

## "بررسی اثر مصرف آب شور زهکش روی عملکرد چغندر قند و خواص خاک"

### هوشنگ یزدانی \*

### چکیده:

به منظور بررسی اثر مصرف آب شور زهکش روی عملکرد چغندر قند و صرفه‌جویی در مصرف آب مرغوب رودخانه، این بررسی با استفاده از آبهای مذکور به ترتیب با متوسط هدایت الکتریکی  $2/5$  و  $2/0$  دسی‌سیمنس بر متر در سال ۱۳۶۹ در ایستگاه تحقیقات شوری رودشت اصفهان انجام شد. ابتدا بذور چغندر قند در تمام کرتها بطور یکنواخت با آب رودخانه کاشته و تا مرحله گیاهچه (۵ تا ۱۰ برگه شدن) چهار نوبت آبیاری شدند، از آن پس نیمی از کرتهای آزمایشی با آب رودخانه ( $T_1$ ) و نیمی دیگر با آب شور زهکش ( $T_2$ ) تا پایان فصل زراعی ۸ نوبت دیگر آبیاری شدند. نتایج حاصله نشان داد که تیمار  $T_1$  با مصرف ۱۶۵۰۰ متر مکعب آب رودخانه در هر هکتار  $4/6$  تن غده چغندر قند با عیار  $17/4$  درصد (معادل ۷۱۳۰ کیلوگرم قند در هکتار) و تیمار  $T_2$  با مصرف ۵۵۰۰ متر مکعب آب رودخانه با اضافه ۱۱۰۰۰ متر مکعب آب زهکش در هکتار میزان  $22/8$  تن غده چغندر قند با عیار  $18/8$  درصد (معادل ۶۱۳۰ کیلوگرم قند در هکتار) تولید نموده‌اند. بدین ترتیب در حالیکه در تیمار  $T_2$  حدود  $66/6$  درصد مصرف آب رودخانه صرفه‌جویی شده، میزان کاهش قند تولیدی فقط ۱۲ درصد بوده است. به بیان دیگر میتوان بجای مصرف ۱۶۵۰۰ متر مکعب آب رودخانه در یک هکتار، همین میزان آب رودخانه را به‌مراه آب زهکش در سه هکتار چغندر قند کاری مصرف و بجای تولید حدود ۷ تن قند از یک هکتار، حدود ۱۸ تن قند از سه هکتار برداشت نمود. نتایج تجزیه خاک تیمارها در

\* عضو هیئت علمی تحقیقات خاک و آب اصفهان.

زمان برداشت محصول نشان داد، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک و درصد سدیم تبدیلی آن که در تیمار آب رودخانه به ترتیب ۴ dS/m و ۱۱ درصد بوده، در تیمار مصرف آب شور زهکش به ۸ dS/m و ۳۱ درصد افزایش یافته است. افزایش شوری عصاره اشباع خاک در تیمار مصرف آب زهکش باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک به میزان ۱/۲ بار (اتمفر) گردیده است که علت اصلی کاهش آب قابل استفاده خاک و در نتیجه کاهش رشد و نمو گیاه و عملکرد محصول بوده است.

#### مقدمه:

در استان اصفهان یکی از عوامل مهم محدود کننده کشاورزی آب است. با افزایش جمعیت و گسترش صنعت، روزبروز از سهم آب کشاورزی و بخصوص آبهای با کیفیت مناسب کاسته میشود. لذا استفاده و کاربرد آبهای شور و نیمه شور در کشاورزی روزبروز اهمیت بیشتری پیدا مینماید، گرچه در حال حاضر نیز این آبها در سطح وسیع (حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد استان) وجود داشته و مورد مصرف میباشند. از طرف دیگر، در مناطقی که آبهای شور وجود دارند، چندین عامل محدود کننده دیگر نیز مزید بر علت هستند، آبهای شور و نیمه شور اغلب در مناطقی وجود دارند که هوا گرم و خشک و خاکها نیز شور هستند، گرما و خشکی هوا و کمبود رطوبت نسبی خود عامل افزایش نیاز آبی گیاه بوده و شوری آب و خاک عامل افزایش نیاز آبیوشی، بدین دلایل در این مناطق نیاز به مصرف آب نیز بیشتر است. از طرف دیگر آب با کیفیت مناسب نیز در محدودیت شدید قرار دارد، بنابراین از یک طرف آب کم و محدود است و از طرف دیگر نیاز به مصرف آب زیاد، در این شرایط متضاد، استفاده از هرگونه آبی (بشرط عدم ایجاد خسارت بیش از حد به خاک یا گیاه) تقریباً "الزامی" میگردد. بنابراین بررسی در مورد اثرات مصرف اینگونه آبها بر روی خواص خاک و عملکرد گیاه اهمیت بسزائی پیدا مینماید. انجام اینگونه آزمایشات سالهاست در ایستگاه تحقیقات زهکشی و اصلاح اراضی رودشت اصفهان بر روی گیاهان متعدد در حال انجام است.

چندترنند جزو گیاهان مقاوم به شوری است، گرچه در مرحله جوانه

زدن به شوری حساس است بنابراین در صورتیکه مرحله جوانه زدن را طی نماید و در خاک مستقر شود شوریه‌های زیاد را میتواند تحمل نماید. آستانه شوری چغندرقلند (شوری عماره اشباع خاک که تا آن درجه شوری گیاه چغندر قند مواجه با کاهش محصول نمیشود) برابر ۷ دسی‌سیمنس بر متر ذکر گردیده است و از آن به بعد با افزایش هر واحد به شوری عماره اشباع خاک ۵/۹ درصد کاهش محصول وجود خواهد داشت (۲،۳،۱) و (۶).

برنشتاین (۱۹۶۴) حدود تحمل گیاهان مختلف را به شوری عماره اشباع خاک بر اساس میزان کاهش محصول ۵۰، ۲۵، ۱۰ درصد بررسی و بصورت گرافیک ارائه نمود (۷).

ماس و هوفمان ۲ (۱۹۷۶) نیز تحمل گیاهان را به شوری عماره اشباع خاک برای درصدهای مختلف کاهش محصول (از صفر تا ۱۰۰ درصد) بصورت گرافیک نشان دادند (۹).

ماس و هوفمان (۱۹۸۴) جداول مربوط به تحمل گیاهان به شوری عماره اشباع خاک را با توجه به شوری آب آبیاری برای درصدهای مختلف کاهش محصول ارائه دادند، براساس این جدول (جدول شماره ۱)، درجه تحمل گیاه چغندرقلند در شوریه‌های مختلف آب و عماره اشباع خاک بدین شرح میباشد.

جدول شماره ۱: درصد کاهش محصول چغندرقلند در شوریه‌های مختلف آب و عماره اشباع خاک

هدایت الکتریکی (dS/m)		درصد کاهش محصول
عماره اشباع خاک (ECe)	آب آبیاری (ECw)	
۷/۰	۲/۷	۰
۸/۷	۵/۸	۱۰
۱۱/۰	۷/۵	۲۵
۱۵/۰	۱۰/۰	۵۰
۲۴/۰	۱۶/۰	۱۰۰

1-Bernstein, 1964.

2-Maas and Hoffeman, 1976.

با شوری آب ۴/۷ و عماره اشباع خاک ۷ دسی سیمنس بر متر چغندر قند کاهش محصول ندارد. لیکن با افزایش شوری آب به ۵/۸ و عماره اشباع خاک به ۸/۷ دسی سیمنس بر متر کاهش محصول به ۱۰ درصد و با افزایش شوری آب به ۱۶ و عماره اشباع خاک به ۲۴ دسی سیمنس بر متر چغندر قند خشک شده و کاهش محصول ۱۰۰ درصد میگردد (۴، ۳، ۱ و ۶).

