

## تاثیر کم آبیاری طی مراحل مختلف رشد چغندر قند بر عملکرد کمی و کیفی آن

• نیاز علی ابراهیمی پاک

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین

• ابراهیم پذیرا

استاد گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

• فریدون کاوه

دانشیار گروه آبیاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

• محمد جواد عابدی

استاد گروه آبیاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

• علی اصغر صباغ فرشی

استاد پژوهش بخش آبیاری و فیزیک خاک مؤسسه تحقیقات خاک و آب

تاریخ دریافت: شهریورماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: شهریورماه ۱۳۸۶

Email: nebrahimipak @ yahoo.com

### چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثر سطوح کم آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه چغندر قند رقم منوزرم تکنیکی ۷۲۲۳ بر عملکرد کمی و کیفی آن و تعیین کارایی مصرف آب بود. این پژوهش با استفاده از طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار از بهار ۱۳۷۵ به مدت دو سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهر کرد اجرا شد. در این پژوهش تیمارهای کم آبیاری در پنج سطح شامل  $E_0$  (آبیاری کامل)،  $E_1$  (۸۵ درصد)،  $E_2$  (۷۰ درصد)،  $E_3$  (۵۵ درصد) و  $E_4$  (۳۰ درصد) تبخیر و تعرق واقعی گیاه چغندر قند حاصل از لایسیمتر زهکش دار بطور جداگانه در سه دوره رشد چغندر قند شامل  $T_1$ : ابتدای دوره رشد یا دوره رشد برگی،  $T_2$ : دوره رشد ریشه و  $T_3$ : دوره رشد انتهایی یا ذخیره سازی قند در ریشه بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کم آبیاری بر عملکرد ریشه و قند در هر یک از دوره‌های رشد گیاه معنی دار است. بنابراین اعمال کم آبیاری در هر دوره از نمو چغندر قند باعث کاهش عملکرد ریشه و قند می‌شود لیکن دوره دوم رشد نسبت به کمبود آب حساس تر می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد ریشه گیاه در تیمار آبیاری کامل و کمترین عملکرد ریشه در تیمار ۷۰ درصد تنش آبی است. لیکن بیشترین درصد قند دوره‌های اول و سوم مربوط به تیمار  $E_2$  و در دوره دوم در تیمار  $E_2$  بدست آمده است و نشان دهنده آن است که با کاهش آب مصرفی، درصد قند ریشه افزایش می‌یابد نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تیمار  $E_2$  با کاهش ۳۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه چغندر قند در هر سه دوره رشد دارای بیشترین کارایی مصرف آب عملکرد ریشه، قند و قند قابل استحصال می‌باشد و در شرایط محدودیت منابع آب قابل توصیه می‌باشد

**کلمات کلیدی:** چغندر قند، کم آبیاری، عملکرد، کارایی مصرف آب، تنش آبی و دوره رشد گیاه

Pajouhesh &amp; Sazandegi No 78 pp: 63-73

**The effect of deficit irrigation in different growth stages on quantity and quality on yield sugar beet and water use efficiency**

By: N.A, Ebrahimipak, Scientific Membership of AREO and Ph.D Student in Irrigation Department of Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran –Iran

Pazera E., Professor of Soil Department of Islamic Azad University, Science and Research Branch Tehran -Iran

Kaveh F., Associate Professor of Irrigation Department of Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran –Iran

Abedi M.J., Professor of Irrigation Department of Islamic Azad University, Science and Research Branch Tehran -Iran.

S. Farshi A.A., Soil and Water Research Institute of Tehran-Iran

This study was conducted to evaluate the impact of deficit irrigation and growth stages on yield and yield components sugar beet and water use efficiency. A field experiment was conducted in sharekord Agricultural Research Station in two years cropping seasons, using a randomized complete block design with 3 replications. This study were assigned to 5 Levels of deficit Irrigation treatments,  $E_0$  (Full Irrigation),  $E_1$  (85%),  $E_2$  (70%),  $E_3$  (55%) and  $E_4$  (30%) of actual evapotranspiration plant sugar beet. and were assigned to three growth stages,  $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$ . Results of combined analysis of variance showed, biological yield, tuber yield, yield components, water use efficiency and other traits in the growth stages, were significantly affected by deficit irrigation treatments. Results showed, susceptibility of developmental stages of sugar beet to deficit Irrigation were different. Exposing to deficit irrigation in each developmental stages, Lead to decrease in yield,  $T_2$  stage were the most critical stages under water stress conditions. Results showed treatment  $E_2$  (70%) evapotranspiration plant sugar beet was increase, yield components and water use efficiency. Results showed Water use decreased compared to  $E_2$  by 30 all Stages increase, yield components and water use efficiency.

**Key words:** Deficit Irrigation, Yield , Water use Efficiency, Water stress and sugar beet**مقدمه**

محدودیت منابع آب در مناطق نیمه‌خشک جهان و عدم استفاده بهینه از آب سبب شده که گیاهان زراعی دچار تنش آبی گردند. هدف اصلی از مدیریت کم آبیاری در مناطق خشک، کنترل مقدار آب محدود برای بدست آوردن عملکرد بهینه محصول است. میزان آب مورد نیاز برای کنترل رطوبت خاک بر اساس اطلاعات مربوط به نیاز آبی هر دوره از رشد گیاه، یعنی مقدار آب تلف شده از طریق تعرق به ازاء وزن ماده خشک تولیدی تعیین کرد (۳۲). آب مورد نیاز یا تبخیر و تعرق یا آب مصرفی گیاه چغندر قند در کشورهای مختلف متغیر است و مقدار آن با طول دوره رشد ۱۵۰ روز بین ۵۵۰ تا ۲۱۰۰ میلیمتر می باشد (۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۲۲، ۲۵) و همچنین چغندر قند از نظر آب مصرفی گیاه به سه دوره رشد برگی، رشد ریشه و تشکیل قند تقسیم می شود (۱۲، ۲۴). و آب مصرفی گیاه به شرایط آب و هوایی، مدیریت آبیاری و طول دوره رشد بستگی دارد (۲۵). در مناطق مرطوب مانند اروپا از آبیاری به عنوان تکمیل کننده بارندگی استفاده می شود لیکن در مناطق خشک مانند ایران و کشورهای مدیترانه ای تولید چغندر قند بدون آبیاری امکان پذیر نمی باشد (۱۴). در مناطقی که چغندر قند بدون آبیاری کشت می شود با اعمال آبیاری تکمیلی با مقادیر آب مصرفی بین ۳۸۸ تا ۵۱۲ میلیمتر مشاهده گردید که عملکرد قند بین ۱۲ تا ۳۵ درصد افزایش می یابد (۲۸). کم آبیاری یکی از راه کارهای

به حداکثر رساندن کارایی مصرف آب و بالا بردن عملکرد محصول به ازای یک واحد آب مصرفی می باشد (۲۹). لیکن واکنش عملکرد چغندر قند به کم آبیاری متفاوت گزارش شده است برخی از محققان دریافته اند که هیچ گونه کاهش عملکرد تا زمانی که میزان آب خاک به نقطه پژمردگی دائم نرسد وجود ندارد (۲۷، ۳۰). در حالی که بعضی از محققان دیگر به کاهش متوسط تا شدید عملکرد محصول در زمانی که آب خاک به کمتر از ۵۰ درصد آب قابل دسترسی می رسد اشاره کرده اند (۲۲). نتایج متفاوت احتمالاً به دلیل اختلاف در روش کار، شرایط اقلیمی و روابط بین عوامل دیگر می باشد (۳۱). تنش خشکی در مراحل مختلف رشد فیزیولوژیکی چغندر قند در همدان نشان داد که قطع آب آبیاری بیش از یک بار در مراحل مختلف رشد باعث کاهش عملکرد کمی چغندر قند می شود و بطور کلی تنش رطوبتی باعث کاهش کمی عملکرد ریشه و قند می شود. مقدار تأثیر تنش خشکی بستگی به زمان و شدت تنش دارد و کاهش عملکرد ریشه و قند ناشی از تنش در دوره رشد ریشه و ذخیره سازی قند بیشتر است (۱۶). تنش آبی در دوره رشد برگی گیاه باعث ایجاد توانائی در گیاه برای جذب آب از اعماق صفر تا ۱۷۰ سانتیمتری خاک می گردد در حالی که در تیمار تنش رطوبتی پس از استقرار کامل گیاه بیشترین مقدار جذب آب از اعماق ۱۴۰ تا ۱۵۰ سانتی متری خاک می باشد (۲۰، ۲۶). چغندر قند در دوره ذخیره سازی قند در مقابل تنش آبی و کمبود رطوبت خاک مقاومت نشان می دهد و

بودند. از آنجا که زمین انتخابی طرح در تناوب با زراعت گندم بود عملیات لازم تهیه زمین برای کاشت به صورت شخم زمستانه صورت پذیرفت و در بهار قطعه آزمایشی پس از دیسک و ماله کشی با ایجاد کرت‌های آزمایشی برابر با ۳×۵ متر اعمال گردید. و فاصله بین هر دو کرت مجاور ۲/۵ متر بود که از آن به عنوان ضریب اطمینان عدم نفوذ آب استفاده شد و انتهای شیارها بسته بود. بنابراین هیچ گونه تلفات سطحی آب وجود نداشت و شیارها توسط ماشین ردیف کار ایجاد شد. در هر کرت آزمایشی ۶ خط کشت به طول ۵ متر و فاصله ۶۰ سانتیمتری در نظر گرفته شده و از رقم منورژم تکنیکی ۷۲۳۳ استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری دقیق تبخیر و تعرق واقعی گیاه، از یک لایسیمتر زهکش‌دار در شرایط مشابه مزرعه از نظر بافت، ساختمان خاک و کشت گیاه استفاده شد. با اندازه‌گیری دقیق مقدار رطوبت خاک درون لایسیمتر و تعیین مقدار تبخیر و تعرق واقعی گیاه چغندر قند، مقادیر آب آبیاری هر کرت محاسبه و آب آبیاری تا ابتدای کرت توسط لوله منتقل و سپس از طریق کنتور آب با دقت بالا اندازه‌گیری حجمی و در اختیار هر کرت قرار داده می‌شد. جرم مخصوص ظاهری خاک (Pb) به روش استوانه‌ای و رطوبت ظرفیت زراعی مزرعه (FC) و رطوبت در حد نقطه پژمردگی دائم (PWP) به وسیله صفحه فشار بر روی نمونه‌های خاک لایه‌های پروفیل خاک در اعماق مختلف اندازه‌گیری گردید و مقدار رطوبت قابل استفاده لایه خاک در ناحیه ریشه گیاه از رابطه (۱) بدست آمد.

