طرف لوله قرار داشت و شامل چهار تکرار بود. در وسط هر تیمار قوطی‌های جمع‌آوری آب در شبکه‌های یک متر در یک متر چیده شده بود و با تعیین حجم آب ظروف هر تیمار، مقدار آب مصرفی تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. در طول فصل رشد مراقبت‌های لازم زراعی انجام شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی، تمام خطوط



شکل ۱- الگوی پاشش در آبیاری بارانی

Fig. 1 Uniformity in sprinkle irrigation

مطالعه بیشترین مقدار آب آبیاری را مصرف کرده که براساس نیاز واقعی چغندر قند انتخاب شده است (عقدائی و همکاران ۱۳۷۸). مطالعات قبلی انجام شده توسط جهاد اکبر و همکاران (۱۳۷۷ و ۱۳۸۰) مشخص

نتایج و بحث

مقادیر آب مصرفی، خصوصیات کمی و کیفی تیمارهای مختلف این آزمایش در جدول ۲ مشاهده می‌شود. بر اساس این جدول، تیمار I₁ شاهد این

کرده بود که در منطقه کبوترآباد اصفهان محصول چغندر قند بیشتر از نیاز واقعی خود آب دریافت می‌کند. مصرف بیشتر از حد نیاز آب آبیاری در این منطقه عمدتاً در ابتدای فصل رشد اتفاق می‌افتد. در این مرحله از دوره رشد چغندر قند به علت گسترش محدود سیستم ریشه و اعمال آبیاری کامل توسط زارعین، مقدار قابل ملاحظه‌ای از آب آبیاری، از دسترس گیاه خارج می‌گردد. در نتیجه بر اساس مطالعات این محققین می‌توان با تأخیر در آبیاری‌های ابتدای فصل رشد تا حدودی از این اتلاف آب جلوگیری کرد.

طبق جدول دو حداکثر عملکرد ریشه برای تیمار I₁ به مقدار ۵۵ تن در هکتار بدست آمد که با سایر تیمارها دارای تفاوت معنی‌دار بود. با کاهش مصرف آب از طریق کم آبیاری، عملکرد ریشه کاهش یافت به طوری که در تیمار I₆ مقدار عملکرد ریشه به ۲۰/۱۰ تن در هکتار رسید.

این آزمایش نشان داد که عملکرد ریشه به شدت نسبت به تنش رطوبتی و کاهش مصرف آب از طریق کم آبیاری حساسیت نشان می‌دهد. این نتیجه با نتایج به دست آمده قبلی (غالبی ۱۳۷۹؛ رحیمیان و اسدی ۱۳۷۹؛ Winter 1989) مطابقت داشت.

روند عکس‌العمل درصد قند نسبت به مقادیر آب مصرفی در مقایسه با عملکرد ریشه کاملاً متفاوت و برعکس بود بدین معنی که با کاهش مصرف آب درصد قند افزایش یافت (جدول شماره ۲). هنگامی که میزان آب مصرفی کاهش یافت میزان سدیم موجود در ریشه از ۸/۲۲ به ۴/۴ میلی‌گرم در یک صدگرم قند

تنزل نمود و نشان داد که با افزایش آب مصرفی مقدار جذب سدیم افزایش می‌یابد و تجمع آن در ریشه بالا می‌رود. وینتر (Winter 1989) نیز قبلاً به این نتیجه رسیده بود. در مطالعات او مشخص شد که پتاسیم موجود در ریشه نسبت به مقادیر آب عکس‌العمل محسوسی نشان نمی‌دهد. به نظر می‌رسد فراوانی سدیم موجود در خاک در شرایط آبیاری کافی، جذب سدیم را نسبت به پتاسیم بیشتر می‌کند، اما در شرایط کم آبیاری جذب پتاسیم نسبت به سدیم افزایش می‌یابد. ازت مضره همانند سدیم با کاهش مصرف آب افزایش می‌یابد.