فیضی (۶۹-۱۳۶۷) در ایستگاه رودشت اصفهان، آبهای با شوریهای ۲، ۵ و ۸ دسی سیمنس بر متر را بر روی چغندر قند (پس از استقرار گیاهچه‌ها) مصرف نمود، میزان عملکرد محصول و درصد عیار قند در تمام کیفیتهای آب تقریباً " مساوی و اختلاف معنی داری بین کیفیتهای آب وجود نداشته است. تغییرات عملکرد محصول بین ۶۴/۵ تا ۶۸/۲ تن در هکتار و تغییرات درصد عیار قند بین ۱۹/۶ تا ۲۰/۰ درصد بوده است (۲).

یزدانی و ساری (۱۳۷۰) پنج کیفیت آب با شوریهای صفر (آب مقطر)، ۸ و ۱۶ دسی سیمنس بر متر را برای تعیین اثر شوری روی جوانه زدن بذر و رشد گیاهچه چغندر قند در گلدان بکار بردند. نتایج حاصله نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از آب مقطر به شوری ۸ دسی سیمنس بر متر جوانه زدن بذر حدود ۱۵ درصد کاهش یافته و حدود ۲۶ درصد جوانه‌ها و گیاهچه‌ها خشک شده‌اند و گیاهچه‌های سبز باقیمانده که در تیمار آب مقطر حدود ۸۰ درصد بوده‌اند در تیمار آب شور (۸ دسی سیمنس بر متر) به ۳۷ درصد کاهش یافته‌اند همچنین میزان ماده خشک گیاهچه‌های باقیمانده که در تیمار آب مقطر ۱/۸ گرم در هر گلدان بوده به ۰/۴۸ گرم کاهش یافته که این میزان کاهش معادل ۲۳/۵ درصد بوده است (۵).

#### روش بررسی:

این آزمایش با دو تیمار شوری آب آبیاری شامل  $T_1 =$  آب رودخانه با متوسط هدایت الکتریکی ۲ دسی سیمنس بر متر و  $T_2 =$  آب شور زهکش با متوسط هدایت الکتریکی حدود ۷/۵ دسی سیمنس بر متر در ۷ تکرار در یک طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی در بهار سال ۱۳۶۹ در ایستگاه تحقیات شوری رودشت به مرحله اجرا درآمد. بذور چغندر قند در تاریخ ۱۳۶۹/۲/۱۹

کاشته و آبیاری خاک آب انجام شد. مساحت کرت‌های آزمایش با توجه به رعایت امور آموزشی و ترویجی موضوع تحقیق، برابر ۵۰۰ متر مربع به ابعاد ۱۰۰×۵ متر انتخاب گردید. میزان کود فسفره بر مبنای ۹۰ کیلوگرم  $P_2O_5$  در هکتار از منبع فسفات آمونیوم و کود پتاسه بر مبنای ۹۰ کیلوگرم  $K_2O$  در هکتار از منبع سولفات پتاسیم در هنگام کاشت و کود سرک از منبع اوره پس از تنک کردن بوته‌ها بر مبنای ۱۸۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار (پس از کسر ازت موجود در کود فسفره) مصرف گردید. میزان بذر چغندر قند مصرفی ۳۰ کیلوگرم در هکتار بوده که بصورت ردیفی با فواصل ۴۰ سانتیمتر بین ردیف‌ها بنا ردیف کار کشت گردید. نوع بذر مصرفی، بذر معمول در منطقه بوده که توسط کارخانه قند به زارعین تحویل میشود. پس از کاشت بذور، چهار نوبت آبیاری در مراحل خاک آب، پی‌آب، جوانه زدن بذر و مرحله گیاهچه (۵ تا ۱۰ سانتیمتر ارتفاع بوته) با آب رودخانه در تمام تیمارها بطور یکنواخت انجام شد و پس از آن ۸ نوبت آبیاری دیگر انجام شد. بطوریکه در هر بلوک آزمایش، یک تیمار با آب رودخانه (ECr) و تیمار دیگر با آب شور زهکش (ECd) آبیاری گردید. میزان آب آبیاری مصرفی از منابع رودخانه و زهکش مساوی بوده و در هر نوبت آبیاری بوسیله پارشال فلوم اندازه‌گیری شده است. قبل از کاشت و مصرف کودهای شیمیایی و در پایان فصل زراعی از خاک کرت‌های آزمایش از اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتیمتر نمونه تهیه و درصد اشباع، هدایت الکتریکی عمارة اشباع، اسیدیته، کاتیونها و آنیونها، میزان کج، سدیم تعادلی و ظرفیت تبادل کاتیونی اندازه‌گیری و درصد سدیم تعادلی نیز محاسبه گردید.

در پایان فصل زراعی از هر کرت، یک ردیف طولی بوته‌های چغندر قند برداشت و تعداد غده شمارش و وزن غده و وزن برگ سبز توزین و نمونه غده تهیه و عیار قند اندازه‌گیری و میزان قند در هکتار و وزن متوسط غده و نسبت غده به برگ محاسبه گردید. ضمناً از برگ غده‌های هر تیمار نمونه تهیه و بمدت ۲۴ ساعت در حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد در اتوکلاو قرار داده شد و درصد ماده خشک برگ و میزان آن محاسبه گردید. در هر نوبت آبیاری از آبهای مصرفی نمونه تهیه و در آزمایشگاه هدایت الکتریکی، اسیدیته، آنیونها (کلر، سولفات و بی‌کربنات) و کاتیونها

(سدیم، کلسیم و منیزیم) اندازه‌گیری و نسبت جذب سدیم آنها محاسبه گردید.

### نتایج خاتمه:

#### ۱- میزان آب مصرفی:

بطوریکه ذکر شد آزمایش کلا " ۱۲ نوبت در طول فصل رشد آبیاری شد که ۴ نوبت اولیه آن در همه تیمارها بطور یکنواخت از آب رودخانه مصرف گردید (مراحل خاک آب، پی‌آب، جوانه زدن بذور و گیاهچه) پس از آنکه بوته‌ها مراحل جوانه زدن و گیاهچه را که حساسترین مراحل رشد چغندر قند به شوری هستند پشت سر گذاشتند، مصرف آب شور زهکش در تیمارهای مربوطه شروع شد. جدول شماره ۲ تعداد و تاریخهای آبیاری، میزان و درصد آب مصرفی از منابع آب رودخانه و زهکش و میزان و درصد آب رودخانه صرفه‌جویی شده در تیمارها و همچنین میزان تبخیر از پشتک کلاس A را در دوره رشد گیاه نشان میدهد.

میزان آب مصرفی از منبع رودخانه در ۴ نوبت اولیه که بطور یکنواخت انجام شد جمعا " ۵۵۰ میلیمتر بوده است. در مرحله بعدی جمعا " ۱۱۰۰ میلیمتر آب رودخانه در تیمار  $T_1=EC_R$  و بهمین میزان آب شور زهکش در تیمار  $T_2=EC_D$  مصرف شده است.

میزان کل آب مصرفی در دوره رشد گیاه ۱۶۵۰ میلیمتر بوده که در تیمار  $T_1$  همه آن از منبع رودخانه (۱۰۰ درصد آب رودخانه) و در تیمار آب زهکش ( $T_2$ ) ۵۵۰ (۳۳/۳ درصد) و ۱۱۰۰ میلیمتر بقیه (۶۶/۷ درصد) از منبع زهکش بوده است.

میزان تبخیر در دوره رشد گیاه ۱۷۱۰ میلیمتر بوده و لذا میزان آب مصرفی در دوره آبیاری معادل ۹۶/۵ درصد تبخیر از پشتک تبخیر بوده است.

## ۲- میزان آب رودخانه صرفه‌جویی شده:

در تیمار مصرف آب زهکش  $22/3$  درصد از کل آب مصرفی (۵۵۰ میلی‌متر) از آب رودخانه و  $66/6$  درصد (۱۱۰۰ میلی‌متر) از آب زهکش مصرف گردیده است. لذا در تیمار  $T_2$  نسبت  $T_1$  معادل ۱۱۰۰ میلی‌متر آب رودخانه صرفه‌جویی شده است که با این میزان آب رودخانه میتوان دو هکتار دیگر چغندر قند کاشت و تا مرحله گیاهچه آبیاری نمود و سپس مانند تیمار  $T_2$  بقیه فصل را از آب زهکش استفاده نمود.

