

# مدیریت آبیاری براساس تخلیه مجاز رطوبتی در مراحل مختلف رشد چغندر قند در منطقه میان‌دوآب

## Irrigation management based on allowed water depletion at different growth stages of sugar beet in Miyandoab region

کیوان فتوحی\*<sup>۱</sup>، جمال احمدآلی<sup>۱</sup>، امیر نوجوا<sup>۱</sup>، عادل پدram<sup>۱</sup> و عبدالمجید خورشید<sup>۱</sup>  
تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۲۳

ک. فتوحی، ج. احمدآلی، ا. نوجوا، ع. پدram و ع. خورشید. ۱۳۸۷. مدیریت آبیاری براساس تخلیه مجاز رطوبتی در مراحل مختلف رشد چغندر قند در منطقه میان‌دوآب. مجله چغندر قند ۲۴(۱): ۶۰-۴۳

### چکیده

آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده زراعت در ایران بوده و استفاده بهینه از آن در راستای کشاورزی پایدار ضروری می‌باشد. در این پژوهش اثرات مقادیر مختلف تخلیه رطوبتی خاک در مراحل مختلف رشد چغندر قند ریشه‌ای و تأثیر آن بر صفات کمی و کیفی محصول مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میان‌دوآب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی به مدت دو سال (۸۴-۱۳۸۳) اجرا گردید. مراحل مختلف رشد چغندر قند (فاکتور A) در چهار سطح شامل مرحله اول رشد از زمان استقرار تا پوشش ۱۰ درصد ( $S_1$ )، مرحله دوم رشد از پوشش ۱۰ درصد تا پوشش ۷۰ الی ۸۰ درصد سطح زمین ( $S_2$ )، مرحله سوم رشد از انتهای مرحله دوم تا رسیدن گیاه ( $S_3$ ) و مرحله چهارم رشد از انتهای مرحله سوم تا برداشت محصول ( $S_4$ )، و آبیاری در مقادیر مختلف تخلیه رطوبتی خاک (فاکتور B) در سه سطح شامل، تخلیه ۷۰-۶۵ درصد ( $I_1$ )، ۹۰-۸۵ درصد ( $I_2$ ) رطوبت قابل استفاده و تیمار شاهد تخلیه رطوبتی ۵۰-۴۵ درصد در کلیه مراحل رشد ( $I_3$ ) انتخاب شدند. صفات مختلف کمی و کیفی محصول چغندر قند و مقدار آب مصرف شده برای هر تیمار اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد به طور کلی تأثیر تیمارهای آبیاری روی خواص کیفی ریشه مؤثر بود و بر صفات زراعی نظیر عملکرد ریشه تأثیر کمتری داشت. تنش رطوبتی (سطوح مختلف تخلیه رطوبتی) صفات کیفی و کمی ریشه را تحت تأثیر قرار داد. تخلیه رطوبتی بالا (۹۰-۸۵ درصد) علی‌رغم این که سبب کاهش عملکرد ریشه شد ولی در پاره‌ای از موارد به دلیل بهبود خواص کیفی ریشه و استحصال قند، کاهش عملکرد را جبران نمود. اعمال تخلیه رطوبتی بالاتر موجب تغییرات معنی‌دار درصد قند شد. تأثیر متقابل تخلیه رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر روی عملکرد ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار نشد. بیشترین مقدار بهره‌وری مصرف آب براساس عملکرد ریشه از تیمار  $S_3I_1$  و برابر  $5/42$  کیلوگرم بر مترمکعب آب به دست آمد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار  $S_1I_2$  و برابر  $3/88$  بود. بیشترین مقدار بهره‌وری مصرف آب براساس عملکرد قند سفید از تیمار  $S_2I_3$  و برابر  $+/64$  کیلوگرم قند در مترمکعب آب و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار  $S_4I_2$  و برابر  $+/33$  کیلوگرم بر مترمکعب بود.

واژه‌های کلیدی: تخلیه رطوبتی خاک، چغندر قند، کمیت محصول، کیفیت محصول، مراحل رشد

## مقدمه

اقلیم خشک و نیمه خشک حاکم بر کشور، کشت و تولید گیاهان زراعی تحت شرایط تنش‌های محیطی (خشکی، شوری و گرمایی) را اجتناب‌ناپذیر نموده است. گیاهان زراعی عکس‌العمل‌های متفاوتی در مقابل این تنش‌ها از خود نشان می‌دهند. بروز هر کدام از تنش‌ها و یا ترکیبی از آن‌ها منجر به کاهش تولید می‌شود. چغندر قند یکی از گیاهان متحمل به این تنش‌ها به شمار می‌آید (محمدیان ۱۳۸۴). تخلیه مجاز رطوبت خاک متداول‌ترین معیار برای تعیین زمان آبیاری، به‌ویژه در استفاده از روش‌های بیلان آب در برنامه‌ریزی‌های آبیاری به شمار می‌آید. این معیار بیان‌گر بخشی از ظرفیت ذخیره آب قابل دسترس یا قابل استخراج توسط گیاه در ناحیه توسعه ریشه است، به طوری که به‌تواند در فاصله دو آبیاری متوالی جهت نگهداری محیط‌زیست نباتی بدون استرس و یا با استرس اندک برای رشد گیاه تخلیه گردد (خیرابی و همکاران ۱۳۷۵). اگر در مرحله‌ای از رشد و یا در کل دوره رشد گیاه، آب مورد نیاز به‌طور کامل تأمین نشود گیاه تحت تنش رطوبتی قرار گرفته و فعالیت‌های فیزیولوژیک آن مختل شده و منجر به کاهش محصول می‌گردد (Howell et al. 1984). تنش ملایم آب در تولید ماده خشک و میزان جذب فتوسنتز خالص چغندر قند اثر معنی‌داری ندارد. کاهش آبیاری در مراحل مشخصی از رشد چغندر قند ممکن است برای آن مفید نیز باشد (Howell et al. 1987). طولانی‌بودن دوره

رشد چغندر قند موجب می‌شود که این گیاه با بهبود وضعیت رطوبتی خاک امکان باز یافت داشته باشد. هم چنین این گیاه زراعی در سال اول رشد خود برخلاف گیاهان دانه‌ای فاقد دوره بحران زایشی بوده و به علت داشتن سیستم ریشه‌ای عمیق قادر به استفاده از ذخائر رطوبتی در خاک می‌باشد (Winter 1989). اکثر آب مورد نیاز چغندر قند از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تأمین می‌شود (Massoud and Shalaby 1998). تحقیقات میلر و آرسج (Miller and Aursaj 1976) نشان می‌دهد که چغندر قند قادر است تحت شرایط کم‌آبی به‌طور رضایت بخشی به رشد خود ادامه دهد. دوره بحرانی در چغندر قند، دوره تشکیل و نمو اندام ذخیره‌ای (ریشه) می‌باشد. در این دوره چغندر قند بیشترین حساسیت را به تنش رطوبتی در مقایسه با دیگر مراحل رشد از خود نشان می‌دهد (هاشمی و همکاران ۱۳۷۵). دورنبوس و پرویت (Doorenbos and Pruitt 1975) حد تخلیه مجاز رطوبتی برای چغندر قند را با احتساب متوسط تبخیر و تعرق روزانه شش الی هفت میلی‌متر، برابر ۵۰ درصد آب قابل استفاده پیشنهاد کردند. حد تخلیه مجاز به نوع گیاه، نوع محصول و عمق توسعه ریشه بستگی دارد (علیزاده و کوچکی ۱۳۶۵). خواجه‌پور (۱۳۷۵) گزارش نمود که آبیاری چغندر قند را بعد از سبز شدن تا زمان تنک، زمانی انجام می‌دهند که حدود ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری مصرف شده باشد. هم چنین زمانی که میانگین درجه حرارت شب‌ها به حدود

