

تأثیر کیفیت و مدیریت آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد چغندر قند

محمد فیضی^{*1}

استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان؛

feizimohammad@gmail.com

چکیده

کاهش کیفیت منابع آب در مناطق خشک و نیمه خشک کشور از عوامل اصلی در کاهش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی بحساب می آید. از جمله راه های غلبه بر این چالش مدیریت صحیح کاربرد آب های شور در امر کشاورزی می باشد. در این مطالعه سه تیمار کیفیت آب آبیاری با شوری 1/6، 8/1 و 12/3 دسی زیمنس بر متر (S_1 ، S_2 و S_3) به عنوان کرت اصلی و دو تیمار مدیریت آبیاری با کیفیت آب های فوق الذکر در طول فصل زراعی (GQ) و آبیاری با آب غیر شور (1/6 دسی زیمنس بر متر) در مرحله جوانه زنی واستقرار گیاه و پس از آن اعمال سه تیمار شوری آب آبیاری (GU) به عنوان کرت فرعی همراه با دو تیمار بدون آبشویی (LR_0) و با آبشویی (LR_1) به عنوان کرت فرعی به ترتیب به میزان 14/2، 19/6 و 14/2 درصد برای هر یک از تیمارهای کیفیت آب آبیاری، به صورت طرح آزمایشی بلوک های کامل تصادفی در قالب کرت های دو بار خرد شده با چهار تکرار در جنوب شرقی اصفهان اجرا شد. نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری بطور معنی داری سبب کاهش عملکرد شکر سفید گردید، بطوری که میزان کاهش در تیمار S_3 نسبت به تیمار S_1 به ترتیب 6/7 و 10 درصد بود. با افزایش شوری آب آبیاری میزان عملکرد ریشه کاهش نشان داد. اعمال آبشویی بطور معنی داری سبب افزایش عملکرد ریشه، شکر ناخالص و شکر سفید گردید. همچنین کیفیت آب تأثیر معنی داری بر میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه نشان داد و با شوری آب میزان این عناصر در ریشه افزایش داشت. میزان قند ملاس نیز بر اثر شوری آب افزایش نشان داد. مدیریت کاربرد آب غیر شور در اول فصل زراعی تأثیر شوری آب آبیاری را بر اکثر صفات اندازه گیری شده تعدیل نمود در حالی که کاربرد آبشویی نسبت به مدیریت آبیاری با آب غیر شور در اول فصل زراعی، تأثیر معنی داری بر اجزای عملکرد نشان داد.

واژه های کلیدی: آبشویی، شکر سفید، شکر ناخالص، شوری آب آبیاری، عملکرد ریشه

مقدمه

نزولات آسمانی مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک کشور، کاربرد آب های نامتعارف را در امر کشاورزی ضروری می سازد. بخش زیادی از منابع آب کشور که براساس استانداردهای ارایه شده جزء

افزایش روز افزون جمعیت و نیاز به تولید بیشتر مواد غذایی، توسعه صنایع و مصرف آب با کیفیت مناسب، افزایش سطح زیر کشت و بالاخره کاهش

آدرس نویسنده مسؤل: اصفهان - اصفهان - بلوار کشاورزی - کوی امیرپه (امیر حمزه) - مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان - بخش

تحقیقات خاک و آب - کد پستی: 81785 - صندوق پستی: 199

* دریافت: اردیبهشت، 1391 و پذیرش: بهمن، 1391

آب‌های شور و لب شور قرار می‌گیرند (3). امروزه به عنوان یک منبع جدید آب در نظر گرفته می‌شود و بنا بر ضرورت استفاده از این آب‌ها اجتناب‌ناپذیر است. در حال حاضر کشورهای نظیر ایران، مصر، پاکستان، هندوستان، آمریکا و ایتالیا پیش‌گامان استفاده از اینگونه آب‌ها در بخش کشاورزی می‌باشند.

خاک‌های تحت تاثیر شوری کشور حدود 44/5 میلیون هکتار برآورد گردیده است. سطح کل اراضی فاریاب ایران حدود 7/3 میلیون هکتار و سطح کل اراضی زراعی که به درجات مختلف با مشکل شوری خاک یا آب و یا هر دو مواجه می‌باشند به میزان 3/5 میلیون هکتار تخمین زده شده است (3). تولید هر چه بیشتر فرآورده‌های کشاورزی از یک سو و محدودیت کیفی و کمی منابع آب کشور و عدم اعمال مدیریت متناسب با شرایط هر منطقه از دیگر سو موجب گردیده که هر ساله سطح این اراضی گسترش یابد. باید توجه داشت حتی با مصرف آب‌های سطحی و زیرزمینی غیر شور (شوری بین 0/75-1/5 دسی‌زیمنس بر متر) سالیانه بطور متوسط حدود 5-10 تن نمک به خاک وارد می‌گردد که بدلیل تبخیر زیاد آب از سطح خاک، این مقدار نمک سالیانه به املاح خاک اضافه می‌شود و روند شور شدن خاک تشدید می‌گردد.

جهت غلبه بر مشکلات استفاده از آب شور، بعضی از محققین روش‌هایی از جمله مخلوط آب شور با آب آبیاری با کیفیت مناسب، انتخاب گیاهان مقاوم به شوری و تناوب آبیاری با کیفیت خوب همراه با آبیاری با آب شور را ارائه کرده‌اند (20 و 21). این راهکارها برای کاهش مشکلات شوری مهم می‌باشند اما نمی‌توانند مانع تخریب خاک در نتیجه شوری و سدیمی شدن خاک شوند. طبق تحقیقات انجام شده، استفاده از مقداری آب اضافی جهت آبیاری به همراه سیستم زهکشی مناسب یکی از بهترین روش‌ها، برای بهبود خاک‌های شور و سدیمی می‌باشد. گزارشات زیادی تأثیر سود مندی آبیاری در بهبود