جدول شماره ۲ و نمودار شماره ۱ مقادیر آب مصرفی و صرفه‌جویی شده از منبع رودخانه را نشان میدهند.

## ۳- کیفیت آبهای آبیاری مصرفی:

منابع آب مصرفی شامل آب رودخانه زاینده‌رود ( $T_1 = ECR$ ) و آب شور زهکش مجاور ایستگاه ( $T_2 = EC_D$ ) بوده‌اند. کیفیت آب رودخانه و زهکش در طول فصل زراعی متغییر بوده که در جدول شماره ۳ کیفیت آبهای مصرفی مورد مقایسه قرار گرفته است.

بطوریکه ارقام جدول مذکور نشان میدهد آب رودخانه در بهار و پائیز کیفیت مطلوبتری از تابستان داشته و هدایت الکتریکی آن از  $1/6$  دسی‌سیمنس بر متر (در پائیز) تا  $2/6$  دسی‌سیمنس بر متر (در تابستان) متغییر و میانگین هدایت الکتریکی آن در دوره آبیاری برابر  $2/0$  دسی‌سیمنس بر متر بوده است. آبیاری با چنین آبی برای گیاه چغندر قند که آستانه شوری آن معادل  $7/0$  دسی‌سیمنس بر متر (برای هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک) میباشد ایجاد اشکال خواهد نمود. براساس طبقه‌بندی کیفیت آبهای آبیاری که توسط آیرز و وست کات (۱۹۸۵) در نشریه شماره ۲۹ فائو (۶) انجام پذیرفته خطر استفاده از این آب از نظر کاهش میزان آب قابل استفاده گیاه در حد متوسط میباشد. میزان نسبت جذب سدیم آب

آبیاری نیز در طول دوره آبیاری بین  $\frac{3}{5}$  تا  $\frac{7}{3}$  و میانگین آن برابر  $\frac{5}{4}$  بوده است که از نظر خطر کاهش نفوذپذیری خاک با توجه به شوری آب که بیش از  $\frac{1}{2}$  دسی سیمنس بر متر است بدون خطر می‌باشد.

آب زهکش مصرفی با متوسط هدایت الکتریکی  $\frac{7}{3}$  دسی سیمنس بر متر جزو آبهای شور و با خطر شدید در کاهش آب قابل استفاده خاک قرار گرفته و براساس جدول ماس و هوگمان (۱۹۸۴) می‌تواند حدود ۲۵ درصد کاهش محصول برای چغندر قند ایجاد نماید. میزان متوسط نسبت جذب سدیم آب زهکش مصرفی  $\frac{23}{6}$  بوده که گرچه بسیار زیاد می‌باشد لیکن بدلیل شوری زیاد آب (بیش از ۵ دسی سیمنس بر متر) اثر نامساعد بر روی نفوذ پذیری خاک نخواهد گذاشت.

درصد سدیم تبدیلی خاک، حاصله در اثر مصرف آبهای مورد استفاده به ترتیب  $\frac{11}{4}$  و  $\frac{31}{10}$  درصد برای آب رودخانه و آب زهکش بوده که با توجه به مقاومت چغندر قند که تا ۴۰ درصد سدیم تبدیلی را مقاومت می‌نماید، مصرف این آبها از نظر سمومیت سدیم خطرناک نمی‌باشد (۶).

#### ۴- اثر شوری آب روی عملکرد چغندر قند:

جدول شماره ۵ و نمودار شماره ۱ نتایج اندازه‌گیری های مربوط به آزمایش را نشان میدهد.

در تیمار مصرف آب رودخانه ( $T_1$ ) میانگین عملکرد غده چغندر قند برابر  $\frac{40}{6}$  تن در هکتار بوده در حالیکه در تیمار مصرف آب زهکش ( $T_2$ ) عملکرد به  $\frac{32}{8}$  تن در هکتار کاهش یافته که این میزان کاهش عملکرد برابر حدود ۲۰ درصد بوده است در حالیکه در این تیمار ( $T_2$ ) حدود  $\frac{66}{7}$  درصد در مصرف آب رودخانه صرفه‌جویی شده است.

#### ۵- اثر شوری آب روی عیار قند:

همانطوریکه جدول شماره ۵ و نمودار شماره ۱ نشان میدهند در تیمار مصرف آب رودخانه میانگین عیار (درصد) قند در غده‌های چغندر قند  $\frac{17}{4}$  درصد و در تیمار مصرف آب زهکش برابر  $\frac{18}{8}$  درصد بوده که در تیمار



جدول شماره ۲- تعداد و تاریخهای آبیاری و میزان آب مصرفی و میزان تبخیر

میزان تبخیر ز پشتک (میلیمتر)	تیمارهای نوع آب مصرفی		میزان آب مصرفی (میلیمتر)	مرحله رشد گیاه	تاریخ آبیاری	تعداد آبیاری
	آب رودخانه (T <sub>2</sub> )	آب روخانه (T <sub>1</sub> )				
-	R	R *	۱۶۰	خاک آب	۶۹/۲/۱۹	۱
۸۰	R	R	۱۳۰	پی آب	۶۹/۲/۲۵	۲
۱۶۰	R	R	۱۳۰	جوانه زدن بذور	۶۹/۳/۹	۳
۱۸۰	R	R	۱۳۰	گیا هجده تا ۱۰ برگه	۶۹/۳/۲۵	۴
	۵۵۰	۵۵۰	۵۵۰	جمع آب رودخانه مصرفی تا این مرحله آزمایش		
	آب رودخانه (T <sub>2</sub> )		شروع مصرف آب زهکش در تیمارهای مربوطه			
		آب رودخانه (T <sub>1</sub> )				
۲۵۰	D **	R	۱۴۰		۶۹/۴/۱۵	۵
۱۸۰	D	R	۱۴۰		۶۹/۴/۳۰	۶
۱۲۵	D	R	۱۴۰		۶۹/۵/۱۰	۷
۱۳۰	D	R	۱۴۰		۶۹/۵/۲۰	۸
۱۶۵	D	R	۱۴۰		۶۹/۶/۴	۹
۱۶۵	D	R	۱۴۰		۶۹/۶/۲۰	۱۰
۱۵۰	D	R	۱۳۰		۶۹/۷/۱۲	۱۱
۱۲۵	D	R	۱۳۰		۶۹/۸/۳	۱۲
مجموع میزان تبخیر در دوره رشد گیاه ۱۷۱۰ میلیمتر	۱۱۰۰	۱۱۰۰	۱۱۰۰	جمع آب مصرفی از زمان شروع مصرف آب زهکش		
	۱۶۵۰	۱۶۵۰	۱۶۵۰	جمع کسب آب مصرفی در دوره رشد		
	۵۵۰	۱۶۵۰		میزان آب رودخانه مصرفی در هر تیمار		
	۱۱۰۰	۰		میزان آب زهکش مصرفی در هر تیمار		
	۳۳/۳	۱۰۰		درصد آب رودخانه مصرفی در هر تیمار		
	۶۶/۷	۰		درصد آب زهکش مصرفی در هر تیمار		
	۱۱۰۰	۰		میزان آب رودخانه صرفه جوئی شده		
	۶۶/۷	۰		درصد آب رودخانه صرفه جوئی شده		

