

تأثیر آبیاری در بهار بر کارایی مصرف آب و عملکرد چغندر قند پاییزه

The Effect of irrigation in spring on water use efficiency and yield of autumn sown sugar beet

مصطفی حسین پور^۱، علی سروش زاده^۲، مجید آقا علیخانی^۲، داریوش فتح ا... طالقانی^۳ و محمد خرمیان^۴

م. حسین پور، ع. سروش زاده، م. آقا علیخانی، د. فتح ا... طالقانی و م. خرمیان. ۱۳۸۵. تأثیر آبیاری در بهار بر کارایی مصرف آب و عملکرد چغندر قند پاییزه. چغندر قند ۲۲(۲): ۳۵-۵۲

چکیده

به منظور تعیین تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری در بهار بر کارایی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی چغندر قند، این آزمایش در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول اجرا گردید. در این تحقیق پنج تیمار مقدار آب آبیاری به روش قطره‌ای و براساس درصدی از نیاز آبی گیاه (۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد) و دو رقم چغندر قند منوژرم ایرانی شامل رقم رسول و شیرین در قالب طرح آماری کرت‌های یکبار خرد شده با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. کرت‌های اصلی به سطوح آبیاری و کرت‌های فرعی به رقم اختصاص داده شد. سال‌های آزمایش از نظر بیشتر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان دادند، در صورتی که بین تیمارهای آبیاری تنها از نظر عملکرد ریشه، نیتروژن مضره، درجه قلیائیت، کارایی مصرف آب آبیاری بر پایه عملکرد ریشه و شکر اختلاف معنی‌دار وجود داشت. افزایش مصرف آب، عملکرد ریشه و درجه قلیائیت را افزایش داد و موجب کاهش نیتروژن مضره و کاهش کارایی مصرف آب آبیاری برای عملکرد ریشه و شکر شد. بالاترین عملکرد ریشه، ۸۴ تن در هکتار مربوط به تیمار آبیاری با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کمترین عملکرد ریشه، ۷۶ تن در هکتار مربوط به تیمار آبیاری با تأمین ۲۵ درصد نیاز آبی گیاه بود. بالاترین کارایی مصرف آب آبیاری برای عملکرد ریشه و شکر مربوط به تیمار ۲۵ درصد تأمین آب به ترتیب ۱۸/۷ و ۲/۶ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی بود. ارقام مورد مطالعه در هیچ یک از ویژگی‌های کمی و کیفی و کارایی مصرف آب آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشتند. هم‌چنین افزایش مصرف آب موجب افزایش شاخص سطح برگ، تعداد برگ و وزن تر برگ‌های مرده و کاهش نسبت وزن ریشه به اندام هوایی، درصد ماده خشک برگ و ریشه گردید. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آبیاری از نظر عملکرد شکر و در نظر گرفتن شاخص‌های کارایی مصرف آب آبیاری در شرایط مورد مطالعه تیمار آبیاری تأمین ۲۵ درصد نیاز آبی گیاه در بهار به روش آبیاری قطره‌ای قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند پاییزه، دزفول، صفی‌آباد، عملکرد، کارایی مصرف آب، مقادیر آبیاری

۱- دانشجوی مقطع دکتری رشته زراعت دانشگاه تربیت مدرس-تهران

۲- استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس-تهران Email: sorooshzadeh@yahoo.com

۳- پژوهشیار مؤسسه تحقیقات چغندر قند-کرج

۴- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد-دزفول

مقدمه

در حدود یک سوم از زمین‌های قابل کشت دنیا با کمبود آب مواجه می‌باشند (Piccinni and Rush 2000). بنابراین چنانچه حفاظت و مدیریت آب به دقت صورت نگیرد، رشد تولیدات کشاورزی به‌طور قابل توجهی محدود خواهد شد. حدود یک‌پنجم از سطح زیرکشت چغندر قند در دنیا به صورت فاریاب می‌باشد که بالغ بر ۱/۵ میلیون هکتار بوده و تقریباً ۱۹ درصد از کل سطح زیرکشت دنیا چغندر قند را تشکیل می‌دهد. در حدود ۱۰۰ هزار هکتار از این سطح چغندر قند پاییزه می‌باشد (Cavazza et al. 1976). در مناطقی که منابع آب محدود می‌باشد، آبیاری قطره‌ای راه‌کاری مناسب برای مدیریت آب است. به‌ویژه در منطقه مدیترانه که اطلاعات کمی در مورد استفاده از این روش برای چغندر قند وجود دارد (Tognetti et al. 2003). ریمون و همکاران (Rimon et al. 1976) با کاربرد مقادیر مختلف آب به روش قطره‌ای در بهار در کشت پاییزه چغندر قند در اسرائیل (دامنه ۶۰۰ تا ۱۸۰۰ مترمکعب در هکتار) به این نتیجه رسیدند که از نظر خصوصیات کیفی چغندر قند بین مقادیر مختلف آب اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و خاطر نشان کردند که چنانچه رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه در اثر بارندگی زمستانه در حد ظرفیت نگهداری گردد برای به دست آوردن ۱۰ تن شکر در هکتار نیازی به انجام آبیاری در بهار نمی‌باشد و برای دستیابی به عملکرد ۱۱ تا ۱۴ تن شکر در هکتار فقط دو یا سه آبیاری در بهار

کافی است و آبیاری‌های بیشتر عملکرد شکر را به‌طور معنی‌داری افزایش نخواهد داد. در تحقیق مذکور کارایی مصرف آب آبیاری برای شکر با کاربرد ۱۸۰۰ و ۱۵۰۰ مترمکعب آب در هکتار به ترتیب ۰/۹ و ۲/۴ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است. با افزایش مصرف آب عملکرد ریشه و اندام‌هوایی افزایش و درصد ماده خشک ریشه و نسبت ریشه به اندام‌هوایی کاهش پیدا کرد. کوهن (Cohen 1976) با بررسی دامنه وسیعی از تاریخ‌های کشت و برداشت چغندر قند پاییزه، میانگین کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید شکر را ۱/۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کرد. کاوازا (Cavazza 1976) در کشت پاییزه چغندر قند با کاربرد ۷۰۰ میلی‌متر آب در طول فصل رشد، حداکثر عملکرد شکر را به دست آورد. ایک و وینتر (Eck and Winter 1992) در آزمایشی کارایی مصرف آب آبیاری را برای ماده خشک اندام‌هوایی بین ۱۶/۶ تا ۲۳/۴ و برای ماده خشک ریشه بین ۶/۶ تا ۸/۳ کیلوگرم بر میلی‌متر به دست آوردند. در آزمایشی درای کت (Draycott 1976) مشاهده نمود که آبیاری اثر اندکی بر درصد قند داشته و به‌طور متوسط انجام آبیاری موجب افزایش عملکرد شکر به میزان ۱۰ درصد می‌شود. هم چنین براساس گزارش فابریو و همکاران (Faberio et al. 2003) در شرایط کم‌آبیاری و استفاده از آبیاری قطره‌ای، مقدار آب مصرف‌شده تأثیر معنی‌داری بر مقدار تولید کل و شاخص کیفیت صنعتی ندارد. در حالی که از نظر کارایی مصرف آب، تفاوت بسیار

