

بررسی اثر پیشروی آب شور بر کیفیت آب آبیاری و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک تحت

کشت پسته منطقه سیرجان^۱

علی نشاط^۲

علی زین الدینی^۳

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۱۵

تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۴

چکیده

سیرجان یکی از مناطق مهم کشاورزی استان کرمان و دشت زیدآباد مهم ترین منطقه کشاورزی شهرستان سیرجان می باشد که قسمت اعظم آن به کشت پسته اختصاص یافته است. در سه دهه اخیر توسعه کشت بیش از حد، برداشت بی رویه آب های زیرزمینی، خشک سالی های مکرر و تبخیر شدید باعث افت سطح آب های زیرزمینی شده است. نتیجه آن پیشروی آب شور از طرف کفه نمک زیدآباد (اراضی پست^۴) به سمت اراضی تحت کشت پسته مجاور می باشد. پیشروی جبهه آب شور در این منطقه باعث نامطلوب شدن کیفیت آب آبیاری، تغییر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و کاهش بسیار شدید عملکرد پسته شده است. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر پیشروی آب شور بر کیفیت آب آبیاری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت کشت خصوصاً شور شدن اراضی و عملکرد پسته در منطقه یادشده انجام گرفته است. در راستای انجام تحقیق ابتدا نقشه های توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تصاویر ماهواره منطقه تهیه شد. سپس تعدادی نقطه مطالعاتی انتخاب و در هر نقطه از خاک و آب نمونه هایی برداشته و برای تجزیه کامل به آزمایشگاه ارسال شد. مرحله بعد بین پارامترهای مختلف خاک و آب نظیر EC، pH، کلسیم، منیزیم، سدیم، کلراید و بی کربنات توسط نرم افزار اکسل^۵ روابط رگرسیونی برقرار تا رابطه بین پارامترهای مختلف در آب آبیاری با خاک های مطالعه شده در شرایط مختلف مشخص شود. نتایج نشان داد که تمامی پارامترهای آب آبیاری به غیر از pH اثر مستقیم بر فاکتورهای موجود در خاک دارند و این امر تاثیر آب های نامتعارف را بر تغییر خصوصیات خاک به ویژه شور شدن اراضی منطقه نشان می دهد. همچنین در مناطقی که تحت تاثیر پیشروی آب شور قرار گرفته اند، میزان پارامترهای اندازه گیری شده به گونه ای است که از لحاظ استانداردهای موجود نظیر فائو^۶ ۱۹۹۱ غیر قابل استفاده برای هر گونه

۱- این مقاله تحقیقاتی نتیجه تحقیق در دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

۲- استادیار دانشگاه آزاد واحد کرمان

۳- هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان

4- Low land

5- Excel

6- FAO

کشت و کار هستند و عملاً تولید پسته با این آب ها امکان پذیر نمی باشد. ولی باغ های که هنوز تحت تاثیر پیشروی آب شور قرار نگرفته اند، تولید اقتصادی پسته در آن ها امکان پذیر می باشد. همچنین نامطلوب شدن آب آبیاری بستگی به مدت زمانی که تحت تاثیر پیشروی آب شور قرار گرفته، نیز دارد. در نهایت برای هر منطقه مطالعاتی پرسشنامه های مخصوص تکمیل گردید تا با آن بتوان با توجه به نتایج مطالعات آب و خاک راهکار کاربردی جدید پیشنهاد نمود.

واژه های کلیدی: پیشروی آب شور، خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک، آب آبیاری، آب های نامتعارف، سیرجان.

مقدمه

زیرزمینی در سال های اخیر سبب شده که جهت حرکت آب های زیر زمینی برعکس شده و از سمت کفه نمک به سمت اراضی بالادست حرکت نماید و این امر سبب شور شدن منابع آب مورد استفاده برای کشاورزی در منطقه گردد و این پدیده کشاورزی را در این اراضی مشکل ساخته است و باعث به وجود آمدن معضلات اجتماعی و اقتصادی شده است. بنابراین با توجه به اهمیت کشت پسته در این منطقه و نقش مهم آن در اقتصاد منطقه آگاهی از روند تغییرات کیفی آب آبیاری و خصوصیات خاک بسیار مهم بوده و انجام این تحقیق را ضروری می نماید. تا کنون مطالعات نسبتاً زیادی در خصوص پیشروی آب شور و تأثیر آن بر نامطلوب شدن کیفیت آب های زیر زمینی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد محصولات مختلف که با این قبیل آب ها آبیاری می شود، انجام یافته است که برخی از بررسی های انجام شده به شرح زیر ارایه می گردد.