$$(1) \quad (Aw = (D(Fc - Pwp)Pb) / 100)$$

مقدار آب قابل استفاده و باقیمانده خاک ( $W_p$ ) و درصد تخلیه آب قابل استفاده یا Re در ناحیه ریشه گیاه با استفاده از روابط (۲) و (۳) محاسبه گردید

$$(2) \quad W_p = (D(w - pwp)Pb) / 100$$

$$(3) \quad Re = ((w_p - w) / Aw) 100$$

هرگاه رطوبت زراعی خاک منطقه ریشه گیاه حداقل به ۵۰ درصد تخلیه مجاز می‌رسد زمان آبیاری بوده و مقدار آب آبیاری با استفاده از رابطه (۴) محاسبه شده و از طریق لوله آب انتقال داده شد و توسط کنتور آب دقیقاً اندازه‌گیری شده و به هر قطعه آزمایشی اضافه می‌شود.

$$(4) \quad I = (D(Fc - w)Pb) 100$$

مقدار تبخیر و تعرق واقعی گیاه چغندر قند با استفاده از لایسیمتر زهکش دار از رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$(5) \quad E_{Tc} = I + R - D - (S_{w_p} - S_{w_1})$$

که در آن:  $E_{Tc}$ : تبخیر و تعرق واقعی گیاه بر حسب میلیمتر  
 $I$ : میزان آب آبیاری مورد نیاز تا رسیدن به رطوبت ظرفیت زراعی بر حسب میلیمتر  
 $R$ : میزان بارندگی بر حسب میلیمتر  
 $D$ : عمق آب زهکش شده بر حسب میلیمتر  
 $S_{w_p}$ : رطوبت لایه خاک در ابتدای دوره اندازه‌گیری بر حسب میلیمتر.

$S_{w_1}$ : رطوبت لایه خاک در انتهای دوره اندازه‌گیری بر حسب میلیمتر  
 $W_p$ : درصد رطوبت ناحیه ریشه گیاه در زمان اندازه‌گیری  
 به منظور ارزیابی تأثیر دقیق کم آبیاری بر روی گیاه چغندر قند در سه دوره رشد بدین نحو عمل شده که:  
 در دوره رشد برگی (۸ تا ۱۰ برگ یا تقریباً ۵۰ روز اول کاشت) یا  $T_1$ :

عیار قند آن بیشتر از میزان معمول افزایش می‌یابد و عملکرد شکر کاهش نمی‌یابد (۳۷،۲۳) کم آبیاری در آخر دوره رشد گیاه موجب افزایش مقدار قند، پتاسیم و ازت آمینه در ریشه می‌شود و عملکرد قند کاهش نمی‌یابد (۱۷). با کاهش آب مصرفی و صرفه‌جویی‌های انجام شده در آب آبیاری در منطقه اصفهان به خصوص در مراحل آخر رشد گیاه، عیار قند و عملکرد قند خالص مطلوب بود و مناسب‌ترین مقدار آب مصرفی گیاه چغندر قند بین ۹۷۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌گزارش شده است (۹) اثر تنش رطوبتی روی رشد گیاه و عملکرد چغندر قند بستگی به مقدار تنش و دوره رشد گیاه دارد که در آن دوره تنش اتفاق می‌افتد و اکثراً توصیه می‌گردد برای صرفه‌جویی در میزان آب در مراحل آخر رشد گیاه تنش وارد شود (۱۹). بطوری که در دوره آخر رشد گیاه با کاهش آب آبیاری، علاوه بر اینکه از مقدار عملکرد ریشه کاسته نمی‌شود بلکه باعث افزایش قند نیز می‌گردد. (۱۸) و با کاهش ۳۰ درصد آب مصرفی، عملکرد محصول چغندر قند را ۱۰ درصد کاهش می‌دهد لیکن با افزایش درصد قند ریشه، کاهش عملکرد ریشه جبران شده و عملکرد قند تغییر نمی‌کند (۲). بهینه‌سازی کم آبیاری بر اساس توابع تولید، هزینه و قیمت چغندر قند در کرج نشان داد که آبیاری کامل بالاترین میزان عملکرد ریشه را دارد لیکن به دلیل بالا رفتن هزینه‌ها و کاهش عیار قند، سود خالص کاهش می‌یابد اما در کم آبیاری با کاهش ۳۱/۳ درصد آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل اگر چه عملکرد محصول به میزان ۱۳/۸ درصد کاهش یافت اما سود خالص نهائی تغییر معنی‌داری ندارد (۳). افزایش هزینه‌های تامین آب آبیاری و کاهش آب قابل دسترسی توجه زیادی را به استفاده از روش‌های کم آبیاری برای افزایش کارایی مصرف آب معطوف کرده است (۳۶). چغندر قند در بین گیاهان زراعی بیشترین مقدار کارایی مصرف آب را دارد. (۳۳) و شرایط محیطی بر کارایی مصرف آب تأثیر زیادی دارد به طوری که کارایی مصرف آب در انگلستان بیش از ۲ برابر پاکستان و ایالت کالیفرنیا آمریکا است (۳۵). کارایی مصرف آب تحت تأثیر روش‌های مختلف آبیاری، نتایج متفاوتی دارد (۲۱). بررسی دو روش آبیاری شیاری یک در میان با دور ۶ روزه و روش آبیاری معمولی با دوره ۱۰ روزه بر روی کارایی مصرف آب چغندر قند نشان داد که میزان آب مصرفی با دور شش روزه ۲۳ درصد کمتر از آبیاری با دور معمولی بوده لیکن عملکرد ریشه در هر دو روش برابر بود و کارایی مصرف آب در روش یک در میان بیشتر است (۳۴).

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات کشاورزی شهرکرد به عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۰۶۶ متر از سطح دریا با خاک مزرعه رسی - لومی تا لومی - شنی، با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار از بهار ۱۳۷۵ به مدت دو سال زراعی اجرا شد. در این پژوهش تیمارهای کم آبیاری در پنج سطح شامل  $E_1$  (آبیاری کامل)،  $E_2$  (۸۵ درصد)،  $E_3$  (۷۰ درصد)،  $E_4$  (۵۵ درصد) و  $E_5$  (۳۰ درصد) تبخیر و تعرق واقعی گیاه چغندر قند حاصل از لایسیمتر در سه آزمایش جداگانه در مراحل رشد گیاه شامل  $T_1$ : ابتدای دوره رشد یا دوره رشد برگی (دوره ۸ تا ۱۰ برگ یا تقریباً ۵۰ روز اول کاشت)،  $T_2$ : دوره رشد میانی یا دوره رشد ریشه (۵۰ روز دوم کاشت) و  $T_3$ : انتهای دوره رشد یا دوره ذخیره سازی قند در ریشه (۴۵ روز آخر رشد)

### T1: ابتدای دوره رشد یا دوره رشد برگی (دوره ۸ تا ۱۰ برگی یا ۵۰ روز اول کاشت)

عملکرد ریشه: بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم آبیاری بر میانگین عملکرد ریشه چغندر قند در دوره اول رشد گیاه نشان می‌دهد که اثر سال، تکرار و آب آبیاری بر عملکرد ریشه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار است (جدول ۲). با کاهش آب مصرفی میزان عملکرد ریشه گیاه، قند و قند استحصالی کاهش می‌یابد. (۲۲، ۱۶، ۳). مقایسه تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در این دوره نشان می‌دهد که تیمار E با ۴۹/۵ تن در هکتار بیشترین و تیمار E<sub>۶</sub> با ۲۷/۶ تن در هکتار کمترین مقدار عملکرد ریشه را دارند (جدول ۲) و تیمارهای E، E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub>، E<sub>۳</sub>، E<sub>۴</sub>، E<sub>۵</sub> بر اساس آزمون دانکن به ترتیب در گروه آماری d، c، b، a قرار دارند (جدول ۲). رابطه بین عملکرد ریشه چغندر قند و تبخیر و تعرق گیاه یک رابطه خطی است که معمولاً بیشترین مقدار عملکرد ریشه در حداکثر تبخیر و تعرق گیاه اتفاق می‌افتد (۳۲، ۵، ۱) و عملکرد بالای تیمار E در این دوره از رشد گیاه نشان دهنده آن است که گیاه دچار تنش آبی نشده و نیاز آبی گیاه تامین شده است.

**آب مصرفی گیاه:** آب مصرفی گیاه چغندر قند، در شرایط آبیاری بهینه با توجه به فصل رشد گیاه و اقلیم بین ۵۵۰ تا ۲۱۰۰ میلی متر متغیر است (۹، ۶، ۴، ۳، ۱). میزان آب مصرفی تیمارهای کم آبیاری گیاه چغندر قند در این دوره از رشد گیاه با احتساب آب بارش برای E، E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub>، E<sub>۳</sub>، E<sub>۴</sub>، E<sub>۵</sub> به ترتیب ۸۸۳۵، ۸۴۰۵، ۷۹۸۵، ۷۵۵۵ و ۶۸۵۸ متر مکعب در هکتار بدست آمده است (جدول ۲). در کم آبیاری با کاهش آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل عملکرد ریشه و قند کاهش می‌یابد (۱۹، ۱۶، ۳، ۱). تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در مقابل آب مصرفی (جدول ۲) نشان می‌دهد که کاهش ۴/۹ درصد آب مصرفی در تیمار E<sub>۰</sub>، عملکرد ریشه ۴/۸۵ درصد و در تیمار E<sub>۶</sub> با کاهش ۲۲/۴ درصد آب مصرفی عملکرد ریشه ۴۴/۳ درصد کاهش می‌یابد در این دوره از رشد گیاه برای تولید یک کیلوگرم ریشه چغندر قند در تیمارهای E، E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub>، E<sub>۳</sub>، E<sub>۴</sub>، E<sub>۵</sub> به ترتیب ۱۷۸، ۱۷۸، ۱۷۵، ۲۴۸ و ۲۱۸ لیتر آب مصرف می‌شود.

**کارایی مصرف آب ریشه چغندر قند:** کارایی مصرف آب ریشه چغندر قند بر اساس مقدار عملکرد ریشه به ازای آب مصرف شده محاسبه

فقط در این دوره از رشد گیاه کم آبیاری اعمال گردید و بقیه مراحل رشد گیاه آبیاری کامل انجام گرفت و در دوره رشد ریشه (۵۰ روز دوم کاشت) یا T<sub>۶</sub>، فقط در این دوره از رشد گیاه کم آبیاری اعمال گردید و بقیه مراحل رشد گیاه آبیاری کامل انجام گرفت. در دوره ذخیره سازی قند در ریشه (۴۵ روز آخر رشد) یا T<sub>۶</sub>، که حدوداً ۴۵ روز آخر دوره رشد گیاه بود و فقط در همین دوره از رشد گیاه کم آبیاری اعمال شد و در مراحل اول و دوم آبیاری بصورت کامل و یکسان با لایسیمتر زهکش دار انجام گرفت.