در چغندر قند یکی از عکس‌العمل‌های درونی گیاه به کمبود آب، علاوه بر کاهش رشد، افزایش غلظت قند در ریشه می‌باشد. در شرایط آبیاری، قبل از برداشت ریشه‌ها، برای این که درصد قند آن افزایش یابد، مدتی گیاه را وادار به پژمرده شدن می‌نمایند. بدین صورت با قطع آبیاری در چهار تا شش هفته قبل از برداشت، درصد قند در ریشه‌ها به مقدار زیادی افزایش می‌یابد (کوچکی و سلطانی ۱۳۷۵). جهاد اکبر و ابراهیمیان (۱۳۷۷) اعلام نمودند که تأخیر در آبیاری پس از سبزشدن بذر تا زمان آخرین آبیاری گندم، کاهش معنی‌داری در عملکرد ریشه و قند ایجاد نمی‌کند. لذا به محصول چغندر قند بدلیل تأخیر آبیاری پس از سبزشدن صدمه‌ای وارد نمی‌شود و علت آن می‌تواند آب ذخیره شده توسط آبیاری‌های اولیه برای سبز کردن بذر باشد.

این تحقیق به منظور تعیین اثرات مقادیر مختلفی از تخلیه رطوبت خاک در کمیت و کیفیت چغندر قند و تعیین تخلیه مجاز رطوبتی جهت حصول حداکثر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب اجرا گردید.

### **مواد و روش‌ها**

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی میان‌دوآب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

فاکتور دوم میزان تخلیه رطوبتی خاک در مراحل مختلف رشد هنگام آبیاری در سه سطح به شرح زیر اعمال گردید:

I<sub>1</sub>- آبیاری در هنگامی که ۶۵-۷۰ درصد رطوبت قابل دسترس گیاه تخلیه شد.

I<sub>2</sub>- آبیاری در هنگامی که ۸۵-۹۰ درصد رطوبت قابل دسترس گیاه تخلیه شد.

I<sub>3</sub>- آبیاری در هنگامی که ۴۵-۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس گیاه تخلیه شد (شاهد).

بر پایه نتایج آزمون خاک، نیتروژن اوره به میزان ۱۱۵ کیلوگرم از منبع اوره (وره ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار)، فسفر به مقدار ۹۶ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل (۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات در هکتار) و میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در محل آزمایش پخش شده و توسط دیسک با خاک مخلوط گردید. هم چنین سولفات منگنز، روی، مس، منیزیم، آهن و اسیدبوریک به ترتیب به مقدار ۳۰، ۳۰، ۵۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد.

هر کرت آزمایشی به طول ۱۰ متر و عرض ۳/۶ متر با مساحت ۳۶ مترمربع احداث گردید. فاصله بین کرت‌ها ۱/۸ متر و فاصله بین تکرارها، سه متر ایجاد شد و بذر منورژم ژنتیکی هیبرید رقم ۷۱۱۲×۴۳۶ با فاصله متوسط ۱۸ سانتی‌متر بر روی پشته‌هایی با فاصله ۶۰ سانتی‌متر کشت گردید. تنک و وجین در مرحله

آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل چهار مرحله رشد به ترتیب زیر بود (این چهار مرحله براساس راهنمای نشریه FAO24 تعیین شده‌اند):

S<sub>1</sub>- مرحله ابتدائی رشد که از زمان استقرار تا زمانی که گیاه ۱۰ درصد سطح زمین را می‌پوشاند.

S<sub>2</sub>- مرحله توسعه رشد گیاه که از انتهای مرحله ابتدایی تا زمانی که گیاه به حداکثر رشد رسیده و حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد سطح زمین را می‌پوشاند.

S<sub>3</sub>- مرحله میانی که از انتهای مرحله توسعه تا زمانی که گیاه شروع به رسیدن می‌کند و شاخص سطح برگ شروع به کاهش می‌نماید.

S<sub>4</sub>- مرحله انتهایی که بلافاصله پس از مرحله میانی (از شروع کاهش شاخص سطح برگ) تا برداشت محصول می‌باشد.

مدیریت آبیاری براساس تخلیه مجاز رطوبتی در مراحل....

مساحت کرت (متر مربع)،  $V$ : حجم آب موردنیاز کرت (لیتر).

پس از محاسبه مقدار آب موردنیاز برای هر تیمار از کنتور حجمی برای آبیاری استفاده گردید. در این راستا کل سطح مزرعه توسط شبکه لوله‌های پلی اتیلن پوشش داده شد و امکان آبیاری تمامی کرت‌ها توسط لوله و شلنگ فراهم گردید. برداشت آب از کانال و به‌وسیله یک دستگاه پمپ بنزینی دو اینچ صورت گرفت. در طول فصل زراعی یادداشت‌برداری‌های لازم از قبیل درصدسبز، نمره رشد، تعداد بوته گم‌شده، مقدار آب مصرف شده برای هر تیمار اندازه‌گیری شد و در پایان فصل رشد (نیمه دوم مهر ماه) نسبت به برداشت دو خط میانی به طول ۱۰ متر از هر کرت اقدام شد. از هر کرت تعداد ۳۰ عدد ریشه به‌صورت تصادفی به عنوان نماینده هر کرت انتخاب و سرزنی شد. پس از شستشوی ریشه‌ها و توزین آن‌ها، خمیر ریشه (پلپ) در آزمایشگاه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب تهیه شد و بعد از انجماد برای تجزیه‌های آزمایشگاهی و تعیین صفات درصدقند، ازت‌مضره، املاح‌سدیم و پتاسیم به آزمایشگاه تکنولوژی مؤسسه تحقیقات چغندر قند ارسال گردید. در آزمایشگاه درصدقند به روش پلاریمتری، مقدار پتاسیم و سدیم به روش فیلم فتومتری و مقدار ازت‌مضره به روش عدد آبی اندازه‌گیری شدند. میزان قند در ملاس با استفاده از فرمول راینفلد و همکاران (Reinfeld et al. 1974) برآورد و عملکرد قندناخالص (SY)، درصد قندخالص (WSC)، عملکرد قندخالص (WSY) و

مقدار آب موردنیاز هر تیمار در زمان آبیاری

براساس معادلات زیر به‌دست آمد.

$$I_n = (\theta_{fc} - \theta_i) \cdot d, \quad I_g = \frac{I_n}{e}, \quad V = I_g \cdot A$$

$\theta_{fc}$ : رطوبت حجمی خاک در ظرفیت زراعی،  $\theta_i$ : رطوبت حجمی خاک در زمان آبیاری (رطوبتی که در آن تخلیه آب قابل استفاده به مقادیر پیش‌بینی شده برسد)،  $d$ : عمق توسعه ریشه (میلی‌متر)،  $I_n$ : عمق خالص آب آبیاری (میلی‌متر)،  $I_g$ : عمق ناخالص آب آبیاری (میلی‌متر)،  $e$ : راندمان آبیاری (۸۵ درصد)  $A$ :

۸۳ گزارش شده است. با کاهش عملکرد ریشه در سال دوم آزمایش، درصد قند ریشه نسبت به سال اول افزایش یافته و در نهایت عملکرد قندخالص در هر دو سال آزمایش، بدون تفاوت معنی‌دار برای سال ۸۳ و ۸۴ به ترتیب ۵/۷۹ و ۵/۶۸ تن در هکتار بوده است (جدول ۴).