مطالعاتی که در مورد پیشروی جبهه آب شور در مناطق ساحلی جورجیا آمریکا انجام یافت، نشان داد که پمپاژ آب از آبخوان باعث پایین رفتن آب زیرزمینی و پیشروی آب دریا به درون آبخوان شده است. در ناحیه برانسویک حدود ۵۰ سال است که آب شور باعث آلودگی آبخوان های فلوریدا می شود. بنا براین در حال حاضر وسعت نسبتاً زیادی از منطقه دارای آب هایی هستند که غلظت کلراید آن ها حدود ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد که بالاتر از متوسط استانداردهای آب آشامیدنی است و همچنین آلودگی آب های شور از آبخوان های بالایی فلوریدا به مناطق ساحلی باعث رقابت شدید در تقاضا برای آب شرب شده است (۱-۳).

تولید پسته در استان کرمان یکی از منابع مهم ایجاد درآمد کشاورزان منطقه و اقتصاد ملی محسوب می شود. خانوارهای بسیاری در استان کرمان به ویژه منطقه سیرجان به طور مستقیم و غیر مستقیم از طریق تولید پسته امرار معاش می کنند و به کسب و کار مولد مشغولند. درآمد حاصل از این محصول از جنبه های مختلف برای اقتصاد ایران حایز اهمیت است. براساس تحقیقات به عمل آمده توسعه کشت پسته در شرایط و مناطق با آب شور از مزیت نسبی بالایی برخوردار است. از آن جاکه سرمایه گذاری در کاشت پسته بلند مدت بوده و برای به دست آوردن تولید اقتصادی در آینده بایستی در زمان حال تصمیم های لازم اتخاذ گردد، بنابراین انجام مطالعات خاک و آب توسط سازمان های مربوط و ارایه اطلاعات لازم به زارع ضروری است.

شهرستان سیرجان از مناطق مهم کشاورزی استان کرمان می باشد که حدود ۹۰٪ اراضی تحت کشت آن به پسته اختصاص دارد. قسمت اعظم اراضی منطقه در سه دهه اخیر تغییر کاربری داده و تحت کشت محصولات کشاورزی به ویژه پسته قرار گرفته اند، ولی وجود کفه نمک سیرجان اراضی پست در مجاورت باغ ها باعث پیشروی آب های شور و نامطلوب شدن کیفیت آب آبیاری شده است. به علاوه خشک سالی های مکرر و تبخیر شدید نیز باعث تغییر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مورفولوژیکی خاک ها به ویژه شور شدن آن ها گردیده است. این تغییرات در سال های اخیر سبب کاهش شدید تولید محصول شده و از طرف دیگر استفاده از این اراضی را مشکل ساخته است. ضمناً وجود کفه نمک سیرجان در مجاورت اراضی تحت کشت پسته و بهره برداری بیش از حد منابع آب های

بنابراین تأثیر شور شدن اراضی بستگی زیادی به کیفیت آب آبیاری از نظر نوع کاتیون و آنیون و مدیریت آبیاری اعمال شده دارد (۱۱،۱۰).

باتوجه به بررسی های بیان شده فوق هدف از این تحقیق بررسی تأثیر پیش روی آب شور بر کیفیت آب آبیاری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت کشت خصوصاً شور شدن اراضی بر عملکرد محصول پسته می باشد و در نهایت توسط نرم افزارها اکسل بین پارامترهای مختلف خاک و آب روابط رگرسیونی برقرار شده تا رابطه بین پارامترهای مختلف در آب آبیاری با خاک های مطالعه شده در شرایط مختلف تعیین گردد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت ده هزار هکتار در مجاورت شهرستان سیرجان واقع شده است. جهت انجام این تحقیق ابتدا نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تصاویر ماهواره منطقه تهیه و سپس از محدوده مورد مطالعه بازدید صحرایی به عمل آمد. در این بازدید، مناطقی که تحت تأثیر پیش روی آب شور قرار گرفته اند، مشخص گردید. با استفاده از نقشه و عکس های هوایی تهیه شده از کل دشت ۳۸ باغ به صورت پراکنده انتخاب و جهت نمونه برداری و انجام و اجرای آزمایش مشخص شدند. کلیه نتایج آزمایشگاهی مربوط به نمونه های خاک و آب محدوده های مورد مطالعه که قبلاً تجزیه شده است جمع آوری و همچنین نقشه های ارزیابی و خاک شناسی منطقه و کلیه سوابق مرتبط نیز جمع آوری گردید.

در اراضی هر موتور پمپ در پاییز ۱۳۸۶ یک پروفیل، حفر، تشریح و نمونه برداری به صورت پراکنده و تصادفی انجام گرفت. بر روی نمونه های خاک برداشت شده تجزیه های فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز نظیر EC با استفاده از دستگاه

$$EC \text{ سنج، } SAR \text{ توسط فرمول } SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

pH، با دستگاه pH متر، بافت خاک به روش هیدرومتر بایکاس، گچ، آهک و آنیون ها و کاتیونها انجام گرفت (۱۲).

