

کاربرد بهینه آبهای شور در تولید پنبه

محمد فیضی^{*۱}

مریی پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب؛ Fezim2000@yahoo.com

چکیده

افزایش روز افزون جمعیت و نیاز به تولید بیشتر مواد غذایی، توسعه صنایع و مصرف آب با کیفیت مناسب در آنها، توسعه سطح زیر کشت و بالاخره کاهش ریزشهای آسمانی مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک کشور، کاربرد آبهای شور را در امر کشاورزی اجتناب ناپذیر می نماید. لذا برنامه ریزی و مطالعه بر روی مدیریت صحیح بهره برداری از آبهای شور در جهت استفاده بهینه از منابع خاک و آب و دستیابی به تولید مطلوب و پایدار از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این مطالعه، هفت تیمار مدیریت مصرف آبهای شور با استفاده از سه کیفیت آب آبیاری (مقادیر شوری ۲/۹، ۶/۳ و ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر) در سه تکرار به صورت طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی برای مدت سه سال زراعی همراه با کشت پنبه رقم ورامین به اجراء در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل سه تیمار بصورت کاربرد سه کیفیت آب آبیاری فوق در کلیه فصل زراعی، دو تیمار کاربرد آب مناسب با شوری ۲/۹ دسی زیمنس بر متر در مراحل جوانه زدن و استقرار گیاه و بقیه فصل آبیاری با آب با شوری ۶/۳ و ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر و دو تیمار دیگر آبیاری با آب مناسب و آب با شوری ۶/۳ و ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر به صورت متناوب در طول فصل اعمال گردید. نتایج حاصله نشان داد که عملکرد وش پنبه با مصرف آب آبیاری با شوری ۶/۳ و ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر در طول فصل زراعی در مقایسه با تیمار آب آبیاری با شوری ۲/۹ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۳۳ و ۶۶ درصد کاهش داشته است. تیمارهای مصرف متناوب آب آبیاری با شوری ۲/۹ و ۶/۳ دسی زیمنس بر متر و شوری ۲/۹ و ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۱۳ و ۴۰ درصد نسبت به تیمار آب آبیاری با شوری ۲/۹ دسی زیمنس بر متر کاهش عملکرد وش پنبه داشته است که بدین ترتیب ضمن کاربرد آب شور، به میزان حدود ۵۰ درصد در مصرف آب مناسب صرفه جویی گردیده است. این مقدار آب صرفه جویی شده را می توان به منظور افزایش سطح زیر کشت و یا در آبیاری گیاهان نسبتاً حساس به شوری مصرف نمود. عملکرد وش در دو تیمار مصرف آب با شوری ۲/۹ دسی زیمنس بر متر در مراحل جوانه زدن و استقرار گیاه و بقیه فصل زراعی از آب با شوری ۶/۳ و ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۲۱ و ۴۹ درصد نسبت به تیمار آب آبیاری با شوری ۲/۹ دسی زیمنس بر متر کاهش داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد نسبی وش پنبه با استفاده از میانگین شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل زراعی از رابطه $(E_{Ce}-6/5) - 8/2 - R^2 = 0/88$ می تواند محاسبه گردد. $(R^2 = 0/88)$ با ضریب همبستگی

واژه های کلیدی: پنبه، شوری آب، تحمل به شوری، مدیریت آبیاری

مقدمه

سدیمی بودن منابع خاک و آب مواجه است. آب آبیاری نسبتاً مناسب در این منطقه آب رودخانه زاینده رود (با

منطقه رودشتین اصفهان (رودشت شمالی و جنوبی) با وسعتی حدود ۵۰ هزار هکتار با مشکل شوری و

* نویسنده مسئول، آدرس: اصفهان، کوی امیریه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان - کد پستی ۱۹۹-۸۱۷۸۵

* دریافت: ۸۵/۱۰/۵ و پذیرش: ۸۶/۱۲/۲۲

پنبه، گندم و چغندر قند برای مدت ۶ سال با کاربرد آب آبیاری با شوری ۸-۷ دسی‌زیمنس بر متر به روش آبیاری قطره‌ای انجام گردید. نتایج حاکی است که کاربرد این کیفیت آب بر روی عملکرد پنبه و چغندر قند تأثیر منفی نداشته است. لیکن در تیمارهایی که آبتیابی به میزان کافی اعمال نگردیده است، افزایش شوری خاک را به دنبال داشته است. همچنین نامبرندگان اعلام نمودند که غلظت بُر در خاک افزایش یافته و میزان آن در اندامهای گیاهی به حد مسمومیت رسیده است.

در رابطه با کاربرد زه آبها برای تولید محصولات زراعی مختلف، مطالعات متعددی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان انجام گردیده است که هر یک با توجه به شرایط منطقه، استراتژیهای مختلفی را مورد توجه و توصیه قرار داده است (Rhoades, ۱۹۸۴؛ ۱۹۸۷؛ Sharma, ۱۹۹۱a؛ همکاران، ۱۹۸۹؛ ۱۹۹۸؛ ۱۹۹۰a؛ ۱۹۹۰b؛ ۱۹۹۱a؛ ۱۹۹۱b؛ Rhoades و همکاران، ۱۹۸۹).