### عملکرد ریشه

تأثیر مراحل مختلف رشد (مراحل چهارگانه) بر روی عملکرد ریشه معنی‌دار نبود. ولی مقادیر مختلف تخلیه رطوبتی خاک تأثیر معنی‌دار روی عملکرد ریشه نشان داد. با افزایش میزان تخلیه رطوبتی خاک از عملکرد ریشه کاسته شد (جدول ۴). عملکرد ریشه در تیمار تخلیه رطوبتی ۶۵ تا ۷۰ درصد، ۴۹/۱۵ تن در هکتار بود و با افزایش ۲۰ درصد بر میزان تخلیه رطوبت خاک، عملکرد به ۴۲/۳۰ تن در هکتار کاهش یافت. در تیمار بدون تنش آبی (شاهد)، عملکرد ریشه ۵۳/۸۳ تن در هکتار بوده و به‌طور معنی‌دار بیشتر از دو تیمار دیگر بود (جدول ۶). افزایش تخلیه رطوبت خاک موجب شد جذب آب از خاک توسط ریشه دشوارتر شده و گیاه میزان فتوسنتز را جهت رویارویی با تنش پیش آمده کاهش دهد که در نهایت منجر به کاهش عملکرد محصول گردید. تأثیر تنش خشکی در کاهش عملکرد چغندر قند توسط محمدیان (۱۳۸۴)، هاول و همکاران (۱۹۸۴) و نوری و همکاران (۱۳۸۱) نیز گزارش شده است.

عملکرد ریشه  $\times$  درصد قند = SY

(درصد قند ملاس) - درصد قند = WSC

درصد قند خالص  $\times$  عملکرد ریشه = WSY

Yield =  $100 \times$  (درصد قند/درصد قند خالص)

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار Mstatc

و رسم نمودارها با استفاده از برنامه Excel انجام گرفت.

تجزیه مرکب دو ساله داده‌های آزمایش با توجه به تصادفی بودن اثر سال و ثابت بودن اثر تیمارها و با ملحوظ کردن امید ریاضی میانگین مربعات، انجام گردید و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از روش دانکن صورت گرفت.

### نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله صفات مورد اندازه‌گیری و محاسبه شده در دو سال آزمایش در جدول ۳ آورده شده است.

تأثیر سال بر روی عملکرد ریشه و غالب صفات کیفی چغندر قند در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. که علت را می‌توان در تفاوت شرایط اقلیمی و هم چنین تغییر محل آزمایش دانست. عملکرد ریشه در سال اول اجرای آزمایش حدود ۳۰ درصد بیشتر از متوسط عملکرد در سال دوم شد. کاهش عملکرد چغندر قند در مزارع منطقه در سال ۸۴ نسبت به سال

مدیریت آبیاری، عوامل اقلیمی و محل آزمایش نیز بر درصد قند چغندر قند مؤثر است. بیشترین درصد قند از مرحله ابتدایی رشد در سال دوم آزمایش، ۱۸/۷۹ درصد به دست آمد (جدول ۷). پیشتر نورجو و همکاران (۱۳۸۳) نیز تأثیر مثبت تنش آبی در مرحله اول رشد را بر روی درصد قند ریشه گزارش کرده بودند. این در حالی است که در سال اول آزمایش کمترین درصد قند ریشه از مرحله اول رشد حاصل شده است که با نتایج سایر محققین مطابقت ندارد و علت آن می‌تواند افزایش ناخالصی‌های ریشه به علت تنش اعمال شده باشد. اثر متقابل سال در مراحل مختلف رشد در مقادیر مختلف تخلیه رطوبتی در سطح احتمال یک درصد در عیار قند ریشه معنی‌دار شد. بیشترین درصد قند ریشه در سال دوم آزمایش و تخلیه رطوبتی خاک تا حد ۶۵ تا ۷۵ درصد در مرحله اول رشد حاصل شد. به طور کلی در هر دو سال آزمایش اعمال تنش آبی در مرحله اول رشد منجر به افزایش درصد قند گردید. افزایش درصد قند بر اثر اعمال تنش آبی در تحقیقات نورجو و همکاران (۱۳۸۳)، بازوبند (۱۳۷۱) و کوچکی و سلطانی (۱۳۷۵) گزارش شده است.

### عملکرد قند ناخالص

با افزایش میزان تخلیه رطوبتی از عملکرد قند ناخالص به‌طور معنی‌داری کاسته شد (جدول ۶). عملکرد قند ناخالص در تیمار شاهد (تخلیه رطوبتی ۴۵ تا ۵۰ درصد)، ۸/۹۰ و در تیمار تخلیه رطوبتی ۶۵ تا ۷۰ درصد، ۷/۵۰ و در تخلیه رطوبتی ۸۵ تا ۹۰ درصد به

اثرات متقابل مراحل مختلف رشد و مقادیر مختلف تخلیه رطوبتی خاک بر روی عملکرد ریشه معنی‌دار نشد (جدول ۸). هم‌چنین کاهش عملکرد در تخلیه رطوبتی ۹۰-۸۵ درصد برای هر مرحله از رشد، چشمگیرتر بود. به عبارتی در هر مرحله از رشد با افزایش تخلیه رطوبتی خاک عملکرد به شدت کاهش یافت. بیشترین تأثیر تنش رطوبتی در مراحل اول و دوم رشد روی داد. به‌طوری که افزایش تخلیه رطوبتی خاک از ۴۵ تا ۵۰ درصد به ۸۵ تا ۹۰ درصد در مرحله اول رشد ۱۳/۱۴ تن در هکتار، در مرحله دوم رشد ۱۴/۹۲ تن در هکتار، در مرحله سوم رشد ۸/۱۸ تن در هکتار و در مرحله چهارم رشد ۹/۳۲ تن در هکتار منجر به کاهش عملکرد شد. این نشان می‌دهد اعمال تنش آبی در کلیه مراحل رشد موجب کاهش عملکرد شده و در ضمن حساسیت چغندر قند به تنش رطوبتی در مرحله اول و دوم رشد بیشتر از سایر مراحل می‌باشد. سایر محققین نیز (از جمله هاوول و همکاران ۱۹۸۴؛ میرزایی و همکاران ۱۳۸۴؛ جهاد اکبر و همکاران ۱۳۸۲) کاهش عملکرد چغندر قند در مقابل اعمال تنش آبی در مراحل مختلف رشد چغندر قند را گزارش نموده‌اند.

### درصد قند

اثر متقابل سال در مراحل مختلف رشد بر روی درصد قند در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. به عبارت دیگر اعمال تیمارهای آبیاری در مراحل مختلف رشد چغندر قند روی درصد قند در سال‌های مورد آزمایش از روند یکسانی برخوردار نشد و علاوه بر

در مراحل رشد و مقادیر مختلف تخلیه رطوبتی در سدیم و پتاسیم ریشه در سطح یک درصد معنی دار شد. بیشترین مقدار پتاسیم ریشه ۸/۴۵ میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه در سال اول آزمایش در تخلیه رطوبتی ۸۵ تا ۹۰ درصد در مرحله اول رشد به دست آمد (جدول ۹). این تیمار آب آبیاری کمتری دریافت کرده بود.