مطالعات انجام شده در کارولینا نشان می دهد که کیفیت آب ها با گسترش بهره برداری از منابع، توسعه مناطق مسکونی و فعالیت های ساحلی ارتباط داشته که تغییر اقلیم ممکن است اثر آن ها را تشدید نماید. به عنوان مثال افزایش درجه حرارت باعث کاهش اکسیژن محلول می شود. همچنین در این ناحیه از سال ۱۹۷۸ تا سال ۱۹۸۸ هر ساله حدود ۳۵ مایل مربع از اراضی ساحلی تحت تأثیر فرسایش، فعالیت های توسعه ای و پیشروی آب دریا از بین رفته است (۴).

بررسی های انجام شده توسط نقوی (۱۳۷۵) نشان داد که در برخی مناطق پسته کاری رفسنجان انجام عملیات آبیاری و مدیریت آن موجب تغییر کیفیت در خاک نسبت به اراضی همجوار شده است. نتایج نشان داد در برخی نقاط، آبیاری موجب شوری و سدیمی شدن خاک شده است (۵).

چیت ساز (۱۳۷۸) در تحقیقی که در شمال شرقی اصفهان انجام داد، امکان تهیه انواع نقشه از فاکتورهای مختلف خاک را با استفاده از تصاویر رقومی شده TM ماهواره لندست را مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق با روش نمونه برداری طبقه بندی شده تصادفی و با استفاده از GIS در ۷۷ نقطه، نمونه برداری صحرایی انجام گرفت. در نهایت نقشه های pH، EC، SAR، درصد آهک و درصد گچ منطقه تهیه گردید. همچنین با تلفیق تصویرهای درصد شن، رس و سیلت و تکنیک GIS، نقشه شوری و قلیائیت در ۷ طبقه تهیه گردید (۶).

در تحقیقی که کاشکی و توکلی (۱۳۷۶) انجام دادند به بررسی کیفی علل و عوامل به وجود آورنده و تشدید کننده پدیده شوری و قلیائیت و نیز بررسی کمی تغییرات تحت تأثیر فاکتورهای طبیعی و انسانی در اراضی جنوب غربی شهرستان سبزوار (منطقه روداب) پرداختند (۷).

برخی مطالعات نشان می دهد که افزایش غلظت املاح در آب آبیاری باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک می شود. به عنوان مثال املاح موجود در آب آبیاری مانع پراکنده شدن ذرات خاک شده و از کاهش نفوذ پذیری جلوگیری می کند (۹،۸). آبیاری اراضی با آب های شور که حاوی نسبت جذب سدیم بالایی باشند تأثیر منفی بر خواص فیزیکی خاک دارد.

اثرات نامطلوب زیادی بر خصوصیات خاک می شود. pH لایه سطحی در حدود ۷/۵ و لایه های تحتانی از حدود ۷/۴ تا ۸/۰۵ متغیر می باشد. مقدار کاتیون ها و آنیون های خاک لایه سطحی و تحتانی نیز زیاد بوده که زیادی عناصری نظیر سدیم، کلراید، بی کربنات و منیزیم می تواند خصوصیات خاک و تولید محصول را تحت تأثیر قرار دهد. بررسی ها نشان می دهد که در اراضی مطالعه شده پارامترهای مختلف به ویژه شوری در لایه دوم بیشترین تجمع را داشته که در برخی نقاط در لایه اول نیز این شرایط وجود دارد.

در اراضی که تحت تأثیر پیشروی متوسط آب شور قرار گرفته اند (جدول ۱) میزان شوری در لایه سطحی بین ۱۰ تا ۲۰ دسی زیمنس بر متر و در لایه های تحتانی نیز در همین حدود می باشد. نسبت جذب سدیم در لایه سطحی در نقاط مختلف از حدود ۹ تا ۲۱ و در لایه های تحتانی از حدود ۱۰ تا ۲۱ می باشد. همچنین بقیه فاکتورها نیز با توجه به مدت زمانی که تحت تأثیر پیشروی آب شور قرار گرفته اند و موقعیت قرار گرفتن اراضی متغیر بوده که اکثر خصوصیات به ویژه شوری نسبتاً زیاد بوده و محدودیت متوسطی برای تولید پسته به حساب می آید.

همچنین بررسی نتایج (جدول ۱) نشان می دهد که قسمتی دیگر از اراضی تحت کشت که هنوز تحت تأثیر پیشروی آب شور قرار نگرفته اند، دارای بافت خاک سطحی و عمقی متوسط (لومی و لومی شنی) تا سنگین (رسی و لومی رسی) می باشند به طوری که تقریباً بافت خاک در کلیه اراضی مورد مطالعه مشابه است. این اراضی دارای شوری کم تر از ۱۰ دسی زیمنس بر متر در لایه های سطحی و تحتانی هستند که با افزایش عمق شوری افزایش می یابد، به طوری که نتایج نشان می دهد بیشترین شوری در عمق چهارم (۹۰-۱۲۰ سانتی متری) می باشد. pH لایه سطحی بین ۷/۵۶ تا ۸/۰۱ و در لایه تحتانی بین ۷/۵۴ تا ۸/۰۴ متغیر می باشد. اراضی دارای متوسط pH بیشتری هم در لایه سطحی و هم در لایه تحتانی نسبت به بقیه اراضی می باشند.