Sharma و همکاران (۱۹۹۸) بیان نمودند که بکارگیری روش مدیریت آبهای شور باید براساس کیفیت زه آب، نوع خاک، گیاه مورد نظر برای کشت و شرایط آگرواکولوژیک تعیین و اعمال گردد. آنها در تحقیقات خود کاربرد آبهای شور زه آب (از ۶/۰ تا ۱۸/۸ دسی‌زیمنس بر متر) را در صورت اعمال مدیریت صحیح بدون مشکل جدی برای خاک دانسته‌اند و کاربرد این مقدار شوری را پس از بارندگی‌های بهاره برای زراعت گیاهانی از قبیل گندم، سورگوم و ارزن مناسب ارزیابی نمودند. همچنین آبتیابی با آب شیرین را پس از چند سال بکارگیری آب شور جهت کاهش نمکهای خاک توصیه نمودند.

Moreno و همکاران (۲۰۰۱) مطالعاتی را بر روی گیاهان پنبه و چغندر قند با کاربرد آبهای بسیار شور (۲۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر) انجام دادند و نتایج خود را بدین صورت بیان نمودند که در آبیاری پنبه، کاربرد یک نوبت آبیاری با آب خیلی شور در مرحله گلدهی و آبیاری‌های دیگر با استفاده از آب مناسب (۹/۰ دسی‌زیمنس بر متر) در شرایطی که محدودیت آبیاری با آبهای با کیفیت مناسب وجود دارد، بدون مشکل جدی برای گیاه و خاک خواهد بود. به هر حال نتایج تحقیقات حاکیست که مصرف مستمر آب شور به خصوص زمانی که شوری آب آبیاری بسیار زیاد باشد، سبب تجمع نمکها در خاک می‌گردد. همچنین مطالعاتی توسط Amer و Hussiein (۲۰۰۲) در مورد تغییرات سالانه شوری خاک بر اثر کاربرد آبهای شور انجام گردید و نتایج نشان داد که تجمع نمکها در سالهای مختلف یکسان نمی‌باشد و در بعضی نقاط و سالهای مختلف ارتباط واقعی بین شوری

شوری حدود ۲ دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشد و کمیت و کیفیت آن تابع زمان و مکان بوده و برای آبیاری زمینهای تحت پوشش کافی نمی‌باشد. از این نظر، کشاورزان منطقه تمام و یا بخشی از آب آبیاری مورد نیاز خود را از طریق زه آبها و یا حفر چاههای کم عمق با کیفیت نامناسب تأمین می‌نمایند.

در رابطه با مصرف آبهای شور مطالعات مختلفی در منطقه از سال ۱۳۶۴ در ایستگاه تحقیقات زهکشی و اصلاح اراضی رودشت اصفهان آغاز و تداوم دارد. از جمله این مطالعات بررسی تأثیر کیفیتهای مختلف آب آبیاری بر روی گیاهان زراعی گندم، جو، ذرت، چغندر قند، پنبه و یونجه را می‌توان نام برد (جعفر آقایی و فیضی، ۱۳۸۳؛ فیضی، ۱۳۷۵؛ فیضی، ۱۳۷۷؛ فیضی، ۱۳۷۹؛ قاضی زاهدی، ۱۳۷۷؛ یزدانی، ۱۳۶۷؛ یزدانی، ۱۳۷۳).

در مورد تأثیر شوری بر عملکرد گیاه پنبه، مطالعات محدودی در کشور انجام گردیده است. جعفر آقایی و فیضی (۱۳۸۳) سطوح مختلف شوری آب آبیاری را بر روی ارقام مختلف پنبه و فیضی (۱۳۷۹) مدیریت کاربرد آبهای شور را بر روی گیاه جو و پنبه مورد مطالعه قرار دادند. Razzouk و Whittington (۱۹۹۱) تأثیر شوری آب آبیاری تیمارهای سه کیفیت آب (۱/۴، ۴ و ۶/۴ دسی‌زیمنس بر متر) را بر عملکرد پنبه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که خصوصیات الیاف در یک گروه از گیاهان که برداشت و گلدهی دیرتر بود، بدتر از گروه دیگری که زودتر گلدهی و برداشت شده، بوده است. تیماری که با شوری زیاد آب، آبیاری شده است، دارای درصد قند بالایی بود، لیکن درصد سلولز آن کاهش داشت. به طور کلی عملکرد و کیفیت پنبه می‌تواند به وسیله افزایش شوری کاهش یابد (Rhoades, ۱۹۸۴).

در مورد تأثیر شوری بر روی پنبه گزارشات مختلف دیگری ارایه شده است، برخی مطالعات حاکی از آن است که با مصرف آب با شوری ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نمک عملکرد خوب بوده و تأثیری بر روی کیفیت الیاف و دانه پنبه نداشته است (Moreno و همکاران، ۲۰۰۱). میزان تحمل گیاهان مختلف به شوری توسط Mass (۱۹۸۴) ارایه گردیده که گیاه پنبه را جزء گروه گیاهان مقاوم طبقه بندی نموده است. براساس این اطلاعات تا زمانی که شوری خاک از ۷/۷ دسی‌زیمنس بر متر تجاوز ننماید، کاهش عملکرد متصور نمی‌باشد (Moreno و همکاران، ۲۰۰۱).

