

بررسی علل شور شدن آب و خاک در دشت گنبد-آلاگل

غلامرضا زهتابیان^۱، لیلی سرابیان^۲

۱- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲- کارشناس ارشد بیابان زدایی دانشگاه تهران

تاریخ وصول: ۸۲/۱/۱۶

چکیده

شوری حدود ۱۰٪ اراضی جهان را در بر گرفته است و سرعت تخریب خاک در اثر فرایند شور شدن سه هکتار در دقیقه گزارش شده است. حدود ۳۴٪ از خاکهای قاره آسیا متأثر از املاح است. کشور ایران با توجه به موقعیت خاص جغرافیای و شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک از نظر توسعه شوری در رتبه پنجم آسیا قرار دارد. بدلیل خشکسالی‌ها و کمبود آب در سنوات اخیر موضوع شور شدن در کشور به صورت جدی مورد توجه قرار گرفته است. جهت نشان دادن علل شوری منطقه گنبد-آلاگل بعنوان مطالعه موردی انتخاب گردید. این منطقه در طول جغرافیایی ۲۰' ۵۴ تا ۱۰' ۵۵ و عرض جغرافیایی ۳۷' ۳۷ تا ۳۷' ۴۰ قرار دارد، متوسط شیب و ارتفاع منطقه به ترتیب ۱/۶٪ و ۱۸ متر بوده و متوسط بارندگی سالانه آن ۳۱۴ میلیمتر، میانگین دمای سالانه آن ۱۷/۵، میانگین تبخیر ۱۶۵۹ میلیمتر می‌باشد و مساحتی در حدود ۱۸۵۶/۴ کیلومترمربع دارد. اطلاعات مربوط به آب در دو بخش آبهای سطحی و زیرزمینی جمع‌آوری گردید و از سفره سطحی نمونه برداری شد و همچنین جهت مطالعه خاک اقدام به حفر پروفیل در اعماق مختلف (۵۰-۱۰۰، ۱۰۰-۱۵۰ سانتیمتر) در هر سری خاکشناسی گردید. در نهایت با استفاده از اطلاعات موجود، نقشه زمین‌شناسی، توپوگرافی، عکسهای هوایی، اطلاعات مربوط به تجزیه و تحلیل نمونه‌های آب و خاک علل و روند شور شدن آب و خاک منطقه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصله نشان داد که هم عوامل طبیعی و هم عوامل انسانی در این امر مؤثر بوده است. در بحث عوامل طبیعی معیارهای نظیر رسوبگذاری دریای خزر در گذشته، سازندهای مختلف زمین‌شناسی، توپوگرافی، شیب کم منطقه، بالابودن سطح ایستابی آب، قلت بارندگی، تبخیر بالا و وزش باد که سبب انتقال نمک می‌شود مؤثر بوده است و در بین عوامل انسانی تأثیرگذار معیارهای نظیر سیستم نامناسب آبیاری، جاده‌سازی و ورود فاضلاب را می‌توان نام برد. اما در ارتباط با بررسی روند شور شدن مطالعات خاک نشان داد که طی یک دوره ۲۸ ساله حدود ۲/۴٪ خاکهای سطح منطقه از خاک کم‌شور (EC: ۴-۸ mmho/cm) به خاکهای لب شور (EC: ۸-۱۵ mmho/cm) و ۲۳/۵٪ خاکها از حالت کم‌شور (EC: ۴-۸ mmho/cm) و لب‌شور (EC: ۸-۱۵ mmho/cm) به خاکهای کاملاً شور (EC: ۱۵ mmho/cm) تبدیل شده‌اند. تغییرات در آب زیرزمینی سفره سطحی طی یک دوره ۹ ساله نشان داد که مقادیر EC در ۷/۷۲٪ پیزومترها افزایش یافته و در ۳/۲۷٪ دیگر کاهش داشته‌است، همچنین ۶۸/۷۵٪ پیزومترها افت سطح آب و ۳۱/۲۵٪ دیگر افزایش سطح آب را داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: علل شوری، روندشوری، آب سطحی، آب زیرزمینی، خاک، ایران