بین ۵۸/۷ تا ۶۳ کیلوگرم بر میلی‌متر گزارش کرد. اکبریان (۱۳۵۳) با انجام یک، دو، سه و شش نوبت آبیاری به روش جویچه‌ای در بهار در منطقه دزفول اختلاف معنی‌داری بین تعداد آبیاری از نظر عملکرد ریشه به دست نیامد و مهم‌ترین علت یکسان بودن عملکرد را وقوع بارندگی‌های زمستانه و تأمین رطوبت کافی در عمق توسعه ریشه برای ادامه رشد در بهار عنوان کرده است. در منطقه خوزستان زارعین برای تولید محصول چغندر قند به خصوص در فصل بهار آب زیادی مصرف می‌کنند که با توجه به وقوع بارندگی‌های زمستانه به نظر می‌رسد علاوه بر کاهش کارایی مصرف آب آبیاری افزایش قابل‌توجهی در محصول ایجاد نمی‌کند. از این‌رو آزمایش حاضر با هدف بررسی دامنه بیشتری از کاربرد حجم آب آبیاری در بهار که در واقع مرحله اصلی تشکیل عملکرد ریشه می‌باشد و مطالعه واکنش دو رقم چغندر قند متداول منطقه به مقادیر مختلف آب و نیز تعیین تأثیر آب آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی و خصوصیات فیزیولوژیک چغندر قند به مدت دو سال در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد- دزفول اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول با مختصات جغرافیایی $۱۶^{\circ} ۳۲'$ عرض شمالی، $۲۵^{\circ} ۴۸'$ طول شرقی و ارتفاع ۸۲ متر از سطح

معنی‌داری مشاهده گردید و دامنه آن بین ۱۳ تا ۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب آب بود. بررسی‌های توگنتی (Tognetti et al. 2003) نشان داد که تیمار آبیاری به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی به روش قطره‌ای از نظر عملکرد و واکنش‌های فیزیولوژیک چغندر قند، مشابه تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به روش آبیاری بارانی بوده و از این‌رو ۲۵ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شده است. وی اضافه می‌کند که افزایش مصرف آب موجب کاهش نسبت ریشه به اندام‌هوایی شده و بین روش قطره‌ای و بارانی از نظر تأثیر بر شاخص سطح برگ تفاوتی وجود نداشت. در جمع‌بندی تحقیقات انجام شده در مورد آبیاری چغندر قند، دون‌هام (Dunham 1993) نشان داد که دامنه وسیعی از تیمارهای آبیاری اثر اندکی بر درصد قند در برداشت نهایی داشته است و نسبت ماده خشک ریشه به ماده خشک کل بین ۰/۶۵ تا ۰/۷۵ بوده است. وی خاطر نشان ساخت که اعمال آبیاری برخلاف کاهش نیتروژن مضره، اثر کم و نامشخصی بر غلظت ناخالصی‌های سدیم و پتاسیم دارد. یافته‌های یک تحقیق دو ساله در مورد اثر مقادیر آب آبیاری به روش بارانی (دامنه بین ۴۲۹ تا ۱۳۳۱ میلی‌متر) نشان داد که افزایش مصرف آب عملکرد ریشه را به طور معنی‌داری افزایش داد و باعث کاهش درصد قند گردید و با افزایش مصرف آب کارایی مصرف آب آبیاری نیز افزایش یافت (Ucan and Gencoglan 2004) وینتر (Winter 1980) در تکراس کارایی مصرف آب آبیاری برای عملکرد ریشه را

نکاشت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله بین تکرارها نیز یک متر بود. پس از کاشت، نوارهای آبیاری قطره‌ای بین دو ردیف کشت قرار داده شدند، به طوری که فاصله آن‌ها تا ردیف کاشت از هر طرف ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله قطره‌چکان‌ها بر روی نوار ۳۰ سانتی‌متر و میزان آبدهی آن‌ها در هر متر نوار ۴ لیتر در ساعت بود. جهت کنترل میزان فشار و آبدهی هر تیمار، لوله‌های نیمه اصلی هر تیمار به مجموعه کنتور، شیرفلکه و فشارسنج متصل گردید. اولین آبیاری در سال اول ۲۸ مهر و در سال دوم ۳۰ مهر انجام شد. در اوایل آذر ماه هر سال بوته‌ها به فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی خطوط کشت تنک شده و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در دو طرف نوار قطره‌ای و مجاور بوته‌های چغندر قند پخش گردید. در فاصله اوایل آذر تا نیمه دوم اسفند در هر دو سال به دلیل وقوع بارندگی عمل آبیاری انجام نشد. از اوایل اسفند به منظور تعیین زمان شروع آبیاری رطوبت خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متر به روش وزنی تعیین گردید. در اواسط اسفند پس از رسیدن رطوبت خاک به ۱۴ درصد، تیمارهای آبیاری اعمال گردیدند. برای محاسبه مقدار آب مورد نیاز گیاه، تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از داده‌های روزانه و به روش تشتک تبخیر (از زمان آخرین بارندگی مؤثر) محاسبه و سپس با اعمال ضریب گیاهی چغندر قند (Kc) برمبنای روش ارائه شده در نشریه FAO-24، پتانسیل نیاز آبی چغندر قند تعیین و با فرض راندمان ۹۰ درصد و باتوجه به سطوح آبیاری در اختیار گیاه قرار داده شد.

دریا انجام شد. محل آزمایش از نظر خصوصیات آب و هوایی دارای اقلیم نیمه‌خشک گرم با زمستان ملایم بوده و میانگین بارندگی آن ۳۴۴/۸ میلی‌متر که بخش عمده آن در زمستان حادث می‌شود. میانگین دمای حداکثر در گرمترین ماه سال (مرداد) ۴۵/۸ و میانگین دمای حداقل در سردترین ماه سال (دی) ۵/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خاک محل آزمایش در هر دو سال دارای بافت سیلتی لوم بود. pH در سال اول و دوم به ترتیب ۷/۵ و ۷/۹ و EC به ترتیب یک و ۰/۴۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. پس از تهیه زمین، براساس نتایج آزمون خاک مقدار ۱۵۰ کیلوگرم K_2O در هکتار از منبع سولفات پتاسیم و ۹۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل و نیمی از نیتروژن (۹۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره در سطح محل آزمایش پخش و به وسیله دیسک با خاک مخلوط شد. در اواخر مهر ماه هر سال براساس نقشه آزمایش پشته‌هایی با فاصله ۱۲۰ سانتی‌متر ایجاد و بر روی هر پشته بذر چغندر قند در دو خط به فاصله ۶۰ سانتی‌متر کشت گردید. آزمایش در قالب طرح آماری کرت‌های یک بار خرد شده با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل پنج سطح مقدار آبیاری ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی و دو رقم چغندر قند منوژرم رسول و شیرین بودند. کرت‌های اصلی به سطوح آبیاری و کرت‌های فرعی به ارقام اختصاص داده شدند. هر کرت فرعی شامل سه پشته (شش خط کاشت) به طول ۱۳ متر بود. بین کرت‌های اصلی یک پشته به صورت