میزان بارندگی در طول دوره آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی مذکور ۳۹۶/۸ میلی متر بود و به دلیل آنکه این عامل در رابطه (۵) صورت مستقیم استفاده گردیده جداگانه مورد بررسی قرار نگرفت. متوسط درجه حرارت در دوره آزمایش ۱۲ درجه و حداکثر آن ۳۰ درجه و متوسط حداقل آن ۳/۵ درجه سانتیگراد بوده است.

در زمان برداشت از دو ردیف میانی با حذف حاشیه از کرت‌های آزمایشی در سطحی معادل ۴/۵ متر مربع عملکرد ریشه تعیین شد پس از توزین محصول هر کرت، نمونه‌ها در کارخانه قند شهرکرد شستشو شده و پولپ ریشه جهت تهیه عیار قند و اجزاء آن به آزمایشگاه تکنولوژی چغندر قند موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذور چغندر قند انتقال داده شد.

همچنین از هر کرت نمونه‌ای از کل اندام هوایی گیاهی تهیه شد و در آون الکتریکی به مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد خشک گردید و بدین ترتیب کل میزان ماده خشک تولیدی (عملکرد بیولوژیک) در هر هکتار محاسبه گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای SPSS و Minitap استفاده شده است.

### بحث و نتایج

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تیمارهای کم آبیاری در دوره‌های مختلف رشد چغندر قند در سطح ۵ درصد تأثیر معنی داری بر عملکرد ریشه، قند و قند قابل استحصال دارد. (جدول ۳ و ۷) و با توجه به اینکه تجزیه واریانس بر اساس سه دوره رشد گیاه چغندر قند به طور جداگانه انجام شده است نتایج مقایسه میانگین‌های به تفکیک سه دوره رشد گیاه به شرح ذیل ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی جدید

| عمق نمونه برداری (سانتیمتر)                 | ۰-۲۵      | ۲۵-۵۰ | ۵۰-۷۵    | ۷۵-۱۲۰ | ۱۲۰-۱۴۰ | ۱۴۰-۱۸۵ | متوسط |
|---|-----------|-------|----------|--------|---------|---------|-------|
| رطوبت ظرفیت مزرعه (Fc) (درصد وزنی)          | ۲۲/۵      | ۲۳    | ۲۴       | ۱۷/۲   | ۱۹/۲    | ۲۰/۶    | ۲۱/۰۸ |
| رطوبت نقطه پژمردگی (درصد وزنی)              | ۱۲/۷      | ۱۲/۹  | ۱۳/۵     | ۹/۵    | ۹/۷     | ۱۰/۱    | ۱۱/۴  |
| جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب) | ۱/۳۴      | ۱/۵۷  | ۱/۷۸     | ۱/۶۷   | ۱/۶۹    | ۱/۶۷    | ۱/۶۲  |
| بافت خاک                                    | سیلتی-رسی | سیلتی | لومی شنی |        |         |         |       |

می‌گردد. کارائی مصرف آب ریشه گیاه چغندر قند از ۳/۵ تا ۷/۵ کیلوگرم ریشه بر متر مکعب آب ارائه شده است و بعضاً نتیجه گرفتند که مقادیر کارائی مصرف آب در شرایط کمبود آب خصوصاً زمانی که تنش آبی ملایم صورت می‌گیرد بالاست (۳۶،۳۵،۳۳،۹). تغییرات کارائی مصرف آب ریشه چغندر قند برای تیمارها نشان می‌دهد که تیمار E<sub>۰</sub> با ۵/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین و تیمار E<sub>۰</sub> با ۴/۰۲ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی کمترین مقدار کارائی مصرف آب را دارند (جدول ۲).

**درصد و عملکرد قند:** تجزیه واریانس میانگین دو سال (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر کم آبیاری در سطح ۵ درصد بر عملکرد قند در آزمون دانکن معنی دار است لیکن درصد قند در سطح ۵ درصد معنی دار نیست. بیشترین عملکرد قند از تیمار E<sub>۰</sub> برابر با ۷۴۹۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین قند از تیمار E<sub>۰</sub> برابر با ۴۵۱۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است (جدول ۲). و لیکن بیشترین درصد قند از تیمار E<sub>۰</sub> برابر با ۱۶/۳۵ درصد و کمترین درصد قند از تیمار E<sub>۰</sub> برابر با ۱۵/۱۵ درصد بدست آمده است (جدول ۲). چغندر قند در مقابل تنش آبی مقاومت نشان داده و عیار قند آن افزایش می‌یابد (۳۷،۲۳،۱۸،۱۷). مقایسه تغییرات درصد قند این دوره از رشد گیاه نشان می‌دهد که با کاهش آب مصرفی درصد قند افزایش یافته و تیمار E<sub>۰</sub> با ۱۶/۳۵ درصد قند بیشترین و تیمار E<sub>۰</sub> با ۱۵/۱۵ درصد قند کمترین مقدار را دارد. تنش آبی مقاومت نشان داده و عیار قند آن افزایش می‌یابد (۳۳، ۲۳، ۱۸، ۱۷) و مقایسه تغییرات درصد قند این دوره از رشد گیاه نشان می‌دهد که با کاهش آب مصرفی درصد قند افزایش یافته و تیمار E<sub>۰</sub> با ۱۶/۳۵ درصد قند بیشترین و تیمار E<sub>۰</sub> با ۱۵/۱۵ درصد قند کمترین مقدار را دارد. مقایسه تغییرات عملکرد قند در مقابل کاهش مصرف آب نشان می‌دهد که با کاهش ۴/۹ و ۲۲/۴ درصد آب مصرفی در تیمارهای E<sub>۰</sub>، E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub> نسبت به E<sub>۰</sub> مقدار عملکرد قند به ترتیب ۳/۶ و ۳۹/۸ درصد کاهش پیدا می‌کند لیکن تیمار E<sub>۰</sub> نسبت به E<sub>۰</sub> با کاهش ۹/۶ درصد آب مصرفی، میزان عملکرد قند ۴/۷ درصد کاهش یافته است مقایسه تغییرات کارائی مصرف آب بر اساس تولید قند نشان می‌دهد که تیمار E<sub>۰</sub> با ۰/۹۰ کیلوگرم قند بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین و تیمار E<sub>۰</sub> با ۰/۶۶ کیلوگرم قند بر متر مکعب آب مصرفی کمترین مقدار را داراست.

**درصد و عملکرد قند قابل استحصال:** بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم آبیاری بر میانگین دو ساله عملکرد قند قابل استحصال نشان می‌دهد که اثر آب آبیاری بر عملکرد قند قابل استحصال در سطح ۵ درصد معنی دار است لیکن بر درصد قند قابل استحصال معین دار نمی‌باشد (جدول). بیشترین عملکرد قند قابل استحصال از تیمار E<sub>۰</sub> برابر با ۵۸۱۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد قند قابل استحصال از تیمار E<sub>۰</sub> برابر با ۳۵۶۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است. هم چنین بیشترین درصد قند قابل استحصال از تیمار E<sub>۰</sub> برابر با ۱۲/۹ درصد و کمترین از تیمار E<sub>۰</sub> برابر با ۱۱/۳۳ درصد بدست آمده است (جدول ۲) تیمارهای E<sub>۰</sub>، E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub> بر اساس آزمون دانکن در یک گروه آماری بود و اختلاف معنی‌داری با تیمار E<sub>۰</sub> دارند لیکن درصد قند قابل استحصال تمام تیمارهای کم آبیاری بر اساس آزمون دانکن در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۲). مقایسه تغییرات کارائی مصرف آب بر اساس تولید قند قابل استحصال نشان می‌دهد که در

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مربوط به عملکرد کمی و کیفی چغندر قند در سطوح مختلف کم آبیاری اعمال شده در دوره ابتدای رشد چغندر قند (ادغام نتایج)