مقدمه

شوری آب و خاک به عنوان یکی از عوامل مؤثر در بیابانی شدن مناطق مختلف جهان مطرح است که سبب تخریب خاک و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌گردد، این عامل حدود ۱۰٪ اراضی جهان را در بر گرفته (۱۲) و سرعت تخریب خاک در اثر فرآیند شور شدن سه هکتار در دقیقه گزارش شده است (۸). بدین ترتیب خاکهای شور و قلیا سطح وسیعی از جهان را اشغال نموده‌اند به طوریکه مساحت خاکهای شور بین ۲۶۰ میلیون هکتار تا ۳۴۰ میلیون هکتار برآورد شده است (۶) و حدود ۳۴٪ از خاکهای قاره آسیا متأثر از املاح است و در این میان ایران با توجه به موقعیت جغرافیای و شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک رتبه پنجم رادر آسیا داراست (۱۰).

وسعت خاکهای شور و قلیا در ایران حدود ۲۵ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود که این سطح حدود ۱۵ درصد از مساحت کل کشور و ۳۰ درصد سطح دشتهای و فلاتهای کم شیب ایران را تشکیل می‌دهد (۴، ۶، ۹) و در استان گلستان ۶۰ درصد اراضی نواحی پست یعنی حدود ۱۳۰ هزارهکتار از اراضی مبتلا به شوری و قلیایت زیاد شده است (۷).

با توجه به آمار ارائه شده بخش وسیعی از استان گلستان بویژه در قسمت شمال تحت تاثیر پدیده شوری و قلیایت می‌باشد و این امر سبب گسترش بیابان در این ناحیه گردیده است (۵). بنابراین با توجه به اکوسیستم شکننده بیابان و عدم برگشت

پذیری سریع، به کارگیری روشهای مناسب مدیریتی در ارتباط با بهره‌برداری آب و خاک و پوشش گیاهی امری ضروری به نظر می‌رسد و این امر محقق نخواهد شد مگر اینکه پتانسیل‌ها و محدودیت‌های موجود در منطقه شناسائی شود.

در این تحقیق سعی شده است با بهره جستن از مطالعات انجام شده و همچنین شناخت شرایط طبیعی و انسانی منطقه مورد بررسی (دشت گنبد-آلاگل) عوامل مؤثر بر شوری و روند تغییرات آن در آب سطحی، آب زیرزمینی و خاک ارزیابی گردد.

شناخت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شمال استان گلستان در طول جغرافیایی ۲۰' ۵۴ تا ۱۰' ۵۵ و عرض جغرافیایی ۳۷' ۳۷ تا ۴۰' ۳۷ واقع شده است و مساحتی در حدود ۱۸۵۶/۴ کیلومتر مربع دارد، متوسط شیب و ارتفاع منطقه به ترتیب ۱/۶٪ و ۱۸ متر، متوسط بارندگی سالانه آن ۳۱۴ میلیمتر، میانگین دمای سالانه آن ۱۷/۵، میانگین تبخیر ۱۶۵۹ میلیمتر می‌باشد و متوسط سرعت سالانه باد در ارتفاع ۲ متری ۷/۴۴ کیلومتر در ساعت بوده و جهت وزش باد غالب غربی می‌باشد.

روش کار

برای رسیدن به هدف اصلی تحقیق که ارائه تصویری مستند از وضعیت روند تغییرات شوری بود مراحل ذیل در انجام تحقیق صورت پذیرفت.

است به این ترتیب ۹۶ نمونه بدست آمد. البته لازم به ذکر است که در حین انطباق محل پروفیل‌های استخراجی از نقشه به عرصه خطاهای وجود داشت که مربوط به خطای نقشه سال ۱۳۵۲ در ارتباط با مشخص کردن مکان دقیق پروفیل‌ها، خطای استخراج مختصات پروفیل‌های جدید، خطای GPS و عدم دستیابی به بعضی نقاط تعیین شده در عرصه می‌باشد. در نهایت جهت بررسی کیفیت آب سفره سطحی و روندیابی، از پیزومترهای موجود در سال جاری (۱۳۸۱) نیز نمونه برداری شد.