D \*\* = آب زهکش

R \* = آب رودخانه

جدول شماره ۳ - مقایسه کیفیت آب رودخانه وزهکش مصرفی در فصول مختلف سال ۱۳۶۹

نسبت جذب سدیم	کاتیونها و آنیونها ( میلی اکی والان در لیتر )					اسیدیته	هدایت الکتریکی dS/m	فصل آبیاری	نوع آب مصرفی
	بیکربنات	سولفات	کلر	کلسیم و منیزیم	سدیم				
۵/۵	۳/۲	۴	۱۲	۸	۱۱	۷/۴	۱/۸	بهار	آب رودخانه
۷/۳	۴/۸	۱۰	۱۶	۱۲	۱۸	۷/۹	۲/۶	تابستان	
۳/۵	۴/۰	۵	۸	۱۰	۸	۷/۶	۱/۶	پائیز	
۵/۴	۴/۰	۶/۰	۱۲/۰	۱۰/۰	۱۲/۰	۷/۶	۲/۰	میانگین فصول	
۲۳/۲	۹/۱	۲۶	۵۵	۲۰	۷۲	۷/۸	۸/۰	بهار	آب زهکش
۲۸/۴	۱۰/۴	۴۵	۵۶	۲۱	۹۱	۷/۷	۷/۸	تابستان	
۱۹/۳	۱۴/۴	۱۵	۴۳	۱۷	۵۶	۸/۰	۶/۰	پائیز	
۲۳/۶	۱۱/۳	۲۹	۵۱	۱۹	۷۳	۷/۸	۷/۳	میانگین فصول	

جدول شماره ۴ - نتایج تجزیه خاک آزمایش بررسی اشرف مصرف آب شور زهکش روی عملکرد

چغندر قند و خواص خاک .



ESP	meq/100g Soil			pH	EC dS/m	%SP	تیمار آزمایش	مرحله نمونه برداری
	CEC	Ex.Na	So4Ca					
۱۱/۰	۱۴/۰	۱/۵	۳۰	۷/۶	۴/۰	۴۸	میانگین کرتها *	قبل از کاشت
۱۱/۴	۱۴/۰	۱/۶	۳۳	۷/۸	۴/۶	۴۵	آب رودخانه **	پس از برداشت
۳۱/۰	۱۳/۷	۴/۲	۳۰	۸/۰	۸/۰	۴۶	آب زهکش **	پس از برداشت

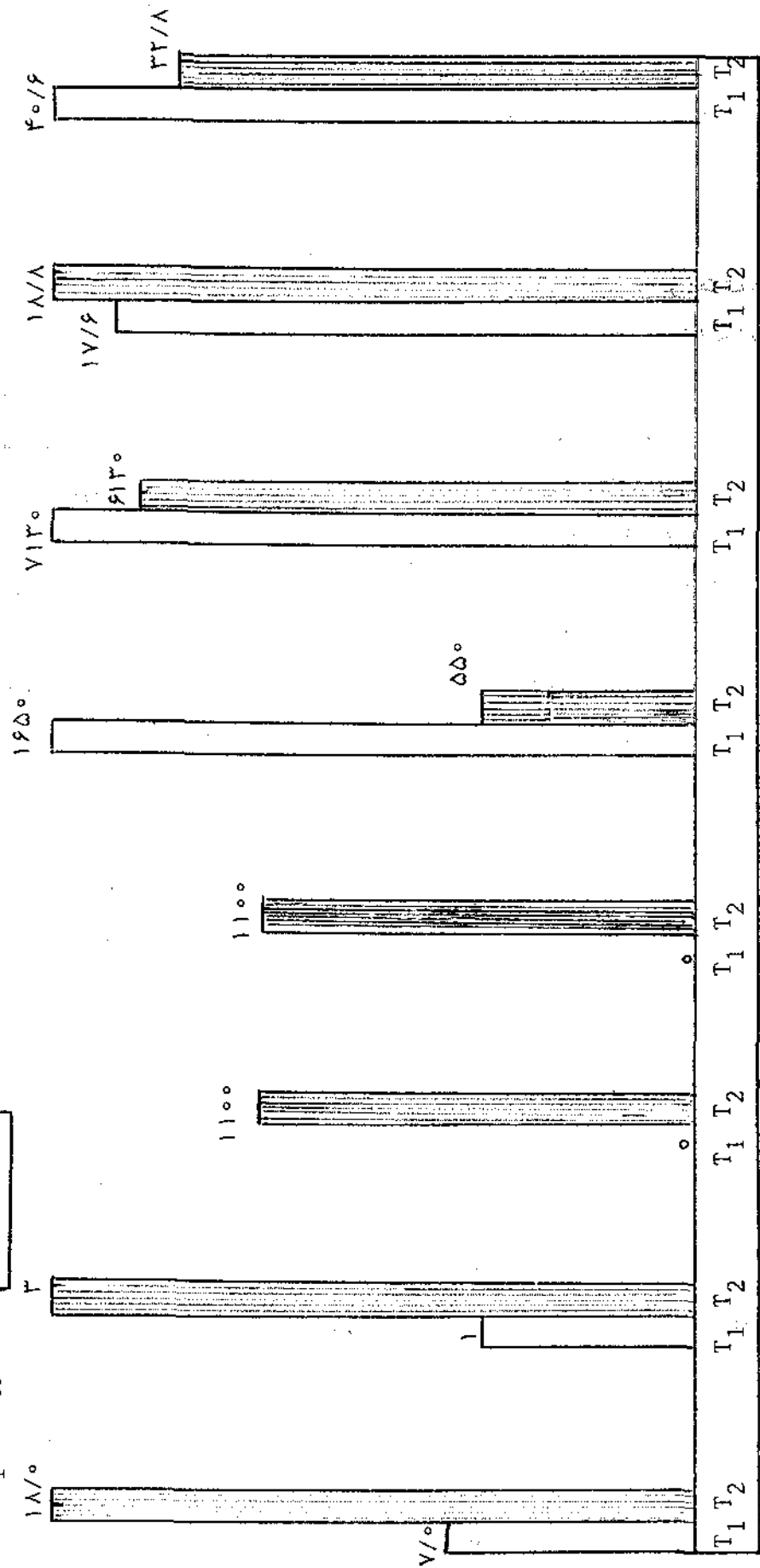
\* میانگین ۱۴ کرت آزمایشی و عمق ۰-۶۰ سانتیمتری خاک

\*\* میانگین ۷ کرت آزمایشی و عمق ۰-۶۰ سانتیمتری خاک .

جدول شماره ۵- نتایج اندازه گیریهای آزمایش بررسی اثر مصرف آب شور زهکش روی عملکرد چغندر قند و خواص خاک ( سال ۱۳۶۹ )