نیاز آبی با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید:

$$ET_c = K_p * K_c * E$$

K_p : ضریب تشنگ

K_c : ضریب گیاهی

E : میزان تبخیر از تشنگ تبخیر

ET_c : تبخیر و تعرق گیاه

برای محاسبه آب مورد نیاز در آبیاری‌های بعدی به صورت فوق عمل شد با این تفاوت که دور آبیاری برای تمام تیمارها تا زمان برداشت نهایی ثابت و بین چهار تا پنج روز بود. بارندگی‌های بیش از ۱۰ میلی‌متر به عنوان بارندگی مؤثر در نظر گرفته شد. از ۱۹ اسفند تا زمان برداشت نهایی (اوایل خرداد) به فاصله دو هفته به منظور تعیین کارایی فصلی و تجمع آبیاری برای عملکرد ریشه، شکر، اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، تعداد برگ، درصد ماده خشک ریشه، وزن برگ‌های مرده، روند تجمع قند اقدام به نمونه‌گیری از سطح ۱/۲ مترمربع (در حدود ۱۱ بوته) از هر کرت فرعی در سطح دو تکرار نمونه‌برداری شد. برداشت نهایی (اوایل خرداد) از سطح ۴/۹ مترمربع (یک خط کاشت به طول ۸ متر) در چهار تکرار صورت گرفت. پس از نمونه‌گیری بوته‌های برداشت شده به چهار قسمت برگ، دم‌برگ، طوقه و ریشه تقسیم و وزن تر و خشک آن‌ها تعیین گردید. برای تعیین وزن خشک ۱۰۰ گرم از هر قسمت به مدت ۷۲ ساعت در آن ۶۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. برای تعیین تعداد برگ سه بوته از هر کرت فرعی مشخص و برگ‌های زنده آن تا آخرین برگ که طول آن ۳ سانتی‌متر بود

شمارش شدند. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ به روش وزنی و با استفاده از کاغذ عمل گردید. هم چنین در هر بار نمونه‌برداری از ریشه‌های برداشت شده خمیر تهیه و در صدقند و ناخالصی‌های (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) آن‌ها اندازه‌گیری گردید. در هر مرحله برگ‌های مرده از محل اتصال دم‌برگ به طوقه قطع و وزن آن‌ها تعیین شد. برای محاسبه کارایی تجمع آبیاری برای عملکرد ریشه، شکر و اندام هوایی، وزن هر کدام از آن‌ها تا مرحله نمونه‌برداری بر مجموع آب مصرف شده تا مرحله مورد نظر و برای محاسبه کارایی فصلی آبیاری میزان افزایش وزن ریشه، اندام هوایی و شکر هر مرحله بر آب مصرف شده در همان مرحله تقسیم گردید. داده‌های برداشت نهایی برای عملکرد ریشه، شکر، خصوصیات کیفی و کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید ریشه و شکر مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفتند. هم چنین الگوی فصلی شاخص سطح برگ، تعداد برگ، کارایی مصرف آب تجمع و فصلی آبیاری، درصد ماده خشک ریشه و وزن برگ، وزن برگ‌های مرده، نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی نیز رسم گردید.

آب و هوا

شکل شماره ۱ الگوی دمای حداقل و حداکثر را در طول دو فصل رشد نشان می‌دهد. از ۱۵ آذر تا نهم فروردین دمای حداکثر و حداقل در سال دوم به‌طور متوسط به ترتیب ۲/۳ و دو درجه سانتی‌گراد کمتر از

گرفت که چهار نوبت آبیاری در دوره اول و ۱۴ آبیاری در دوره دوم انجام شد. در دو آبیاری اول که به منظور سبزشدن انجام شد مقدار آب مصرف شده در سال اول و دوم به ترتیب ۱۳۹۷/۶ و ۱۹۴۱/۵ مترمکعب در هکتار بود. مرطوب شدن کامل محل کاشت بذور برای جوانه‌زنی و سبز یکنواخت ضروری می‌باشد. برای این که چنین شرایطی ایجاد شود نیاز بود که آب از نوار قطره‌ای تا ردیف‌های کاشت (۳۰ سانتیمتر) حرکت نماید، همین عامل سبب شد که آب زیادی برای جوانه‌زنی و سبزشدن مورد استفاده قرار بگیرد. تیمارهای آبیاری از ۱۹ اسفند هر سال اعمال شدند. تبخیر بیشتر در دور دوم آبیاری‌ها در سال دوم نسبت به سال اول موجب افزایش آب مصرف شده در تمام تیمارها در این سال شده است.

عملکرد ریشه

تیمارهای آبیاری از نظر عملکرد ریشه در سطح پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان دادند، در حالی که از نظر عملکرد شکر اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت. بین دو رقم مورد بررسی و اثر متقابل آبیاری و رقم از نظر خصوصیات کمی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). از آن جایی که تیمارهای آبیاری در هر دو سال از اواخر زمستان اعمال شدند و قبل از آن تمام تیمارها به یک اندازه آب دریافت کردند، تغییرات ایجاد شده در پارامترهای عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری را می‌توان به تغییر میزان آب

سال اول بود که نشان دهنده خنک‌تر بودن سال دوم تا این تاریخ بوده، در حالی که از نهم فروردین تا زمان برداشت نهایی در چهار خرداد دمای حداکثر و حداقل سال دوم به طور متوسط به ترتیب ۱/۷ و یک درجه بیشتر از سال اول بوده است. بنابراین سال دوم در دوره اول آبیاری‌ها یعنی قبل از ۱۹ اسفند دارای بیلان دمایی کمتر و در دور دوم نسبت به سال اول گرم‌تر بوده است. در جدول شماره یک میزان تبخیر تجمعی، بارندگی کل و مؤثر در دوره‌های آبیاری به تفکیک آمده است. میزان تبخیر در سال دوم در دوره اول و دوم به ترتیب ۸/۶ و ۵۴/۳ میلی‌متر بیشتر از سال اول بوده است. زمان شروع و پایان برای محاسبه تبخیر تجمعی و بارندگی مؤثر و کل در دور اول به ترتیب اول آبان تا ۱۹ اسفند و برای دور دوم ۲۰ اسفند تا چهارم خرداد بوده است. میزان بارندگی مؤثر در سال دوم در دوره اول و دوم به ترتیب ۴۸/۵ و ۲۸/۵ میلی‌متر بیشتر از سال اول و مجموع کل بارندگی در سال دوم ۴۲/۱ میلی‌متر بیشتر از سال اول بوده است.