### درصد قند خالص

درصد قندخالص تحت تأثیر معنی دار اثر متقابل سال در تخلیه رطوبتی قرار گرفت. به عبارت دیگر اثر مقادیر مختلف تخلیه رطوبتی روی درصد قندخالص در سال‌های مورد آزمایش از روند یکسانی برخوردار نبود. بیشترین درصد قندناخالص در سال دوم آزمایش تحت تخلیه رطوبتی ۶۵ تا ۷۰ درصد به دست آمد و کمترین آن برابر ۸/۸۲ درصد از تیمار مشابه در سال اول آزمایش حاصل شد. در سال اول آزمایش با اعمال کم آبیاری از درصد قند کاسته شد و در سال دوم آزمایش روند مخالف سال اول بوده، اعمال تنش آبی موجب افزایش درصد قند شد. در میان تحقیقات سایر محققین موارد مشابه یافت نشد. اثر متقابل سال در مراحل مختلف رشد و در مقادیر مختلف تخلیه رطوبتی خاک بر روی درصد قندخالص در سطح یک درصد معنی دار گردید. بیشترین درصد قندخالص در سال دوم آزمایش و تخلیه رطوبتی ۶۵ تا ۷۰ درصد در مرحله دوم رشد (۱۹/۳۳ درصد) حاصل شد و کمترین آن (۵/۷۲ درصد) در سال اول آزمایش با تخلیه رطوبتی ۶۵ تا ۷۰

### ناخالصی‌های ریشه

اثر متقابل سال در مقادیر مختلف تخلیه رطوبتی بر روی پتاسیم و سدیم ریشه در سطح یک درصد و بر روی ازت مضره در سطح پنج درصد تأثیر معنی دار داشت. به طور کلی ناخالصی‌های شربت در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود که می‌تواند متأثر از اثرات تغییر اقلیم و خاک باشد (جدول ۷). در سال اول آزمایش روند خاصی در تغییرات ناخالصی‌های شربت مشاهده نشد ولی در سال دوم آزمایش ناخالصی‌های شربت در تیمار تخلیه رطوبتی ۴۵ تا ۵۰ درصد (شاهد) برابر ۱۱/۸۵ میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه بوده و بیشتر از دو تیمار دیگر تخلیه رطوبتی بود. براساس تحقیقات جهاد اکبر و همکاران (۱۳۸۲) مقدار آب مصرفی با سدیم موجود در ریشه همبستگی مثبت داشته و اعمال تنش آبی موجب کاهش معنی دار سدیم ریشه شد. هم چنین بیشترین ناخالصی‌های ریشه از آبیاری کامل را گزارش نموده است. با افزایش آب مصرفی مقدار جذب سدیم افزایش یافته و تجمع آن در ریشه بالا می‌رود. اثر متقابل سال

سیستم ریشه‌ای گیاه در این مرحله، انتظار برای تخلیه رطوبت ۹۰-۸۵ درصد از خاک (تیمار I<sub>2</sub>) و به عبارتی دیگر افزایش دور آبیاری موجب تنش شدید در گیاه شده و عملکرد ریشه به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. به طوری که کاهش عملکرد با آبیاری کامل در سایر مراحل رشد قابل جبران نمی‌باشد. لذا اعمال تنش شدید آبی در مرحله اولیه رشد و استقرار گیاه قابل توصیه نمی‌باشد (شکل ۱).

بیشترین مقدار بهره‌وری مصرف آب براساس عملکرد قندسفید از تیمار S<sub>2</sub>I<sub>3</sub> و برابر ۰/۶۴ کیلوگرم شکر بر مترمکعب آب آبیاری به دست آمد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار S<sub>4</sub>I<sub>2</sub> و برابر ۰/۳۳ بود (شکل ۲).

جمع‌بندی نتایج نشان می‌دهد که تخلیه رطوبتی ۴۵ تا ۵۰ درصد در مرحله دوم رشد چغندر قند قابل توصیه است. در این تیمار بیشترین عملکرد قندسفید (۷/۲ تن در هکتار) حاصل شد.

### بهره‌وری مصرف آب

بیشترین مقدار بهره‌وری مصرف آب براساس عملکرد ریشه از تیمار S<sub>3</sub>I<sub>1</sub> و برابر ۵/۴۲ کیلوگرم ریشه بر مترمکعب آب مصرفی به دست آمد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار S<sub>1</sub>I<sub>2</sub> و برابر ۳/۸۸ بود. در این تیمار اعمال تنش آبی تا تخلیه ۹۰-۸۵ درصد رطوبت خاک در مرحله استقرار گیاه موجب کاهش چشمگیر عملکرد گردید. در این مرحله از رشد عمق ریشه کم بوده و مقدار آب آبیاری نیز به تبعیت از آن نسبت به سایر دوره‌های رشد کمتر می‌باشد. لذا در هر نوبت از آبیاری در این مرحله، عمق کمی از خاک (معمولاً ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود) آبیاری شده و با توجه به تشدید تبخیر آب از سطح خاک به علت عدم گسترش پوشش گیاهی و از طرفی ضعیف بودن

### جدول ۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	نقطه پژمردگی (درصد وزنی)	ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	درصد اشباع	کربن آلی (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	آهن	منگنز	روی	مس
۰-۳۰	سیلتی لوم	۱/۳۲	۹/۸۵	۲۶/۵۵	۴۵	۱/۰۹	۷/۹	۱/۲۷	۹/۶۲	۷/۵۸	۰/۸۶	۱/۶۴
۳۰-۶۰	سیلتی لوم	۱/۳۷	۱۰/۳۲	۲۶/۵۷	۴۶	۱/۱۳	۷/۹	۱/۳۰	۶/۱۲	۵/۲۸	۰/۸۴	۱/۴۸
۶۰-۹۰	سیلتی لوم	۱/۴۸	۹/۹۴	۲۶/۲	۴۵	۱/۱۵	۷/۸	۱/۳۲	--	--	--	--

### جدول ۲ کیفیت آب آبیاری

سدیم	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سولفات	کلر	کربنات هیدروژن	بی کربنات	هدایت الکتریکی (dSm <sup>-1</sup> )	اسیدیته
۳/۷	--	۱۵/۰	۳/۲	۱/۲	۱/۲	۴/۴	--	۰/۵۴۸	۸/۵

(واحد آنیون‌ها و کاتیون‌ها بر حسب میلی اکی والان بر لیتر)

جدول ۳ خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله صفات مورد اندازه گیری (۸۴-۱۳۸۳)