آب زهکش = $T_2 = EC_D$								آب رودخانه = $T_1 = EC_R$								تیمارهای نوع آب مصرفی	تیمارهای نوع آب مصرفی
میانگین	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	میانگین	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
وزن غده (تن در هکتار)	۳۲/۸	۳۴/۰	۳۸/۳	۳۴/۸	۲۸/۱	۲۹/۲	۳۴/۶	۳۰/۶	۳۸/۸	۴۷/۰	۴۵/۴	۳۶/۲	۵۰/۴	۳۶/۶	۳۰/۰		
عیسای رقت (درصد)	۱۸/۸	۱۸/۵	۱۸/۰	۱۷/۶	۳۰/۸	۱۹/۴	۱۷/۰	۱۷/۴	۱۸/۸	۱۸/۱	۱۶/۶	۱۷/۴	۱۷/۸	۱۶/۸	۱۷/۲		
میزان رقت تولیدی (کیلوگرم در هکتار)	۶۱۳۰	۶۲۹۰	۶۸۹۴	۶۱۲۵	۵۸۴۵	۵۶۶۵	۵۸۸۲	۶۱۱۱	۷۲۶۶	۸۵۰۷	۷۵۳۶	۶۳۰۰	۸۹۷۱	۶۱۸۰	۸۱۶۰۰		
تعداد غده (در هکتار)	۳۸۰۰۰	۳۲۰۰۰	۳۸۸۰۰	۳۱۶۰۰	۴۲۸۰۰	۳۶۸۰۰	۳۸۸۰۰	۴۵۲۰۰	۴۸۴۰۰	۳۵۲۰۰	۴۴۴۰۰	۴۸۸۰۰	۴۴۰۰۰	۴۶۰۰۰	۳۸۴۰۰		
وزن متوسط غده (گرم)	۸۸۱	۱۰۶۳	۹۸۷	۱۱۰۲	۶۵۶	۷۹۳	۸۹۲	۶۷۷	۸۰۲	۱۳۳۴	۱۰۲۱	۷۴۱	۱۱۴۵	۷۹۶	۷۸۱		
وزن برگ (کیلوگرم در هکتار)	۹۵۵	۱۱۰۲۰	۱۲۶۰۰	۸۸۸۰	۷۰۰۰	۷۲۴۰	۱۳۴۰۰	۶۷۲۰	۱۲۸۴۰	۱۳۴۴۰	۱۱۲۰۰	۱۰۰۰۰	۱۶۴۰۰	۱۰۶۰۰	۱۰۲۰۰		
نسبت غده به برگ	۳/۶۰	۳/۰۸	۳/۰۴	۳/۹۲	۴/۰۱	۴/۰۲	۲/۵۸	۴/۵۵	۳/۰۲	۳/۵۰	۴/۰۵	۳/۶۲	۳/۰۷	۳/۴۵	۲/۹۴		
میزان ماده خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	۱۴۴۲	۱۶۰۹	۱۶۸۸	۱۲۰۸	۹۵۹	۱۲۴۵	۱۹۴۳	۱۴۴۵	۲۱۵۷	۲۰۱۶	۱۶۰۲	۱۶۰۰	۲۷۰۶	۲۲۹۰	۲۰۶۰		
درصد ماده خشک برگ	۱۵/۵	۱۴/۶	۱۳/۴	۱۳/۶	۱۳/۷	۱۷/۲	۱۴/۵	۲۱/۵	۱۶/۸	۱۵/۰	۱۴/۳	۱۶/۵	۱۶/۵	۲۱/۶	۲۰/۲		

 آب زهکش  $T_2$   
 آب رودخانه  $T_1$



فند قایل  
 (تن)  
 فند قایل  
 (تن)  
 فند قایل  
 (تن)  
 فند قایل  
 (تن)  
 فند قایل  
 (تن)  
 فند قایل  
 (تن)

نمودار شماره ۱ - مقایسه پارامترهای مورد اندازه گیری در آزمایش سررسی اثر مصرف آب شور زهکش روی عملکرد چغندر قند و خواص خاک .

آب زهکش معادل  $7/5$  درصد بیشتر از تیمار مصرف آب رودخانه است.

#### ۶- میزان قند تولیدی:

---

از حاصلضرب وزن غده در عیار قند میزان قند تولیدی حاصل میشود که در تیمار آب رودخانه میانگین برابر  $7120$  کیلوگرم در هکتار و در تیمار آب زهکش برابر  $6130$  کیلوگرم در هکتار بوده است. بنابراین با مصرف آب شور زهکش حدود  $1000$  کیلوگرم در هکتار (معادل  $14$  درصد) عملکرد تولید قند کاهش یافته لیکن به ازاء این میزان کاهش قند تولیدی حدود  $66/7$  درصد (معادل  $1100$  میلیمتر) آب رودخانه صرفه جویی شده که با مصرف آن برای کاشت بذر و سبز کردن چغندر قند، مطابق روش تیمار  $T_2$  میتوان دو هکتار دیگر چغندر قند کاشت و بدین ترتیب بجای مصرف  $1650$  میلیمتر آب رودخانه در یک هکتار چغندر قند و تولید  $7130$  کیلوگرم قند، میتوان سه هکتار چغندر قند را با استفاده از آب رودخانه و زهکش کاشت و  $18390$  کیلوگرم قند در هکتار ( $6130 \times 3$ ) تولید نمود. جدول شماره ۵ و نمودارهای شماره ۱ و ۲ نتایج حاصله را نشان میدهند.

#### ۷- اثر شوری آب روی تعداد غده چغندر قند:

---

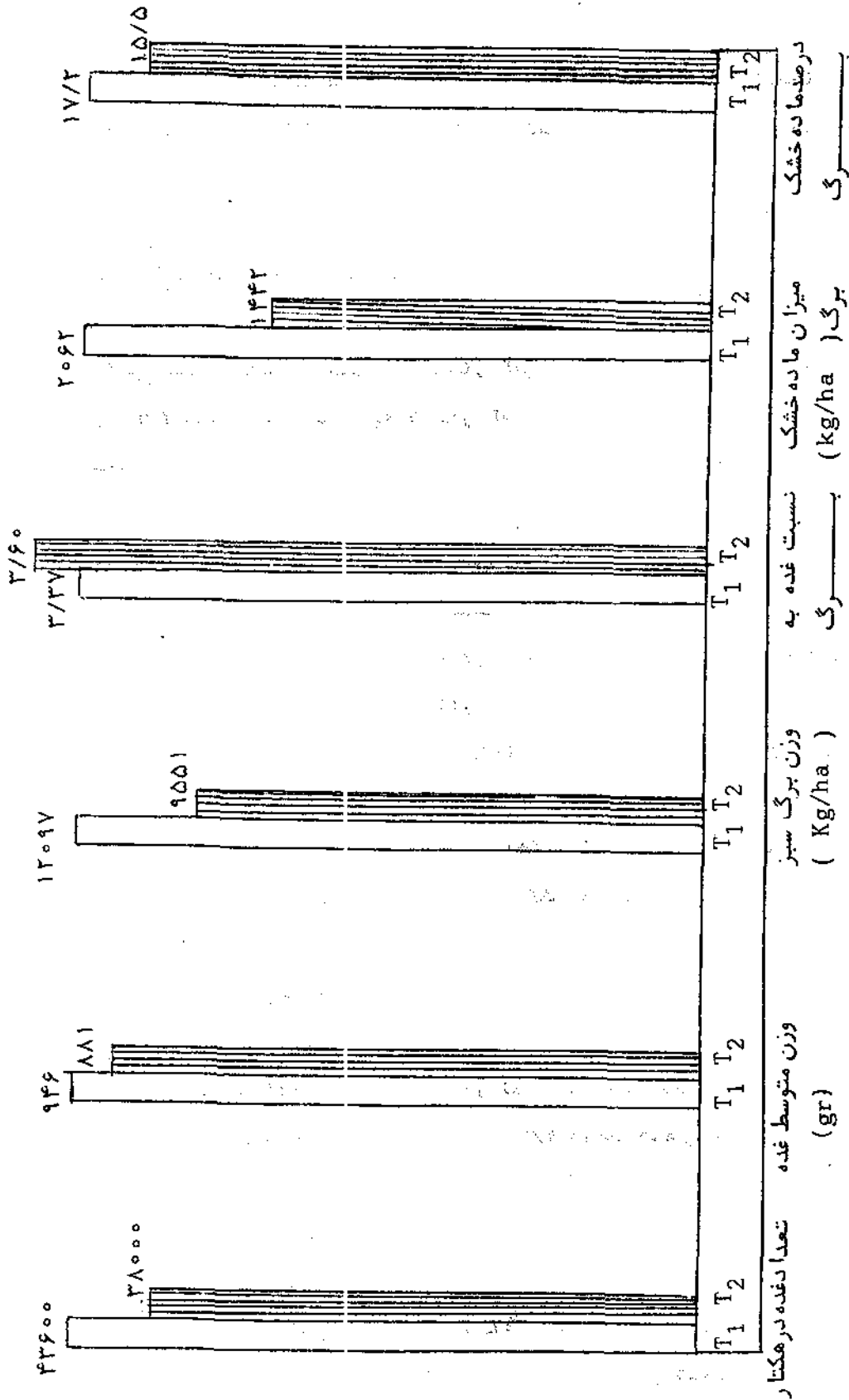
میانگین تعداد غده چغندر قند در هکتار در تیمار مصرف آب رودخانه  $42600$  عدد و در تیمار مصرف آب زهکش  $38000$  عدد بوده است که نسبت به تیمار آب رودخانه معادل  $12/8$  درصد کاهش یافته است.