نتایج و بحث

حجم آب مصرفی

جدول شماره یک حجم آبی که برای هر یک از تیمارهای آبیاری مصرف شده است را نشان می‌دهد. در سال اول ۲۰ نوبت آبیاری انجام شده که پنج نوبت آبیاری در دوره اول و ۱۵ نوبت آبیاری در دوره دوم صورت گرفت. در سال دوم ۱۸ نوبت آبیاری صورت

به طوری که کارایی فصلی آب آبیاری این تیمار از ۲۱/۵ در ۱۵۵ روز به بیش از ۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب در ۱۸۴ روز پس از سبزشدن رسیده است. این الگو حاکی از آن است که به دلیل تأثیر بارندگی‌های زمستانه و کافی بودن رطوبت در عمق توسعه ریشه (اکبریان ۱۳۵۳؛ Rimon et al. 1976) چغندر قند تا حدود ۱۵۵ روز پس از سبزشدن به آبیاری واکنش زیادی نشان نمی‌دهد و از این زمان به دلیل گرم‌تر شدن هوا رشد ریشه شروع شده و نیاز به انجام آبیاری بیشتر می‌شود. در الگوی فصلی مصرف آب، واکنش از سطح ۲۵ درصد نیاز آبی به بالا به شدت کاهش می‌یابد. این نکته نشان می‌دهد که تا چه مقدار می‌توان میزان مصرف آب آبیاری را در بهار کاهش داد، بدون این که عملکرد ریشه به طور چشم‌گیری کاهش یابد. در مدتی که کارایی فصلی آب آبیاری برای وزن تر ریشه افزایش یافته این کارایی برای وزن تر اندام‌هوایی به شدت کاهش یافته است به طوری که از ۱۷۱ روز پس از سبزشدن منفی شده است، که به دلیل کم‌شدن وزن در هر مرحله نسبت به مرحله قبل می‌باشد. اگرچه کارایی تجمعی آب آبیاری برای سطوح بالای آب کمتر می‌باشد اما سرعت کاهش در این تیمارها کمتر بوده در نتیجه از ۱۷۱ روز پس از سبزشدن دارای کارایی فصلی آب آبیاری بیشتری می‌باشند، در حالی که در ۱۵۵ روز پس از سبزشدن با مصرف بیشتر آب، وزن تر افزایش کمتری یافت، در نتیجه کارایی فصلی آب آبیاری کمتر شد. کارایی تجمعی آب آبیاری برای عملکرد شکر دارای

آبیاری در فصل بهار نسبت داد. با افزایش مصرف آب آبیاری از تأمین ۲۵ درصد تا تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی عملکرد ریشه از ۷۶ تن به ۸۴ تن در هکتار افزایش یافت. اما مصرف آب بیشتر از تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، افزایشی در عملکرد ریشه ایجاد نکرد (جدول ۳). این نتایج با گزارش ریمون و همکاران (Rimon et al. 1976)، پیکینی و راش (Piccinni and Rush 2000) و اکبریان (۱۳۵۳) مبنی بر عدم افزایش معنی‌دار عملکرد ریشه در اثر کاربرد مقادیر بالای آب آبیاری مطابقت دارد.

کارایی مصرف آب آبیاری

تیمارهای آبیاری از نظر کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید ریشه و شکر در سطح یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول ۲). کارایی مصرف آب آبیاری برای عملکرد ریشه و شکر با افزایش مصرف آب کاهش نشان داد که برعکس نتایج به دست آمده توسط اوکان و جنک اوجلان (۲۰۰۴) و مطابق با نتایج ریمون و همکاران (1976) می‌باشد. شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب کارایی تجمعی و فصلی آب آبیاری را برای عملکرد ریشه نشان می‌دهند. همان طوری که مشاهده می‌شود از ۱۵۵ تا ۱۸۴ روز پس از سبزشدن دوره‌ای است که حداکثر کارایی تجمعی و فصلی آب آبیاری اتفاق می‌افتد این افزایش در میزان کارایی به طور مشخصی در تیمار ۲۵ درصد بیش از سایر تیمارها می‌باشد،

پس از سبزشدن که رشد ریشه به طور قابل توجهی افزایش یافته درصدند در تمام تیمارها افزایش پیدا نکرده است که احتمالاً به دلیل شرایط آب و هوایی مساعد (افزایش دما)، مواد فتوسنتزی بیشتری به رشد حجمی ریشه اختصاص داده شده است (Scott and Jaggard 1993). از ۱۸۴ تا ۱۹۸ روز پس از سبزشدن درصدند برای تمام تیمارها افزایش یافته و تا برداشت نهایی ثابت باقی مانده است.

سایر خصوصیات

نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی از ۱۵۵ روز پس از سبزشدن تا برداشت نهایی افزایش یافت به طوری که از حدود ۰/۵ در ۱۵۵ روز پس از سبزشدن برای تمام تیمارها به حدود ۲/۲ برای تیمارهای ۵۰ تا ۱۲۵ و ۳/۳ برای تیمار ۲۵ درصد افزایش یافت (شکل ۶). بنابراین افزایش مصرف آب از ۵۰ تا ۱۲۵ درصد تغییر زیادی در این نسبت ایجاد نکرد، بلکه بیشترین تغییر از ۲۵ درصد تا ۵۰ درصد نیاز آبی بود که با نتایج ارائه شده توسط دون هام (1993) مبنی بر این که تنش خشکی نسبت وزن ریشه به ماده خشک کل را به دلیل از بین رفتن اندام هوایی افزایش می دهد همخوانی دارد. از ۱۳۶ روز تا ۱۸۴ روز پس از سبزشدن تمام تیمارها دارای شاخص سطح برگ بیش از ۴ بودند (شکل ۷) که حداقل شاخص سطح برگ لازم برای دریافت ۹۵ درصد نور می باشد (Scott and Jaggard 1993). بنابراین در دوره ای که بخش عمده عملکرد ریشه

الگوی مشابه عملکرد ریشه می باشد با این تفاوت که در مورد ریشه این کارایی برای تیمارهای ۵۰ تا ۱۲۵ در ۱۸۴ روز پس از سبزشدن به حداکثر رسیده ولی در مورد شکر در حدود ۱۹۸ روز پس از سبزشدن اتفاق افتاده است. در هر دو مورد این کارایی برای تیمار ۲۵ درصد همواره صعودی می باشد (شکل ۴).

صفات کیفی

از میان خصوصیات کیفی تنها نیتروژن مضره و قلیائیت به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفتند (جدول ۲) به طوری که افزایش مصرف آب موجب کاهش نیتروژن مضره و افزایش قلیائیت گردید که با نتایج توگنتی و همکاران (2003) و دون هام (1993) همخوانی نشان می دهد. وقتی که نیتروژن زیاد باشد، آبیاری اثر معکوس نیتروژن زیادی را از طریق کاهش تشکیل ناخالصی نیتروژن مضره در ریشه کاهش می دهد و برخلاف نیتروژن مضره آبیاری اثر کم و نامشخصی بر غلظت ناخالصی های سدیم و پتاسیم دارد (Dunham 1993). اگرچه بین تیمارهای آبیاری از نظر درصدند تفاوت معنی داری وجود نداشت، اما از ۱۵۵ روز پس از سبزشدن تا برداشت نهایی درصدند در مقادیر کمتر آب همواره بیشتر بود (شکل ۵) و احتمالاً دلیل معنی دار نشدن عملکرد شکر در بین تیمارها در نتیجه افزایش درصدند در سطوح پایین تر آب بوده که توانسته کاهش عملکرد ریشه را جبران نماید. از ۱۵۵ روز تا ۱۸۴ روز

است. با توجه به شکل ۵ و شکل ۹ که به ترتیب درصد قند و درصد ماده خشک ریشه را نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود که هر دو دارای الگوی مشابهی می‌باشند. زیرا قند بخش عمده ماده خشک ریشه را تشکیل می‌دهد و از این رو از نوسانات ماده خشک ریشه پیروی می‌کند. بنابراین کاهش مصرف آب احتمالاً از طریق افزایش درصد ماده خشک ریشه موجب افزایش درصد قند می‌شود.