از اراضی مطالعه شده نمونه های آب آبیاری برداشت و تجزیه کامل شامل pH، EC، آنیون ها و کاتیون ها انجام یافت. همچنین آب های تجزیه شده با جداول فائو ۲۹، جداول استاندارد آب ایران جهت مصرف کشاورزی مقایسه و کلیه پارامترها تجزیه و تحلیل گردید. سپس بین پارامترهای مختلف خاک و آب روابط رگرسیونی با نرم افزار اکسل برقرار شد تا تأثیر پیشروی آب شور بر خصوصیات آب ویژگی خاک به ویژه شوری و نسبت جذب سدیم مشخص گردد. مرحله بعد برای هر باغ پرسشنامه های مخصوص در خصوص تغییرات عملکرد، نحوه مدیریت، تغییرات کیفی و کمی آب آبیاری، سابقه کشت و سایر اطلاعات مورد نیاز تکمیل و مختصات نقاط نمونه برداری نیز توسط GPS یادداشت شد تا با این اطلاعات بتوان وضعیت تولید و یا آرایه کاربری جدید را پیشنهاد نمود.

نتایج و بحث

نتایج مطالعات انجام یافته در خصوص کیفیت آب آبیاری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک بر عملکرد پسته در باغ های منطقه نشان می دهد که اراضی منطقه مورد بررسی در سه گروه زیر طبقه بندی می شوند: ۱- باغ های که تحت تأثیر شدید پیشروی آب شور قرار دارند، ۲- باغ های که تحت تأثیر پیشروی متوسط آب شور (کم تر از ۳ سال) می باشند، و ۳- باغ های که هنوز تحت تأثیر پیشروی جبهه آب شور قرار ندارند. بررسی نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هایی که تحت تأثیر پیشروی آب شور می باشند (جدول ۱) نشان می دهد شوری خاک در لایه سطحی (عمق ۲۰-۰ سانتی متری) بیش از ۲۵ دسی زیمنس بر متر و در لایه های تحتانی نیز شوری از ۳۰ تا ۵۴ دسی زیمنس بر متر متغیر می باشد که این میزان شوری زیاد بوده و یکی از محدودیت های عمده باغ های این محدوده می باشد. همچنین بافت خاک در لایه های سطحی و تحتانی از متوسط تا سنگین (رسی و لومی شنی) متغیر می باشد. مقدار نسبت جذب سدیم در لایه سطحی بین ۱۸ تا ۶۴ و در لایه های تحتانی بین ۱۹ تا ۵۳ متغیر می باشد که این پارامتر نیز بیش از حد مجاز بوده و باعث

مناطق تحت تأثیر پیشروی متوسط شوری قرار دارند، دارای شوری بین ۱۰ تا ۱۷ دسی زیمنس بر متر و pH حدود ۶/۹ هستند. نسبت جذب سدیم حدود ۲۴، میزان بی کربنات حدود ۲/۵ میلی اکی والان در لیتر و میزان کلراید حدود ۱۵۰ میلی اکی والان در لیتر می باشد که نسبت به گروه اول از کیفیت مطلوب تری برخوردار هستند. گروه آخر، در مناطق بدون پیشروی جبهه آب شور قرار دارند، دارای شوری کم تر از ۵ دسی زیمنس بر متر و pH خنثی تا کمی قلیایی (حدود ۷/۵) می باشند و فاقد محدودیت سدیم (SAR کم تر از ۵)، کلراید و بی کربنات می باشند.

نکته قابل توجه در اراضی که تحت تأثیر پیشروی آب شور قرار گرفته اند معضل شور شدن اراضی می باشد که اثرات مخرب زیادی را بر تولید و خصوصیات شیمیایی خاک ها گذاشته است به طوری که بخش قابل توجهی از باغ های پسته منطقه خشک شده اند. هرچه فاصله اراضی به کفه نمک سیرجان نزدیک تر باشد دارای خصوصیات نامطلوب تری می باشند و با فاصله گرفتن از کفه نمک، محدودیت های اراضی جهت کشت پسته کاهش می یابد و امکان تولید اقتصادی پسته به وجود می آید. نتایج بررسی آب آبیاری در سه منطقه بالا (جدول ۲) نشان می دهد که آب آبیاری منطقه ای که تحت تأثیر پیشروی آب شور قرار دارد دارای شوری بیش از ۲۱ دسی زیمنس بر متر، نسبت جذب سدیم بین ۱۶ تا ۴۷، pH اسیدی ضعیف (حدود ۶/۷)، کلراید بیش از ۲۵۰ میلی اکی والان در لیتر و بی کربنات بیش از ۳ میلی اکی والان در لیتر می باشد. موتور پمپ هایی که در