#### ۸- اثر شوری آب بر وزن متوسط غده:

---

وزن متوسط غده های چغندر قند در تیمار آب رودخانه  $936$  گرم و در تیمار آب زهکش  $881$  گرم بوده که نسبتاً به آب رودخانه  $6/9$  درصد کاهش داشته است.

T<sub>1</sub> = آب رودخانه  
 T<sub>2</sub> = آب زهکش



تمویار شماره ۲ - مقایسه سا پرپرا مترهای مورباندا زه گیری در آزمایش اشرف مصرف آب شور زهکش روی عملکرد چغندر قند و خواص خاک.

#### ۹- اثر شوری آب بروزن برگ سبز:

---

میانگین وزن سبز برگ در تیمار آب رودخانه ۱۲۰۹۷ و در تیمار آب زهکش ۹۵۵۱ کیلوگرم در هکتار بوده است که نسبت به تیمار آب رودخانه ۲۱ درصد کاهش داشته است.

#### ۱۰- اثر شوری آب بر نسبت غده به برگ:

---

میانگین نسبت غده به برگ تیمار آب رودخانه ۳/۳۷ و در تیمار آب زهکش ۳/۶۰ بوده که نسبت به تیمار آب رودخانه ۶/۴ درصد افزایش یافته است.

#### ۱۱- اثر شوری آب بر میزان ماده خشک برگ:

---

میانگین میزان ماده خشک برگ در تیمار آب رودخانه ۲۰۶۲ و در تیمار آب زهکش ۱۴۴۲ کیلوگرم در هکتار بوده که نسبت به تیمار آب رودخانه ۳۰/۱ درصد کاهش داشته است. ملاحظه میشود که درصد کاهش ماده خشک برگ بیشتر از درصد کاهش وزن سبز برگ میباشد (۳۰/۱ درصد در مقابل ۲۲/۰ درصد) که علت آن را میتوان کاهش رشد برگها و افزایش آب نگهداری شده در برگ در تیمار مصرف آب زهکش دانست.

#### ۱۲- اثر شوری آب بر درصد ماده خشک برگ:

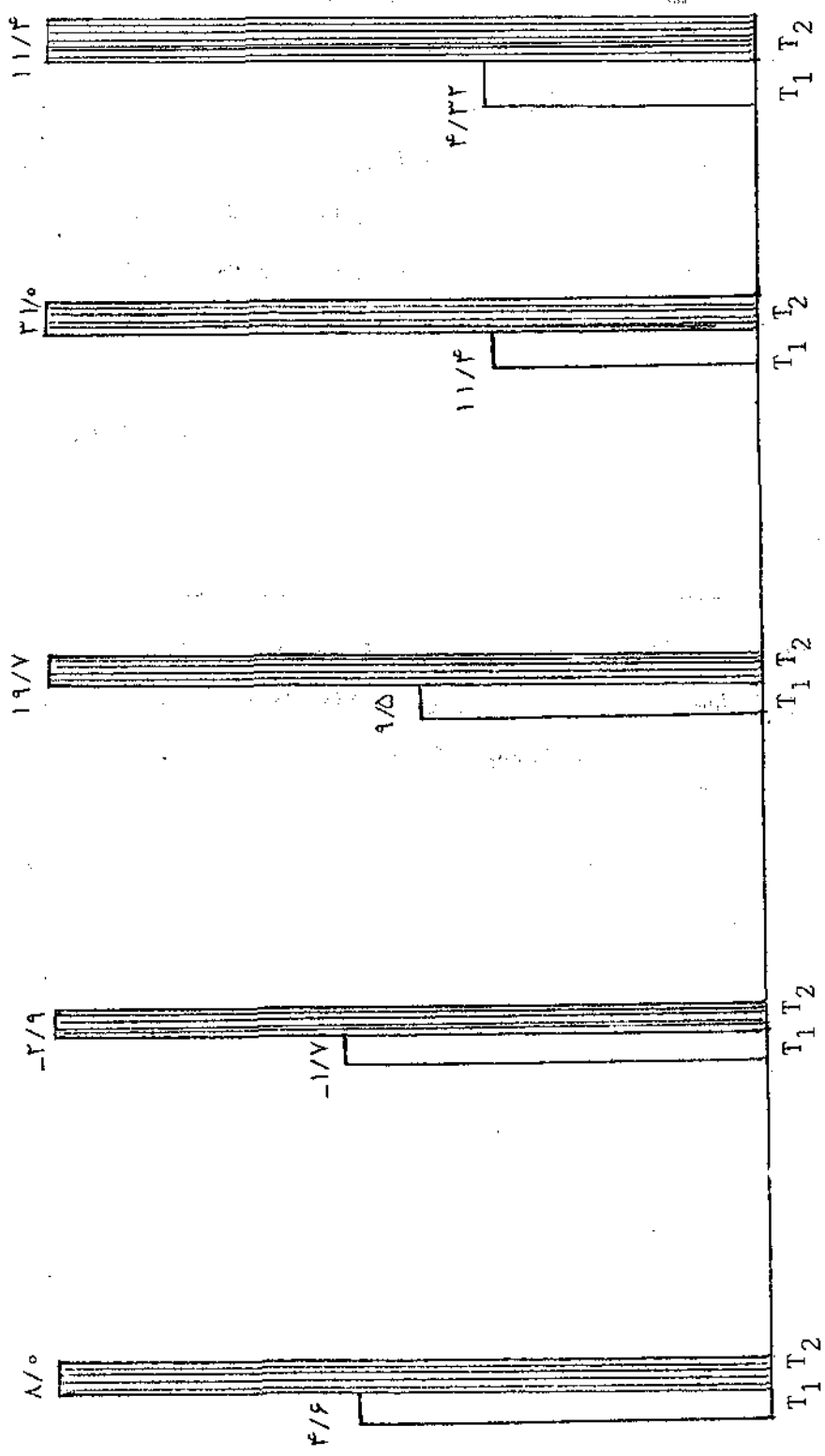
---

میانگین درصد ماده خشک برگ در تیمار آب رودخانه ۱۷/۲ و در تیمار آب زهکش ۱۵/۵ درصد بوده که معادل ۹/۹ درصد کاهش یافته است.

#### ۱۳- اثر شوری آب آبیاری بر روی شوری خاک:

---

میانگین هدایت الکتریکی عمارة اشیاع خاک محل آزمایش قبل از کاشت ۴/۰ دسی سیمنس بر متر بوده که در پایان فصل در تیمار مصرف آب



هدایت الکتریکی  
 عصاره اشباع خاک  
 دسی سینتیمتر

پتانسیل اسمزی  
 (بسمار)

میزان آب آشوبی  
 (درصد)

درصد سدیم تبادل  
 درصد سدیم

راندمان تولید قند

نمودار شماره ۳- مقایسه شوری عصاره اشباع خاک ، پتانسیل اسمزی ، میزان آب آشوبی مورد نیاز زودرصد سدیم تبادل خاک و راندمان تولید قند تیمارهای آزمایش .



رودخانه به ۴/۶ و در تیمار آب زهکش به ۸/۰ دسی سیمنس بر متر افزایش یافته است. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در تیمار آب زهکش ۴۲/۵ درصد نسبت به تیمار مصرف آب رودخانه افزایش یافته و تقریباً دو برابر شده است که این امر میتواند علت اصلی کاهش پتانسیل اسمزی و آب قابل استفاده خاک و در نتیجه کاهش وزن غده و برگ و ماده خشک تولیدی و عملکرد قند گیاه باشد.

جدول شماره ۴ نتایج تجزیه خاک آزمایش را نشان میدهد.

نمودار شماره ۳ مقایسه شوری عصاره اشباع خاک، پتانسیل اسمزی، میزان آب آبشویی لازم و درصد سدیم تبادلی خاک را در تیمارهای آزمایش نشان میدهد.