حداکثر عملکرد قند قابل استحصال به میزان ۶/۶ تن در هکتار در تیمار I₁ حاصل شد که با کاهش آب مصرفی تا میزان ۱۰۴۴۵/۱ متر مکعب کاهش معنی‌دار پیدا نکرد، اما با کاهش بیشتر مصرف آب به شدت کاهش یافت و در آب مصرفی به میزان ۸۷۶۵/۴۸ متر مکعب به ۳/۲۴ تن در هکتار رسید. عملکرد قند بیشتر از عملکرد ریشه از کاهش مصرف آب تأثیر پذیرفت و افزایش درصد قند جبران کاهش عملکرد قند را نکرد.

حداکثر عملکرد قند قابل استحصال در تیمار I₂ با ۱۰۴۹۸ متر مکعب مصرف آب به دست آمد ولی با کاهش مصرف آب تا میزان ۹۸۱۵ متر مکعب تفاوت معنی‌دار نشان داد. بنابراین کاهش میزان آب مصرفی به مقدار کمتر از ۱۰۴۹۸ متر مکعب می‌تواند به صورت معنی‌داری عملکرد قند قابل استحصال را کاهش دهد.

جدول ۲ - مقادیر آب مصرفی، عملکرد ریشه و خصوصیات کیفی تیمارهای کم آبیاری چغندر قند

Table 2 Water consumption, root yield and quality characteristics of deficit irrigation treatments

عملکرد قند سفید تن در هکتار WSY t/ha	عملکرد قند تن در هکتار SY t/ha	Impurities*			درصد قند SC %	عملکرد ریشه تن در هکتار RY t/ha	آب مصرفی متر مکعب WA m ³ /ha	تیمار Treatment
		* ناخالصی های شربت خام						
		ازت مضره α -NH ₂	پتاسیم K	سدیم Na				
3.86	6.60	2.58	6.39	8.33	12.10	55.00	10707	I ₁
4.56	6.26	3.98	7.10	4.84	15.58	40.31	10498	I ₂
3.52	4.80	4.62	7.04	4.78	15.80	30.41	9815	I ₃
3.34	4.58	4.33	7.18	5.10	16.02	28.64	9185	I ₄
3.24	4.21	4.72	6.78	3.64	16.25	25.62	8765	I ₅
2.42	3.24	4.66	6.84	4.40	16.48	20.10	8554	I ₆
0.88	1.01	1.12	0.47	1.59	1.59	6.97	---	LSD 5%

* meg/100gr sugar

* میلی اکی والان گرم در یکصد گرم قند

مشاهده شد. با توجه به اینکه عملکرد قند که حاصل ضرب عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص بوده و معیار درآمد زارع به حساب می آید، می توان تیمار I₂ را به کشاورزان توصیه نمود تا از حداکثر عملکرد قند و حداقل مصرف آب استفاده نمایند. بر اساس جدول شماره دو با این که تیمار I₂ آب کمتری مصرف کرده ولی عملکرد قند آن کاهش پیدا نکرده است.

بر اساس شکل ۳، راندمان کاهش مصرف آب برای عملکرد ریشه با کاهش مصرف آب از یک معادله درجه سوم (پلی نومیال) با ضریب تشخیص ۰/۹۸ تبعیت می کند. در نتیجه به ازای مصرف آب کمتر عملکرد ریشه کمتری نیز بدست آمد. این موضوع نشان داد که عملکرد ریشه بسیار متأثر از کم آبیاری می باشد.

در شکل شماره دو تغییرات عملکرد ریشه و درصد قند با مصرف مقادیر مختلف آب مشاهده می شود. با کاهش مصرف آب (کم آبیاری) عملکرد ریشه کاهش پیدا کرد. این کاهش از یک معادله درجه دوم (پلی نومیال) با ضریب تشخیص ۹۵ درصد تبعیت می کند. در حالی که رحیمیان و اسدی (۱۳۷۹) رابطه بین عملکرد ریشه و افزایش آب آبیاری را خطی به دست آوردند. تغییرات درصد قند از یک معادله درجه سوم (پلی نومیال) با ضریب تشخیص ۹۸ درصد تبعیت می کند یعنی با مصرف کمتر آب از تیمار I₂ به بعد افزایش معنی داری درصد قند مشاهده نمی شود، لیکن در تیمار I₅ به بعد به علت افزایش شدید تنش رطوبتی، افزایش درصد قند و کاهش شدید عملکرد ریشه

(Doxttractor 1950) نیز وجود این همبستگی را قبلاً تأیید کرده بودند. آب مصرفی با پتاسیم موجود در ریشه ارتباط معنی‌دار نشان نداد. بنابراین مصرف بیشتر آب از تیمار I₂ موجب افزایش عملکرد ریشه و به دنبال آن تجمع سدیم و ازت مضره شده و به افت درصد قند منجر می‌گردد.