| میانگین | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۰</sub> T <sub>۱</sub> |                     |
|---------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| ۷۹۲۸    | ۸۱۳۵                          | ۸۴۰۵                          | ۷۹۸۵                          | ۷۵۵۵                          | ۶۸۵۸                          | ۶۰۸۱                          | ۷۹۲۸                          | ۸۱۳۵                          | ۸۴۰۵                          | ۷۹۸۵                          | ۷۵۵۵                          | ۶۸۵۸                          | ۶۰۸۱                          | ۷۹۲۸                          | ۸۱۳۵                          | ۸۴۰۵                          | ۷۹۸۵                          | ۷۵۵۵                          | ۶۸۵۸                          | ۶۰۸۱                |
| ۴۰۸۲۰   | ۴۹۵۰۰ <sup>a</sup>            | ۴۷۱۰۰ <sup>a,b</sup>          | ۴۵۴۱۰ <sup>b</sup>            | ۳۴۵۰۰ <sup>c</sup>            | ۲۷۶۰۰ <sup>d</sup>            | ۵۰۹                           | ۴۰۸۲۰                         | ۴۹۵۰۰ <sup>a</sup>            | ۴۷۱۰۰ <sup>a,b</sup>          | ۴۵۴۱۰ <sup>b</sup>            | ۳۴۵۰۰ <sup>c</sup>            | ۲۷۶۰۰ <sup>d</sup>            | ۵۰۹                           | ۴۰۸۲۰                         | ۴۹۵۰۰ <sup>a</sup>            | ۴۷۱۰۰ <sup>a,b</sup>          | ۴۵۴۱۰ <sup>b</sup>            | ۳۴۵۰۰ <sup>c</sup>            | ۲۷۶۰۰ <sup>d</sup>            | ۵۰۹                 |
| ۵۰۹     | ۵۶۰                           | ۵۶۰                           | ۵۶۹                           | ۴۵۷                           | ۴۰۲                           | ۵۰۹                           | ۵۰۹                           | ۵۶۰                           | ۵۶۰                           | ۵۶۹                           | ۴۵۷                           | ۴۰۲                           | ۵۰۹                           | ۵۰۹                           | ۵۶۰                           | ۵۶۰                           | ۵۶۹                           | ۴۵۷                           | ۴۰۲                           | ۵۰۹                 |
| ۱۵/۷۶   | ۱۵/۱۵ <sup>a</sup>            | ۱۵/۳۴                         | ۱۵/۷۴                         | ۱۶/۳۰ <sup>a</sup>            | ۱۶/۳۵                         | ۱۵/۷۶                         | ۱۵/۱۵ <sup>a</sup>            | ۱۵/۳۴                         | ۱۵/۷۴                         | ۱۶/۳۰ <sup>a</sup>            | ۱۶/۳۵                         | ۱۵/۷۶                         | ۱۵/۱۵ <sup>a</sup>            | ۱۵/۱۵ <sup>a</sup>            | ۱۵/۳۴                         | ۱۵/۷۴                         | ۱۶/۳۰ <sup>a</sup>            | ۱۶/۳۵                         | ۱۵/۷۶                         | ۱۵/۱۵ <sup>a</sup>  |
| ۶۴۰۱    | ۷۴۹۹                          | ۷۲۲۵                          | ۷۱۴۷                          | ۵۶۲۴                          | ۴۵۱۳ <sup>a</sup>             | ۶۴۰۱                          | ۷۴۹۹                          | ۷۲۲۵                          | ۷۱۴۷                          | ۵۶۲۴                          | ۴۵۱۳ <sup>a</sup>             | ۶۴۰۱                          | ۷۴۹۹                          | ۷۲۲۵                          | ۷۱۴۷                          | ۵۶۲۴                          | ۴۵۱۳ <sup>a</sup>             | ۶۴۰۱                          | ۷۴۹۹                          | ۷۲۲۵                |
| ۰/۸۰    | ۰/۸۵                          | ۰/۸۶                          | ۰/۹۰                          | ۰/۷۴                          | ۰/۶۶                          | ۰/۸۰                          | ۰/۸۵                          | ۰/۸۶                          | ۰/۹۰                          | ۰/۷۴                          | ۰/۶۶                          | ۰/۸۰                          | ۰/۸۵                          | ۰/۸۶                          | ۰/۹۰                          | ۰/۷۴                          | ۰/۶۶                          | ۰/۸۰                          | ۰/۸۵                          | ۰/۸۶                |
| ۱۲/۴    | ۱۱/۳۳ <sup>a</sup>            | ۱۱/۷                          | ۱۳/۸ <sup>a</sup>             | ۱۳/۳                          | ۱۲/۹ <sup>a</sup>             | ۱۲/۴                          | ۱۱/۳۳ <sup>a</sup>            | ۱۱/۷                          | ۱۳/۸ <sup>a</sup>             | ۱۳/۳                          | ۱۲/۹ <sup>a</sup>             | ۱۲/۴                          | ۱۱/۳۳ <sup>a</sup>            | ۱۱/۳۳ <sup>a</sup>            | ۱۱/۷                          | ۱۳/۸ <sup>a</sup>             | ۱۳/۳                          | ۱۲/۹ <sup>a</sup>             | ۱۲/۴                          | ۱۱/۳۳ <sup>a</sup>  |
| ۴۹۴۶    | ۵۶۰۸ <sup>a</sup>             | ۵۵۱۰ <sup>a,b</sup>           | ۵۸۱۰ <sup>a,b</sup>           | ۴۲۴۳ <sup>b</sup>             | ۳۵۶۰ <sup>c</sup>             | ۴۹۴۶                          | ۵۶۰۸ <sup>a</sup>             | ۵۵۱۰ <sup>a,b</sup>           | ۵۸۱۰ <sup>a,b</sup>           | ۴۲۴۳ <sup>b</sup>             | ۳۵۶۰ <sup>c</sup>             | ۴۹۴۶                          | ۵۶۰۸ <sup>a</sup>             | ۵۵۱۰ <sup>a,b</sup>           | ۵۸۱۰ <sup>a,b</sup>           | ۴۲۴۳ <sup>b</sup>             | ۳۵۶۰ <sup>c</sup>             | ۴۹۴۶                          | ۵۶۰۸ <sup>a</sup>             | ۵۵۱۰ <sup>a,b</sup> |
| ۰/۶۲    | ۰/۶۳                          | ۰/۶۶                          | ۰/۷۳                          | ۰/۵۶                          | ۰/۵۲                          | ۰/۶۲                          | ۰/۶۳                          | ۰/۶۶                          | ۰/۷۳                          | ۰/۵۶                          | ۰/۵۲                          | ۰/۶۲                          | ۰/۶۳                          | ۰/۶۶                          | ۰/۷۳                          | ۰/۵۶                          | ۰/۵۲                          | ۰/۶۲                          | ۰/۶۳                          | ۰/۶۶                |
| ۱۰/۴۷   | ۱                             | ۴/۹                           | ۹/۶                           | ۱۴/۸                          | ۲۲/۴                          | ۱۰/۴۷                         | ۱                             | ۴/۹                           | ۹/۶                           | ۱۴/۸                          | ۲۲/۴                          | ۱۰/۴۷                         | ۱                             | ۴/۹                           | ۹/۶                           | ۱۴/۸                          | ۲۲/۴                          | ۱۰/۴۷                         | ۱                             | ۴/۹                 |
| ۱۷/۷    | ۱                             | ۴/۸۵                          | ۸/۳                           | ۳۰/۳                          | ۴۴/۳                          | ۱۷/۷                          | ۱                             | ۴/۸۵                          | ۸/۳                           | ۳۰/۳                          | ۴۴/۳                          | ۱۷/۷                          | ۱                             | ۴/۸۵                          | ۸/۳                           | ۳۰/۳                          | ۴۴/۳                          | ۱۷/۷                          | ۱                             | ۴/۸۵                |
| ۱۴/۸۲   | ۱                             | ۳/۶                           | ۴/۷                           | ۲۵                            | ۳۹/۸                          | ۱۴/۸۲                         | ۱                             | ۳/۶                           | ۴/۷                           | ۲۵                            | ۳۹/۸                          | ۱۴/۸۲                         | ۱                             | ۳/۶                           | ۴/۷                           | ۲۵                            | ۳۹/۸                          | ۱۴/۸۲                         | ۱                             | ۳/۶                 |
| ۱۲/۷    | ۱                             | ۱/۷۴                          | -                             | ۲۴/۳                          | ۳۶/۵                          | ۱۲/۷                          | ۱                             | ۱/۷۴                          | -                             | ۲۴/۳                          | ۳۶/۵                          | ۱۲/۷                          | ۱                             | ۱/۷۴                          | -                             | ۲۴/۳                          | ۳۶/۵                          | ۱۲/۷                          | ۱                             | ۱/۷۴                |
| ۳/۴۷    | ۳/۷۸                          | ۳/۸                           | ۳/۴۸                          | ۲/۹۱                          | ۳/۴                           | ۳/۴۷                          | ۳/۷۸                          | ۳/۸                           | ۳/۴۸                          | ۲/۹۱                          | ۳/۴                           | ۳/۴۷                          | ۳/۷۸                          | ۳/۸                           | ۳/۴۸                          | ۲/۹۱                          | ۳/۴                           | ۳/۴۷                          | ۳/۷۸                          | ۳/۸                 |
| ۴/۳     | ۴                             | ۴/۷۹                          | ۴/۱۷                          | ۴/۱۶                          | ۴/۳۴                          | ۴/۳                           | ۴                             | ۴/۷۹                          | ۴/۱۷                          | ۴/۱۶                          | ۴/۳۴                          | ۴/۳                           | ۴                             | ۴/۷۹                          | ۴/۱۷                          | ۴/۱۶                          | ۴/۳۴                          | ۴/۳                           | ۴                             | ۴/۷۹                |
| ۶/۰۴    | ۶/۲۵                          | ۶/۳                           | ۶                             | ۵/۷                           | ۵/۹                           | ۶/۰۴                          | ۶/۲۵                          | ۶/۳                           | ۶                             | ۵/۷                           | ۵/۹                           | ۶/۰۴                          | ۶/۲۵                          | ۶/۳                           | ۶                             | ۵/۷                           | ۵/۹                           | ۶/۰۴                          | ۶/۲۵                          | ۶/۳                 |
| ۳/۳۷    | ۳/۲۷                          | ۳/۶۲                          | ۳/۳۷                          | ۳/۰۷                          | ۳/۲۶                          | ۳/۳۷                          | ۳/۲۷                          | ۳/۶۲                          | ۳/۳۷                          | ۳/۰۷                          | ۳/۲۶                          | ۳/۳۷                          | ۳/۲۷                          | ۳/۶۲                          | ۳/۳۷                          | ۳/۰۷                          | ۳/۲۶                          | ۳/۳۷                          | ۳/۲۷                          | ۳/۶۲                |

جدول ۳- تجزیه واریانس ریشه و اجزاء عملکرد چغندر قند در دوره رشد ابتدایی (۵۰ روز اول) در ارقام نتایج (دانکن ۵ درصد)

| منبع تغییرات    | عملکرد ریشه | درصد قند | عملکرد قند  | درصد قند قابل استحصال | عملکرد قند قابل استحصال | قند ملاس | سدیم ریشه | درجه آزادی |
|-----------------|-------------|----------|-------------|-----------------------|-------------------------|----------|-----------|------------|
| تکرار           | ۴۸۹/۳۰۰     | ۲/۶۰۱    | ۳۷۴۲۷۶۴۴۰۰  | ۳/۲                   | ۱۸۰۰۰۰۰۰۰۰              | ۱/۰۸۶۵   | ۱/۱۶۰۶    | ۲          |
| تیمار کم آبیاری | ۲۱۴۹/۴۰۰    | ۶/۸۶۷    | ۳۷۰۱۸۸۱۷۴۰۰ | ۱۵/۸۳۲                | ۱۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰             | ۱/۴۷۱۶   | ۶/۷۴۰     | ۴          |
| سال             | ۱۱/۹۱       | ۰/۰۰۱    | ۱۵۱۷۳۶      | ۰/۵۱۰                 | ۳۲۰                     | ۰/۱۰۳۸   | ۰/۰۲۱۷    | ۱          |
| سال در آبیاری   | ۹۵/۹۹       | ۱/۹۱۶    | ۱۲۶۱۳۸۲     | ۱/۲۷۹                 | ۹۳۲۲۸۶                  | ۰/۳۹۴۲   | ۱/۳۱۵۵    | ۴          |
| تکرار در سال    | ۲۴/۰۵       | ۰/۱۱۴    | ۵۰۸۰۷۷      | ۱/۱۹۵                 | ۷۰۳۹۵۰                  | ۰/۴۲۸۴   | ۰/۰۳۰۵    | ۴          |
| تکرار در آبیاری | ۲۰۹/۸       | ۱۴/۱۳۲   | ۷۴۸۹۱۰۴     | ۱۳/۳۳۴                | ۱۵۶۸۹۷۹۱                | ۰/۳۶۲۰   | ۲/۹۲۳۱    | ۸          |
| خطا             | ۱۱۲/۸۲      | ۱۰/۳۱۵   | ۱۶۲۸۴۸۶     | ۱۵/۰۳۰                | ۲۶۲۹۹۸۴                 | ۰/۶۴۹۴   | ۵/۸۱۷۹    | ۸          |
| کل              | ۳۰۹۳/۳۶     | ۲۵/۸۴۵   | ۶۵۴۸۵۲۹۲    | ۵۰/۰۸۰                | ۳۹۰۰۰۰۰۰۰۰              | ۴/۴۹     | ۱۷/۹۱۱    | ۲۹         |