#### ۱۴- اثر شوری آب آبیاری بر کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک :

شوری آب آبیاری باعث افزایش شوری عصاره اشباع خاک و کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک میشود. میزان پتانسیل اسمزی محلول خاک تیمارها از فرمول زیر محاسبه گردیده است (۱۰ و ۸۰۶،۳۰۲۰۱).

$$OP = -0.36 \times ECe$$

OP = پتانسیل اسمزی محلول خاک بر حسب بار (اتمسفرا)

ECe = هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک بر حسب دسی سیمنس بر متر

جدول شماره ۶- هدایت الکتریکی عمارة اشباع خاک و میزان پتانسیل اسمزی محلول خاک تیمارهای آزمایش را نشان میدهد.

تیمارهای آزمایش	ECe (dS/m)	پتانسیل اسمزی (بار)	کاهش پتانسیل اسمزی (بار)	
			میزان کاهش	درصد کاهش
آب رودخانه (T <sub>1</sub> )	۲/۶	-۱/۲	—	—
آب زهکش (T <sub>2</sub> )	۸/۰	-۲/۹	-۱/۲	۷۱

بطوریکه ملاحظه میشود پتانسیل اسمزی محلول خاک در تیمار آب زهکش بدلیل شوری زیاد آب به میزان ۱/۲- بار نسبت به تیمار آب رودخانه کاهش یافته که این میزان کاهش برابر حدود ۷۱ درصد میباشد (جدول شماره ۶).

#### ۱۵- اثر شوری آب آبیاری بر درصد سدیم تبدلی خاک :

میانگین درصد سدیم تبدلی خاک محل اجرای آزمایش قبل از کاشت ۱۱/۰ درصد بوده است، که در پایان فصل در تیمار آب رودخانه به ۱۱/۴ درصد و در تیمار آب زهکش به ۳۱/۰ درصد افزایش یافته که این میزان افزایش نسبت به آب رودخانه برابر ۶۲/۲ درصد بوده است. بهرحال افزایش درصد سدیم تبدلی تا ۳۱/۰ درصد برای گیاه چندرکنند خطر آبرین نبوده زیرا براساس جداول پیرسون (۱۹۶۰) و آبرول (۱۹۸۲) چندرکنند میتواند درصد سدیم تبدلی تا ۴۰ درصد را بخوبی تحمل نماید (۴۰۴۰۱ و ۶). نمودار شماره ۳ مقایسه نتایج حاصله را بین تیمارهای مصرف آب رودخانه و زهکش نشان میدهد.

#### ۱۶- میزان آب آبخوشی مورد نیاز خاک :

استفاده از آب شور برای آبیاری باعث افزایش شوری عمارة اشباع خاک و کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک و کاهش آب قابل استفاده خاک

1- Pearson, 1960.

2- Abrol, 1982.

و در نتیجه کاهش رشد و نمو و عملکرد گیاه میگردد. برای کاهش اثرات نامساعد شوری در خاک احتیاج به آبشویی خاک برای شستن املاح اضافی خاک میباشد که میزان آن برای تیمارهای آزمایش از فرمول زیر محاسبه گردید (۶۰۴،۳۰۱ و ۸):

$$LR = \frac{ECw}{5ECe - ECw} \times 100 \quad \text{که در آن:}$$

$LR$  = میزان آب مورد نیاز برای آبشویی خاک بر حسب درصد

$ECw$  = هدایت الکتریکی آب آبیاری (dS/m)

$ECe$  = هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (dS/m)

مقادیر آب آبشویی محاسبه شده برای تیمار آب رودخانه برابر ۱/۵ و برای تیمار آب زهکش معادل ۱۹/۷ درصد میباشد. این ارقام مقادیر آب اضافی است که بایستی در هر نوبت آبیاری همراه با آب آبیاری مصرف گردد.

#### بحث و بررسی نتایج:

نتایج حاصله از آزمایش نشان داد که میتوان در تیمار مصرف آب زهکش ( $T_2$ ) نسبت به تیمار مصرف آب رودخانه ( $T_1$ ) ۱۱۰۰ میلیمتر آب رودخانه کمتر مصرف و صرفه جویی نمود که برابر ۶۶/۷ درصد کل آب مصرفی در آزمایش میباشد. بعبارت دیگر میتوان با میزان آب رودخانه صرفه جویی شده دو هکتار دیگر چغندر قند کاشت و در هر هکتار در ابتدای فصل ۵۵۰ میلیمتر آب رودخانه مصرف و بقیه فصل را از آب شور زهکش استفاده نمود (مشابه تیمار  $T_2$ ) و بجای اینکه با ۱۶۵۰ میلیمتر آب رودخانه، یک هکتار چغندر قند کاشته شود با مصرف این میزان آب رودخانه به اضافه آب شور زهکش، سه هکتار چغندر قند کاشت و بجای تولید ۷۱۳۰ کیلوگرم قند از یک هکتار، میزان ۱۸۲۹۰ کیلوگرم قند ( $۶۱۳۰ \times ۳$ ) از سه هکتار چغندر کاری بدست آورد که نسبت به تیمار آب رودخانه ( $T_1$ ) برابر حدود ۱۷۲ درصد افزایش تولید قند میباشد. بدین ترتیب استفاده از آب شور زهکش، باعث افزایش تولید قند از واحد آب رودخانه مصرفی (راندمان تولید قند) شده بطوریکه راندمان تولید قند

(کیلوگرم قند تولیدی بازا<sup>۱</sup> هر میلیمتر آب رودخانه مصرفی) برای تیمار مصرف آب رودخانه (T<sub>1</sub>) برابر ۴/۳۲ و برای تیمار مصرف آب زهکش (T<sub>2</sub>) برابر ۱۱/۴ بوده که ۶/۸۲ واحد معادل ۱۵۸ درصد افزایش داشته است. راندمان تولید قند از فرمول زیر محاسبه شده است:

میزان قند تولیدی (کیلوگرم در هکتار)

\_\_\_\_\_ = راندمان تولید قند

میزان آب رودخانه مصرفی (میلیمتر)

بنابراین ملاحظه میشود که گرچه استفاده از آب شور زهکش باعث کاهش وزن غده تولیدی و تعداد غده چغندر قند و وزن متوسط غده و وزن برگ سبز و میزان و درصد ماده خشک برگ به ترتیب به میزان ۲۰/۰، ۱۲/۸، ۹/۹ و ۳۰/۱۰۲۱/۰۰۶/۹ درصد گردیده است لیکن از طرف دیگر باعث افزایش میزان آب رودخانه صرفه جویی شده، افزایش سطح زیر کشت، درصد قند (عیار قند)، میزان کل قند تولیدی و راندمان تولید قند از آب رودخانه مصرفی به ترتیب به میزان ۷/۵۰۶۶/۷۰۶۶/۷ و ۱۷۲ و ۱۵۸ درصد گردیده است. البته همراه با افزایشهای فوق استفاده از آب زهکش باعث افزایش شوری خاک (هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک) به میزان ۴۲/۵ درصد گردیده که خود باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک به میزان ۷۱/۰ درصد گردیده و این عامل مهمترین عامل کاهش عملکرد و پارامترهای تولیدی مربوطه میباشد، ضمن آنکه درصد سدیم تبدلی خاک نیز حدود ۶۳/۲ درصد (از ۱۱/۴ به ۳۱/۰ درصد) افزایش یافته است که با توجه به منابع و مراجع این افزایش برای چغندر قند خطرناک نیست، زیرا چغندر قند میتواند درصد سدیم تبدلی خاک بیش از ۴۰ درصد را نیز تحمل نماید. افزایش درصد سدیم تبدلی خاک اثر نامساعدی بر روی نفوذپذیری خاک نیز نخواهد داشت زیرا بر اساس نظریات رودز (۱۹۷۷)، اوستروشروتر (۱۹۷۹) با توجه به شوری آب آبیاری (زهکش) مصرفی که برابر ۷/۳ دسی‌سیمنس

1-Rhoads, 1977.