نتیجه گیری

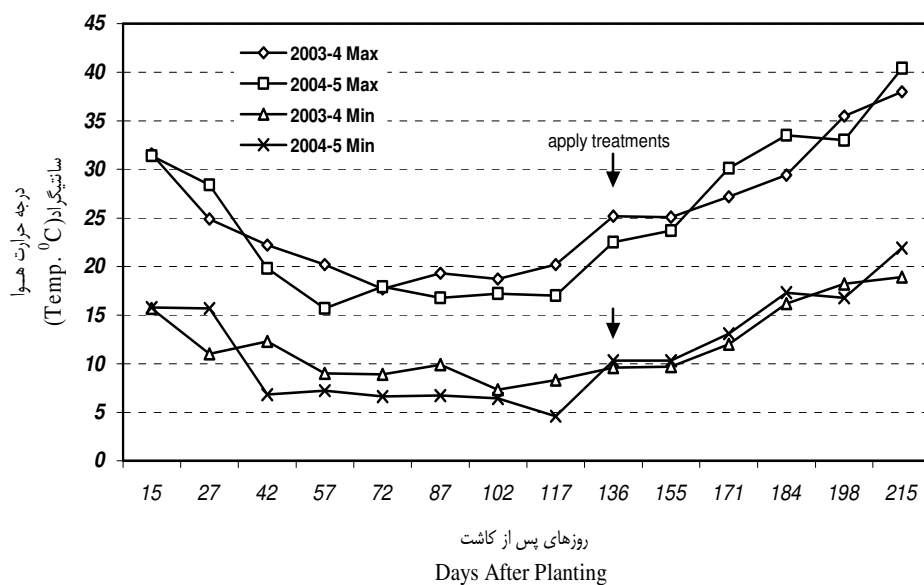
نتایج این آزمایش نشان داد که اگرچه افزایش مصرف آب عملکرد ریشه را افزایش داد، اما درصد قند و عملکرد شکر را به‌طور معنی‌داری تغییر نداد. از طرفی افزایش مصرف آب کارایی مصرف آب آبیاری را برای تولید ریشه و شکر به‌طور معنی‌داری کاهش داد. به طوری که کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید ریشه از ۱۸/۷ در تیمار ۲۵ درصد به ۹/۴ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار ۱۲۵ درصد کاهش یافت. هم‌چنین کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید شکر از ۲/۶ در تیمار ۲۵ درصد به ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار ۱۲۵ درصد کاهش یافت. بنابراین افزایش مصرف آب از ۴۱۰۰ مترمکعب در تیمار ۲۵ درصد به ۸۹۵۳ مترمکعب در هکتار در تیمار ۱۲۵ درصد تنها عملکرد ریشه را به میزان ۸ تن در هکتار افزایش داد، در حالی که عملکرد شکر در هر دو تیمار به یک اندازه بود. بنابراین با توجه به شرایط مورد مطالعه در زراعت چغندر قند پاییزه به میزان قابل توجهی می‌توان در مصرف آب به خصوص

تشکیل می‌شود، کلیه تیمارها از حداقل شاخص سطح برگ برخوردار بودند. در تمام تیمارها شاخص سطح برگ در ۱۷۱ روز پس از سبزشدن به حداکثر رسید و با افزایش مصرف آب شاخص سطح برگ نیز افزایش یافت. به طوری که در این تاریخ تیمار ۱۲۵ و ۲۵ دارای بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب با ۸/۱ و ۶/۲ بودند. از ۱۷۱ روز پس از سبزشدن تا برداشت نهایی شاخص سطح برگ برای تمام تیمارها کاهش یافت. در حدود ۱۷۱ روز پس از سبزشدن که تعداد برگ همانند شاخص سطح برگ برای کلیه تیمارها به حداکثر رسید، تفاوتی از نظر تعداد برگ بین تیمارها وجود نداشت (شکل ۸) و به‌طور متوسط هر بوته در همه تیمارها دارای حدود ۳۸ برگ بود. از ۱۷۱ روز تا برداشت نهایی هر بوته در تیمار ۱۲۵ به‌طور متوسط نسبت به تیمار ۲۵ درصد سه برگ بیشتر تولید کرد و سایر تیمارها حد وسط این دو تیمار بودند. کاهش مصرف آب موجب افزایش درصد ماده خشک ریشه (شکل ۹) گردید. درصد ماده خشک ریشه از ۱۳۶ روز تا ۱۵۵ روز افزایش یافته و از ۱۵۵ تا ۱۸۴ روز تقریباً بدون تغییر باقی مانده و از ۱۸۴ تا ۱۹۸ روز به‌طور قابل توجهی افزایش یافته و از این تاریخ تا برداشت نهایی مجدداً کاهش یافته است. این الگو برای تمام تیمارها تقریباً یکسان بوده با این تفاوت که افزایش مصرف آب ماده خشک ریشه را کاهش داده است به طوری که در برداشت نهایی از ۲۰/۹ درصد در تیمار ۲۵ درصد به ۱۹/۴ درصد در تیمار ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد کاهش یافته

تشکر و قدر دانی

بدین وسیله از تمام عزیزانی که ما را در انجام کلیه مراحل این تحقیق یاری رسانده‌اند به ویژه جناب آقای دکتر نادری ریاست محترم مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد، آقای مهندس حمید شریفی و آقای مهندس رحیم اسلامی زاده و آقایان، حسین فتحی‌راد، حسن ماندنی، کاظم نصیری و نورعلی الماسی تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

در فصل بهار صرفه‌جویی کرد. علاوه بر این مشخص شد در شرایطی که منابع آب محدود کننده می‌باشد، می‌توان از آبیاری قطره‌ای در زراعت چغندر قند استفاده نمود.



شکل ۱ دمای میانگین حداقل و حداکثر در طول دو فصل رشد

Fig. 1 Maximum and Minimum Temperature during two growth season

جدول ۱ مقدار آب مصرفی در تیمارهای مختلف آبیاری، تبخیر تجمعی و بارندگی موثر و کل در طول فصل رشد در دو سال آزمایش
Table 1 Total water used in irrigation treatments, cumulative evaporation and rain during growth season in two years

بارندگی کل و مؤثر*	تبخیراز تشتک Evaporation (mm)	مقادیر آب مصرفی در تیمارهای مختلف Irrigation water in different treatments (m ³ /ha)					زمان آبیاری Periods of Irrigation	سال Year
		125%	100%	75%	50%	25%		
159.1(236.9)**	369.8	2645	2645	2645	2645	2645	از کاشت (۲۹ مهر) تا ۱۹ اسفند Oct.21to Mar.10	سال اول 2003-4
41.1(54.2)	479.6	5756	4607	3451	2351	1149	از ۲۰ اسفند تا ۴ خرداد Mar.10to May25	
200.2(291.1)	849.4	8401	7252	6096	4996	3794	مجموع Sum	
207.6(261.8)	378.4	3073	3073	3073	3073	3073	از کاشت (۲۹ مهر) تا ۱۹ اسفند Oct.21to Mar.10	سال دوم 2004-5
69.6(71.4)	533.9	6432.4	5257.6	3880.2	2682.3	1330.9	از اسفند تا ۴ خرداد Mar.10 to May25	
277.2(333.2)	912.3	9505.4	8330.6	6953.2	5755.3	4403.9	مجموع Sum	

*مجموع بارندگی‌های بیش از ۱۰ میلی‌متر در هر دوره، **مجموع بارندگی کل در هر دوره.