جدول ۱ - مقایسه خصوصیات شیمیایی و فیزیکی پروفیل خاک های تحت تاثیر پیشروی آب شور در منطقه سیرجان

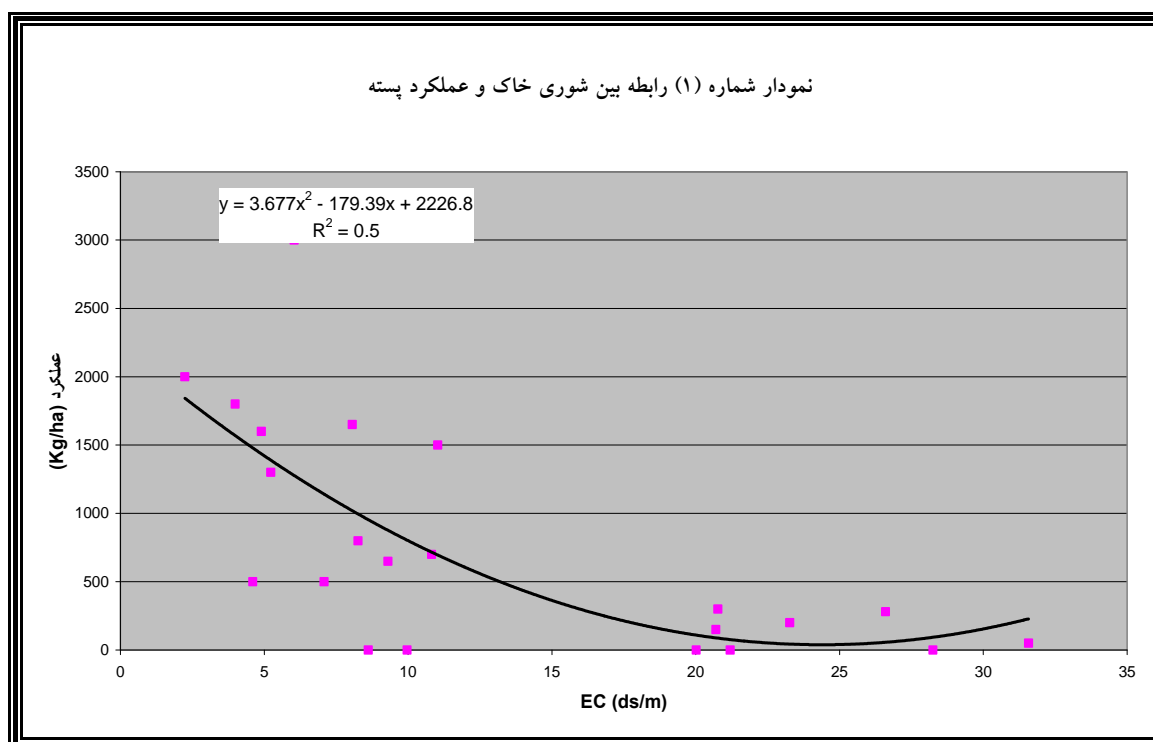
CEC Cmol.kg ⁻¹	باقفت	شوری (%)	شوری (%)	شوری (%)	Ecc (ds/m)	pH	درصد ماده خنثی شونده (%)	NO ₃ ⁻ (%)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	CL ⁻ (meq/L)	Mg ⁺² (meq/L)	Ca ⁺² (meq/L)	K ⁺ (meq/L)	Na ⁺ (meq/L)	عمق (cm)	افق	نام پروفیل
۱۹۶	لوم	۲۶٫۷	۲۶٫۷	۴۴	۱۴٫۹۵	۷٫۷۵	۱۷٫۵	۰٫۰	۲٫۸	۴٫۳	۱۶٫۸	۸۲	۲٫۴	۹۷٫۸	-۲۲	Ap	اراضی
۲۰۹	لومی رسی	۲۱٫۳	۳۹٫۴	۳۹٫۳	۱۷٫۴۵	۷٫۵۱	۲۹٫۸	۰٫۰	۲٫۶	۵٫۶	۲۲٫۸	۷۶٫۶	۲٫۳	۱۰۱٫۸	۲۲-۵۰	Cl	تحت تاثیر پیشروی متوسط
۱۹۶	لوم	۳۴	۲۲٫۷	۴۳٫۳	۱۹٫۹۴	۷٫۶۵	۳۳٫۵	۰٫۰	۱٫۶	۶٫۲	۷	۱۱۴	۲٫۴	۱۳۰٫۴	۵۰-۸۰	C2	تحت تاثیر پیشروی متوسط
۱۳۶	لومی رسی	۴۵٫۴	۳۳٫۴	۲۱٫۱	۱۹٫۹۴	۷٫۶۵	۳۳٫۸	۰٫۰	۱٫۲	۶٫۱	۵٫۱	۱۱۳٫۴	۲٫۹	۲۱۷٫۴	۸۰-۱۰۴	C3	تحت تاثیر پیشروی متوسط
۱۳۶	رسی	۴۳٫۳	۳۶٫۷	۲۰	۱۸٫۲۵	۷٫۵	۱۳٫۶	۰٫۰	۱٫۴	۵٫۴	۳۳٫۴	۸۲٫۶	۲٫۴	۱۰۸٫۷	۱۰۴-۱۴۰	C4	تحت تاثیر پیشروی شدید
۲۰۹	لومی رسی	۳۹٫۳	۳۶٫۷	۲۴	۲۶٫۶	۷٫۵	۲۵٫۸	۰٫۰	۲٫۶	۱۰٫۸	۷۷	۱۰۹	۳٫۹	۲۴۱٫۳	-۱۸	Ap	تحت تاثیر پیشروی شدید