درصد قند ملاس	ضرب استحصالی شکر	عملکرد قند خالص	میانگین مربعات				عملکرد قند ناخالص	درصد قند	عملکرد ریشه	درجه آزادی	منابع تغییرات
			ناخالصی های شربت			ازت مضره					
			درصد قند خالص	سدیم	پتاسیم						
۳۲/۵۶**	۲۰۷۷/۵۲**	۰/۲۶	۴۰۴/۰۱**	۴۶/۹۷**	۳۰/۳۶**	۷۰/۵۸**	۲۲/۶۷**	۳۰۵/۴۴**	۶۷۶۶/۵۳**	۱	سال
۰/۵۶	۵۳/۵۵	۲/۰۸	۳/۷۶	۱/۷۶	۳/۱۴	۰/۶۶	۳/۳۰	۱/۶۸	۱۴۱/۷۰	۶	تکرار در سال
۰/۷۵	۹۱/۳۹	۱/۶۷	۴/۰۰	۰/۲۰	۳/۲۶	۰/۲۱	۱/۹۰	۲/۲۵	۵۲/۷۰	۳	مراحل مختلف رشد
۱/۱۴*	۱۰۸/۲۳	۲/۱۷	۱۱/۵۰	۱/۱۴	۲/۷۸	۱/۳۶	۱/۴۴	۶/۵۷*	۵۰/۵۱	۳	اثر متقابل سال در مراحل مختلف رشد
۰/۸۳	۱۳۶/۵۶	۴۰/۸۸	۱۹/۱۱	۱۰/۶۷	۱۱/۴۸	۶/۸۱	۵۵/۹۰**	۱۷/۰۵	۱۰۷۶/۸۹*	۲	تخلیه مجاز رطوبتی
۵/۰۱**	۶۱۷/۹۷**	۸/۹۵*	۷۱/۹۲**	۱/۶۹*	۲۰/۳۳**	۳/۷۰**	۳/۲۶	۴۰/۵۷**	۷۴/۶۴	۲	اثر متقابل سال در تخلیه مجاز رطوبتی
۱/۹۶	۲۵۲/۱۴	۲/۶۴	۲۲/۹۴	۱/۶۸*	۷/۹۲	۲/۳۴	۱/۳۸	۱۱/۹۷	۳۹/۷۸	۶	اثر متقابل مراحل مختلف رشد در تخلیه مجاز رطوبتی
۱/۹۷**	۳۳۲/۳۷**	۵/۱۴*	۳۰/۶۵**	۱/۲۷	۸/۴۵**	۲/۰۲**	۳/۲۶	۱۸/۱۸**	۳۸/۸۷	۶	اثر متقابل سال در مراحل مختلف رشد در تخلیه مجاز رطوبتی
۰/۳۹	۴۱/۵۳	۲/۴۱	۳/۴۴	۰/۶۵	۲/۱۷	۰/۵۲	۲/۷۷	۱/۹۷	۷۶/۹۱	۶۶	اشتباه

\*\*، \*، و NS به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد و عدم اختلاف معنی دار

**جدول ۴** مقایسه میانگین سال‌ها از نظر صفات مختلف کمی و کیفی چغندر قند (۸۴-۱۳۸۳)

تیمار سال	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار)	ناخالصی‌های شربت (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم ریشه)			درصد قند خالص	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	ضریب استحصال (درصد)	درصد قند ملاس
				پنتاسیم	سدیم	ازت مضره				
سال ۸۳	۵۶/۸۲a	۱۴/۰۸b	۸/۰۴a	۷/۲۰a	۴/۴۶a	۲/۷۱a	۱۰/۱۲b	۵/۷۹a	۷۰/۳۳b	۴/۰۰a
سال ۸۴	۴۰/۰۳b	۱۷/۶۵a	۷/۰۷b	۵/۴۹b	۳/۳۴b	۱/۳۱b	۱۴/۲۲a	۵/۶۸a	۷۹/۶۳a	۲/۸۴b

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

**جدول ۵** مقایسه میانگین ترکیب متقابل سال در مراحل مختلف رشد از نظر صفات مختلف چغندر قند (۸۴-۱۳۸۳)

تیمار	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار)	ناخالصی‌های شربت (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)			درصد قند خالص	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	ضریب استحصال (درصد)	قند در ملاس (درصد)
				پتاس	سدیم	ازت مضره				
Y <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	۵۵/۴۵a	۱۴/۳۰c	۷/۹۷ab	۷/۰۳ab	۳/۸۸abc	۲/۸۸a	۱۰/۵۷a	۵/۹۰a	۷۳/۴۸c	۳/۷۲b
Y <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	۶۰/۱۰a	۱۳/۴۸c	۸/۱۷a	۷/۵۵a	۵/۱۷a	۲/۷۲a	۹/۱۸a	۵/۵۸a	۶۶/۰۳۲d	۴/۴۷a
Y <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	۵۶/۴۹a	۱۴/۳۸c	۸/۱۹a	۷/۳۱a	۴/۱۹abc	۲/۵۱a	۱۰/۴۹a	۶/۰۳a	۷۱/۱۹cd	۳/۸۹b
Y <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	۵۵/۲۵a	۱۴/۱۷c	۷/۸۲ab	۶/۹۲ab	۴/۶۲ab	۲/۷۳a	۱۰/۲۴a	۵/۶۵a	۷۰/۶۲a	۳/۹۲b
Y <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	۴۲/۴۴a	۱۷/۶۱ab	۷/۵۴ab	۵/۳۸c	۲/۸۳c	۱/۱۷b	۱۴/۶۶a	۶/۱۸a	۸۱/۸۳ab	۲/۶۰c
Y <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	۴۰/۴۸a	۱۸/۴۸ab	۷/۴۵ab	۵/۲۷c	۳/۱۱c	۱/۱۴b	۱۵/۲۰a	۶/۱۰a	۸۱/۴۱ab	۲/۶۷c
Y <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	۳۸/۱۰a	۱۷/۶۷ab	۶/۶۷ab	۵/۵۰c	۳/۷۸bc	۱/۷۶b	۱۴/۰۲a	۵/۲۷a	۷۹/۲۱ab	۳/۰۴c
Y <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	۳۹/۱۱a	۱۶/۶۵b	۶/۶۰b	۵/۸۰bc	۳/۶۳bc	۱/۱۸b	۱۳/۰۱a	۵/۱۹a	۷۶/۰۶bc	۳/۰۴c

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۶ مقایسه میانگین سطوح مختلف تخلیه رطوبتی از نظر صفات مختلف کمی و کیفی چغندر قند (۸۴-۱۳۸۳)

درصد قند ملاس	ضریب استحصال (درصد)	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	درصد قند خالص (درصد)	ناخالصی‌های شربت (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)			عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار)	درصد قند	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	تیمار (تخلیه رطوبتی)
				ازت مضره	سدیم	پتاسیم				
۳/۲۴a	۷۵/۲۳a	۵/۶۹b	۱۲/۳۶a	۱/۷۶a	۳/۲۶a	۶/۵۶a	۷/۵۰b	۱۵/۸۸a	۴۹/۱۵b	I <sub>1</sub>
۳/۵۵a	۷۲/۸۱a	۴/۶۳b	۱۱/۳۲a	۱/۶۰a	۴/۰۰a	۶/۶۶a	۶/۲۶c	۱۵/۱۳a	۴۲/۳۰c	I <sub>2</sub>
۳/۴۷a	۷۶/۹۱a	۶/۸۹a	۱۲/۸۴a	۲/۶۷a	۴/۴۵a	۵/۸۲a	۸/۹۰a	۱۶/۵۹a	۵۳/۸۳a	I <sub>3</sub> (شاهد)

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

جدول ۷ مقایسه میانگین ترکیب متقابل سال در تخلیه رطوبتی از نظر صفات مختلف چغندر قند (۸۴-۱۳۸۳)