خاک و محصول را ارایه نموده‌اند. البته مقدار آب مورد نیاز جهت آبیاری به طور معنی‌داری وابسته به شوری آب آبیاری و مقاومت گیاه نسبت به شوری می‌باشد (21). فیضی (6) تأثیر کاربرد آبیاری با آب غیر شور در اول فصل زراعی و آبیاری را در طول فصل زراعی بر روی گیاهانی از جمله گندم، گلرنگ و چغندر قند مورد مطالعه قرار داد. نتایج وی نشان داد که اعمال مدیریت آبیاری کاربرد آب غیر شور در اول فصل زراعی و آبیاری منجر به افزایش عملکرد گیاهان مورد کشت شده است، ولی تأثیر مدیریت آبیاری در مرحله جوانه‌زدن و استقرار گیاه بیش از آبیاری بوده است. با توجه به مطالعه انجام گرفته در شرق اصفهان بر روی پنبه رقم ورامین، مصرف آب آبیاری به صورت متناوب از آب رودخانه با شوری 2/9 دسی‌زیمنس بر متر و آب زهکش با شوری 6/3 دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با کاربرد آب رودخانه در تمام طول فصل، حدود 13 درصد کاهش عملکرد و ش پنبه را باعث شد که با توجه به صرفه‌جویی 50 درصدی در آب مناسب (آب رودخانه) قابل توصیه می‌باشد. از طرفی با استفاده از آب مناسب رودخانه در مراحل جوانه‌زدن و استقرار گیاه (1 تا 2 نوبت آبیاری) و سپس استفاده از آب با شوری 6/3 دسی‌زیمنس بر متر در طول فصل زراعی تنها 21 درصد کاهش عملکرد پنبه حاصل شد که با توجه به صرفه‌جویی 80 درصدی در میزان آب آبیاری غیر شور قابل توجه می‌باشد. لذا وی نتیجه گرفت که در مناطق با محدودیت آب مناسب برای آبیاری، بسته به زمان در دسترس بودن آن، دو مدیریت کاربرد آب مناسب، یکی کاربرد آب مناسب در اول فصل زراعی و دیگری مصرف متناوب با آب شور مورد توجه قرار گیرد که البته کاربرد متناوب آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و دارای مزایای بیشتری می‌باشد (5).

گیاه چغندر قند در شرایط آب و هوایی متفاوتی کشت می‌گردد و نسبت به شوری متحمل ارزیابی گردیده است (15 و 23). ماس (18) چغندر قند را از گیاهان مقاوم به

مواد و روش ها

این تحقیق با سه تیمار کیفیت آب آبیاری S_1 ، S_2 و S_3 (به ترتیب با شوری‌های 1/6، 8/1 و 12/3 دسی زیمنس بر متر) به عنوان کرت اصلی، و دو تیمار مدیریت آبیاری: 1- کاربرد آب غیر شور با کیفیت S_1 در مرحله جوانه‌زدن در یک نوبت آبیاری اولیه و پس از این مرحله کاربرد سه شوری آب فوق‌الذکر تا پایان فصل زراعی (GU)، 2- آبیاری یکنواخت با کیفیت‌های آب فوق‌الذکر از ابتدا تا انتهای فصل زراعی (GQ) به عنوان کرت فرعی و دو تیمار آبیاری LR_0 و LR_1 (به ترتیب بدون آبیاری و با اعمال آبیاری) به عنوان کرت‌های فرعی فرعی، در چهار تکرار به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در قالب کرت‌های دو بار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) در جنوب شرق اصفهان اجرا گردید.

در این آزمایش تیمار S_1 به عنوان آب آبیاری با کیفیت مناسب (غیر شور) از آب رودخانه زاینده‌رود، تیمار S_2 از آب چاه سطحی موجود در محل آزمایش و یا اختلاط آب رودخانه و زه‌آب و تیمار S_3 از زه‌آب موجود در ایستگاه تامین شد. در مواقعی که میزان شوری آب آبیاری با مقادیر مطلوب فاصله داشت، از ترکیب آب‌های مختلف، آب با شوری مورد نظر با تنظیم دبی هر یک از منابع آب تهیه گردید. در هر نوبت آبیاری، شوری آب در محل اجرای طرح بوسیله هدایت سنج صحرائی اندازه‌گیری گردید و سپس نمونه لازم تهیه و در آزمایشگاه خصوصیات شیمیایی آب شامل هدایت الکتریکی، اسیدیته و یون‌های کلسیم و منیزیم، سدیم، کلسیم، بی‌کربنات، سولفات و نسبت جذب سدیم مشابه روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (1)

چغندر قند هیبرید (7233-P.29*MSC2) در تاریخ دهم اردیبهشت ماه کشت و در بیست و نهم آذرماه برداشت شد. بذر مصرفی برای هر کرت آزمایشی 125 متر مربعی (5*25 متر) به میزان 100 گرم (8 کیلوگرم در هکتار) کشت شد. بذرها در داخل ردیف‌هایی با فاصله

شوری با حد آستانه تحمل به شوری خاک 7 دسی زیمنس بر متر طبقه‌بندی نمود و یادآور شد که تحمل گیاهان به شوری آب و خاک با توجه به بافت خاک، نوع گیاه و شرایط آب و هوایی منطقه می‌تواند دارای واکنش-های مختلفی باشد (2). همچنین در مرحله جوانه زدن و رشد گیاهچه از تحمل به شوری کمتری برخوردار می‌باشد (10). در آزمایشاتی که به منظور بررسی تاثیر کاربرد آب‌های شور و نیمه‌شور برای آبیاری چغندر قند توسط کافکا و همکاران (14)، مکی (19) و روماسز و همکاران (22) انجام شده است، کاهش عملکرد غده و عملکرد قند در اثر افزایش شوری آب آبیاری گزارش شده است. در پژوهشی که به منظور بررسی تاثیر کاربرد آب‌های شور و نیمه‌شور برای آبیاری چغندر قند، در رودشت اصفهان انجام شد، با افزایش شوری آب آبیاری تا 8 دسی زیمنس بر متر عملکرد ریشه تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشت. در حالی که با شوری آب آبیاری 11 دسی زیمنس بر متر حدود 7 درصد کاهش عملکرد مشاهده گردید (4).