تیمار E<sub>۳</sub> با ۰/۷۳ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین و تیمار E<sub>۱</sub> با ۰/۵۱ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی کمترین مقدار را دارند (جدول ۲) و نتایج نشان می‌دهد که با کاهش ۴/۹ و ۲۲/۴ درصد آب مصرفی در تیمارهای E<sub>۳</sub>، E<sub>۲</sub> نسبت به E<sub>۱</sub> مقدار عملکرد قند به ترتیب ۱/۷۴ و ۳۶/۵ درصد کاهش می‌یابد و تیمار E<sub>۳</sub> با کاهش ۹/۶ درصد آب مصرفی نسبت به تیمار E<sub>۱</sub> علاوه بر این که کاهش نیافته است بلکه ۳/۵ درصد افزایش را نشان می‌دهد (جدول ۲)

نتایج نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی کم آبیاری یکی از مهمترین ابزار بهینه سازی مصرف آب است و در شرایط آزمایش آبیاری، تیمار E<sub>۳</sub> با ۳۰ درصد تنش آبی و عملکرد ۴۵۴۱۰ کیلوگرم ریشه در هکتار و ۷۱۴۷ کیلوگرم قند در هکتار و ۵۸۱۰ کیلوگرم قند قابل استحصال با کارایی مصرف آب به میزان ۵/۶۹ کیلوگرم عملکرد ریشه بر متر مکعب آب و ۰/۹۰ کیلوگرم عملکرد قند بر متر مکعب آب و ۰/۷۳ کیلوگرم عملکرد قند قابل استحصال متر مکعب آب، تیمار برتر بوده است و در صورتی که محدودیت منابع آب باشد توصیه می‌شود.

#### T<sub>۲</sub>: دوره رشد ریشه (۵۰ روز دوم کاشت)

عملکرد ریشه: بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم آبیاری بر میانگین دو سال عملکرد ریشه چغندر قند در دوره دوم رشد نشان می‌دهد که اثر سال بر عملکرد ریشه معنی دار نمی‌باشد لیکن اثر آب آبیاری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار است (جدول ۵). بیشترین میزان عملکرد ریشه تیمار E<sub>۱</sub> با ۴۹/۵ تن در هکتار و کمترین میزان عملکرد ریشه تیمار E<sub>۳</sub> با ۲۴۶۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است (جدول ۴) و تیمارهای E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub>، E<sub>۳</sub> بر اساس آزمون دانکن به ترتیب در گروه آماری d, c, b, a قرار دارند (جدول ۴)

آب مصرفی: جدول (۴) نشان دهنده آن است که میزان آب مصرفی تیمارهای کم آبیاری گیاه چغندر قند در این دوره از رشد گیاه با احتساب آب بارش برای E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub>، E<sub>۳</sub> به ترتیب ۸۸۳۵، ۸۳۲۵، ۷۸۱۵، ۷۳۱۰، ۶۴۵۵ متر مکعب آب مصرفی در هر هکتار می‌باشد. تغییرات آب مصرفی نسبت به عملکرد ریشه نشان می‌دهد که با کاهش آب مصرفی عملکرد ریشه کاهش می‌یابد به طوری که در تیمار E<sub>۱</sub> با کاهش ۵/۸ درصد مصرف آب عملکرد ریشه ۶/۸ درصد و در تیمار E<sub>۳</sub> با کاهش ۲۶/۹ درصد آب، عملکرد ریشه ۵۰/۳۰ درصد کاهش می‌یابد (جدول ۴) و برای تولید یک کیلوگرم ریشه در این دوره از رشد گیاه در تیمارهای E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub>، E<sub>۳</sub> به ترتیب ۱۷۸ و ۱۸۱ و ۲۰۵ و ۲۶۲ لیتر آب مصرف می‌شود.

کارایی مصرف آب ریشه چغندر قند: مقایسه تغییرات کارایی مصرف آب برای تولید ریشه چغندر قند در تیمارهای مختلف آزمایش نشان می‌دهد که با کاهش آب مصرفی، مقدار کارایی مصرف آب کاهش می‌یابد تیمار E<sub>۱</sub> با ۵/۶ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین و تیمار E<sub>۳</sub> با ۳/۸۱ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی کمترین مقدار را دارند (جدول ۴)

درصد و عملکرد قند: تجزیه واریانس میانگین عملکرد دو سال (جدول ۵) نشان می‌دهد که اثر کم آبیاری در سطح ۵ درصد بر عملکرد قند بر اساس آزمون دانکن معنی دار است و لیکن در سطح ۵ درصد، درصد قند معنی دار نمی‌باشد و بیشترین عملکرد قند از تیمار E<sub>۱</sub> برابر با ۷۴۹۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد قند از تیمار E<sub>۳</sub> برابر با ۳۹۲۱

کیلوگرم در هکتار بدست آمده است و لیکن بیشترین درصد قند از تیمار E<sub>3</sub> برابر با ۱۶/۶۴ و کمترین درصد قند از تیمار E<sub>1</sub> برابر با ۱۵/۱۵ درصد بدست آمده است (جدول ۴). تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری a و تیمارهای E<sub>4</sub>, E<sub>5</sub>, E<sub>6</sub> بر اساس آزمون دانکن به ترتیب گروه‌های آماری docb قرار دارند (جدول ۴)

مقایسه تغییرات کارائی مصرفی آب برای تولید قند نشان می‌دهد که تیمار E<sub>6</sub> با ۰/۹۲ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین و تیمار E<sub>1</sub> با ۰/۶۱ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی کمترین مقدار را دارند (جدول ۴) با کاهش آب مصرفی در تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> به ترتیب برابر با ۵/۸ و ۲۶/۹ درصد نسبت به تیمار E<sub>0</sub> مقدار عملکرد قند به ترتیب ۵/۱ و ۴۷/۷ درصد کاهش می‌یابد و مشاهده می‌شود که در این دوره از رشد گیاه، تیمار E<sub>6</sub> با کاهش ۱۱/۵ درصد آب مصرفی، عملکرد قند ۳/۹ درصد کاهش می‌یابد (جدول ۴)

**درصد و عملکرد قند قابل استحصال:** بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم آبیاری بر میانگین دو ساله درصد و عملکرد قند قابل استحصال نشان می‌دهد که اثر آب آبیاری بر عملکرد قند قابل استحصال بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار است لیکن بر درصد قند قابل استحصال معنی دار نمی‌باشد (جدول ۵) بیشترین عملکرد قند قابل استحصال از تیمار E<sub>6</sub> برابر با ۵۶۲۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد قند قابل استحصال از تیمار E<sub>1</sub> برابر با ۲۹۵۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است همچنین در این دوره از رشد گیاه بیشترین درصد قند قابل استحصال از تیمار E<sub>6</sub> برابر با ۱۲/۹۸ درصد و کمترین درصد قند از تیمار E<sub>1</sub> برابر با ۱/۳۳ درصد بدست آمده است (جدول ۴) تیمارهای E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> بر اساس آزمون دانکن در گروه آماری a بوده و با تیمار E<sub>6</sub> اختلاف معنی دار دارند (جدول ۴). مقایسه تغییرات کارائی مصرفی آب برای تولید قند قابل استحصال نشان می‌دهد که تیمار E<sub>6</sub> با ۰/۷۲ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین و تیمار E<sub>1</sub> با ۰/۴۶ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی کمترین مقدار را دارند (جدول ۴) و نتایج نشان می‌دهد که کاهش مصرف آب تا میزان معینی می‌تواند سبب افزایش کارائی مصرفی آب گردد.

تغییرات عملکرد قند در مقابل کاهش مصرف آب در جدول (۴) نشان می‌دهد. که با کاهش ۵/۸ و ۲۶/۹ درصد آب مصرفی در تیمارهای E<sub>4</sub>, E<sub>1</sub> نسبت به تیمار E<sub>0</sub> مقدار عملکرد محصول قند قابل استحصال به ترتیب ۴/۹ و ۴۷/۴ درصد کاهش پیدا می‌کند (جدول ۴) و با کاهش آب مصرفی و عملکرد ریشه کاهش می‌یابد لیکن با افزایش درصد قند عملکرد قابل جبران است (۲) تیمار E<sub>6</sub> با کاهش ۱۱/۵ درصد آب مصرفی علاوه بر اینکه عملکرد قند قابل استحصال کاهش پیدا نکرده بلکه حدود ۰/۵ درصد محصول قند قابل استحصال افزایش پیدا کرده است (جدول ۵).