بنابراین راه افزایش کیفیت ریشه در شرایط مشابه مکان آزمایشی، مصرف آب به اندازه‌ای خواهد بود که حداکثر عملکرد قند در هکتار استحصال گردد و از آبیاری بیشتر از نیاز چغندر قند در این مناطق باید جداً خودداری شود.

راندمان مصرف آب برای عملکرد قند با مصرف کمتر آب تا تیمار I₂ کاهش نیافت. ولیکن پس از آن کاهش مشاهده شد. بهترین راندمان مصرف آب برای عملکرد قند در تیمار I₂ با مصرف ۹۷/۵ درصد مصرف آب مورد نیاز بدست آمد.

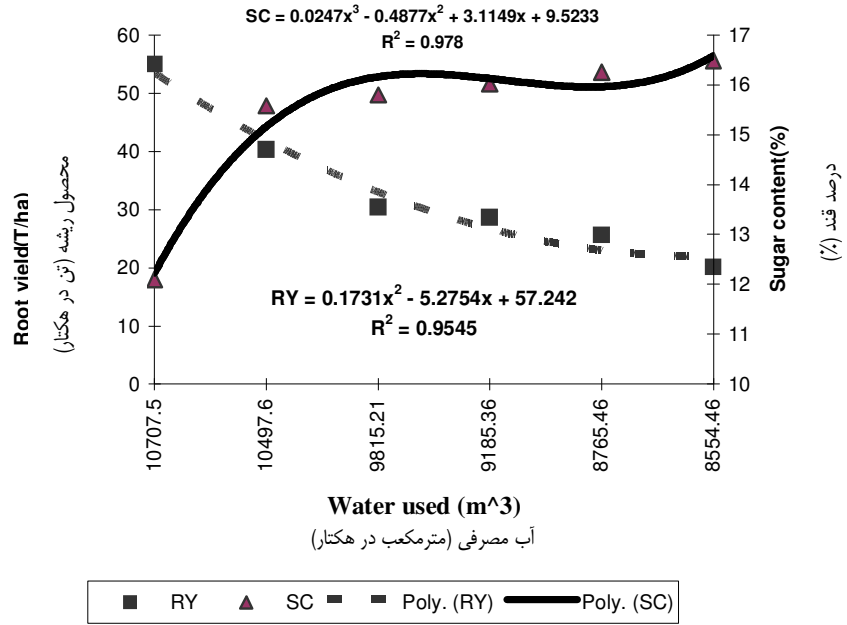
جدول شماره ۳ ضرایب همبستگی مقادیر آب مصرفی و صفات کمی و کیفی چغندر قند را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول آب مصرفی با صفات عملکرد ریشه و سدیم موجود در آن همبستگی معنی‌دار مثبت و با درصد قند و ازت مضره همبستگی منفی داشت. کارتر (Carter 1986) و دکستراکتور

جدول ۳ - ضرایب همبستگی بین مقادیر آب مصرفی و صفات کمی و کیفی چغندر قند
Table 3 Correlation coefficients between water used and sugar beet root & quality characteristics