۲۰۹	رسی	۲۶	۴۰٫۷	۳۳٫۳	۳۲٫۴	۷٫۷	۲۶٫۲	۰٫۰	۲	۱۱٫۲	۶۲	۱۰۲	۳٫۶	۳۱۳	۱۸-۴۶	Bz1	تحت تاثیر پیشروی شدید
۱۱۴	لوم	۲۸	۲۰٫۷	۴۱٫۳	۵۴٫۸۴	۷٫۵	۲۵	۰٫۰	۱٫۸	۳٫۳	۱۰۴	۲۲۲	۵٫۴	۵۵۶٫۵	۴۶-۶۸	Bz2	تحت تاثیر پیشروی شدید
۱۷۹	رسی	۳۲	۴۵٫۳	۲۲٫۸	۳۹٫۰۵	۷٫۴	۱۷٫۵	۰٫۰	۱٫۸	۱۴٫۴	۸۲٫۵	۱۲۵	۳٫۶	۳۳۳٫۹	۶۸-۱۰۱	Bz3	تحت تاثیر پیشروی شدید
۱۳۳	لومی شنی	۳۲٫۲	۳۷٫۴	۳۰٫۴	۳۹٫۸۹	۷٫۵	۱۷٫۵	۰٫۰	۲	۱۴٫۹	۷۵٫۵	۱۴۵	۴٫۴	۲۸۶٫۹	۱۰۱-۱۴۰	Bz4	تحت تاثیر پیشروی شدید
۲۰۹	لومی رسی	۳۳٫۴	۳۳٫۳	۵۳٫۳	۱۶۶	۷٫۸	۲۸٫۵	۰٫۰	۴٫۲	۰٫۱۹	۵٫۶	۴٫۴	۰٫۵۴	۱۳	-۲۳	Ap	ساراضی
	شنی																
۱۷٫۴	لومی رسی	۲۹٫۴	۲۷٫۳	۴۳٫۳	۲۵	۷٫۹۹	۲۹٫۵	۰٫۰	۵	۰٫۴۵	۱۱٫۲	۸	۰٫۸	۱۵٫۲	۳۳-۵۸	Cl	بلون تاثیر پیشروی
۱۹۶	لومی رسی	۳۵٫۴	۲۵٫۳	۳۹٫۳	۵۵٫۷	۷٫۸	۲۷٫۵	۰٫۰	۲٫۶	۰٫۶۷	۱۲٫۸	۱۴٫۸	۱٫۱	۴۱٫۳	۵۸-۹۰	C2	بلون تاثیر پیشروی
۱۹۶	رسی	۴۳٫۴	۲۴٫۷	۳۱٫۹	۸٫۳	۷٫۷	۲۹٫۳	۰٫۰	۳٫۴	۱٫۴	۱۰٫۶	۱۹	۱٫۳	۶۶٫۵	۹۰-۱۱۸	C3	بلون تاثیر پیشروی
۲۲	رسی	۴۴٫۷	۲۵٫۳	۳۰	۷٫۱	۷٫۷۴	۲۸٫۳	۰٫۰	۲٫۶	۱٫۸	۹٫۴	۱۸	۱٫۳	۹۷٫۸	۱۱۸-۱۵۰	C4	بلون تاثیر پیشروی