* Rain more than 10mm, ** sum of total rain in each period

جدول ۲ خلاصه تجزیه واریانس مرکب دوسال آزمایش برای برخی خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند
Table 2 Means squares of combined analysis of two years for sugar beet yield and quality

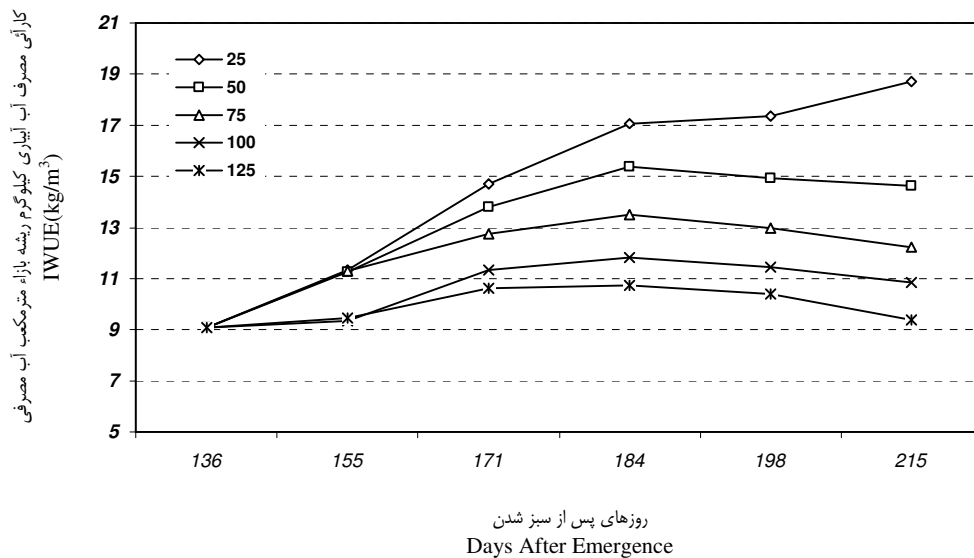
کارایی مصرف آب آبیاری برای شکر SyIWue ^h	کارایی مصرف آب آبیاری برای ریشه RyIWue ^g	شکر Sy ^f	قند ملاس Ms ^e	درجه استحصالی Yield	قند سفید WSC ^d	قلیائیت Alkalinty ^c	نیترژن مضره α -N	سدیم ریشه Na	پتاسیم ریشه K	درصد قند SC ^b	عملکرد ریشه RY ^a	درجه آزادی d.f.	منابع تغییرات S. O. variation
0.69*	422.8**	0.06 ^{ns}	20.2**	1777**	283.2**	35.7**	129.3**	56.4**	6.15**	152.1**	7090.**	1	سال Year
0.086 ^{ns}	3.67 ^{ns}	2.1 ^{ns}	0.13 ^{ns}	19.6 ^{ns}	3.83*	0.13 ^{ns}	0.23 ^{ns}	1.52*	0.115 ^{ns}	2.7 ^{ns}	106.7 ^{ns}	6	تکرار Replication.
2.21**	116.3**	3.1 ^{ns}	0.06 ^{ns}	3.1 ^{ns}	1.88 ^{ns}	1.52**	2.59**	0.48 ^{ns}	0.252 ^{ns}	2.19 ^{ns}	346.33*	4	آبیاری Irrigation
0.055 ^{ns}	9.96*	0.05 ^{ns}	0.12 ^{ns}	6.4 ^{ns}	0.65 ^{ns}	0.34 ^{ns}	0.76 ^{ns}	0.73 ^{ns}	0.103 ^{ns}	0.261 ^{ns}	21.44 ^{ns}	4	سال آبیاری Y*I.
0.1	3.5	2.5	0.8	7.99	1.52	0.3	0.35	0.56	0.169	1.68	89.55	24	خطا E.
0.02 ^{ns}	0.115 ^{ns}	0.53 ^{ns}	0.001 ^{ns}	1.05 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.141 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.013 ^{ns}	4.29 ^{ns}	1	رقم Variety.
0.006 ^{ns}	2.3 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.002 ^{ns}	3.9*	2.2*	0.08 ^{ns}	0.262 ^{ns}	0.037 ^{ns}	0.046 ^{ns}	2.05*	38.1	1	سال رقم Y*V.
0.06 ^{ns}	3.2 ^{ns}	2.8*	0.003 ^{ns}	0.5 ^{ns}	0.28 ^{ns}	0.019 ^{ns}	0.067 ^{ns}	0.019 ^{ns}	0.076 ^{ns}	0.31 ^{ns}	138.7 ^{ns}	4	آبیاری رقم I.*V.
0.072*	4.9*	1.5 ^{ns}	0.03 ^{ns}	2.1 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.033 ^{ns}	0.076 ^{ns}	0.059 ^{ns}	0.17 ^{ns}	96.8 ^{ns}	4	سال آبیاری رقم Y*I.*V.
0.025	1.76	0.84	0.02	0.89	0.37	0.14	0.087	0.038	0.07	0.38	56.4	30	خطا E.
11.6	12.3	11	6.4	1.11	4.7	15.4	9.8	9.9	6.17	4.09	11.41		ضریب تغییرات CV

NS, * and **: Non – significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

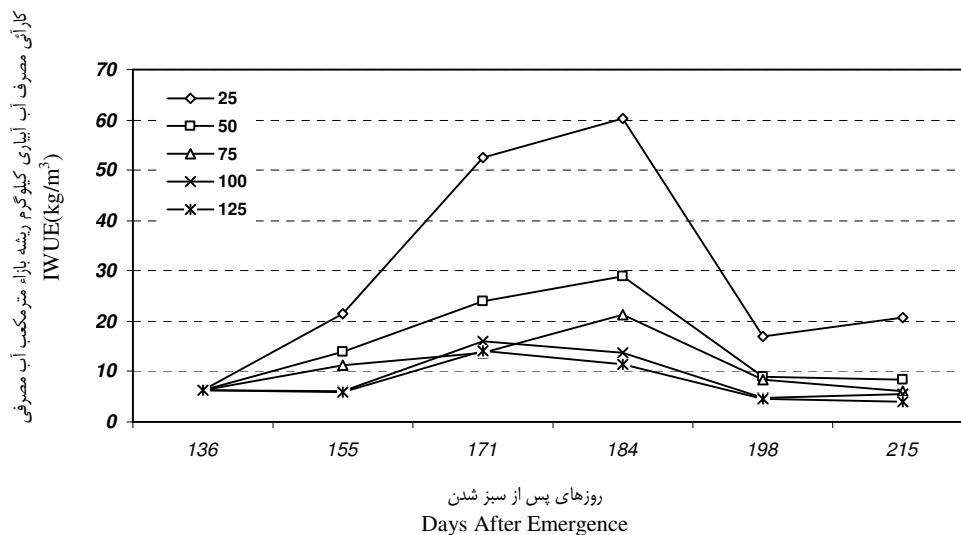
a=Root Yield, b=Sugar Content, c= (Na+K)/ α -N, d=White Sugar Content, e=Molasses Sugar, f= Sugar Yield,

g= Root Yield Irrigation Water Use Efficiency, h= Sugar Yield Irrigation Water Use Efficiency