درصد قند ملاس	ضریب استحصال (درصد)	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	درصد قند خالص (درصد)	ناخالصی‌های شربت (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)			عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار)	درصد قند	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	تیمار
				ازت مضره	سدیم	پتاسیم				
۴/۱۹a	۶۶/۲۶c	۵/۱۷bc	۸/۸۲c	۲/۵۶b	۴/۵۶ab	۷/۷۳a	۷/۶۲b	۱۲/۹۷d	۵۸/۸۰a	Y <sub>1</sub> I <sub>1</sub>
۴/۱۸a	۶۸/۰۱c	۴/۸۱c	۹/۲۵c	۲/۰۴bc	۴/۶۶a	۷/۵۷a	۶/۸۸bc	۱۳/۳۵d	۵۱/۱۵b	Y <sub>1</sub> I <sub>2</sub>
۳/۶۴b	۷۶/۷۲b	۷/۴۰a	۱۲/۳۰b	۳/۵۴a	۴/۱۷ab	۶/۳۱b	۹/۶۱a	۱۵/۹۴c	۶۰/۵۳a	Y <sub>1</sub> I <sub>3</sub>
۲/۲۸d	۸۴/۲۰a	۶/۲۲ab	۱۵/۹۰a	۰/۹۷e	۱/۹۶c	۵/۳۹c	۷/۳۸b	۱۸/۷۹a	۳۹/۵۱c	Y <sub>2</sub> I <sub>1</sub>
۲/۹۱c	۷۷/۶۱b	۴/۴۵c	۱۳/۴۰b	۱/۱۶de	۳/۳۳b	۵/۷۵bc	۵/۶۳c	۱۶/۹۲bc	۳۳/۴۵d	Y <sub>2</sub> I <sub>2</sub>
۳/۳۱bc	۷۷/۰۹b	۶/۳۸ab	۱۳/۳۸b	۱/۸۰cd	۴/۷۳a	۵/۳۲c	۸/۱۹b	۱۷/۲۵b	۴۷/۱۴b	Y <sub>2</sub> I <sub>3</sub>

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۸ مقایسه میانگین ترکیب متقابل تخلیه رطوبتی در مراحل مختلف رشد از نظر صفات مختلف کمی و کیفی چغندر قند (۸۴-۱۳۸۳)

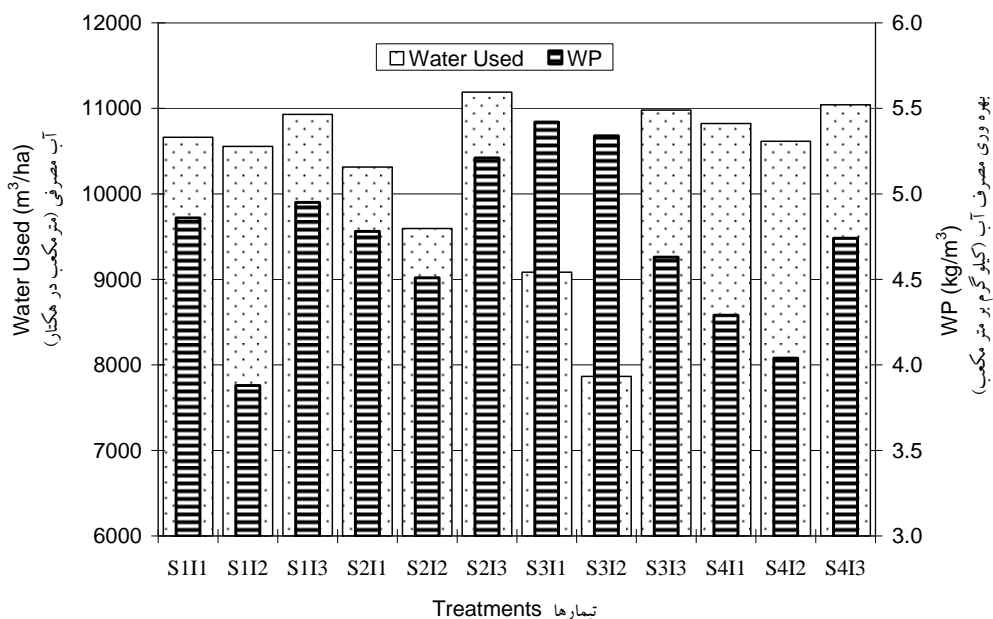
تیمار	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار)	ضریب استحصال (درصد)	درصد قند خالص (درصد)	ناخالصی‌های شربت (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)		
						پنتاسیم	سدیم	ازت مضره
S <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	۵۱/۷۸ab	۱۵/۴۵a	۷/۹۳bc	۷۷/۴۶a	۱۲/۰۴a	۶/۶۲a	۲/۸۶a	۲/۰۳bcd
S <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	۴۰/۹۶e	۱۶/۴۴a	۶/۵۷cd	۷۹/۶۱a	۱۳/۳۴a	۵/۸۸a	۲/۸۳a	۱/۰۶e
S <sub>1</sub> I <sub>3</sub>	۵۴/۱۰ab	۱۶/۲۸a	۸/۷۷ab	۷۵/۸۹a	۱۲/۴۶a	۶/۱۳a	۴/۳۹a	۲/۹۹a
S <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	۴۹/۳۱bcd	۱۶/۲۳a	۷/۳۹bc	۷۰/۵۱a	۱۲/۵۲a	۶/۴۶a	۴/۰۳a	۱/۵۷cde
S <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	۴۳/۳۳cde	۱۵/۴۳a	۶/۵۲cd	۷۵/۳۹a	۱۱/۷۷a	۷/۰۱a	۳/۲۵a	۱/۵۱cde
S <sub>2</sub> I <sub>3</sub>	۵۸/۲۵a	۱۶/۲۹a	۹/۵۲a	۷۵/۲۵a	۱۲/۲۹a	۵/۷۷a	۵/۱۴a	۲/۷۲ab
S <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	۴۹/۱۵bcd	۱۵/۵۰a	۷/۳۵bc	۷۳/۸۲a	۱۱/۶۶a	۷/۱۱a	۳/۴۷a	۲/۲۳abc
S <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	۴۱/۹۹de	۱۶/۰۰a	۶/۵۰cd	۷۴/۲۰a	۱۲/۲۰a	۶/۴۸a	۴/۰۹a	۱/۷۷bcde
S <sub>3</sub> I <sub>3</sub>	۵۰/۷۵abc	۱۶/۵۸a	۸/۴۴abc	۷۷/۵۸a	۱۲/۹۱a	۵/۶۳a	۴/۳۹a	۲/۴۱abc
S <sub>4</sub> I <sub>1</sub>	۴۶/۳۷bcde	۱۶/۳۲a	۷/۳۱bc	۷۹/۱۲a	۱۳/۲۱a	۶/۰۷a	۲/۶۹a	۱/۲۳de
S <sub>4</sub> I <sub>2</sub>	۴۲/۹۳cde	۱۲/۶۷a	۵/۴۵d	۶۲/۰۴a	۷/۹۸a	۷/۲۸a	۵/۸۱a	۲/۰۶abcd
S <sub>4</sub> I <sub>3</sub>	۵۲/۲۵ab	۱۷/۲۳a	۸/۸۷ab	۷۸/۹۱a	۱۳/۶۹a	۵/۷۵a	۳/۸۷a	۲/۵۸ab

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

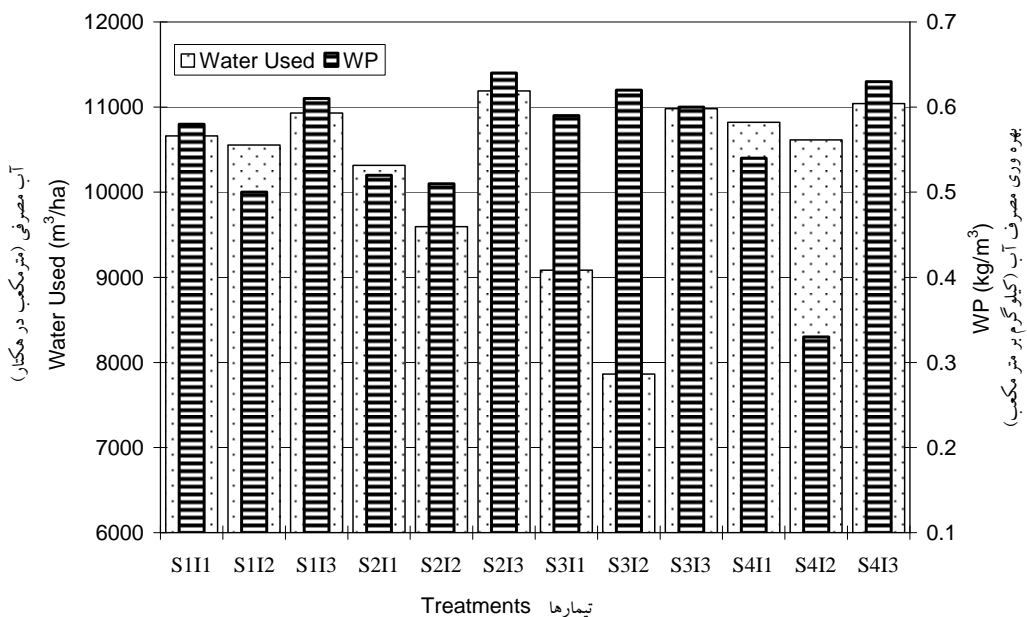
جدول ۹ مقایسه میانگین ترکیب متقابل سال در مراحل مختلف رشد در تخلیه رطوبتی از نظر صفات مختلف کمی و کیفی چغندر قند (۸۴-۱۳۸۳)