مطالعات دیگری توسط Ayars و همکارانش (۱۹۹۳) در مورد تأثیر دراز مدت مصرف آبهای شور بر روی تناوب گیاهان مختلف به صورت تناوب پنبه- پنبه-

اردیبهشت ماه در کرت‌های آزمایشی به روش ردیف در کرت با فاصله ۶۰ سانتی‌متر بین ردیفها و حدود ۲۰ سانتی‌متر روی خطوط کشت گردید. کودهای شیمیایی مورد مصرف بر اساس آزمون خاک (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۶) مشخص و برای همه تیمارها به صورت یکنواخت مصرف گردید. برداشت محصول از اواخر مهر ماه تا اواسط آذر ماه هر سال انجام گردید و برخی صفات شامل عملکرد وش پنبه، ارتفاع گیاه و تعداد بوته در هکتار اندازه‌گیری شد.

قبل از کشت و پس از برداشت محصول هر سال زراعی از تیمارهای آزمایشی، نمونه خاک از اعماق ۰-۶۰ سانتی‌متری با تناوب ۲۰ سانتی‌متر تهیه و pH، ECE، آنیونها و کاتیونهای محلول در عصاره اشباع خاک اندازه‌گیری گردید. همچنین میزان شوری عصاره اشباع خاک (ECE) تا عمق ۴۰ سانتی‌متری در تناوب ۲۰ سانتی‌متر در مرحله جوانه‌زدن و استقرار گیاه اندازه‌گیری شد. میانگین برخی ویژگیهای شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش قبل از شروع آزمایش در جدول ۲ ارایه گردیده است. بافت خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری لوم رسی بوده است.

آبیاری براساس حدود ۷۰ درصد تبخیر از سطح تشنگ کلاس (A) و به میزان ۸۵۰۰ تا ۹۵۰۰ متر مکعب در هکتار و با دور حدود ۱۰ تا ۱۸ روز در طول فصل زراعی انجام گردید. در دو سال اول، ۱۱ نوبت و در سال سوم ۹ نوبت آبیاری برای کلیه تیمارهای آزمایش به صورت یکسان انجام گردید. در هر نوبت آبیاری، نیاز آبتوی (LR) حدود ۱۵ درصد به صورت یکسان به مقدار آب آبیاری اضافه گردید و میزان آب مصرفی به وسیله شمارشگر اندازه‌گیری و مصرف شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس هفت تیمار مدیریت کاربرد آب آبیاری شور بر روی صفات اندازه‌گیری شده شامل: عملکرد وش پنبه، تراکم گیاه و ارتفاع بوته برای هر یک از سالهای مورد مطالعه به صورت مجزا انجام گردید و مشخص شد که همه تیمارهای مدیریت مصرف آب آبیاری شور در دو صفت عملکرد وش پنبه و ارتفاع بوته در هر سه سال زراعی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند. در مورد تراکم بوته در هکتار فقط در سال سوم اثر تیمارها متفاوت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین به منظور تعیین اثرات سال، تجزیه واریانس مرکب بر روی صفات بیان شده انجام گردید.

با توجه به تجزیه مرکب، تأثیر سال در عملکرد وش پنبه و تراکم بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. ارتفاع بوته در سالهای مختلف تفاوت

آب آبیاری کاربردی و شوری خاک وجود ندارد. Keren و Shainber (۱۹۷۸)، Frankel و Shainberg (۱۹۷۵) گزارش نمودند که پنبه را می‌توان به صورت تجاری با آب با شوری ۴/۶ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری نمود و عملکرد خوبی به دست آورد. مطالعات دیگری در زمینه مدیریتهای مختلف کاربرد آبهای شور در موسسه تحقیقاتی باری ایتالیا انجام گردیده است و نتایج حاصله نمایانگر آن است که آبیاری متناوب نسبت به اختلاط آب شور و مناسب از برتری بالاتری برخوردار است (Hamdy, ۱۹۹۳). در زمینه کاربرد آبهای شور، Rhoades و همکارانش (۱۹۹۲) اظهار نمودند که آبهای شور را می‌توان در مناطقی که با محدودیت آب مناسب مواجه هستیم، با موفقیت برای آبیاری گیاهان مختلف استفاده نمود.

با توجه به مطالعات مختلف انجام شده، یکی از روش‌های کاربرد آبهای با کیفیت نامناسب، اعمال مدیریت صحیح در مصرف این قبیل منابع آب می‌باشد تا ضمن آنکه بیشترین استفاده از این آبها به عمل آید، به تولید مطلوبی نیز دست پیدا کنیم. در این ارتباط به منظور بررسی تأثیر مصرف این آبها بر خاک، گیاه و ارایه مدیریت صحیح استفاده از آبهای با کیفیت‌های متفاوت برای کشاورزی پایدار، این مطالعه به مورد اجرا درآمد.