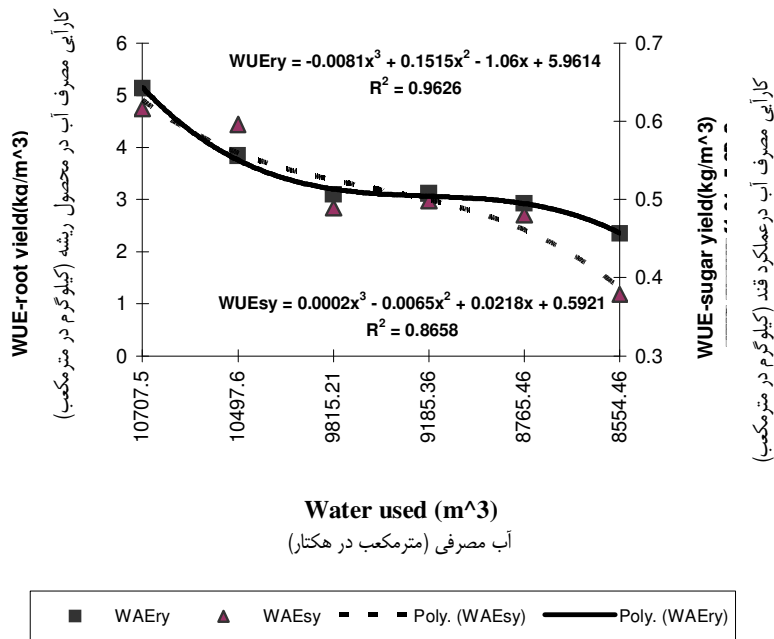
	آب مصرفی Water used	عملکرد ریشه Root yield	درصد قند Sugar content	سدیم Na	پتاسیم K	ازت مضره α -NH ₂
Water used	آب مصرفی	1	0.89**	-0.65*	0.61*	-0.12
Root yield	عملکرد ریشه	1	-0.89**	0.82**	-0.39	-0.91
Sugar content	درصد قند		1	-0.95**	0.62	0.94**
NA	سدیم			1	-0.56	-0.95
K	پتاسیم				1	-0.95**
α -NH ₂	ازت مضره					1

نمی‌توان با کم آبیاری کم‌تر از ۹۷/۵ درصد آب مورد نیاز چغندر قند راندمان مصرف آب برای عملکرد قند را افزایش داد. عملکرد قند نسبت به کم آبیاری واکنش نشان داده و به صورت معنی‌دار کاهش می‌یابد.

بر اساس این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که مقدار آب مصرفی با عملکرد ریشه و سدیم موجود در ریشه همبستگی مثبت و با درصد قند ناخالص همبستگی منفی دارد. هم چنین مشخص گردید که چغندر قند باید آب مورد نیاز خود را دریافت کند و



شکل ۲- رابطه عملکرد ریشه و درصد قند با آب مصرفی در چغندر قند
Fig. 2 Relation of root yield and sugar content with water used



شکل ۳- رابطه کارائی مصرف آب برای عملکرد ریشه و عملکرد قند با آب مصرفی
Fig. 3 Relation of water used efficiency for root and sugar yield with water used

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از نهاد ریاست جمهوری و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان که منابع مالی و شرایط انجام این تحقیق را فراهم آورده‌اند و هم‌چنین از همکاران بخش تحقیقات فنی و مهندسی و اصلاح

و تهیه بذر چغندر قند استان اصفهان که امکان انجام هر چه بهتر این پژوهش را مهیا نمودند و نیز از همکاران بخش تکنولوژی مؤسسه تحقیقات چغندر قند جهت تجزیه نمونه‌های این تحقیق، کمال تشکر و قدردانی را می‌نماییم.