نتایج نشان می‌دهد در شرایط این آزمایش تیمار E<sub>6</sub> با ۳۰ درصد تنش آبی و عملکرد ۴۳۳۰۰ کیلوگرم ریشه و ۷۲۰۵ کیلوگرم قند و ۵۶۲۰ کیلوگرم قند قابل استحصال با کارائی مصرفی آب به میزان ۵/۵۴ کیلوگرم عملکرد ریشه بر متر مکعب آب مصرفی و ۰/۹۲ کیلوگرم قند بر متر مکعب آب و ۰/۷۲ کیلوگرم قند قابل استحصال بر متر مکعب آب مصرفی تیمار برتر بوده و در صورتی که محدودیت منابع آب وجود داشته باشد توصیه می‌گردد.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مربوط به عملکرد کمی و کیفی چغندر قند در سطوح مختلف کم آبیاری در دوره رشد میانی (۵۰ روز دوم) ادغام نتایج

| میانگین | E <sub>1</sub> T <sub>2</sub> | E <sub>2</sub> T <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> T <sub>2</sub> | E <sub>4</sub> T <sub>2</sub> | E <sub>0</sub> T <sub>2</sub> | تیمار                                      |
|---------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| ۷۷۴۵    | ۶۴۵۵                          | ۷۸۱۵                          | ۷۳۱۰                          | ۶۴۵۵                          | ۸۸۳۵                          | مصرفی آب (متر مکعب در هکتار)               |
| ۳۹۸۰۰   | ۳۴۶۰۰                         | ۳۵۶۰۰                         | ۳۵۶۰۰                         | ۳۴۶۰۰                         | ۴۹۵۰۰                         | عملکرد ریشه (کیلوگرم در هکتار)             |
| ۵۰۷     | ۳۸۱                           | ۵۵۴                           | ۴۸۷                           | ۳۸۱                           | ۵۶۰                           | کارائی مصرفی آب (کیلوگرم در متر مکعب)      |
| ۱۵۸۴    | ۱۵۹۴                          | ۱۶۶۴                          | ۱۶۱۲                          | ۱۵۹۴                          | ۱۵۷۵                          | قند (درصد)                                 |
| ۶۲۹۰    | ۳۹۲۱                          | ۷۲۰۵                          | ۵۷۰۳                          | ۳۹۲۱                          | ۷۴۹۹                          | عملکرد قند (کیلوگرم در هکتار)              |
| ۰/۸۰    | ۰/۶۱                          | ۰/۹۲                          | ۰/۷۸                          | ۰/۶۱                          | ۰/۸۵                          | کارائی مصرفی آب (کیلوگرم در متر مکعب)      |
| ۱۲۰۵    | ۱۳۰۵                          | ۱۲۹۸                          | ۱۲۳۸                          | ۱۳۰۵                          | ۱۱۳۳                          | قند قابل استحصال (درصد)                    |
| ۴۷۸۴    | ۲۹۵۲                          | ۵۶۲۰                          | ۴۴۰۷                          | ۲۹۵۲                          | ۵۶۰۸                          | عملکرد قند قابل استحصال (کیلوگرم در هکتار) |
| ۰/۶۱    | ۰/۴۶                          | ۰/۷۲                          | ۰/۶۰                          | ۰/۴۶                          | ۰/۶۳                          | کارائی مصرفی آب (کیلوگرم در متر مکعب)      |
| ۱۲/۵    | ۳۶/۹                          | ۱۷/۲۰                         | ۱۷/۲۰                         | ۳۶/۹                          | ۱                             | درصد کاهش آب مصرفی                         |
| ۱۹/۷    | ۵۰/۲۰                         | ۳۸/۱                          | ۳۸/۱                          | ۵۰/۲۰                         | ۱                             | درصد کاهش عملکرد ریشه                      |
| ۱۶/۳    | ۴۷/۷                          | ۳۲/۹                          | ۳۲/۹                          | ۴۷/۷                          | ۱                             | درصد کاهش عملکرد قند                       |
| ۱۴/۹۴   | ۴۷/۴                          | -                             | ۲۱/۴                          | ۴۷/۴                          | ۴/۹                           | درصد کاهش عملکرد قند قابل استحصال          |
| ۳/۵۴    | ۳/۴۱                          | ۳/۵۳                          | ۳/۱۳                          | ۳/۴۱                          | ۳/۷۸                          | سبب ریشه (میلی گرم در کیلوگرم)             |
| ۳/۶     | ۳/۷                           | ۳/۴                           | ۳/۳                           | ۳/۷                           | ۳/۲۷                          | قند ملاس (درصد)                            |
| ۴/۱     | ۴/۵                           | ۳/۷                           | ۴/۳                           | ۴/۵                           | ۴                             | آزت ریشه (میلی گرم در کیلوگرم)             |
| ۶/۴     | ۶/۳                           | ۵/۷                           | ۵/۷                           | ۶/۳                           | ۶/۲۵                          | پناسیم ریشه (میلی گرم در کیلوگرم)          |

T<sub>۲</sub>: دوره انتهایی یا ذخیره سازی قند در ریشه (۴۵ روز آخر رشد)

عملکرد ریشه: بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم آبیاری بر میانگین دو سال عملکرد ریشه چغندر قند در دوره سوم رشد گیاه نشان می‌دهد که اثر سال و تکرار و آب آبیاری بر عملکرد ریشه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار است (جدول ۷). با کاهش آب مصرفی میزان عملکرد ریشه گیاه، قند، قند استحصالی کاهش می‌یابد (۲۲، ۱۵، ۳). مقایسه تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در این دوره نشان می‌دهد که تیمار E<sub>۰</sub> با ۴۹/۵ تن در هکتار بیشترین و تیمار E<sub>۶</sub> با ۲۸/۶ تن در هکتار کمترین مقدار عملکرد ریشه را دارند (جدول ۶) و تیمارهای E<sub>۲</sub>، E<sub>۳</sub>، E<sub>۴</sub>، E<sub>۵</sub> بر اساس آزمون دانکن به ترتیب در گروه آماری a، b، c، d قرار دارند (جدول ۶)

آب مصرفی گیاه: میزان آب مصرفی تیمارهای کم آبیاری گیاه چغندر قند در این دوره از رشد گیاه با احتساب آب بارش برای E<sub>۰</sub>، E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub>، E<sub>۳</sub>، E<sub>۴</sub>، E<sub>۵</sub>، E<sub>۶</sub> به ترتیب ۸۸۳۵، ۸۴۹۰، ۸۱۳۰، ۷۷۹۰، ۷۲۱۰ متر مکعب در هکتار بدست آمده است (جدول ۶)

تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در مقابل آب مصرفی (جدول ۶) نشان می‌دهد که با کاهش ۳/۹ درصد آب مصرفی در تیمار E<sub>۶</sub>، عملکرد ریشه ۵/۵ درصد و در تیمار E<sub>۴</sub> با کاهش ۱۸/۴ درصد آب مصرفی عملکرد ریشه ۴۲/۲ درصد کاهش می‌یابد در این دوره از رشد گیاه برای تولید یک کیلوگرم ریشه چغندر قند در تیمارهای E<sub>۰</sub>، E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub>، E<sub>۳</sub>، E<sub>۴</sub>، E<sub>۵</sub> به ترتیب ۱۷۸، ۱۸۶، ۱۸۱، ۲۰۳، ۲۵۱ لیتر آب مصرف می‌شود. تغییرات کارایی مصرف آب ریشه چغندر قند برای تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که با کاهش آب مصرفی مقدار کارایی مصرف آب کاهش می‌یابد و تیمار E<sub>۶</sub> با ۵/۶ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین و تیمار E<sub>۴</sub> با ۳/۹۷ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی کمترین مقدار را داراست (جدول ۶) بین تیمارهای E<sub>۰</sub>، E<sub>۱</sub>، E<sub>۲</sub> بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد لیکن بین E<sub>۳</sub>، E<sub>۴</sub> اختلاف معنی دار است (جدول ۶)

درصد قند و عملکرد قند: تجزیه واریانس میانگین در سال (جدول ۷) نشان می‌دهد که اثر کم آبیاری بر عملکرد قند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار است لیکن درصد قند در سطح ۵ درصد معنی دار نمی‌باشد. بیشترین عملکرد قند از تیمار E<sub>۰</sub> برابر با ۷۴۹۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد قند از تیمار E<sub>۶</sub> برابر با ۴۶۶۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است (جدول ۶).

چغندر قند در دوره ذخیره سازی قند و مراحل آخر دوره رشد در مقابل تنش آبی مقاومت نشان داده و عیار قند آن افزایش می‌یابد (۳۷، ۲۳، ۱۸، ۱۷) مقایسه تغییرات درصد قند این دوره از رشد گیاه نشان می‌دهد که با کاهش آب مصرفی درصد قند افزایش یافته است و تیمار E<sub>۶</sub> با ۱۶/۳ درصد قند بیشترین و تیمار E<sub>۰</sub> با ۱۵/۱۵ درصد قند کمترین مقدار را دارد (جدول ۶)

مقایسه تغییرات کارایی مصرف آب برای تولید قند نشان می‌دهد که تیمار E<sub>۱</sub> با ۰/۸۷ کیلوگرم قند بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین و تیمار E<sub>۴</sub> با ۰/۶۵ کیلوگرم قند بر متر مکعب آب مصرفی کمترین مقدار را داراست (جدول ۶) تغییرات کاهش آب مصرفی نسبت به کاهش عملکرد قند در این دوره نشان می‌دهد که در تیمار E<sub>۳</sub>، E<sub>۴</sub> به ترتیب با کاهش ۳/۹ و ۱۸/۴ درصد آب مصرفی، عملکرد قند، به ترتیب ۱/۷ و ۳۷/۸ درصد کاهش

جدول ۵: تجزیه واریانس ریشه و اجزاء عملکرد چغندر قند در دوره رشد میانی (۵۰ روز دوم) ادغام نتایج دانکن ۵ درصد

| منبع تغییرات    | عملکرد ریشه           | درصد قند | عملکرد قند              | درصد قند قابل استحصال | عملکرد قند قابل استحصال | قند ملاس | سدیم ریشه | درجه آزادی |
|-----------------|-----------------------|----------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|-----------|------------|
| تکرار           | ۵/۵                   | ۱/۰۱۰    | ۸۱۷۱۴                   | ۱/۸۵۶                 | ۱۴۶۷۸۴                  | ۳/۳۰۵    | ۱/۴۳۲۲    | ۲          |
| تیمار کم آبیاری | ۳۳۸۶/۴ <sup>***</sup> | ۸۱۷۰۳    | ۴۶۱۱۱۴۹۳ <sup>***</sup> | ۱۲/۸۹۴                | ۳۳۰۰۰۰۰۰ <sup>***</sup> | ۱/۰۶۴۳   | ۱/۴۸۸۲    | ۴          |
| سال             | ۲۱/۵۱                 | ۱/۳۹۵    | ۱۸۹۲۱۰                  | ۱/۱۷۲                 | ۱۶۴۶۲۹۳                 | ۱/۳۸۰۹   | ۰/۰۰۰۴    | ۱          |
| سال در آبیاری   | ۱۳۷/۵                 | ۶۳۱۵     | ۱۱۳۳۵۱۸                 | ۸/۴۷۶                 | ۴۹۹۴۰۸                  | ۰/۵۹۰۲   | ۰/۳۳۷۲    | ۴          |
| تکرار در سال    | ۱۳/۶۲                 | ۶۰۹      | ۸۹۵۷۲                   | ۰/۰۰۸                 | ۲۶۳۰۳۶                  | ۲/۳۱۱۶   | ۰/۰۵۱۷    | ۴          |
| تکرار در آبیاری | ۱۴۷/۸۰۰               | ۵/۷۳۱    | ۲۴۹۶۶۶۲                 | ۱۱/۹۱۱                | ۱۶۱۸۰۲۱                 | ۳/۳۳۵۲   | ۲/۵۷۱۷    | ۸          |
| خطا             | ۹۰/۲۵                 | ۸۱۵۴۶    | ۴۴۵۹۴۰۴                 | ۹/۷۴۹                 | ۳۸۱۳۳۲۵                 | ۱/۸۲۶۳   | ۰/۹۰۴۳    | ۸          |
| کل              | ۲۸۰۲/۵                | ۳۲/۳۱    | ۵۴۵۶۱۵۷۲                | ۴۶/۱۱۲                | ۳۱۰۰۰۰۰۰                | ۱۲/۳۳۹۱  | ۷/۱۸۵۶    | ۲۹         |