مواد و روشها

به منظور بررسی تأثیر مدیریتهای مختلف کاربرد آب‌های شور بر عملکرد محصول پنبه (رقم ورامین)، این طرح با ۷ تیمار مدیریت کاربرد آب با کیفیت‌های متفاوت به مدت سه سال زراعی در ایستگاه تحقیقات زهکشی و اصلاح اراضی رودشت اصفهان اجرا شد. تیمارهای مدیریت کیفیت آب آبیاری شامل شوریه‌های ۲/۹، ۳/۶ و ۴/۱۰ دسی‌زیمنس بر متر از ابتدا تا پایان فصل زراعی (به ترتیب M_1 ، M_2 و M_3)، دو تیمار آبیاری با آب با شوری ۲/۹ دسی‌زیمنس بر متر در مراحل جوانه‌زدن و استقرار گیاه و سپس آبیاری با آب با شوری ۳/۶ و ۲/۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در بقیه مراحل رشد (به ترتیب M_4 و M_5) و دو تیمار آبیاری متناوب با آب با شوری ۲/۹ دسی‌زیمنس بر متر و ۳/۶ و یا ۲/۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در طول فصل زراعی (به ترتیب M_6 و M_7) بود. این مطالعه در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. سه کیفیت آب آبیاری مورد بررسی در این مطالعه (جدول ۱) از آب رودخانه و یا از اختلاط آب رودخانه و زهکشهای موجود در ایستگاه تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. مساحت کرت‌های آزمایشی ۴۰ متر مربع (۱۰ × ۴) و فاصله بین کرتها ۱/۵ متر (برای جلوگیری از نفوذ آب کرت‌های مجاور) در نظر گرفته شد. پنبه دانه در نیمه اول

تبعیت می‌نماید. اگر چه فرار گرفتن تیمارها در گروه‌های مختلف قدری با همدیگر متفاوت می‌باشد. بیشترین ارتفاع بوته‌ها در دو تیمار M_1 (مصرف آب آبیاری با شوری $2/9$ دسی‌زیمنس بر متر در طول فصل زراعی) و M_6 (مصرف متناوب آب با شوری $2/9$ و $6/3$ دسی‌زیمنس بر متر) به ترتیب با $59/1$ و $51/8$ سانتی‌متر حاصل گردید. کمترین ارتفاع بوته نیز مربوط به دو تیمار M_5 (کاربرد آب با شوری $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر پس از جوانه زدن و استقرار گیاه) و M_3 (کاربرد آب آبیاری با شوری $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر در طول فصل رشد گیاه) به ترتیب با $34/3$ و $28/2$ سانتی‌متر بوده است.

درصد عملکرد نسبی وش پنبه، تراکم و ارتفاع بوته‌ها را در تیمارهای مدیریت کیفیت آب آبیاری به ازاء تیمار M_1 (کاربرد آب آبیاری با شوری $2/9$ دسی‌زیمنس بر متر در طول فصل زراعی) که بیشترین توانمندی عملکرد را داشت، محاسبه گردید. با توجه به اینکه حداکثر عملکرد در تیمار M_1 حاصل گردیده است، عملکرد نسبی وش پنبه در اثر کاربرد آب آبیاری با شوری $2/9$ دسی‌زیمنس بر متر صد درصد منظور گردید و تیمارهای دیگر مدیریتهای آب با این تیمار مورد مقایسه قرار گرفت. در سه تیمار M_1 تا M_3 که مدیریت کاربرد آب شور به صورت یکنواخت از اول فصل زراعی تا پایان فصل زراعی با کیفیتهای $2/9$ ، $6/2$ و $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر اعمال گردید، با افزایش شوری آب آبیاری عملکرد وش پنبه از 100 به $33/8$ درصد کاهش نشان داده است. در حالیکه در دو تیماری که در مرحله جوانه زدن و استقرار گیاه از آب مناسبتتر (با شوری $2/9$ دسی‌زیمنس بر متر) استفاده گردیده است و از این مرحله به بعد، آب با شوری $6/2$ یا $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر (M_4 و M_5) به کار رفته است، توانمندی عملکرد وش به ترتیب به $78/7$ و $50/7$ درصد افزایش یافت. این نتیجه اهمیت کاربرد آب مناسب در مرحله اول فصل زراعی را نشان می‌دهد. عملکرد وش پنبه در تیمار مصرف متناوب آب آبیاری (M_6 و M_7) به ترتیب 87 و 60 درصد به دست آمد. با توجه به نتایج، زمانی که حدود 50 درصد از آب آبیاری مصرفی، آب مناسب و 50 درصد مابقی از آب آبیاری با شوری $6/2$ دسی‌زیمنس بر متر بود، در مقایسه با آب مناسب ($2/9$ دسی‌زیمنس بر متر) 13 درصد کاهش عملکرد مشاهده گردید. همچنین در تیمار مصرف متناوب با آب مناسب و آب آبیاری با شوری $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر، حدود 40 درصد کاهش عملکرد وش پنبه مشاهده گردید، در حالی که مصرف کامل آب آبیاری با شوری $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر، 66 درصد کاهش عملکرد محصول داشت. به هر حال در اینجا دو مسئله حایز اهمیت

معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. تیمارهای مدیریت مصرف آب شور بر عملکرد وش پنبه در سطح 5 درصد و بر ارتفاع بوته در سطح احتمال 1 درصد تأثیر داشته است. مقایسه میانگین صفات مختلف مورد بررسی در هر سال زراعی و میانگین سه سال در جدول 3 ارایه گردیده است.