باید توجه داشت که حساسیت گیاه به شوری در طول فصل رشد دائماً تغییر می‌کند. بیشتر گیاهان در مرحله جوانه‌زدن و مراحل اولیه پس از آن حساس بوده و در معرض آسیب می‌باشند ولی چنانچه گیاه در خاک استقرار یابد با گذشت زمان و در مراحل بعدی رشد، به شوری مقاوم‌تر می‌شود. لذا می‌توان با مدیریت صحیح استفاده از آب غیر شور تا مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاه و پس از آن استفاده از آب شور، عملکرد بالای محصولات را انتظار داشت (21). مطالعات مختلفی در مناطق مختلف کشور و جهان در رابطه با شوری و مدیریت آبیاری انجام شده است که اطلاعات آنها برای شرایط مکانی و زمانی خاصی قابل تطبیق می‌باشد. در این مطالعه بررسی تاثیر کاربرد آب‌های شور و مدیریت آنها بر خاک و عملکرد چغندر قند در شرایط خشک مرکزی کشور انجام گردید و در این مقاله تاثیر آنها بر گیاه ارایه گردید.

و S_3LR_1 به ترتیب 2/6، 14/0 و 19/6 درصد اعمال گردید.

در پایان سال زراعی عملکرد و اجزای عملکرد در شبکه‌های ده متر مربعی اندازه‌گیری و نمونه‌های مورد نظر برداشت و تجزیه‌های لازم بر روی آن‌ها انجام گردید. اندازه‌گیری‌های گیاهی شامل وزن ریشه و خصوصیات کیفی ریشه در مرحله برداشت بود. به منظور بررسی خصوصیات کیفی ریشه‌های چغندر قند اندازه‌گیری‌های لازم در آزمایشگاه کارخانه چغندر قند انجام و درصد شکر خالص، عملکرد شکر ناخالص در هکتار و عملکرد شکر سفید خالص در هکتار محاسبه شد. همچنین در ابتدای فصل زراعی پس از مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاه از سه عمق 30-0، 60-0، 90-0 سانتیمتری خاک نمونه تهیه و برخی خصوصیات شیمیایی آنها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماري SAS انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد انجام شده است.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی خاک و آب

میانگین خصوصیات شیمیایی تیمارهای کیفیت آب آبیاری استفاده شده در جدول 1 ارائه شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود آب استفاده شده در تیمار S_1 با میانگین هدایت الکتریکی 1/6 دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم 4/6 با توجه به طبقه‌بندی ارائه شده در نشریه فائو (2) از نظر شوری و تأثیر بر نفوذ پذیری خاک در گروه کم تا متوسط می‌باشد. آب استفاده شده در تیمار S_2 و S_3 به ترتیب با میانگین هدایت الکتریکی 8/1 و 12/3 دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم 18/9 و 24/9 هر دو از نظر شوری و نفوذ پذیری در گروه نامناسب قرار می‌گیرد. بخش قابل توجهی از کیفیت آب‌های مورد استفاده در کشاورزی مناطق مرکزی، جنوبی و شرقی کشور بر اساس این معیارها دارای محدودیت زیاد برای

45 سانتیمتر از یکدیگر بصورت دستی کاشته شدند. به طوریکه در هر کرت 11 ردیف بذرکاری شد. عملیات تُنک کردن بوته‌ها و با فاصله 15-12 سانتیمتر بین بوته‌ها انجام شد. کود مصرفی بر اساس آزمون خاک توصیه (اوره 350، سوپر فسفات تریپل 100، سولفات پتاسیم 150 و سولفات روی 40 کیلوگرم در هکتار) و مصرف گردید. عملیات مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز از طریق مبارزه شیمیایی و فیزیکی در طول فصل زراعی انجام گردید.

در طول فصل زراعی یازده نوبت آبیاری انجام شد که در تیمار مدیریت آبیاری GU یک نوبت آن از آب رودخانه تأمین شد. آبیاری‌ها بر اساس نیاز آبی گیاه مورد مطالعه و به مقدار تبخیر از تشت تبخیر صورت گرفت. میزان کل آب آبیاری بدون احتساب سهم آبشویی 1400 میلی‌متر و سهم آبشویی با توجه به تیمارها در هر نوبت آبیاری به این میزان اضافه و آبیاری انجام می‌گرفت. دور آبیاری تقریباً بر اساس 100 میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A واقع در ایستگاه کلیماتولوژی محل اجراء استفاده شد. به منظور تنظیم حجم آب ورودی به کرت‌ها از کنتورهای حجمی استفاده شد.

برای تیمار بدون آبشویی (LR_0) آبیاری بر اساس نیاز آبی بر آورد شد و برای تیمار (LR_1) بر اساس نیاز آبشویی برای 75 درصد عملکرد گیاه چغندر قند از رابطه زیر محاسبه شد:

$$LR = \frac{EC_w}{5(EC_e) - EC_w} \quad (1)$$

که در آن EC_w شوری آب آبیاری و EC_e شوری عصاره اشباع خاک برای کاهش مورد نظر در مقدار محصول است. برای 25 درصد کاهش محصول EC_e از جدول تحمل گیاهان به شوری بدست آمد (2). مقدار نیاز آبشویی برای آب آبیاری با شوری‌های کاربردی محاسبه و به آب آبیاری اضافه و آبیاری انجام گردید. درصد سهم آبشویی برای تیمارهای شوری و آبشویی S_1LR_1 ، S_2LR_1

خاک در لایه سطحی تیمار S₁ در حد کم و در بقیه تیمارها و عمق های مورد مطالعه بر اساس تأثیر بر جوانه زنی گیاهان در دسته‌ی خاک های "شور" قرار می‌گیرد (2).