می‌یابد (جدول ۶)

**درصد و عملکرد قند قابل استحصال:** بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم آبیاری بر میانگین دو ساله عملکرد قند قابل استحصال نشان می‌دهد که اثر آب آبیاری بر عملکرد قند قابل استحصال در سطح ۵ درصد معنی دار است لیکن بر درصد قند قابل استحصال معنی دار نمی‌باشد (جدول ۷) و بیشترین عملکرد قند قابل استحصال از تیمار E<sub>۱</sub> برابر با ۵۶۱۸ کیلو گرم در هکتار و کمترین از تیمار E<sub>۶</sub> برابر با ۳۳۱۸ کیلو گرم در هکتار بدست آمده است (جدول ۶)

مقایسه تغییرات کارائی مصرف آب برای تولید قند قابل استحصال نشان می‌دهد که تیمار E<sub>۶</sub> با ۰/۶۷ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین و تیمار E<sub>۶</sub> با ۰/۴۶ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی کمترین مقدار را دارد (جدول ۶) و مقایسه تغییرات عملکرد قند قابل استحصال در مقابل کاهش مصرف آب نشان می‌دهد که با کاهش ۳/۹ و ۱۸/۶ درصد آب مصرفی به ترتیب در تیمارهای E<sub>۶</sub>، E<sub>۱</sub> عملکرد قند قابل استحصال به ترتیب ۲/۵ و ۴۰/۸ درصد کاهش می‌یابد لیکن در این دوره از رشد گیاه تیمار E<sub>۶</sub>، E<sub>۱</sub> به ترتیب با کاهش ۳/۹ و ۸ درصد آب مصرفی، عملکرد قند قابل استحصال ۲/۵ و ۲/۸ درصد کاهش می‌یابد که این گزینه‌ها برای توصیه مناسب هستند.

### نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی کم آبیاری یکی از مهمترین ابزار بهینه سازی مصرف آب است.

۱ - در شرایط مشابه آزمایش در صورتی که محدودیت منابع آب وجود داشته باشد در هر سه دوره رشد گیاه تیمار E<sub>۶</sub> یا ۳۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه چغندر قند تیمار برتر بوده و توصیه می‌گردد (جدول ۲، ۶ و ۴). این نتایج با یافته‌های محققین مطابقت دارد (۱۸، ۲).

۲ - حساسیت دوره‌های رشد گیاه در عملکرد ریشه و قند قابل استحصال به عبارتند از دوره‌های رشد دوم، اول و سوم گیاه می‌باشد و این نتایج با یافته‌های تحقیقات دیگر مطابقت دارد (۶، ۹، ۱۶، ۱۷، ۲۳) و حساس‌ترین دوره، دوره رشد دوم یا دوره رشد ریشه می‌باشد اگر کاهش آب اتفاق بیافتد موجب افت شدید عملکرد ریشه و قند قابل استحصال خواهد شد (جدول ۲، ۶ و ۴)

۳ - در هر سه مرحله رشد گیاه مقدار درصد قند، با کاهش آب آبیاری افزایش می‌یابد از این نتایج استنباط می‌شود که درصد قند در شرایط کم آبی، بیشتر از درصد قند در شرایط آبیاری کامل است و این نتایج با آزمون محققین مطابقت دارد (۱۰، ۲۳).

### پاورقی‌ها

۱ - قسمتی از رساله دکتری در گروه تخصصی آبیاری دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران

### منابع مورد استفاده

- ۱ - ابراهیمی پاک، ن. ع. ۱۳۷۸؛ تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل چغندر قند با استفاده از لایسمتر در شهرکرد: گزارش نهائی خاک و آب شهر کرد
- ۲ - اکبری، م. ۱۳۷۸؛ تأثیر کم آبیاری بر عملکرد چغندر قند در اصفهان: مجموعه

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مربوط به عملکرد کمی و کیفی چغندر قند در سطوح مختلف کم آبیاری در دوره ذخیره‌سازی قند (۴۵ روز سوم) ادغام نتایج

| میانگین | E <sub>۱</sub> T <sub>۳</sub> | E <sub>۱</sub> T <sub>۲</sub> | E <sub>۱</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۲</sub> T <sub>۳</sub> | E <sub>۲</sub> T <sub>۲</sub> | E <sub>۲</sub> T <sub>۱</sub> | E <sub>۳</sub> T <sub>۳</sub> | E <sub>۳</sub> T <sub>۲</sub> | E <sub>۳</sub> T <sub>۱</sub> | میانگین |
|---------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|
| ۸۰۹۸    | ۸۲۵                           | ۸۴۰                           | ۸۱۲                           | ۷۷۰                           | ۷۷۰                           | ۷۷۰                           | ۷۲۱                           | ۷۲۱                           | ۷۲۱                           | ۸۰۹۸    |
| ۴۱۲۰۰   | ۴۹۵۰۰                         | ۴۶۸۰۰                         | ۴۲۸۰۰                         | ۳۸۲۰۰                         | ۳۸۲۰۰                         | ۳۸۲۰۰                         | ۲۸۶۰۰                         | ۲۸۶۰۰                         | ۲۸۶۰۰                         | ۴۱۲۰۰   |
| ۵۰۵     | ۵۵۱                           | ۵۵۱                           | ۵۵۱                           | ۴۵۹                           | ۴۵۹                           | ۴۵۹                           | ۳۵۹                           | ۳۵۹                           | ۳۵۹                           | ۵۰۵     |
| ۱۵/۸    | ۱۵/۸                          | ۱۵/۸                          | ۱۵/۸                          | ۱۵/۸                          | ۱۵/۸                          | ۱۵/۸                          | ۱۵/۸                          | ۱۵/۸                          | ۱۵/۸                          | ۱۵/۸    |
| ۶۶۷     | ۷۴۹                           | ۷۳۷                           | ۶۸۰                           | ۶۰۷                           | ۶۰۷                           | ۶۰۷                           | ۴۶۲                           | ۴۶۲                           | ۴۶۲                           | ۶۶۷     |
| ۰/۸۰    | ۰/۸۵                          | ۰/۸۷                          | ۰/۸۴                          | ۰/۷۸                          | ۰/۷۸                          | ۰/۷۸                          | ۰/۶۵                          | ۰/۶۵                          | ۰/۶۵                          | ۰/۸۰    |
| ۱۱/۹۰   | ۱۱/۸۳                         | ۱۱/۸۶                         | ۱۱/۸۳                         | ۱۱/۷۳                         | ۱۱/۷۳                         | ۱۱/۷۳                         | ۱۱/۵۶                         | ۱۱/۵۶                         | ۱۱/۵۶                         | ۱۱/۹۰   |
| ۴۹۰/۱۴  | ۵۶۰/۸                         | ۵۴۶/۵                         | ۵۴۴/۸                         | ۴۶۷/۱                         | ۴۶۷/۱                         | ۴۶۷/۱                         | ۳۳۱/۸                         | ۳۳۱/۸                         | ۳۳۱/۸                         | ۴۹۰/۱۴  |
| ۰/۶۰    | ۰/۶۴                          | ۰/۶۴                          | ۰/۶۷                          | ۰/۶۲                          | ۰/۶۲                          | ۰/۶۲                          | ۰/۴۶                          | ۰/۴۶                          | ۰/۴۶                          | ۰/۶۰    |
| ۸/۶۲    | ۱                             | ۳/۹                           | ۸                             | ۱۱/۸                          | ۱۱/۸                          | ۱۱/۸                          | ۱۸/۴                          | ۱۸/۴                          | ۱۸/۴                          | ۸/۶۲    |
| ۱۷      | ۱                             | ۵/۵                           | ۱۳/۵                          | ۲۲/۸                          | ۲۲/۸                          | ۲۲/۸                          | ۴۲/۲                          | ۴۲/۲                          | ۴۲/۲                          | ۱۷      |
| ۱۳/۸۲   | ۱                             | ۲                             | ۹/۳                           | ۱۹                            | ۱۹                            | ۱۹                            | ۳۷/۸                          | ۳۷/۸                          | ۳۷/۸                          | ۱۳/۸۲   |
| ۱۲/۶    | ۱                             | ۲/۵                           | ۲/۸                           | ۱۶/۷                          | ۱۶/۷                          | ۱۶/۷                          | ۴۰/۸                          | ۴۰/۸                          | ۴۰/۸                          | ۱۲/۶    |
| ۳/۶۶    | ۳/۷۸                          | ۴/۰۱                          | ۳/۶۴                          | ۳/۴۴                          | ۳/۴۴                          | ۳/۴۴                          | ۳/۵۵                          | ۳/۵۵                          | ۳/۵۵                          | ۳/۶۶    |
| ۳/۳     | ۳/۲۷                          | ۳/۳                           | ۳/۵                           | ۳/۲                           | ۳/۲                           | ۳/۲                           | ۳/۲۷                          | ۳/۲۷                          | ۳/۲۷                          | ۳/۳     |
| ۳/۷۵    | ۴                             | ۴/۱۶                          | ۴/۱۴                          | ۳/۶۶                          | ۳/۶۶                          | ۳/۶۶                          | ۲/۸۳                          | ۲/۸۳                          | ۲/۸۳                          | ۳/۷۵    |
| ۵/۹۹    | ۶/۲۵                          | ۵/۹۶                          | ۶/۳۰                          | ۵/۷۶                          | ۵/۷۶                          | ۵/۷۶                          | ۵/۷۱                          | ۵/۷۱                          | ۵/۷۱                          | ۵/۹۹    |