تیمار	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار)	ناخالصی‌های شربت (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)			درصد قند خالص	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	ضریب استحصال (درصد)	درصد قند ملاس
				ازت مضره	سدیم	پتاسیم				
Y <sub>1</sub> S <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	۵۷/۱۰-abc	۱۴/۰۵ghi	۸/۰۲bc	۲/۷۲bcd	۲/۸۷cdefg	۷/۲۱bcde	۱۰/۶۲fgfhij	۶/۰۶abcde	۷۵/۰۸defg	۳/۴۲bcdefg
Y <sub>1</sub> S <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	۴۷/۹۰-bcdef	۱۳/۸۱hi	۶/۷۲bcd	۱/۵۸defgh	۴/۳۷bcd	۷/۳۶abcd	۹/۹۳ghijk	۴/۸۸bcdef	۷۱/۳۲defgh	۳/۸۸bcd
Y <sub>1</sub> S <sub>1</sub> I <sub>3</sub>	۶۱/۳۷ ab	۱۵/۰۵fgh	۹/۱۷ab	۴/۳۳a	۴/۴۲bcd	۶/۵۳defg	۱۱/۱۷efghij	۶/۷۸abc	۷۴/۰۵defgh	۳/۸۷bcd
Y <sub>1</sub> S <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	۶۰/۴۲abc	۱۰/۸۰j	۶/۵۱bcd	۲/۲۶cdef	۷/۰۹a	۸/۲۱abc	۵/۷۲l	۳/۴۰ef	۵۱/۸۶j	۵/۲۶a
Y <sub>1</sub> S <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	۵۲/۴۰bcd	۱۳/۴۶hi	۷/۰۶bc	۲/۰۸cdefg	۳/۹۱bcde	۸/۲۶ab	۹/۳۸hijk	۴/۸۹bcdef	۶۹/۴۳efghi	۴/۴۲ab
Y <sub>1</sub> S <sub>2</sub> I <sub>3</sub>	۶۷/۵۰a	۱۶/۲۰defg	۱۰/۹۵a	۳/۸۳ab	۴/۵۰bcd	۶/۱۷efgh	۱۲/۴۶defg	۸/۴۴a	۷۶/۸۰cdefg	۳/۷۳bcde
Y <sub>1</sub> S <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	۶۱/۵۰ab	۱۳/۴۵hi	۸/۲۸abc	۳/۳۱abc	۴/۴۱bcd	8.45a	۹/۰۱jkl	۵/۵۶bcde	۶۶/۲۶ghi	۴/۴۳ab
Y <sub>1</sub> S <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	۵۲/۷۲bcd	۱۳/۲۶hi	۷/۱۴bc	۱/۵۷defgh	۴/۶۹bcd	۷/۳۳abcde	۹/۲۸ijk	۵/۱۵bcde	۶۷/۷۰fghi	۳/۹۶bcd
Y <sub>1</sub> S <sub>3</sub> I <sub>3</sub>	۵۵/۲۵abc	۱۶/۴۵cdef	۹/۱۵ab	۲/۶۶bcde	۳/۴۸cdef	۶/۱۵efgh	۱۳/۱۸def	۷/۳۷ab	۷۹/۶۲abcde	۳/۲۶defg
Y <sub>1</sub> S <sub>4</sub> I <sub>1</sub>	۵۶/۱۷abc	۱۳/۵۸hi	۷/۶۶bc	۱/۹۴defg	۳/۹۰bcde	۷/۰۷cdef	۹/۹۳ghijk	۵/۶۴bcde	۷۱/۸۳defgh	۳/۶۵bcdefg
Y <sub>1</sub> S <sub>4</sub> I <sub>2</sub>	۵۱/۶۰bcd	۱۲/۸۶hij	۶/۶۲bcd	۲/۹۲bcd	۵/۶۹ab	۷/۳۰bcde	۸/۴۲jkl	۴/۳۱def	۶۳/۶۱hi	۴/۴۴ab
Y <sub>1</sub> S <sub>4</sub> I <sub>3</sub>	۵۸/۰۰abc	۱۶/۰۶efg	۹/۱۸ab	۳/۳۵abc	۴/۲۷bcd	۶/۴۱defg	۱۲/۳۷defgh	۷/۰۱abc	۷۶/۴۲cdefg	۳/۶۹bcdef
Y <sub>2</sub> S <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	۴۶/۴۷cdef	۱۶/۸۶bcdef	۷/۸۵bc	۱/۳۳efgh	۲/۸۵cdefg	۶/۰۴fgh	۱۳/۴۶def	۶/۲۷abcd	۷۹/۸۵abcde	۲/۷۹efgh
Y <sub>2</sub> S <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	۳۴/۰۳fg	۱۹/۰۶b	۶/۴۱bcd	۰/۵۱h	۱/۳۰fg	۴/۴۰j	۱۶/۷۶ab	۵/۶۳bcde	۸۷/۹۱ab	۱/۶۹i
Y <sub>2</sub> S <sub>1</sub> I <sub>3</sub>	۴۶/۸۳bcdef	۱۷/۵۱bcde	۸/۳۷abc	۱/۶۵defgh	۴/۳۶bcd	۵/۷۲ghi	۱۳/۷۵cde	۶/۶۴abcd	۷۷/۷۳bcdef	۱/۳۱ghi
Y <sub>2</sub> S <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	۳۸/۱۹defg	۲۱/۶۵a	۸/۲۶abc	۰/۸۷gh	۰/۹۷g	4.72ij	۱۹/۳۳a	۷/۳۷ab	۸۹/۱۶a	۱/۷۲i
Y <sub>2</sub> S <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	۳۴/۲۶fg	۱۷/۴۰bcde	۵/۹۸cd	۰/۹۴fgh	۲/۵۹defg	۵/۷۳ghi	۱۴/۱۶bcde	۴/۸۸bcdef	۸۱/۳۵abcd	۲/۶۳ghi
Y <sub>2</sub> S <sub>2</sub> I <sub>3</sub>	۴۹/۰۰bcde	۱۶/۳۸def	۸/۱۰bc	۱/۶۰defgh	۵/۷۸ab	۵/۳۷ghij	۱۲/۱۱defghi	۶/۰۴abcd	۷۳/۷۱defgh	۳/۶۷bcdefg
Y <sub>2</sub> S <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	۳۶/۸۱efg	۱۷/۵۶bcde	۶/۴۳bcd	۱/۱۵fgh	۲/۵۴defg	۵/۷۶ghi	۱۴/۳۱bcd	۵/۲۴bcdef	۸۱/۳۸abcd	۲/۶۵fghi
Y <sub>2</sub> S <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	۳۱/۲۵g	۱۸/۷۳bc	۵/۸۵bc	۱/۹۷defg	۳/۵۰bcdef	۵/۶۲ghi	۱۵/۱۲bcd	۴/۷۲cdef	۸۰/۷۱abcd	۳/۰۱defg
Y <sub>2</sub> S <sub>3</sub> I <sub>3</sub>	۴۶/۲۵cdef	۱۶/۷۱cdef	۷/۷۳bcd	۲/۱۶cdefg	۵/۳۰abc	۵/۱۱hij	۱۲/۶۴defg	۵/۸۵bcde	۷۵/۵۴defg	۳/۴۶bcdefg
Y <sub>2</sub> S <sub>4</sub> I <sub>1</sub>	۳۶/۵۷efg	۱۹/۰۷b	۶/۹۶bcd	۰/۵۳h	۱/۴۸efg	۵/۰۶hij	۱۶/۴۹abc	۶/۰۰abcd	۸۶/۴۱abc	۱/۹۸hi
Y <sub>2</sub> S <sub>4</sub> I <sub>2</sub>	۳۴/۲۶fg	۱۲/۴۸ij	۴/۲۸d	۱/۲۱fgh	۵/۹۴ab	۷/۲۶bcde	۷/۵۵kl	۲/۵۸f	۶۰/۴۸ij	۴/۳۳abc
Y <sub>2</sub> S <sub>4</sub> I <sub>3</sub>	۴۶/۵۰cdef	۱۸/۴۱bcd	۸/۵۷abc	۱/۸۰defgh	۳/۴۷bcdef	۵/۰۹hij	۱۵/۰۱bcd	۶/۹۹abc	۸۱/۴۰abcd	۲/۸۰efgh