استفاده می باشند، لذا معیارهای متناسب با شرایط هر منطقه، باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد.

در جدول 2 میانگین برخی خصوصیات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در سه عمق مورد مطالعه و در تیمار های کیفیت آب آبیاری ارائه شده است. شوری

جدول 1 - میانگین نتایج تجزیه شیمیایی آب های استفاده شده در آبیاری در تیمارهای مورد مطالعه

| SAR | Na ⁺ | Ca ²⁺ +Mg ²⁺ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | HCO ₃ ⁻ | pH | EC (dS.m ⁻¹) | تیمار |
|------|------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----|-----------------------------|----------------|
| | (meq.L ⁻¹) | | | | | | | |
| 4/6 | 9/2 | 8/1 | 3/4 | 10/7 | 2/8 | 7/8 | 1/6 | S ₁ |
| 18/9 | 63/7 | 22/6 | 21/5 | 59/2 | 4/6 | 7/8 | 8/1 | S ₂ |
| 24/9 | 105/2 | 35/7 | 37/3 | 97/7 | 4/9 | 7/7 | 12/3 | S ₃ |

جدول 2 - میانگین خصوصیات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در مرحله جوانه‌زنی گیاه چغندر قند

| SAR | Na ⁺ | Ca ²⁺ +Mg ²⁺ | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | HCO ₃ ⁻ | pH | ECe (dS.m ⁻¹) | عمق خاک (cm) | تیمار |
|------|------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----|------------------------------|-----------------|----------------|
| | (meq.L ⁻¹) | | | | | | | | |
| 2/5 | 11 | 36 | 29 | 14 | 2/0 | 7/8 | 3/9 | 0-30 | S ₁ |
| 8/9 | 43 | 39 | 50 | 27 | 2/3 | 7/8 | 7/2 | 30-60 | |
| 15/0 | 43 | 17 | 31 | 30 | 3/0 | 7/9 | 5/3 | 60-90 | |
| 7/3 | 34 | 43 | 43 | 32 | 1/9 | 7/9 | 7/2 | 0-30 | S ₂ |
| 12/7 | 62 | 48 | 57 | 49 | 2/9 | 7/8 | 9/1 | 30-60 | |
| 13/3 | 76 | 34 | 38 | 46 | 3/3 | 7/8 | 8/0 | 60-90 | |
| 11/2 | 55 | 45 | 50 | 46 | 2/5 | 7/7 | 9 | 0-30 | S ₃ |
| 14/1 | 66 | 44 | 53 | 52 | 3/2 | 7/8 | 9/7 | 30-60 | |
| 13/0 | 54 | 36 | 43 | 43 | 2/5 | 7/8 | 8/4 | 60-90 | |

عملکرد ریشه

این نتیجه رسیدند که شوری منجر به کاهش عملکرد ریشه چغندر قند می‌شود. همچنین دادخواه (7) با بررسی تأثیر شوری بر عملکرد ریشه چغندر قند بیان نمود که شوری منجر به کاهش عملکرد غده می‌شود. فیضی (4) در مطالعات خود نتیجه گیری نمود که با افزایش شوری آب آبیاری تا 8 دسی زیمنس بر متر کاهش عملکرد ریشه قابل توجه نبوده است. اثر آبشویی بر عملکرد ریشه در سطح احتمال آماری 5 در صد معنی دار گردید (جدول 3). عملکرد ریشه در تیمار LR₁ و LR₀ به ترتیب با میانگین 40835 و 38985 کیلوگرم در هکتار در دو گروه آماری مجزا قرار گرفتند. بنابراین با اعمال آبشویی میزان 4/5 در صد عملکرد ریشه افزایش نشان داد (جدول 4). گارسیا

اگرچه شوری آب آبیاری در تجزیه واریانس اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول 3) لیکن مقایسه میانگین ها تیمار شوری آب آبیاری S₁ را با میانگین 41522 کیلوگرم در هکتار در گروه اول و دو تیمار S₂ و S₃ به ترتیب با 39873 و 39038 کیلوگرم در هکتار در گروه دوم قرار داد. تیمار شوری آب S₂ در دو گروه اول و دوم مشترک بود. کاهش عملکرد ریشه در تیمار S₂ و S₃ نسبت به تیمار S₁ بترتیب 4 و 6 در صد مشاهده گردید (جدول 5). جعفرزاده و اصغرزاده (13) با بررسی اثر شوری بر جوانه زنی بذر و عملکرد ریشه چغندر قند به

اثر کیفیت آب آبیاری بر در صد شکر سفید در سطح احتمال 5 در صد معنی دار گردید (جدول 4). مقایسه میانگین در صد شکر سفید در تیمارهای کیفیت آب آبیاری نشان داد که تیمار S_2 و S_3 به ترتیب 3 و 4 درصد نسبت به تیمار S_1 کاهش داشته است (جدول 5). اگرچه تجزیه واریانس اثر تیمارهای دیگر و اثرات متقابل آنها بر این صفت از لحاظ آماری معنی دار نگردید (جدول 4)، ولی مقایسه میانگین این صفت در اثر متقابل شوری آب آبیاری و کاربرد آب آبتویی، حاکی از افزایش درصد شکر سفید با کاربرد آبتویی در هر سه تیمار کیفیت آب آبیاری داشت (جدول 6).

با توجه به اینکه میزان پتاسیم، سدیم و نیتروژن ریشه نقش مهمی بر میزان در صد شکر سفید چغندر قند ایفاء می نماید (7) و افزایش این عناصر با شوری آب آبیاری مشاهده گردید (جدول 5)، لذا احتمالاً دلیل کاهش درصد شکر سفید با افزایش شوری آب آبیاری وجود این ناخالصی ها در ریشه بوده است.