2-Oster and Sheroer, 1979.

بر متر می‌باشد، استفاده از این آب باعث تقلیل نفوذپذیری خاک نخواهد شد (۹) گرچه تداوم مصرف این آبها مسلماً " اثرات تجمعی املاح در خاک را به همراه خواهد داشت، که بایستی در مدیریت بهره‌برداری از آنها در درازمدت به این اثرات توجه نمود و در طی یک دوره طولانی و در یک تناوب زراعی اصولی و فنی همراه با آبخوئی املاح خاک و مدیریت صحیح کاشت و آبیاری نسبت به بهره‌برداری از اینگونه آبها اقدام نمود.

جدول شماره ۲ میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در تیمارهای آزمایش و اختلاف بین میانگین تیمارها و درصد اختلاف بین میانگین تیمار  $T_2$  را نسبت به تیمار  $T_1$  نشان میدهد.

محاسبات آماری انجام شده نشان میدهد که از بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در آزمایش فقط اختلاف بین میانگینهای وزن غده چغندر قند و میزان ماده خشک برگ در تیمارهای آزمایش در سطح ۵ درصد معنی دار شده و اختلاف بین میانگینهای تیمارها در مورد سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی دار نبوده است. از آنجا که هدف از کاشت چغندر قند تولید قند در واحد سطح و یا تولید قند در ازاء واحد آب مرغوب (رودخانه) مصرفی می‌باشد و اختلاف بین میانگینهای این پارامتر (تولید قند در هکتار) در تیمارهای آزمایش معنی دار نبوده، نشان دهنده آنستکه شوری آب زهکش فقط روی عملکرد فیزیکی موثر بوده و بر روی میزان قند تولیدی اثر قابل توجهی نداشته است. البته در این موارد که زارع بیشتر جنبه‌های اقتصادی تولید را در نظر می‌گیرد شاید مباحث آماری چندان قابل توجه نباشد، بلکه بیشتر مباحث اقتصادی از نظر صرف نمودن تولید حدود ۱۸ تن قند با کاشت ۳ هکتار چغندر قند (با آب رودخانه و زهکش) با احتساب هزینه‌های کاشت ۲ هکتار اضافی، در مقایسه با کاشت یک هکتار چغندر قند با آب رودخانه و تولید حدود ۷ تن قند در هکتار، بیشتر میتواند حکمفرما باشد، گرچه از نظر عملی بایستی اثرات نامساعد باقیمانده شوری و قلیائیت بر روی خاک در اثر مصرف آبهای شور در دراز مدت همیشه مدنظر قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی :

---

از آقایان منصور زیاری و ذبیحا.. سعادت‌مند که در اجرای آزمایش و آقای ناصر ساری که در تهیه گزارش و خانم محموده استکی که در تایپ گزارش همکاری نمود تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از سرکار خانم رخشنده گل جهانی که محاسبات آماری مربوطه را انجام دادند تشکر و سپاسگزاری می‌نماید.

جدول شماره ۷- میانگین پارامترهای مورد اندازه گیری و درصد تغییرات هر یک در تیمارهای آزمایش.

ردیف	پارامترهای مورد اندازه گیری	میانگین تیمارها		اختلاف بین تیمارها*	درصد اختلاف*
		آب رودخانه	آب زهکش		
		(T <sub>1</sub> )	(T <sub>2</sub> )		
۱	میزان آب رودخانه مصرفی ( میلیمتر )	۱۶۵۰	۵۵۰	-۱۱۰۰	-۶۶/۷
۲	میزان آب زهکش مصرفی ( میلیمتر )	-	۱۱۰۰	+۱۱۰۰	+۶۶/۷
۳	میزان آب رودخانه صرفه جویی شده (میلیمتر)	-	۱۱۰۰	+۱۱۰۰	+۶۶/۷
۴	میزان سطح زیرکشت قابل افزایش ( هکتار )	-	۲/۰	+۲/۰	+۶۶/۷**
۵	وزن غده چغندر قند ( تن درهکتار )	۴۰/۶	۳۲/۸	-۷/۸	-۲۰/۰
۶	درصد قند ( عصاره قند )	۱۷/۴	۱۸/۸	+۱/۴	+۷/۵
۷	میزان قند تولیدی ( کیلوگرم درهکتار )	۷۱۳۰	۶۱۳۰	-۱۰۰۰	-۱۴/۰
۸	میزان قند تولیدی قابل افزایش ( کیلوگرم )	-	۱۲۲۶۰	+۱۲۲۶۰	+۱۷۲/۰
۹	راندمان تولید قند	۴/۳۲	۱۱/۱۴	+۶/۸۲	+۱۵۸/۰
۱۰	تعداد غده درهکتار	۴۳۶۰۰	۳۸۰۰۰	-۵۶۰۰	-۱۲/۸
۱۱	وزن متوسط غده ( گرم )	۹۴۶	۸۸۱	-۶۵	-۶/۹
۱۲	وزن برگ سبز ( کیلوگرم درهکتار )	۱۲۰۹۱	۹۵۵۱	-۲۵۴۶	-۲۱/۰
۱۳	نسبت غده به برگ	۳/۳۱	۳/۶۰	+۰/۲۳	+۶/۴**
۱۴	میزان ماده خشک برگ ( کیلوگرم درهکتار )	۲۰۶۱	۱۴۴۲	-۶۲۰	-۳۰/۱
۱۵	درصد ماده خشک برگ	۱۷/۱	۱۵/۵	-۱/۷	-۹/۹
۱۶	شوری عصاره اشباع خاک ( ds/m )	۴/۶	۸/۰	+۳/۴	+۴۲/۵
۱۷	پتانسیل اسمزی محلول خاک ( بار )	-۱/۱	-۲/۹	-۱/۲	-۷۱/۰
۱۸	درصد سدیم تبادل خاک	۱۱/۳	۳۱/۰	+۱۹/۶	+۶۳/۲

\* ( درصد کاهش ) + درصد افزایش

\*\* اختلاف معنی دار بین میانگینها در سطح ۵ درصد

- ۱- شینبرگ واوستر، کیفیت آب در آبیاری (ترجمه امین علیزاده)، انتشارات آستان قدس رضوی، سال ۱۳۶۴.
- ۲- فیضی، محمد، بررسی اثر کمیت و کیفیت آب آبیاری بر روی عملکرد چغندر قند، گزارشات پژوهشی سالیانه بخش تحقیقات خاک و آب اصفهان سالهای ۱۳۶۸-۱۳۶۷.
- ۳- مهندسین مشاور یکم، نشریه علمی و فنی مسایل کشاورزی ویژه ارزیابی کیفیت آبیاری، سال دوم، شماره ۴، سال ۱۳۶۴.
- ۴- وست کات و آیرز، کیفیت آب برای کشاورزی (ترجمه شاپور حاج رسولیها) انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، سال ۱۳۶۴.
- ۵- یزدانی، هوشنگ و ناصر ساری، اثر شوری آب آبیاری بر روی جوانه زدن بذر و رشد گیاهچه چغندر قند، گزارش پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب اصفهان، سال ۱۳۷۰.

6-Ayers, R.S. and D.W. Westcot, 1985. Water quality for agriculture, FAO, Irrigation and Drainage paper No.29.Rev.1.

7-Bernsteine, L.1964.Salt tolerance of plants, USDA Agricultural information Bult.283.

8-FAO, UNESCO, 1973. Irrigation, Drainage and Salinity, An International Source Book, Hutchinson, FAO, Unesco.

9-Maas, E.V. and G.J. Hoffeman, 1976. Crop Salt Tolerance, evaluation of existing data, International Salinity conference, Texas, Aug. 1976.

10-U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, USDA, Handbook No.60.