| منبع تغییرات    | درجه آزادی | عملکرد ریشه          | درصد قند           | عملکرد قند              | درصد قابل استحصال | عملکرد قابل استحصال    | قند ملاس | سدیم ریشه |
|-----------------|------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|----------|-----------|
| تکرار           | ۲          | ۴۰.۲۱۵ <sup>۰۰</sup> | ۴/۷۴۷ <sup>۰</sup> | ۱۰۰۲۱۴۹۸۱ <sup>۰۰</sup> | ۵۳۰۱              | ۸۴۰۴۹۶ <sup>۰</sup>    | ۱/۴۹۶۱۸  | ۵/۵۲۲     |
| تیمار کم آبیاری | ۴          | ۱۶۹۹/۴ <sup>۰۰</sup> | ۱/۳۰               | ۳۹۷۶۵۱۴۴ <sup>۰۰</sup>  | ۷/۹۳۵             | ۳۴۰۰۰۰۰۰ <sup>۰۰</sup> | ۰/۴۴۶۷۱  | ۱/۰۸۰۹    |
| سال             | ۱          | ۱۲۲/۱۷ <sup>۰</sup>  | ۱/۵۵۵              | ۴۰۱۸۹۷۳ <sup>۰</sup>    | ۲/۳۸۰             | ۶۷۶۸۰۱                 | ۰/۵۲۵۳۶  | ۰/۲۵۵۸    |
| سال در آبیاری   | ۴          | ۸۲/۹۸                | ۲/۲۳۷              | ۱۹۵۵۲۱۸                 | ۶/۲۸۰             | ۱۹۵۳۶۳۱                | ۰/۷۷۴۲۹  | ۰/۸۶۲۰    |
| تکرار در سال    | ۴          | ۲۱/۸۵                | ۲/۰۹۵۸             | ۳۱۰۶۰۵                  | ۶/۳۵۶             | ۱۳۳۴۶۹                 | ۰/۱۳۲۹۳  | ۰/۹۱۴۸    |
| تکرار در آبیاری | ۸          | ۱۲۵/۰۴               | ۷/۰۰۴۱             | ۴۴۳۶۱۴۱                 | ۱۲/۵۹۷            | ۴۳۲۸۰۴۸                | ۰/۷۸۹۰۹  | ۳/۳۷۴۰    |
| خطا             | ۸          | ۷۲/۱۳                | ۲/۸۵۱              | ۲۸۵۵۸۷۶                 | ۲۰/۷۶۱            | ۵۵۰۶۲۱۷                | ۰/۵۱۰۲۷  | ۳/۸۸۳     |
| کل              | ۲۹         | ۲۵۲۶۳                | ۲۱/۷۹۱             | ۶۳۱۸۶۹۳۶                | ۶۱/۶۱۱            | ۵۵۰۰۰۰۰۰               | ۴/۱۸۴۸۳  | ۱۵/۸۷۲۹   |

جدول ۷- تجزیه واریانس ریشه و اجزاء عملکرد چغندر قند در دوره سوم رشد (۴۵ روز سوم) (داتکن ۵ درصد)

مقالات نهمین کمیته ملی آبیاری و زهکشی صفحه ۱۷۷.  
۳- توکلی، ع و ح، فرداد. ۱۳۷۵؛ بهینه سازی کم آبیاری بر اساس توابع تولید، هزینه و قیمت چغندر قند در کرج، دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور، ۳۰-۲۷ بهمن، تهران صفحه ۳۶۹-۳۵۴.

۴- حقیقت، ا، م، ستار و ف، رئیس. ۱۳۷۸؛ تأثیر رژیم‌های آبیاری و مقادیر مختلف کود ازت بر عملکرد و عیار قند چغندر قند در اصفهان: مجموعه مقالات هفتمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر دانشگاه شهید باهنر کرمان - صفحه ۱۰۹

۵- خواجه نوری، ع و س، محلاتی و ع، ا، فرش. ۱۳۷۱؛ تعیین آب مصرفی پتانسیل چغندر قند در کرج با استفاده از لایسیمتر و فرمولهای تجربی - نشریه فنی شماره ۸۴۴، موسسه تحقیقات خاک و آب.

۶- رحیمی، م. ب. ۱۳۷۶؛ تعیین آب مصرفی پتانسیل چغندر قند به روش لایسیمتری در مرکز تحقیقات کشاورزی فارس: گزارش پژوهشی خاک و آب

۷- رحیمیان، م. ح. ۱۳۷۶؛ تعیین نیاز آبی گیاه چغندر قند و ضریب گیاهی مربوطه به روش لایسیمتری گزارش پژوهشی تحقیقات خاک و آب خراسان

۸- رضوی، ر. ۱۳۷۴؛ تعیین آب مصرفی پتانسیل چغندر قند با استفاده از لایسیمتر، نشریه فنی شماره ۲۵۶-۷۴-آذربایجان غربی

۹- رئیس، ف. ۱۳۶۸؛ بررسی تأثیر کاهش میزان آب آبیاری در آخر فصل رشد گیاه بر تولید قند در چغندر قند: مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان - مجموع گزارشهای پژوهشی سال ۱۳۶۸.

۱۰- طالقانی، د و ج، گوهری و ق، توحدلسو و الووردی روحی. ۱۳۷۸؛ مطالعه کارایی مصرف آب و ازت در شرایط مطلوب و تنش در هر آرایش کاشت چغندر قند: گزارش نهایی، انتشارات موسسه اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

۱۱- طاهری، ک. ۱۳۶۸؛ تعیین آب مصرفی گیاهان نظیر ذرت علوفه‌ای چغندر قند و آفتاب گردان در منطقه باختران با استفاده از لایسیمتر، نشریه فنی شماره ۱۶ موسسه خاک و آب.

۱۲- عقدائی، م. ۱۳۷۶؛ بررسی اثر تنش رطوبتی در دوره کوتیلدونی چغندر قند: مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان - گزارش پژوهشی سال ۱۳۷۶.

۱۳- عقدائی، م و م، فیضی. ۱۳۷۸؛ تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل چغندر قند به روش لایسیمتری: مجموعه مقالات هشتمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر کرمان صفحه ۲۷.

۱۴- کوچکی، ع. ۱۳۷۵؛ رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد، صفحه ۵۶۰.

۱۵- وزیری، ژ. ۱۳۷۱؛ تعیین آب مصرفی پتانسیل چغندر قند با استفاده از لایسیمتر گزارش پژوهشی خاک و آب، باختران

۱۶- میرزایی، م و م، رضوانی و ج، گوهری. ۱۳۸۴؛ تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی چغندر قند، مجله علمی - پژوهشی چغندر قند، جلد ۲۱، شماره ۱، صفحه ۱-۱۴

17-Almani, M.P, C, A.d, Mishani, B.Y, Samadhi. 1997; Drought resistance in sugar beet genotypes. Iran in.J.of Agric Sci, 28:15-25

18-Barbieri, G. 1987; Effect of Irrigation and harvesting dates on the yield of spring -sown sugar beet ,Agricultural water management ,33:3,283-286.

19-Bondok, M.A. 1996; The role boron regulating growth yield

and hormonal balance in sugar beet, *Annals of Agricultural Science (cario)* 41, (1):15-33.

20-Brown, K.F, R.J, Dunham. 1989; Recent progress on fibrous root system of sugar beet in world sugar and sweetener year book, 1989.F.O.Licht, GmbH, Rutzbury, pp.F5-F13.

21-Butrus, L.I, M.N, Nimah. 1981; Potato and sugar beet yield and water use efficiency under different Irrigation system and water stress. *Agronomy Abstracts 73 annual Meeting American Society of Agronomy*, 209-214.

22-Carlson, L, J, Boudier. 2003; Sugar beet agronomy 101, water quality. [montana.edu/docs/Irrigation/sugar beet, 101.shtml](http://montana.edu/docs/Irrigation/sugar%20beet%20101.shtml) –1k.

23-Carter, J.N, M. E, Jensen, D.J, Traveller. 1980; Effect of mid-to –Late season water stress on sugar beet growth and yield. *Agron*, J.3:72,806-815.

24-Delibaltov. I, Sarkizov. 1974; Effect of the irrigation regime on sugar beet yield. *Rasteniye, dni, nauki*.2:109-118.

25-Doorenbos, J, A.K, Kassam. 1977; Yield response to water, F.O.A, Irrigation and drainage paper 33, Food and Agriculture organization of the united nations. Rome Italy.

26-Faller, N. 1984; Sugar content in dry matter of sugar beet roots in Baranja Area over several years in field crop ABS 1987 vol 40, No12, 155.

27-Howard, W, Johan. J, Gallian. 1997; Irrigation Water management is sugar beet production. [WWW. Uidaha.edu/ sugar beet / Irribeet –htm-8k](http://www.Uidaha.edu/sugar%20beet/Irribeet.htm).

28-Kang, S.F, Z, Zhang, J, Zhang. 2001; .A simulation model of water dynamics in winter wheat field and its application in a semi arid region. *Agri.water manage*, 49:115-129.

29 - Kirda, C. 2002; Deficit irrigation practices: deficit irrigation scheduling based on growth stages showing water stress tolerance. [fao:http:// fao.org/docrep/004/y3655e/y3655E00.htm](http://fao.org/docrep/004/y3655e/y3655E00.htm).

30-Kostrej, A, J, Repka. 1993; Quantitative in dictators of growth production processes and yield Formation of sugar beet *Rostlinna –vyroba*, 39(12):1077-1089.

31-Kramer, P.J. 1983; Drought tolerance and water use efficiency In: P.J, Karamer (ed): *Water relation of plants Academic press, INC, USA, PP.390-417*.

32-Pruit, W. D, J, Doorenbos. 1978; Crop water requirement (F. A.O, Irrigation and drainage paper 24) Food and Agric organization the at united nations, Rome Italy

33-Popescu, G, D, Gafiteana. 1990; Water efficiency evaluation in some Irrigated. crop in Moldavia *Cercetari, Agronomic in Moldavia*, 23(2):21-29

34- Sepaskhah, A.R, A. A. Kamgar. 1997; Water use and yield of Sugar beet grown under every other furrow Irrigation with different Irrigation intervals, *Agri, water manage*, 34:71-79

35-Weeden, B.R. 2001; Potential of sugar beet on the Atherton Tableland. A report for the rural industries Research and development corporation: [www. Virdc.gov. au/comp 98/ NPP.htm-25k](http://www.Virdc.gov.au/comp%2098/NPP.htm).

36-Winter, S.R. 1990; Sugar beet response to nitrogen as affected by seasonal Irrigation, *Agro.J*.82:984-988

37-Winter, S.R. 1980; Suitability of Sugar beet for limited Irrigation in a semi-arid climate, *Agro.J*.72:118 -123.

The Effect of Deficit Irrigation on Yield and Yield component sugar beet and Water use Efficiency.