سانچز و همکاران (9) و فلاح زاده و حاج عباسی (8) اصلاح خصوصیات خاک را بر اثر کاربرد آبتویی املاح گزارش نمودند و در این مطالعه نیز کاربرد آبتویی، LR_1 سبب افزایش عملکرد ریشه شده است. در تجزیه واریانس اثر متقابل شوری و آبتویی بر عملکرد ریشه معنی دار نبود (جدول 3)، ولی کاربرد آبتویی در تیمار S_2LR_1 نسبت به تیمار عدم کاربرد آبتویی S_2LR_0 سبب 6 درصد افزایش در عملکرد ریشه گردید (جدول 6). همچنین در تیمار اثر متقابل S_3LR_1 نسبت به تیمار S_3LR_0 عملکرد ریشه 7 درصد افزایش نشان داد. در تیمار اثر متقابل S_1LR_1 نسبت به تیمار S_1LR_0 افزایشی ملاحظه نگردید. نتایج نشان داد که با افزایش شوری، عملکرد ریشه به مقدار کمی کاهش یافت ولی اعمال آبتویی سبب تغییر در این روند و افزایش عملکرد گردید (جدول 4). اثر متقابل مدیریت آبیاری و شوری در تیمار $GULR_0$ نسبت به تیمارهای دیگر حدود 10 درصد کاهش عملکرد را نشان می دهد (جدول 6).

درصد شکر سفید خالص

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد ریشه، سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره

| میانگین مربعات | | | عملکرد ریشه | درجه آزادی | منابع تغییر |
|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------|------------|------------------------|
| نیتروژن مضره | پتاسیم | سدیم | | | |
| 0/08 ^{ns} | 0/65** | 0/25* | 73476642** | 3 | تکرار |
| 3/3** | 1/5* | 1/4** | 14305617 ^{ns} | 2 | شوری |
| 0/04 | 0/19 | 0/08 | 4235651 | 6 | خطای a |
| 0/14 ^{ns} | 1/22* | 0/01 ^{ns} | 2566955 ^{ns} | 1 | مدیریت |
| 0/02 ^{ns} | 0/01 ^{ns} | 0/21 ^{ns} | 190032 ^{ns} | 1 | شوری × مدیریت |
| 0/06 | 0/13 | 0/03 | 2897986 | 6 | خطای b |
| 0/07 ^{ns} | 0/01 ^{ns} | 0/05 ^{ns} | 39170878* | 1 | آبتویی |
| 0/07 ^{ns} | 0/38** | 0/06 ^{ns} | 2206113 ^{ns} | 2 | شوری × آبتویی |
| 0/001 ^{ns} | 0/32** | 0/08 ^{ns} | 34466955* | 1 | مدیریت × آبتویی |
| 0/02 ^{ns} | 0/11 ^{ns} | 0/01 ^{ns} | 5520032 ^{ns} | 1 | شوری × مدیریت × آبتویی |
| 0/09 | 0/03 | 0/06 | 7213742 | 15 | خطای باقیمانده |
| 10/6 | 2/9 | 12/1 | 6/7 | | C. V. (%) |

**،* و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 1%، 5% و عدم وجود تفاوت معنی دار، C.V. ضریب تغییرات

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر شکر سفید، شکر ناخالص، شکر سفید خالص و قند ملاس

| میانگین مربعات | | | | درجه آزادی | منابع تغییر |
|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------|------------------------|
| قند ملاس | عملکرد شکر سفید خالص | عملکرد شکر ناخالص | شکر سفید خالص | | |
| 0/12* | 1672938** | 2960362** | 0/4 ^{ns} | 3 | تکرار |
| 0/1** | 1738422** | 1105784 ^{ns} | 2/6* | 2 | شوری |
| 0/04 | 363517 | 361663 | 0/5 | 6 | خطای a |
| 0/21* | 337158 ^{ns} | 112031 ^{ns} | 4/3* | 1 | مدیریت |
| 0/05 ^{ns} | 342406 ^{ns} | 262047 ^{ns} | 1/5 ^{ns} | 1 | شوری × مدیریت |
| 0/03 | 163449 | 163588 | 0/7 | 6 | خطای b |
| 0/01 ^{ns} | 2481105** | 3085379** | 1/3 ^{ns} | 1 | آبشویی |
| 0/08 ^{ns} | 207279 ^{ns} | 145142 ^{ns} | 0/4 ^{ns} | 2 | شوری × آبشویی |
| 0/08 ^{ns} | 202587 ^{ns} | 612248 ^{ns} | 1/6 ^{ns} | 1 | مدیریت × آبشویی |
| 0/01 ^{ns} | 257633 ^{ns} | 297545 ^{ns} | 0/04 ^{ns} | 1 | شوری × مدیریت × آبشویی |
| 0/02 | 264908 | 334371 | 0/7 | 15 | خطای باقیمانده |
| 5/4 | 7/4 | 6/9 | 4/9 | | C. V. (%) |

ns و **، * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 1%، 5% و عدم وجود تفاوت معنی دار، C. V. ضریب تغییرات

معنی دار بود (جدول 4). غلظت پتاسیم ریشه در تیمار S₂ و S₃ نسبت به تیمار S₁ به ترتیب 5/4 و 9/4 در صد افزایش نشان داد (جدول 5). اثر متقابل شوری و آبشویی و اثر متقابل مدیریت و آبشویی بر پتاسیم ریشه در سطح احتمال آماری یک در صد معنی دار بود (جدول 6). میانگین غلظت پتاسیم ریشه در اثر متقابل شوری و آبشویی نشان می دهد که در تیمارهای شوری S₂ و S₃ کاربرد آبشویی (S₂LR₁ و S₃LR₁) سبب قدری کاهش در این صفت گردید (جدول 6). بیشترین میزان پتاسیم در تیمار توأم مدیریت و آبشویی در تیمار GQLR₀ مشاهده گردید (جدول 6). چون در مراحل فراوری شکر نمی توان سدیم و پتاسیم ریشه را حذف نمود لذا افزایش این عناصر تأثیر منفی بر کیفیت ریشه چغندر قند می گذارد (11). سدیم و پتاسیم سبب جلوگیری از بلور شدن قند ملاس چغندر قند می گردد (12 و 24).

سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه

تأثیر کیفیت آب آبیاری بر سدیم ریشه در سطح احتمال آماری یک در صد معنی دار بود (جدول 3). تیمارهای دیگر و اثرات متقابل آنها بر این صفت معنی دار نبود (جدول 3 و 4). میانگین میزان سدیم نشان می دهد که با افزایش شوری آب آبیاری میزان سدیم ریشه نیز افزایش داشته است، بطوریکه تیمارهای S₂ و S₃ نسبت به S₁ به ترتیب 33 و 47 درصد افزایش نشان دادند (جدول 5). با توجه باینکه میزان یون سدیم در آب آبیاری با افزایش شوری رابطه مستقیم دارد و یون غالب می باشد می توان انتظار داشت که با افزایش شوری آب آبیاری غلظت آن در ریشه نیز افزایش یابد. مطالعات انجام شده در گلخانه توسط دادخواه (7) نیز نشان می دهد که با افزایش تنش شوری میزان سدیم ریشه افزایش یافته است.

تأثیر شوری آب آبیاری و مدیریت آبیاری در سطح احتمال آماری پنج در صد بر غلظت پتاسیم ریشه

جدول 5- مقایسه میانگین اثر تیمارهای شوری آب آبیاری، مدیریت و آیشویی بر اجزای عملکرد چغندر قند

| تیمار | شکر سفید (%) | سدیم (میلی اکی والان گرم در 100 گرم خمیر ریشه) | پتاسیم | نیتروژن مضره | قند ملاس (%) | عملکرد ریشه (کیلوگرم در هکتار) | شکر ناخالص | شکر سفید |
|-----------------|--------------|--|--------|--------------|--------------|--------------------------------|------------|----------|
| S ₁ | 17/9 | 1/6 | 6/3 | 2/2 | 89/9 | 41522 | 8774 | 7447 |
| S ₂ | 17/4 | 2/1 | 6/6 | 2/8 | 83/0 | 39873 | 8366 | 6950 |
| S ₃ | 17/3 | 2/3 | 6/9 | 3/2 | 82/1 | 39037 | 8189 | 6725 |
| LSD | 0/7 | 0/28 | 0/43 | 0/21 | 1/32 | 2016 | 589 | 590 |
| GQ | 17/3 | 1/98 | 6/74 | 2/8 | 83/0 | 40400 | 8415 | 6984 |
| GU | 17/7 | 2/15 | 6/55 | 2/9 | 83/3 | 39175 | 8345 | 6952 |
| LSD | 0/63 | 0/15 | 0/29 | 0/19 | 0/92 | 1344 | 319 | 319 |
| LR ₁ | 17/7 | 1/99 | 6/62 | 2/8 | 83/5 | 40835 | 8668 | 7235 |
| LR ₀ | 17/2 | 2/11 | 6/71 | 2/9 | 82/7 | 38985 | 8106 | 6708 |
| LSD | 0/57 | 0/16 | 0/12 | 0/20 | 0/84 | 1810 | 390 | 347 |

تفاوت بین دو میانگین بیشتر از LSD؛ معنی دار در سطح احتمال 5 درصد

احتمال آماری یک درصد بر عملکرد شکر سفید داشته است (جدول 4). میزان کاهش عملکرد تیمارهای S₂ و S₃ نسبت به S₁ به ترتیب 6/7 و 10 درصد بود. از دلایل کاهش عملکرد شکر سفید می تواند افزایش شکر ملاس در اثر کاربرد آب با شوری زیادتر باشد. این کاهش می تواند نتیجه منفی تأثیر شوری بر مراحل فتوسنتز گیاه حاصل گردیده باشد (17). دلیل دیگر این کاهش ممکن است بدلیل کاهش جذب مواد غذایی در شرایط تنش شوری باشد (16). بهر حال افزایش غلظت سدیم و پتاسیم در ریشه چغندر قند با افزایش شوری آب آبیاری موجب تأثیر منفی بر عملکرد ریشه و افزایش تلفات در صد شکر در ملاس در طول فرآیند استحصال شکر می گردد (10) کاربرد آب آیشویی، موجب افزایش 7 درصد در عملکرد شکر سفید گردید.

کیفیت آب آبیاری سبب کاهش عملکرد شکر ناخالص در هکتار گردید ولی این کاهش عملکرد معنی دار نبود. میزان کاهش عملکرد شکر ناخالص در تیمارهای S₂ و S₃ نسبت به تیمار S₁ به ترتیب 4/7 و 6/7 درصد بود. کافکافی و همکاران (14) در مطالعات خود به این

تجزیه واریانس نیتروژن مضره ریشه در سطح احتمال آماری یک درصد، تأثیر معنی دار تیمار شوری آب آبیاری را نشان داد (جدول 3). با افزایش شوری آب آبیاری میزان نیتروژن مضره ریشه افزایش نشان داد. بطوری که در تیمار S₂ و S₃ نسبت به تیمار S₁ به ترتیب 31 و 50 درصد افزایش این صفت مشاهده گردید (جدول 5). این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط دادخواه (7) همخوانی دارد. در اثرات متقابل شوری و آیشویی و شوری در مدیریت آبیاری، عدم کاربرد آیشویی و بکارگیری مدیریت آب شور در طول فصل زراعی میزان نیتروژن مضره ریشه را در مقایسه با اعمال آب آیشویی و مدیریت کاربرد آب مناسب در اول فصل زراعی افزایش داد و با افزایش شوری آب آبیاری افزایش مشاهده گردید.

عملکرد شکر سفید (خالص) و عملکرد شکر (ناخالص)

عملکرد شکر سفید در تولید چغندر قند از مهمترین فاکتور های اقتصادی و ارزیابی چغندر قند محسوب می شود. تجزیه واریانس نشان داد که تیمار کیفیت آب آبیاری و آیشویی تأثیر معنی داری در سطح

$(GQLR_1)$ نسبت به عدم کاربرد آب آبخویی $(GQLR_0)$ فقط حدود 3 درصد افزایش عملکرد داشت.