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی آب موتور پمپهای منطقه مورد مطالعه

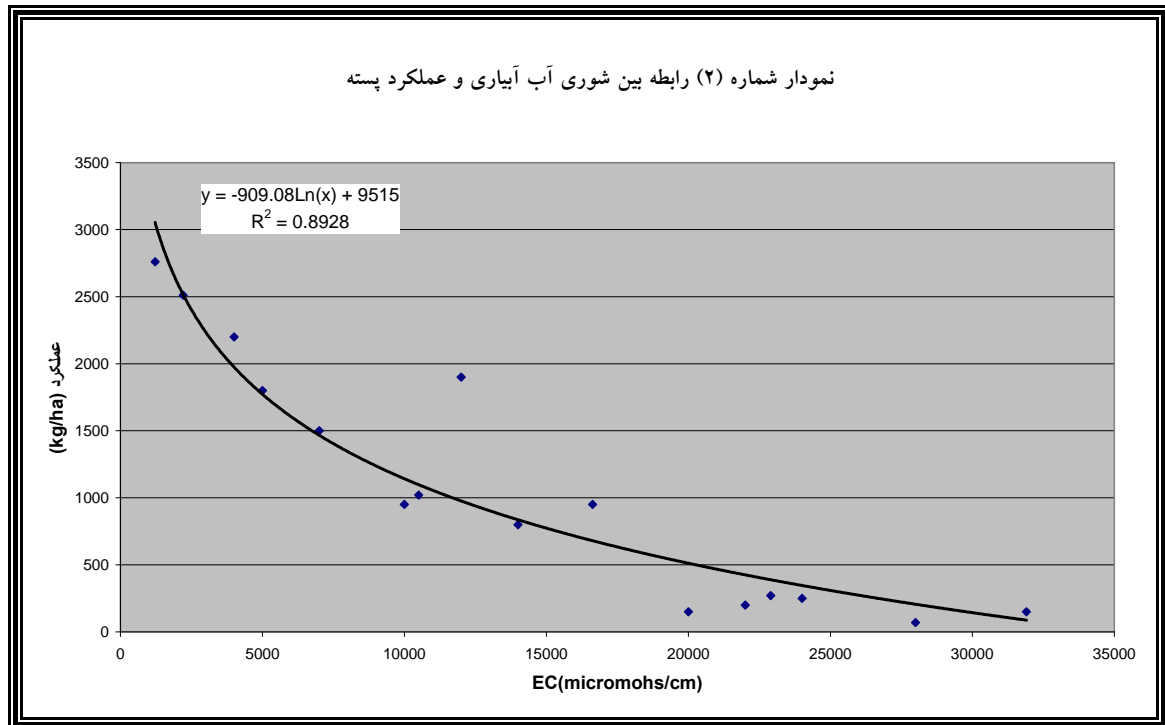
SAR	PH	EC (mmohs/cm)	آنیونها (meq/L)			کاتیونها (meq/L)			مشخصات موتور پمپ	
			CO ₃ ⁻²	Hco ₃	Cl	SO ₄ ⁻²	Na ⁺	Mg ⁺²		Ca ⁺²
۳۴.۶	۶.۷	۲۴۰۰۰	۰.۰	۲.۹۷	۲۴۹.۷	۹.۲	۱۹۲.۶	۳۱.۷	۳۰.۴	موتور پمپ موجود در منطقه تحت تاثیر شدید پیشروی آب شور
۲۴.۵	۶.۹	۱۶۶۳۰	۰.۰	۲.۶	۱۶۱.۸	۸	۱۲۱.۷	۲۳.۷	۲۵.۷	موتور پمپ موجود در منطقه تحت تاثیر پیشروی متوسط آب شور
۴.۹	۷.۵	۱۲۲۰	۰.۰	۴.۴	۴	۴.۲	۷.۲	۱.۸	۲.۵	موتور پمپ موجود در منطقه بدون پیشروی آب شور

تأثیر پیشروی آب شور قرار نگرفته اند، میزان محصول در هکتار بیش از ۱۵۰۰ کیلوگرم می باشد که در بعضی نقاط حتی تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز مشاهده شده است. همچنین بررسی رابطه بین شوری آب آبیاری و شوری خاک با عملکرد (شکل ۲۰۱) نشان می دهد که با افزایش شوری هم در آب آبیاری و هم در خاک، عملکرد پسته کاهش می یابد که این رابطه بین شوری آب آبیاری و عملکرد با ضریب اطمینان بیشتری به دست آمد.

بررسی عملکرد پسته در اراضی مورد مطالعه نشان می دهد که در اراضی با پیشرفت شدید آب شور، میزان تولید پسته در سال کم تر از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد که با توجه به هزینه های لازم جهت داشت و برداشت، این میزان عملکرد غیر اقتصادی بوده به طوری که در سال های اخیر قسمت عمده ای از این اراضی رها شده است. همچنین عملکرد پسته در اراضی تحت تأثیر پیشرفت متوسط شوری بین ۷۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر است و در اراضی که هنوز تحت



شکل ۱- رابطه بین شوری خاک و عملکرد پسته



شکل ۲- رابطه بین شوری آب آبیاری و عملکرد پسته

نتیجه گیری

با توجه به مطالعات انجام یافته و با توجه به جمیع عوامل موارد زیر پیشنهاد می گردد.