با توجه به مقایسه میانگین‌ها، میانگین سه سال نشان داد که بیشترین عملکرد وش پنبه در تیمار M_1 با میزان 2282 کیلوگرم وش پنبه در گروه اول قرار دارد و تیمارهای M_6 ، M_4 و M_2 به ترتیب با عملکردهای 1983 ، 1797 و 1522 کیلوگرم در هکتار در گروه اول مشترک می‌باشند، در حالیکه تیمار M_6 در گروه دوم، تیمار M_4 در سه گروه اول و تیمار M_2 در چهار گروه مشترک می‌باشند. تیمار مصرف آب آبیاری با شوری $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر (M_3) با عملکرد 772 کیلوگرم در هکتار، کمترین میزان عملکرد وش پنبه را داشت و در گروه مجزا واقع شده است. تیمار M_7 مصرف متناوب آب رودخانه و آب آبیاری با شوری $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر با تولید 1375 کیلوگرم در هکتار عملکرد وش پنبه در گروه دوم، سوم و چهارم مشترک می‌باشند. عملکرد وش پنبه در تیمار M_5 که در مرحله جوانه زدن و استقرار گیاه با آب آبیاری با شوری حدود $2/9$ دسی‌زیمنس بر متر و سپس آب آبیاری با شوری $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر مصرف گردید، به میزان 1157 کیلوگرم در هکتار گزارش گردید و در گروه سوم و چهارم مشترک شده است.

مقایسه میانگین سه سال تراکم بوته در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که به طور کلی تیمارها در دو سطح قرار گرفته‌اند. تیمارهای M_1 ، M_4 ، M_7 و M_6 به ترتیب با دارا بودن 74037 ، 74018 ، 70028 و 69117 بوته در هکتار در سطح اول قرار دارند. تیمار M_3 با 47034 بوته در هکتار، کمترین میزان تراکم بوته را داشته است و در گروه دوم جای گرفت. تیمارهای M_2 و M_5 در سطح اول و دوم مشترک و به ترتیب 67080 و 66620 تراکم بوته در هکتار داشته است. با توجه به کشت یکنواخت بذور پنبه دانه مشخص گردید که جوانه زدن و استقرار گیاه پنبه با شوری حدود $10/2$ دسی‌زیمنس بر متر، کمترین تراکم بوته را داشته است.

مقایسه میانگین نتایج سه سال ارتفاع بوته‌ها حاکی است که ارتفاع بوته‌ها در پنج سطح گروه‌بندی شده است و بیشترین تا کمترین ارتفاع بوته‌ها به ترتیب در تیمارهای M_1 ، M_6 ، M_4 ، M_2 ، M_7 ، M_5 و M_3 مشاهده شد. نتایج بررسی ارتفاع بوته‌ها با عملکرد وش همبستگی مثبت و مطابقت نشان می‌دهد و از نوعی روند یکسان

همچنین تیمار مصرف متناوب M_6 پس از تیمار M_1 بیشترین ارتفاع بوته را داشته است.

با توجه به نتایج به دست آمده، برای برآورد عملکرد نسبی وش پنبه با استفاده از میانگین شوری عصاره اشباع خاک (ECe)، رابطه زیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد:

$$(R^2 = 0.88) \quad (ECe - 6/5) \quad 100 - 8/2 = \text{عملکرد نسبی وش پنبه (\%)}$$

براساس مطالعات Mass (۱۹۸۴)، حد آستانه شوری عصاره اشباع خاک برای گیاه پنبه ۷/۷ دسی زیمنس بر متر و شیب کاهش محصول به ازای هر واحد افزایش شوری عصاره اشباع خاک، ۵/۲ درصد گزارش گردیده است. با توجه به نتایج این مطالعه، حد آستانه از میزان فوق قدری کمتر و برابر ۶/۵ دسی زیمنس بر متر و شیب کاهش محصول نیز بیشتر و به میزان ۸/۲ درصد به دست آمد.

همچنین Henggeler (۲۰۰۵) در شرایط تنش آبی و شوری، حد آستانه شوری عصاره اشباع خاک را برای گیاه پنبه ۴/۵ دسی زیمنس بر متر گزارش نمود.

نتایج سه سال شوری خاک (ECe) حاکی است که در آخر هر فصل زراعی با افزایش شوری آب آبیاری به ترتیب در تیمارهای M_1 ، M_2 و M_3 ، میزان شوری افزایش داشته است. به هر حال از روابط بین تیمارهای مدیریت مصرف آب و میانگین شوری آب آبیاری چنین استنباط می‌گردد که تغییرات شوری خاک تابع مدیریت اعمال شده و میانگین وزنی شوری آب آبیاری (ECiw) می‌باشد. میزان شوری خاک در آخر فصل زراعی در کلیه تیمارها نسبتاً زیاد و به طور کلی تفاوت شوری خاک با آب آبیاری در تیمارهایی که با شوری کمتری آبیاری شده است، بیشتر و محسوس تر از تیمارهایی است که با آب شورتر آبیاری شده اند. این نتیجه به مقدار زیادی به دلیل عدم اعمال آبسویی متناسب با شوری آب آبیاری می‌باشد.