قند ملاس

تجزیه واریانس از معنی دار بودن تأثیر کیفیت آب آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر در صد قند ملاس حکایت می نماید (جدول 3). اثر تیمارها و اثرات متقابل تیمارهای دیگر بر این صفت معنی داری نگردید. قند ملاس در تیمارهای شوری آب آبیاری S_2 و S_3 به ترتیب 13/5 و 21 درصد نسبت به تیمار S_1 افزایش نشان داد (جدول 5). مطالعات انجام شده توسط دادخواه (7) نیز افزایش قند ملاس را بر اثر افزایش شوری آب آبیاری گزارش نموده است. اگرچه اثرات متقابل معنی دار نشدند ولی بیشترین در صد قند ملاس در تیمار مدیریت کاربرد آب شور یگنواخت در طول فصل زراعی (S_3GQ) مشاهده گردید (جدول 6).

نتیجه رسیدند که شوری بر عملکرد شکر ناخالص تأثیر منفی می گذارد. تجزیه واریانس حاکیست که تأثیر کاربرد آب آبخویی بر شکر ناخالص در سطح احتمال یک درصد معنی داری بود (جدول 3). کاربرد آب آبخویی نسبت به عدم کاربرد آب آبخویی سبب گردید که عملکرد شکر ناخالص حدود 7 درصد افزایش یابد. هیچ یک از تأثیرات متقابل بر شکر ناخالص تأثیر معنی داری نشان ندادند (جدول 4). میانگین برخی از اثرات متقابل حاکی از تأثیر نسبتاً قابل ملاحظه آنها بر این صفت می باشد، از جمله اثر متقابل مدیریت و آبخویی آب آبیاری می باشد. کاربرد آب آبخویی در مدیریت کاربرد آب مناسب در اول فصل زراعی ($GULR_1$) توانسته است میزان عملکرد این صفت را 11/3 درصد نسبت به عدم کاربرد آب آبخویی ($GULR_0$) افزایش دهد. افزایش عملکرد در اثر آبخویی در مورد کاربرد آب یگنواخت در طول فصل زراعی

جدول 6- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف بر اجزای عملکرد چغندر قند

| تیمار | شکر سفید (%) | سدیم | پتاسیم | نیترژن مضره | عملکرد ریشه (%) | شکر ناخالص (کیلوگرم بر هکتار) | شکر سفید |
|-----------|--------------|------|--------|-------------|-----------------|-------------------------------|----------|
| S_1GQ | 17/9 | 1/56 | 6/3 | 2/15 | 2/6 | 8774 | 7446 |
| S_2GQ | 16/7 | 2/22 | 6/93 | 2/93 | 3/1 | 8174 | 6686 |
| S_2GU | 18/1 | 1/95 | 6/39 | 2/73 | 2/8 | 8534 | 7180 |
| S_3GQ | 17/1 | 2/24 | 7/07 | 3/27 | 3/2 | 8222 | 6726 |
| S_3GU | 17/4 | 2/36 | 6/71 | 3/19 | 3/1 | 8156 | 6724 |
| LSD | 0/97 | 0/19 | 0/44 | 0/29 | 0/2 | 495 | 495 |
| S_1LR_1 | 18/0 | 1/54 | 6/4 | 2/24 | 2/6 | 8732 | 7406 |
| S_1LR_0 | 17/7 | 1/58 | 6/1 | 2/05 | 2/5 | 8827 | 7497 |
| S_2LR_1 | 17/8 | 2/1 | 6/5 | 2/69 | 2/9 | 8790 | 7352 |
| S_2LR_0 | 17/1 | 2/1 | 6/8 | 2/94 | 3/0 | 7995 | 6598 |
| S_3LR_1 | 17/4 | 2/2 | 6/8 | 3/18 | 3/1 | 8522 | 7026 |
| S_3LR_0 | 17/1 | 2/4 | 6/9 | 3/29 | 3/2 | 7856 | 6424 |
| LSD | 0/66 | 0/26 | 0/65 | 0/28 | 0/3 | 406 | 485 |
| $GQLR_1$ | 17/7 | 1/9 | 6/7 | 2/7 | 2/9 | 8549 | 7145 |
| $GQLR_0$ | 16/9 | 2/1 | 6/8 | 2/8 | 3/0 | 8281 | 6824 |
| $GULR_1$ | 17/7 | 2/2 | 6/6 | 2/9 | 3/0 | 8847 | 7369 |
| $GULR_0$ | 17/7 | 2/2 | 6/6 | 3/1 | 3/0 | 7843 | 6536 |
| LSD | 1/48 | 0/3 | 0/6 | 0/03 | 0/3 | 834 | 479 |

تفاوت بین دو میانگین بیشتر از LSD؛ معنی دار در سطح احتمال 5 درصد

نتیجه گیری

آبیاری با آب مناسب در اول فصل زراعی، تأثیر بیشتری بر اجزای عملکرد داشت و عملکرد شکر سفید را در تیمارهای کیفیت آب آبیاری نسبت به عدم اعمال آبیاری افزایش داد.