منابع مورد استفاده

References

- ابراهیمیان، ح. ۱۳۶۷. بررسی مقدماتی علل کاهش درصدقند در برخی از مناطق چغندرکاری استان اصفهان. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات چغندرقند. سال ۱۳۶۷. ص ۲۱-۳۵
- بساطی، ج. کریم زاده، ق و مصباح، م. ۱۳۷۹. تجزیه علیت عوامل مؤثر بر عملکرد ریشه چغندرقند. مجموعه مقالات (کشاورزی) بیست و دومین دوره سمینارهای سالانه کارخانه‌های قندوشکر ایران. کارخانه قند بیستون. ص ۹۰
- جهاداکبر، م. ر. و ابراهیمیان، ح. ر. ۱۳۷۷. ارزیابی سه مدیریت زراعی و شش رقم جهت صرفه جویی آب در سه ماهه اول فصل رشد در زراعت چغندرقند. مجله علمی و تحقیقاتی چغندرقند، جلد ۱۴. شماره های ۱ و ۲
- جهاداکبر، م. ر. عقدایی، م. و ابراهیمیان، ح. ر. ۱۳۸۰. بررسی اثر تأخیر در آبیاری پس از سبز شدن محصول در زراعت چغندرقند. مجله چغندرقند. جلد ۱۷. شماره ۲
- رحیمیان، م. ح. و اسدی، ح. ۱۳۷۹. تأثیر تنش آبی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند و تعیین تابع تولید ضریب گیاهی آن. ویژه نامه آبیاری جلد ۱۲ شماره ۱۰. ص ۵۸-۶۳
- رئییسی، ف. ۱۳۷۲. تأثیر کاهش میزان آب آبیاری در آخر فصل رشد در تولید قند و چغندرقند. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان. شماره ۱۸، ۲۴ صفحه
- شیخ الاسلامی، ر. ۱۳۷۵. تولید شکر و لزوم بهینه سازی فرمول‌ها و تعیین کیفیت چغندرقند. مجله علمی و تحقیقاتی چغندرقند. شماره‌های ۱ و ۲. ص ۷۲
- عقدائی، م. رضائی، م. و پناهی، م. ۱۳۷۸. گزارش نهایی تعیین آب مصرفی پتانسیل چغندرقند به روش لایسمتری. از انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان
- غالبی، س. ۱۳۷۹. بهینه‌سازی مصرف آب در زراعت چغندرقند با استفاده از توابع تولید آب- عملکرد در کرج. مجله خاک و آب. ویژه نامه آبیاری. جلد ۱۲ شماره ۱۰. ص ۲۰
- Alexander JT (1971) Factors affecting quality. P 371-381. In Johnson RT, Alexander JT, Rush GE, Hawkes GR(eds). Advances in sugar beet production; Principles and practices. The Iowa State Univ. Press. Ames. IA
- Carter JN (1986) Potassium and sodium effects on sucrose concentration and quality of sugar beet roots. J. Am. Soc. Sugar beet Technol. 13:183-202
- Doney., D. L. 1984. Selection of potential sucrose concentration in 7-day-old sugar beet. Seedling. J. Am. Soc. Sugar beet. Technol. 22:205-5-210

- Doney DL, Wsue RE, Theurer JC (1981) The relationship between cell size, yield, and sucrose concentration of the sugar beet root. *Con. J. Plant Sci.* 61:447-453
- Doxtactor CW, Calton FR (1950) Sodium and potassium content of sugar beet varieties in some western beet growing areas. *Proc. Am. Soc. Sugar beet Technol.* 6:144-151
- Hanks RJ, Keller J, Rasmussen VP, Wilson GD (1976) Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40:426-429
- Hilde DJ, Bass SR, Levos S, Ellingson RL (1983) Grower practices system promotes beet quality improvement in the Red River Valley. *J. Am. Soc. Sugar beet Technol.* 22:73-88
- Loomis RS, Worker GE (1963) Responses of the sugar beet to low soil moisture at two levels of nitrogen nutrition. *Agron. J.* 55:509-515
- Oldfield JFT (1974) Quality requirements for economic processing in factory. In proceeding of the 37th winter congress of the International Institute for Sugar Beet Research. Session 11. Repor no. 2. 2pp
- Reichman GA, Doering EJ, Benz LC, Follett RE (1977) Effect of water-table depth and irrigation and sugar beet yield and quality. *J. Am. Soc. Sugar Beet Technol.* 19:275-287
- Schemehl WR, James DW (1971) Phosphorus and potassium nutrition. P. 137-169. In Johnson RT, Alexander JT, Rush GE, Haweks GR (eds). *Advance in sugar beet production: principles and practices.* The Iowa State Univ. Press. Ames. IA.
- Smith GA, Martin SS, Ash KA (1977) Path analysis of sugar beet purity components. *Crop Sic.* 17:249-253
- Vokov K (1977) *Physics and chemistry of sugar beet in sugar manufacture.* Elsever. Amesterdam. 595pp
- Winter SR (1989) Sugar beet yield and quality response to irrigation, row width, and stand density. *J. Sugar Beet Res.* 26:26-33