- با توجه به این که پیشروی آب شور در چند سال گذشته با شدت بیشتری به سمت باغات پسته در حال حرکت می باشد، لذا هر گونه برداشت اضافه از ذخایر آب زیر زمینی سرعت شور شدن را افزایش می دهد. بنابراین ارایه راهکار مناسب در این زمینه و استفاده بهینه از منابع آب و کاهش هدر رفت آن می تواند تا حدودی مثر ثمر واقع شود.
- جهت جلوگیری از شور شدن بیشتر منابع خاک، در مناطقی که دارای آب های با کیفیت نامناسب می باشند عملیات کشاورزی در آن ها متوقف شود.
- مناطقی که در معرض پیشروی آب شور قرار گرفته اند، تولید پسته در آن ها مقرون به صرفه نبوده یا امکان پذیر نمی باشد در صورت وجود منبع آب نسبتاً مطمئن، کاربری هایی نظیر آبی پروری در

در منطقه سیرجان، کشت و تولید پسته با زندگی بسیاری از مردم منطقه عجین شده است ولی متأسفانه در چند سال گذشته عوامل متعددی از جمله کاهش کمیت آب آبیاری و نامطلوب شدن کیفیت آن ها باعث خسارت جدی به اقتصاد منطقه و سطح زندگی مردم شده است. این حالت را پیشروی جبهه آب شور از سمت کفه نمک سیرجان به طرف باغ های پسته مجاور تشدید نموده است. بررسی ها نشان می دهد حدود ۳۰٪ از باغ های پسته منطقه مورد مطالعه یا دارای عملکرد بسیار پایین بوده و عمدتاً رها شده اند و یا عملکرد آن ها در حد تولید سر به سر بوده و عملاً اقتصادی نمی باشد (مناطق با شوری متوسط). به علاوه پدیده شور شدن^۱ نیز آینده ای بسیار نگران کننده را در مناطق مختلف محدوده مورد مطالعه به تصویر می کشد. به طور کلی پیشرفت جبهه آب شور باعث خسارت جدی به کشاورزی منطقه شده و بخشی از درآمد کشاورزان از بین رفته است.

کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷. کاشکی، م. ت.، و ح. توکلی. ۱۳۷۸. بررسی روند

شورشدن اراضی تحت آبیاری در مناطق حاشیه پلایا.

ششمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

۸. وزیری، ژاله. ۱۳۷۴. ارزیابی مدل های شوری زدائی

خاک با آزمون مزرعه ای، پایان نامه کارشناسی

ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۴۳ صفحه.

9. Mcneal, B.L., D.A. layid., W.A. Morvel, and J.D. Rhoades. 1964. Factors influencing hydraulic conductivity of soils in the presence of mixed - salt solutions. Soil. Soc. Amer. Proc. 32:187-190.

۱۰. آبرز، ر. س و د. و. وستکات. ۱۹۸۵. حاج رسولی

ها، شاهپور(مترجم)، (۱۳۶۴). کیفیت آب برای

کشاورزی، مرکز نشر دانشگاهی، ۳۸ صفحه.

۱۱. محمودی میمند، سلمان. ۱۳۷۳. پیدایش و رده

بندی خاک های شور - سدیمی و گچی دشت رباط

شهر بابک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده

کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۶۲ صفحه.

12. Page, A. L. R. H. Miller and D.R. Keeny 1992. Method of soil analysis part II: Chemicla and mineralogical properties .Second ED.SSA pub. Madison.115p.

شرایط شور که در سایر نقاط استان کرمان به صورت

پایلوت انجام شده است، مدنظر قرار گیرد.

منابع

1. Krause, R.E., and R.B. Randolph. 1989. Hydrology of the florida aquifer system in southest Georgia and adyacent parts of florida and south Carolina; U.S. Geological survey professional paper. 1403 –1465.
2. Mccollum, M.Y., and H.B. Count. 1964. Relation of salt water encroachment to the major aquifer zones, saranah area, Georgia and south carolina: U.S. Geological survey water supply paper. 1613D-29.
3. Renodol, P. U., R. B. Pernik molly, and R. G. Garaz. 2000. Water supply potential of the Florida aquifer, Beaufort and gasper countries south carolina: U.S. Geological Survey Water Resources Investigations Report. 61:4285-87.
4. Bush, P. W. 1988. Simulation of salt water movement in the florida aquifer system, hilton Head Island, south carolina: U.S. Geological survey water –supply paper.2319 -2331.

۵. نقوی، هرمزد. ۱۳۷۵. بررسی خصوصیات

فیزیکی و شیمیائی و چگونگی تشکیل و تحول

خاک های مناطق پسته کاری رفسنجان . پایان

نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۰ صفحه .

۶. چیت ساز، وحید. ۱۳۷۸. بررسی امکان تهیه نقشه

شوری و قلیائیت خاک در منطقه شرق اصفهان با

استفاده از داده های رقومی TM. پایان نامه