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۱ مقایسه مقدار و بهره‌وری مصرف آب براساس عملکرد ریشه در تیمارهای مختلف



شکل ۲ مقایسه مقدار و بهره‌وری مصرف آب براساس عملکرد قندخالص در تیمارهای مختلف

## منابع مورد استفاده:

## References:

- بازوبند، م. ۱۳۷۱. بررسی اثرات تنش رطوبتی در مرحله بعد از اولین تنک بر خواص کمی و کیفی چغندرقد. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات چغندرقد خراسان. صفحه ۳۸-۳۷.
- برادران فیروزآبادی، م. عبداللهیان نوقابی، م. رحیم زاده خوئی، ف. مقدم، م. رنجی، ذ و پارسائیان، م. ۱۳۸۲. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی مداوم بر کمیت و کیفیت سه رگه چغندرقد. مجله چغندرقد. جلد ۱۹. شماره ۲. ۱۳۳-۱۴۳.
- علیزاده، ا. و کوچکی، ع. ۱۳۶۵. اصول زراعت در مناطق خشک. موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
- جهاداکبر، م و ابراهیمیان، ح. ۱۳۷۷. ارزیابی سه مدیریت زراعی و شش رقم جهت صرفه‌جویی آب در سه ماهه اول فصل رشد در زراعت چغندرقد. مجله چغندرقد. جلد ۱۴. شماره‌های ۱ و ۲.
- جهاداکبر، م. ابراهیمیان، ح. ترابی، م و گوهری، ج. ۱۳۸۲. تأثیر کم‌آبیری بر کمیت و کیفیت چغندرقد در کبوتر آباد اصفهان. مجله چغندرقد. جلد ۱۹. شماره ۱: ۸۱-۹۴.
- خواجه‌پور، م. ۱۳۷۵. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاددانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- خیرابی، ج. و همکاران. ۱۳۷۵. دستورالعمل‌های کم‌آبیری. نشریه شماره ۲ گروه کار آب موردنیاز گیاهان و مدیریت محصولات زراعی کمیته ملی آبیاری و زهکشی.
- عبداللهیان نوقابی، م. شیخ الاسلامی، ر. و بابایی، ب. ۱۳۸۴. اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندرقد. مجله چغندرقد. جلد ۲۱. شماره ۱: ۱۰۴-۱۰۱.
- کوچکی، ع و سلطانی، ا. ۱۳۷۵. زراعت چغندرقد. انتشارات جهاددانشگاهی مشهد.
- هاشمی دزفولی، ا. کوچکی، ع و بنایان اول، م. ۱۳۷۵. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاددانشگاهی مشهد.
- محمدیان، ر. ۱۳۸۴. برخی از عوامل مؤثر بر عملکرد چغندرقد در شرایط تنش کم‌آبی. مجموعه مقالات بیست و هفتمین دوره سمینارهای سالانه کارخانه‌های قند و شکر ایران. مشهد. ۲۳۸-۲۴۸.
- میرزایی، م. رضوانی، س. م و گوهری، ج. ۱۳۸۴. تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی چغندرقد. مجله چغندرقد. جلد ۲۱. شماره ۱: صفحه ۱-۱۴.
- نادری، ا. هاشمی دزفولی، ا. شکرانی، ر. و رضایی، ع. ۱۳۷۷. اثرات زمان قطع آبیاری و تاریخ برداشت بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر واریته CP-57 در خوزستان. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱، شماره ۱.
- نورجو، ا. بقایی کیا، م. و جدایی، ع. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر کم‌آبیری بر روی کمیت و کیفیت چغندرقد و ارزیابی اقتصادی آن. گزارش نهایی شماره ۸۱/۲۰۵ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی.
- نورجو، ا. و بقایی کیا، م. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر روی کمیت و کیفیت چغندرقد در منطقه خوی. مجله چغندرقد. شماره ۱: جلد ۲۰: ص ۲۶-۱۵.

- Bazza M, Tayaa M (1999) Contribution to improve sugar beet deficit-irrigation. Crop yield response to deficit irrigation. Kluwer Academic publishers, Dordecht, Nethorlond 148-160
- Camposeo S, Rubino P (2003) Effect of irrigation frequency on root water uptake in sugar beet. Springer Science, Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V., 253 (2): 301-309
- Doorenbos JW, Pruitt O (1975) Crop water requirements. Irrigation and drainage paper, No. 24, Rome
- Hanks RJ, Ashcroft GL (1980) Applied soil physical. P.32
- Howell TA, Hatfield JL, Yamada H, Davis KR (1984) Evaluation of cotton canopy temperature to detect crop water stress. Transaction of the ASAE:84-88
- Howell TA, Ziska LH, McCormick RL, Burtch LM (1987) Response of sugar beets to irrigation frequency and cut off on a clay lome soil. Irrig. Sci. 8:1-11
- Massoud MM, Shalaby EM (1998) Response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties to irrigation intervals in upper Egypt. II. Water consumption and water use efficiency. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 29-50
- Miller DE, Aursaj JS (1976) Yields and sugar content of sugarbeet as affected by deficit high-frequency irrigation. Agromomy J., 68:231-234
- Reinfeld E, Emmerich A, Baumgarten G, Winner C, Beiss U (1974) Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker, 27:2-15
- Steven R, Neufeld J, Gallian J (2007) Sugar beet irrigation management. University of Idaho Extension.
- Wessolek G, Rengar M (1993) Influence of irrigation design on water balance and water use efficiency. Zeitschrift- Fur- Kulturtechnik-und-Landentwicklung
- Winter SR (1989) Sugar beet yield and quality response to irrigation, row width and stand density. J. Sugar beet Res., 26: 26-33