بطور کلی میزان شکر سفید خالص که عملکرد نهایی چغندر قند می باشد با افزایش شوری آب آبیاری کاهش می یابد ولی میزان کاهش آن حتی در شوری 12/3 دسی زیمنس بر متر با اعمال مدیریت های مورد اشاره نیز محدودی نمی باشد که از کشت این گیاه صرفه نظر نمود و اگر هزینه های تولید آن اقتصادی باشد می توان در شرایط شور به عنوان کشت جایگزین در الگوی کشت مورد توجه قرار داد. با توجه به اینکه کاربرد آب با شوری زیاد سبب تجمع املاح در خاک و استفاده پایدار از خاک را مختل می نماید لذا کشت چغندر قند تا شوری آب آبیاری حدود 8 دسی زیمنس بر متر دارای عملکرد مطلوبی و قابل توصیه می باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری عملکرد ریشه کاهش می یابد و تأثیر آن در بالاترین سطح شوری (تیمار با شوری 12 دسی زیمنس بر متر) مشهودتر بود. عملکرد کیفی چغندر قند با افزایش شوری آب آبیاری به مقدار قابل توجهی کاهش داشت بطوری که عملکرد شکر سفید در تیمار شوری آب آبیاری 8/1 و 12/3 دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار 1/6 دسی زیمنس بر متر، به ترتیب 6/7 و 9/7 در صد کاهش داشت. در اکثر موارد اجزای عملکرد چغندر قند با افزایش شوری کاهش داشت ولی تفاوت تیمار 1/6 و 8/1 دسی زیمنس بر متر از لحاظ آماری معنی دار نبود. اعمال مدیریت کاربرد آب مناسب در اول فصل زراعی و همچنین اعمال آبیاری توانست در اکثر صفات کمی و کیفی اندازه گیری شده قدری تأثیر شوری آب آبیاری را تعدیل نماید در حالیکه کاربرد آبیاری نسبت به مدیریت

منابع مورد استفاده:

1. Ali ehyaei, M and Behbahani, A.A. 1993. Description of Soil chemical analysis methods. Technical bulletin No. 839, Soil and Water Institute (In Farsi).
2. Ayers, R.S and Westcott, D.W. 1985. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper No. 29, Rev. 1, FAO, Rome, Italy.
3. Banaei, M., A.Momeni., M.Baybordi and M.J.Malakouti. 2004. Iranian soil: New developments in the identification, management and operation. Soil and Water Institute. Sana Publisher, Tehran (In Farsi).
4. Feizi, M. 1996. Investigating the effect of irrigation water quality on sugar beet yield. The 5th Iranian Soil Science Congress. Aug 31-Sept 3. Karaj, Iran (In Farsi).
5. Feizi, M. 2009. Optimum use of saline waters in cotton production. Iranian Journal of Soil Research (Soil and Water Science). 22(2):181-188 (In Farsi).
6. Feizi, M. 2011. The effect of different irrigation water salinity managements on soil physical and chemical characteristics and some crop yield for Rudasht in Isfahan. Ph.D Thesis. Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran (In Farsi).
7. Dadkhal, A. R. 2004. Response of root Yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to salt stress. Iran Agricultural Research. 23(2): 31-42.
8. Fallahzade, J. and M.A. Hajabbasi. 2012. The effects of irrigation and cultivation on the quality of desert soil in central Iran. Land Degradation Development. 23:53-61.
9. Garcia-Sanchez, F., Carvajal, M., Porras, I., Botia and P. Martinez, V. 2003. Effects of salinity and rate of irrigation on yield, fruit quality and mineral composition of 'Fino 49' lemon. European Journal of Agronomy. 19:427-437.

10. Ghoulam, C. and K. Fares. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Science Technology*. 29:357–364.
11. Harvey, C.W. and J.V. Dutton. 1993. Root quality and processing. In: D. A. Cooke, and R. K. Scott, Eds. *The Sugar Beet Crop: Science into Practice*, pp 571–617. Chapman and Hall, London.
12. Hilde, D.J., S.Bass., R.W. Levos, and R.F. Ellingson. 1983. Grower practices system promotes beet quality improvement in the red river valley. *Journal of the American Society of Sugar Beet Technologist*. 22: 73–88.
13. Jafarzadeh, A.A and N.Aliasghar Zad. 2007. Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugar beet cultivars. *Biologia, Bratislava*. 62(5): 562-564.
14. Kaffka, S., Da Xue. Dong, G. Peterson and D. X. Dong. 1999. Saline water can be reused to irrigate sugar beets, but sugar may be low. *California Agriculture*. 35 (1):11-15.
15. Katerji, N., J.W. Van Hoom, A. Hamdy and M. Mastrorilli. 2000. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. *Agricultural Water Management*. 43:99–109.
16. Kaya, C., H. Kirnak and D. Higgs. 2001. Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Journal of Plant Nutrition*. 24: 357–367.
17. Khan, A.H., M. Y. Ashraf, S.S.M. Naqvi, B. Khazada and M. Ali. 1995. Growth, ion and solute contents of sorghum grown under NaCl and Na₂SO₄ salinity stress. *Acta Physiologia Plantarum*. 17:261–266.
18. Mass, E. V. 1984. Salt tolerance of plants. In: *The Handbook of plant science in Agriculture*. B. R. Christie (ed). CRC Press, Boca Raton, Florida.
19. Mekki, B. B. and M. M. El-Gazzar. 1999. Responses of root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrigation with saline water and foliar potassium fertilization. *Annals of Agriculture Science Egypt*. 44 (1): 213-225.
20. Pasternak, D. and Y. De Malach. 1993. Crop irrigation with saline water, In: Pessarakli M. (eds): *Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker Inc., New York.
21. Ragab, R. 1998. The use of saline/brackish water for irrigation: possibilities and constraints. In: RAGAB, R and G. PEARCE. 1998 (Editors). *Proceedings of an International Workshop on the Use of Saline and Brackish Water for Irrigation- Implication for the management of irrigation, drainage and crops*, Bali, Indonesia, July 23-24, 1998. Part of the 49th annual ICID Conference. pp 12-41.
22. Rumas, E., Z. Koszanski, R. Biczak and P. Rychter. 2002. Influence of saline water irrigation on the yield and some physiological processes of red beet. *Folia-Universitatis-griciculturae-Stetinensis*. 90: 207-212.
23. Tognetti, R., M. Palladino, A. Minnocci, S. Delfino and A. Alvino. 2003. The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. *Agricultural Water Management*. 60:135–155.
24. Van Geing, N.J., L.C. Giljam and L.H. Denie. 1983. A-amino-nitrogen in sugar processing. *Proceedings of the symposium nitrogen and sugar beet*. International Institute for Sugar Beet Research. Brussels, pp.13– 25.