شکل ۲ میانگین دو ساله کارایی مصرف آب آبیاری تجمعی برای عملکرد ریشه

Fig. 2 Two years mean of cumulative IWUE of irrigation treatments for root yield



شکل ۳ میانگین دو ساله کارایی مصرف آب آبیاری فصلی برای عملکرد ریشه

Fig. 3 Two years mean of cumulative IWUE of irrigation treatments for root yield

جدول ۳ مقایسه میانگین دو ساله برخی صفات کمی و کیفی چغندر قند برای تیمارهای آبیاری به روش چند دامنه‌ای دانکن

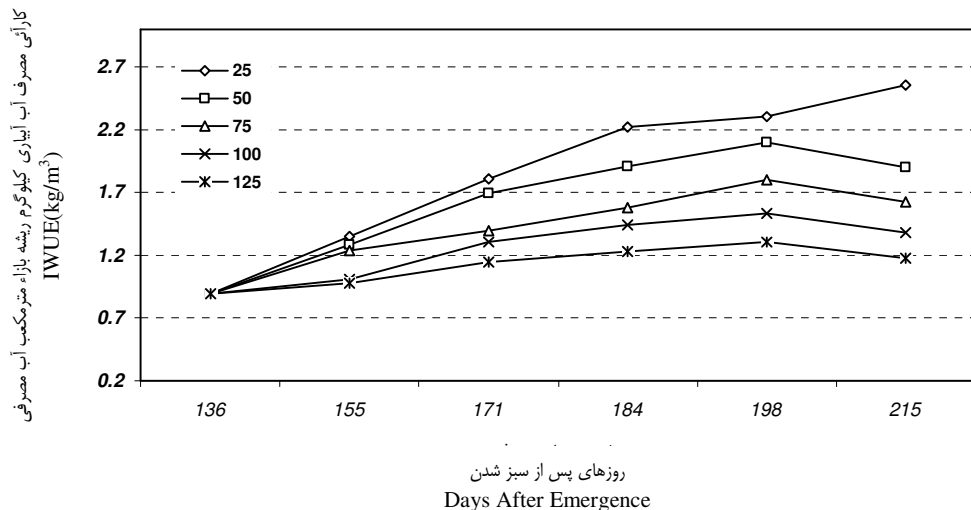
Table 3 Two Years Mean Comparison of Yield and Quality of Sugar Beet for Irrigation Treatment by Duncan Multiple Range Test.

قلیائیت Alkalinity ^d (%)	نیترژن مضره α -N ^c	درصد قند Sugar Content (%)	کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید شکر SIWUE ^b (kg/m ³)	شکر عملکرد Sugar Yield (t/ha)	کارایی مصرف آب آبیاری برای تولید عملکرد ریشه RIWUE ^a (kg/m ³)	عملکرد ریشه Root Yield (t/ha) ^a	تیمار Treatment
2 ^c	3.6 ^a	16.4 ^a	2.6 ^a	10.5 ^a	18.7 ^a	76 ^b	25
2.3 ^{bc}	3.1 ^b	15.9 ^{ab}	1.9 ^b	10.2 ^a	14.6 ^b	77.9 ^{ab}	50
2.3 ^{bc}	3 ^{bc}	15.8 ^{ab}	1.6 ^b	10.6 ^a	12.2 ^b	79 ^a	75
2.6 ^{ab}	2.6 ^c	15.4 ^{ab}	1.4 ^c	10.7 ^a	10.9 ^c	84 ^a	100
2.8 ^a	2.7 ^{bc}	15 ^b	1.2 ^c	10.5 ^a	9.4 ^c	83.4 ^a	125

• در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد تفاوتی با یکدیگر ندارند.

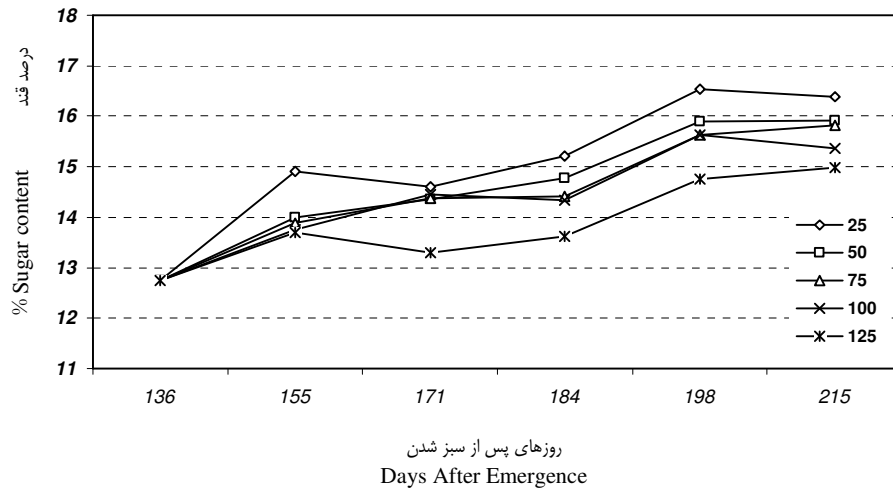
* Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability.

a= Irrigation water use efficiency for root yield, b= irrigation water use efficiency for sugar yield, c=meq/100g pulp, d=(Na+N)/ α -N.



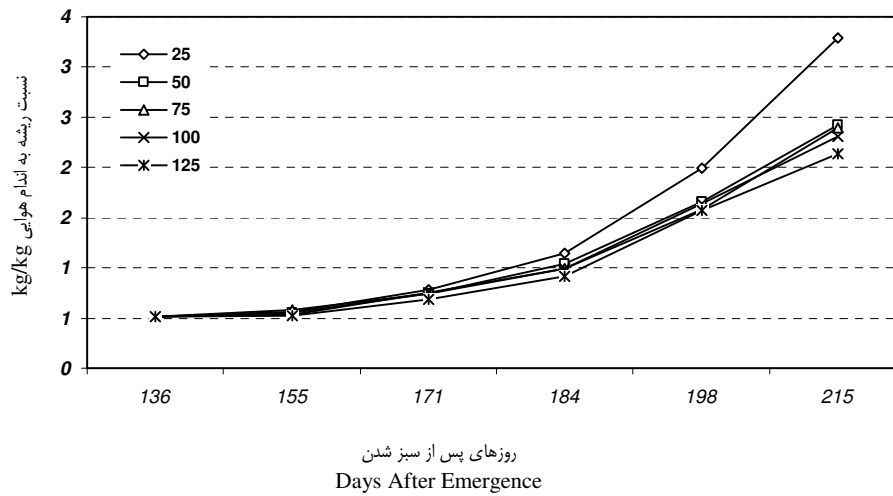
شکل ۴ میانگین دو ساله کارایی مصرف آب آبیاری تیمارهای آبیاری برای عملکرد شکر

Fig. 4 Two years mean of cumulative IWUE of irrigation treatments for sugar yield