خلاصه نتایج

با توجه به تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل شده از این آزمایش می‌توان نتایج را به صورت زیر ارائه نمود:
الف. مصرف آب آبیاری به صورت متناوب از آب رودخانه با میانگین ۲/۹ دسی زیمنس بر متر و آب زهکش با میانگین ۶/۳ دسی زیمنس بر متر (M_6) در مقایسه با کاربرد آب رودخانه (M_1) حدود ۱۳ درصد کاهش عملکرد وش پنبه را نشان داد که این دو تیمار از نظر آماری در یک گروه قرار گرفته اند. این مسئله با توجه به

است که در مناطقی که آب مناسب به مقدار کمتری در دسترس است، می‌توان بسته به زمان در دسترس بودن آن به دو طریق کاربرد آن در اول فصل زراعی و یا به صورت متناوب مورد توجه قرار داد که البته کاربرد متناوب آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و دارای مزایای بیشتری می‌باشد. مطالعات متفاوتی در مناطق مختلف جهان انجام گردیده است و نتایج حاصل از این تحقیقات، کاربرد موفقیت آمیز آبهای شور را تأیید نموده اند، از جمله Rhoades و همکاران (۱۹۹۲)، Rhoades (۱۹۸۷) و Sharma و همکاران (۱۹۹۱a، ۱۹۹۰b، ۱۹۸۴) که همگی بر کاربرد این گونه آبها در مناطق خشک و نیمه خشک تأکید و استراتژیهای مختلف را بسته به شرایط منطقه‌ای توصیه نموده اند.

تراکم نسبی بوته در تیمارهای مدیریت کیفیت آب آبیاری حاکی از آن است که با افزایش شوری آب آبیاری از ۲/۹ به ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر (M_1 تا M_3) تراکم بوته‌ها کاهش یافته است، این در حالی است که در تیمار M_2 ، حدود ۱۰ درصد کاهش تراکم بوته مشاهده گردید. لیکن در تیمار M_3 حدود ۳۶ درصد کاهش تراکم بوته وجود داشته است. این مسئله نشانگر این مطلب است که کاربرد آب آبیاری با شوری بیش از حدود ۶ دسی زیمنس بر متر در طول فصل زراعی تأثیر محسوسی بر تراکم نسبی بوته‌ها داشته است. در تیمارهای M_4 و M_5 که گیاه مرحله جوانه‌زدن را با کاربرد آب آبیاری مناسب سپری نموده، به ترتیب دارای ۱۰۰ و ۹۰ درصد تراکم بوته بوده است. در تیمار M_5 ، چون پس از مرحله جوانه زدن و استقرار گیاه از آب آبیاری شور (۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر) استفاده شده، حدود ۱۰ درصد از تراکم بوته‌ها کاسته شده است. تراکم نسبی بوته‌ها در دو تیمار M_6 و M_7 به میزان حدود ۶ درصد کاهش نشان داده که با تیمارهایی که در مرحله جوانه زدن و استقرار گیاه از آب آبیاری مناسب مصرف گردیده، مشابه بوده است.

ارتفاع نسبی بوته پنبه در تیمارهای آزمایشی M_2 و M_3 با افزایش شوری آب آبیاری به ترتیب ۲۴ و ۵۲ درصد کاهش (نسبت به تیمار M_1) داشته است. همچنین در تیمار M_4 و M_5 به ترتیب ۱۹ و ۴۲ درصد ارتفاع بوته‌ها کاهش نشان داده است. با توجه به مصرف آب شور در این دو تیمار مشخص گردید که همانند عملکرد وش پنبه، کاربرد آب آبیاری با شوری ۶/۲ دسی زیمنس بر متر پس از مرحله جوانه زدن و استقرار گیاه (M_4) کاهش زیادی در ارتفاع و عملکرد وش پنبه نداشته است. اگرچه در تیمار مصرف آب آبیاری ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر پس از مرحله بیان شده، کاهش ارتفاع قابل توجهی را داشته است.

۱- میانگین شوری آب آبیاری با توجه به میزان آب مصرفی در هر نوبت آبیاری

۶۶ درصد کاهش عملکرد وش پنبه می باشد که با توجه به اینکه مصرف مداوم این آب برای آبیاری سبب افزایش شوری خاک و تجمع نمکها در خاک می گردد، بنابراین قابل توصیه نمی باشد.

د. به منظور حفظ تعادل نمکها در خاک و عملکرد مطلوب، بهترین تیمارهای مدیریتی قابل توصیه به ترتیب M_4 و M_1 ، M_6 می باشند.

ح. نتایج نشان داد که حد آستانه شوری عصاره اشباع خاک برای پنبه، ۶/۵ دسی زیمنس بر متر و شیب کاهش محصول به میزان ۸/۲ درصد می باشد.

محدودیت منابع آب مناسب در منطقه و صرفه جویی حدود ۵۰ درصد آب آبیاری مناسب (آب رودخانه) که می توان از آن برای افزایش سطح زیر کشت و یا کشت گیاهان حساس به شوری استفاده نمود، حایز اهمیت می باشد.