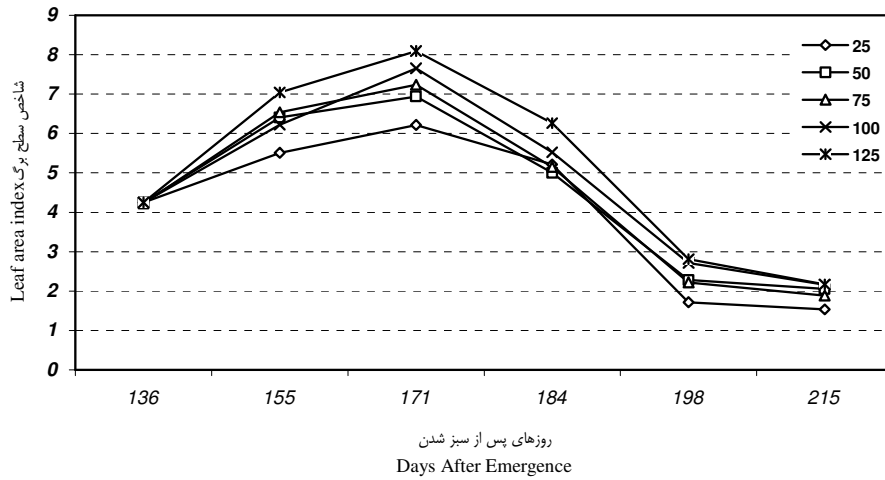
شکل ۵ میانگین دو ساله درصد قند برای تیمارهای آبیاری

Fig. 5 Two years mean of sugar content for irrigation treatments



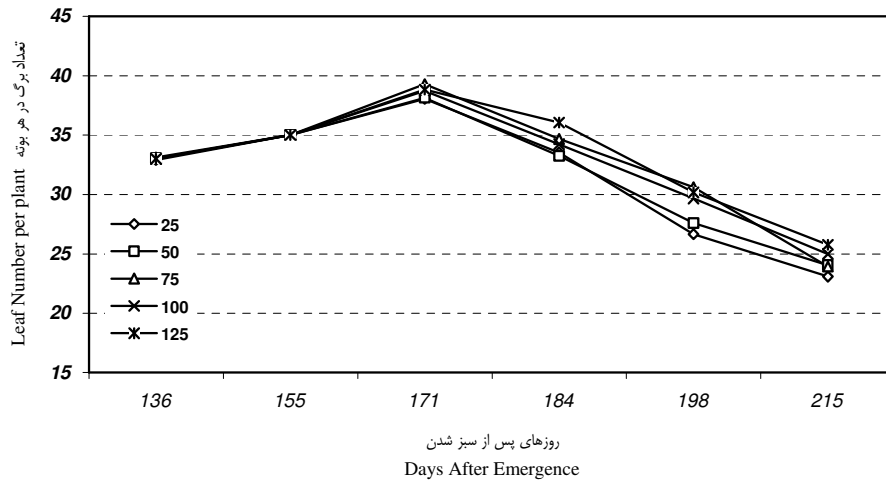
شکل ۶ میانگین دو ساله نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی برای تیمارهای آبیاری

Fig. 6 Two years mean of root to shoot fresh weight ratio for irrigation treatment



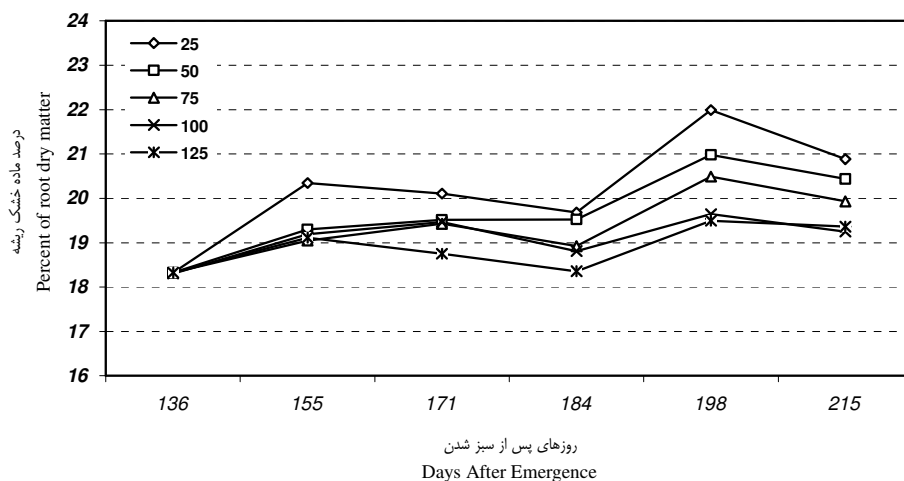
شکل ۷ میانگین دو ساله شاخص سطح برگ برای تیمارهای آبیاری

Fig. 7 Two years mean of leaf area index for irrigation treatments



شکل ۸ میانگین دو ساله تعداد برگ در هر بوته برای تیمارهای آبیاری

Fig. 8 Two years mean of leaf number for irrigation treatments



شکل ۹ میانگین دو ساله درصد ماده خشک ریشه برای تیمارهای آبیاری

Fig. 9 Two years mean of root dry matter for irrigation treatments

References:

منابع مورد استفاده:

- اکبریان رشوانلو، ع. ۱۳۵۳. آزمایش آبیاری چغندر قند. گزارش تحقیقات آبیاری و اثر متقابل آب و کود روی پنبه، چغندر قند، گندم، گلرنگ و لوبیا. مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد.
- Cohen A(1976) Sugar beet irrigation in Israel. 39th winter congress of international institute for sugar beet,Bruxeles February :329-338.
- Cavazza L(1976) Experimental data on the irrigation technique for sugar beet in southern Italy. 39th winter congress of international institute for sugar beet,Bruxeles February :347-364
- Cavazza L, Venturi G, Amaducci MT(1976) Outlines on the state of irrigation of the sugar beet in yhe world. 39th winter congress, Bruxelles. P:211-264
- Draycott AP (1976) Interaction between irrigation and other agronomic practices. 39th winter congress of international institute for sugar beet, Bruxeles February: 135-148
- Dunham RJ(1993) Water Use and Irrigation. In The Sugar beet crop principle and practice: Cook, D.A. and Scott, R.K. Chapman and Hall, London, 279 pp
- Eck HV, Winter SR (1992) Soil profile modification effects on corn and sugar beet grown with limited water. Soil Sci. Soc. Am. J, 56:1298-1304

- Fabrio C, Martin de santa olalla, Lopez R, Dominguez A (2003) Production and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivated under controlled deficit irrigation condition in semiarid – climate. *Agricultural Water Management*, 62:215-227
- FAO(1984) Predicting crop water requirement , irrigation and drainage paper 24. Food and Agriculture Organization of the United Nation-Rome
- Piccinni G, Rush CM(2000) Determination of optimum irrigation regime and water use efficiency of sugar beet grown in pathogen-infected soil. *Plant Disease*, October: 1067-1072
- Rimon D, Helena F, Cohen A (1976) Effect of spring irrigation on autumn sown sugar beet. 39th winter congress of international institute for sugar beet, Bruxeles February: 387-396
- Scott RK, Jaggard KW (1993) Crop physiology and agronomy. In *The Sugar Beet Crop principle and practice*: Cook, D.A. and Scott, R.K. Chapman & Hall, London, 180 pp
- Tognetti R, Palladino M, Minnocci A, Delfine S, Alvino A(2003) The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. *Agricultural Water Management*, 60:135-155
- Ucan K, Gencoglan C (2004) The effect of water deficit on yield and yield component of sugar beet. *Turk J. Agric.*, 28:163-172
- Winter SR (1980) Suitability of sugar beet for limited irrigation in a semi-arid climate. *Agron. J.*, 72:118-123