ب. در صورتی که در مراحل جوانه زدن و استقرار گیاه (۱ تا ۲ نوبت آبیاری) بتوان از آب مناسب رودخانه برای آبیاری استفاده نمود و سپس در طول فصل زراعی، آبیاری با آب با شوری ۶/۳ دسی زیمنس بر متر انجام شود، تنها ۲۱ درصد کاهش عملکرد وش پنبه حاصل شده است که با توجه به صرفه جویی حدود ۸۰ درصد در میزان آب آبیاری رودخانه قابل توجه و توصیه است.

ج. کمترین عملکرد در تیمار مصرف آب آبیاری با شوری ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر در طول فصل زراعی (M_3) با

جدول ۱- میانگین ویژگیهای شیمیایی کیفیت آبهای مورد استفاده

SAR	Na ⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	pH	ECw
(میلی اکی والان بر لیتر) ^{1/2}	(میلی اکی والان بر لیتر)						(دسی زیمنس بر متر)
۷/۴	۱۹	۱۳	۱۲	۱۷	۲/۷	۷/۹	۲/۹
۱۳/۶	۴۳	۲۰	۱۴	۴۶	۳/۸	۸/۰	۶/۳
۱۹/۳	۷۶	۳۱	۲۵	۷۸	۴/۲	۸/۱	۱۰/۲

جدول ۲- میانگین برخی ویژگیهای شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش قبل از کشت

عمق خاک (سانتی متر)			خصوصیت
۴۰-۶۰	۲۰-۴۰	۰-۲۰	
۵/۹	۵/۲	۶/۲	ECe (دسی زیمنس بر متر)
۷/۷	۷/۶	۷/۶	pH
۳۴	۲۱	۲۷	Na ⁺ (میلی اکی والان بر لیتر)
۵۰	۵۱/۲	۵۵	Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (میلی اکی والان بر لیتر)
۶/۸	۴/۲	۵/۲	SAR (میلی اکی والان بر لیتر) ^{1/2}

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات و عملکرد وش، تراکم بوته ها و ارتفاع بوته های پنبه به روش آزمون چند

دامنه دانکن در سه سال اجرای آزمایش و میانگین آنها

تیمار	سال اجرا	عملکرد وش پنبه (کیلوگرم در هکتار)	تراکم بوته ها (تعداد در هکتار)	ارتفاع بوته ها (سانتیمتر)
M ₁	۱	۱۶۵۴	۵۱۳۸۸	۶۰/۳
	۲	۳۰۴۸	۹۰۶۶۷	۵۴
	۳	۲۱۴۶	۸۰۰۰۰	۶۲/۳
M ₂	میانگین	۲۲۸۲a*	۷۴۰۱۸a	۵۹/۱a
	۱	۱۷۹۷	۵۲۸۲۴	۵۱/۳
	۲	۱۸۷۲	۸۸۰۰۰۰	۴۳

۴۰/۳	۶۰۴۱۷	۸۹۸	۳	
۴۴/۹bc	۶۷۰۸۰ab	۱۵۲۲abcd	میانگین	
۳۱/۳	۴۵۱۸۵	۱۴۶۳	۱	
۲۷/۳	۷۸۳۳۳	۴۷۷	۲	
۲۶	۱۷۵۸۳	۳۷۷	۳	M ₃
۲۸/۲e	۴۷۰۳۴b	۷۷۲d	میانگین	
۵۵/۳	۵۱۱۱۱	۱۸۷۶	۱	
۴۸/۳	۹۳۳۳۳	۲۴۰۱	۲	
۴۰/۷	۷۷۶۶۷	۱۱۱۵	۳	M ₄
۴۸/۱bc	۷۴۰۳۷a	۱۷۹۷abc	میانگین	
۳۴	۵۰۲۷۸	۱۵۰۸	۱	
۳۷/۳	۸۸۳۳۳	۱۳۹۸	۲	
۳۱/۷	۶۱۲۵۰	۵۶۴	۳	M ₅
۳۴/۳de	۶۶۶۲۰ab	۱۱۵۷cd	میانگین	
۴۵	۵۰۱۸۵	۱۸۶۲	۱	
۵۳	۸۲۶۶۷	۲۷۳۷	۲	
۵۷/۳	۷۴۵۰۰	۱۳۵۱	۳	M ₆
۵۱/۸ab	۶۹۱۱۷a	۱۹۸۳ab	میانگین	
۳۷/۷	۴۸۳۳۳	۱۳۴۳	۱	
۴۲	۸۵۳۳۳	۱۸۶۴	۲	
۴۰/۷	۷۶۴۱۷	۹۱۹	۳	M ₇
۴۰/۱cd	۷۰۰۲۸a	۱۳۷۵bcd	میانگین	

* میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک می‌باشند، از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ یا ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

فهرست منابع:

۱. جعفر آقایی، م. و. م. فیضی. ۱۳۸۳. بررسی سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر روند رشد ارقام پنبه. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان ۳۲. صفحه.
۲. فیضی، م. ۱۳۷۵. بررسی تأثیر کیفیت آب آبیاری بر عملکرد محصول چغندر قند، خلاصه مقالات پنجمین گنگره علوم خاک ایران. آموزشکده کشاورزی کرج.
۳. فیضی، م. ۱۳۷۷. تأثیر کیفیت آب بر عملکرد محصول گندم. گزارش نهایی شماره ۲۸۲، مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.
۴. - فیضی، م. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر مدیریت های مختلف استفاده از آب شور بر عملکرد محصول جو، گزارش نهایی شماره ۵۳۹، مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.
۵. فیضی، م. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر مدیریت های مختلف استفاده از آب شور بر عملکرد محصول پنبه، گزارش نهایی شماره ۵۳۷، مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.
۶. قاضی زاهدی، ع. ر. ۱۳۷۷. بررسی تأثیر آب شور در عملکرد ارقام ذرت. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.
۷. ملکوتی، م. ج. و م. ن. غیبی. ۱۳۷۶. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه کودی کشور، چاپ اول، انتشارات نشر آموزش کشاورزی. سازمان تات، کرج، ایران. صفحه ۲۱-۱۸.
۸. یزدانی، ه. ۱۳۶۷. بررسی اثر کیفیت آب آبیاری بر روی خاک و کاهش محصول یونجه. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۹. یزدانی، ه. ۱۳۷۳. اثر تعداد آبیاری با آب شور بر عملکرد گندم و خواص خاک. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.

10. Amer, K.M., T.M. Hussiein. 2002. Effect of agriculture drain water reuse on soil, Nile Delta, Egypt. International Commission on Irrigation and Drainage. Paper presented in 18th Congress. Montreal Canada.
11. Ayars, J.E., R.B. Hutmacher, R.A. Schoneman, S.S. Vail and T. Pflaum. 1993. Long term use of saline water for Irrigation. *Irrigation Science*, 149 (1): 27-34.
12. Frankel, H. and I. Shainberg. 1975. Irrigation with brackish water: chemical and hydraulic changes in soil irrigated with brackish water under cotton production. In: *Irrigation with Brackish water*, International symposium Beer-Sheva, Israel. The Negev University Press, pp. 175-183.
13. Hamdy, A. 1993. Saline irrigation practices and management. In: *Towards the rational use of high salinity tolerant plants*. H. Lieth and A. Almasson eds. Klumer Academic Publisher, The Netherlands, 2:553-570.
14. Henggeler, Joseph Charles. 2005. The conjunctive use of saline irrigation water on deficit-irrigated cotton. Texas A&M University Publication. 1949
15. Keren, R. and I. Shainberg. 1978. Irrigation with sodic brackish water and its effect on the soil and on cotton field. *1 N Harrade*, 58: 963-976.
16. 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.
17. Moreno, F., F. Cabrera, E. Fernandez- Boy, I.F. Giron, J.E. Fernandez and B. Bellido. 2001. Irrigation with saline water in the reclaimed marsh soils of south- west Spain: Impact on soil properties and cotton and sugar beet crops. *Agricultural Water Management*, 48 (2): 133-150.
18. Razzouk, J. and W. J. Whittington. 1991. Effects of salinity on cotton yield. *Field Crops Research*. 26: 305-314.
19. Rhoades, J.D. 1984. Use of saline water for irrigation. *California Agriculture*, 38: 42-43.
20. Rhoades, J.D. 1987. Use of saline water for irrigation. *Water Quality Bulletin*, 12: 14-20.
21. Rhoades, J.D., P.T. Bingham, J. Letey, G.J. Hoffman, A.R. Dedrick, P.J. Pinter and J.A. Replogle. 1989. Use of saline drainage water for irrigation. *Imperial valley study. Agriculture and Water Management*, 16: 25-36.
22. Rhoades, J.D., A. Kandiah and A.M. Mashali. 1992. The use of saline waters for crop production. *Irrigation and Drainage Paper*. No. 48. FAO. Rome, Italy.
23. Sharma, D.P., K.N. Singh and K.V.G.K. Rao. 1989. Reuse of saline drainage water for irrigation of wheat. *Indian Farming*, 39: 32-33.
24. Sharma, D.P., K.N. Singh, K.V.G.K. Rao and P.S. Kumbhare. 1990a. Response of wheat to the reuse of saline drainage water in sandy loam soil. *Indian Journal of Agriculture Science*, 60: 448-452.
25. Sharma, D.P., K.N. Singh, K.V.G.K. Rao, P.S. Kumbhare. 1990b. Reuse of saline drainage water for irrigation of wheat in a sandy loam soil. *Proc. Symp. On Land Drainage for Salinity Control in Arid and Semi- arid Regions*, Cairo, Egypt, 3: 304-312.
26. Sharma, D.P., K.N. Singh, K.V.G.K. Rao, and P.S. Kumbhare. 1991a. Irrigation of wheat with saline drainage water on a sandy loam soil. *Agriculture and Water Management*, 19: 223-233.
27. Sharma, D.P., K.N. Singh and K.V.G.K. Rao. 1991b. Reuse of saline drainage water for irrigation. *Central Soil Salinity Research Institute, Brochure No. 16*, 16pp.
28. Sharma, D.P. and K.V.G.K. Rao. 1998. Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi- arid regions. *Soil and Tillage research*, 48(4): 287-295.