۳- مطالعات آزمایشگاهی: جهت مطالعات آزمایشگاهی ابتدا نمونه‌های خاک تهیه شد و در هوای آزمایشگاه خشک گردید و پس از کوبیدن از الک دو میلی متری عبور داده شد. و مقادیر هدایت الکتریکی (EC) و pH نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

۴- مطالعات آماری: پس از تهیه آمار دبی و کیفیت رودخانه‌های اترک و گرگانرود در سه ایستگاه، این اطلاعات وارد نرم‌افزار صفحه‌گستر Exel گردید و پس از بازسازی و تکمیل اطلاعات ناقص روابط همبستگی بین دبی با پارمترهای EC، SAR و TDS استخراج گردید. برای تهیه رابطه همبستگی از روش خطی، نیمه‌لگاریتمی، لگاریتمی و توانی کمک گرفته شد و در بین این روشها روش توانی بهترین رابطه همبستگی را ارائه داد سپس در روابط بدست آمده مقادیر دبی ماهانه وارد گردید و مقادیر EC، SAR و TDS ماهانه استخراج گردید، در ادامه نمودار مربوط به تمامی روابط توانی نیز ترسیم شد.

۱- مطالعات کتابخانه‌ای: جمع‌آوری اطلاعات مربوط به بارش، درجه حرارت، باد، تبخیر و تعرق، استخراج سازندهای تاثیرگذار بر منطقه با توجه به نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، جمع‌آوری اطلاعات خاکشناسی و تعیین محل حفر پروفیل جدید با توجه به نقشه سال ۱۳۵۲ با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سری‌های خاکشناسی گردید. جهت بررسی وضعیت آب رودخانه‌های حوزه آمار دبی و کیفیت از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۹ سازمان تحقیقات منابع آب وزارت نیرو در ایستگاههای هیدرومتری هوتن و چات مشترک بر روی رودخانه اترک و ایستگاهها گنبدکاووس و آق‌قلا بر روی گرگانرود جمع‌آوری گردید و برای انجام مطالعات هیدروژئولوژی از نقشه‌های مربوط به چاهها و پیزومترهای امور آب منطقه گرگان با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، پیزومترهای واقع در محدوده مورد مطالعه و تعدادی از چاهها استخراج شد و به منظور مطالعه سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی از آمار پنج ساله این پیزومترهای استفاده گردید، همچنین جهت بررسی کیفیت آب سفره سطحی آمار کیفیت آب پیزومترهای موجود در سال ۱۳۷۲ نیز استخراج شد (تنها سال‌دارای اطلاعات کیفیت آب).

۲- مطالعات صحرائی: بازدید جهت اندازه‌گیری Ec آب در بعضی نقاط و حفر ۳۲ پروفیل براساس سری‌های خاکشناسی، بدین نحو که محل پروفیل‌ها بر روی نقشه سال ۱۳۵۲ معین گردید و مختصات آنها استخراج شد و در صحرا با کمک GPS مکان‌یابی صورت گرفت، طریقه نمونه برداری هر پروفیل سه عمق ۵۰-۵۰، ۱۰۰-۵۰ و ۱۵۰-۱۰۰ سانتی‌متر بوده

۵- استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی GIS^۱ یکی از روشهای وارد کردن داده‌ها به سیستم رقومی یا دیجیت کردن آنهاست. در این مرحله بوسیله نرم‌افزار IIWIS 3.1 منحنی‌های میزان و سایر اطلاعات مورد نیاز نقشه‌های توپوگرافی با خطوط میزان ۲۰ متر رقومی می‌شوند. با اجرای دستور میان‌یابی^۲ بر روی نقشه رقومی شده توپوگرافی، نقشه مدل ارتفاعی زمین DEM^۳ در فرمت رستری ساخته شد. در ادامه با کلاسه‌بندی^۴ نقشه DEM با استفاده از الگوریتم بخش کردن نقشه طبقات ارتفاعی بدست آمده و سپس آن را با استفاده از الگوریتم پلی‌گن‌سازی^۵ به صورت پلی‌گن در می‌آوریم و با استفاده از نقشه DEM نقشه شیب ساخته شد. در مراحل بعدی سایر نقشه‌ها (هم باران، هم دما، هم تبخیر، زمین‌شناسی، خاک، عمق سفره سطحی، کیفیت و تیپ آب زیرزمینی، نقشه شوری سال ۱۳۵۲ و ۱۳۸۱) و اطلاعات وارد سیستم گردید و در نهایت دو نقشه شوری خاک ۱۳۵۲ و ۱۳۸۱ توسط الگوریتم تقاطع^۶ رویهم‌گذاری^۷ شد و کلاسه‌های جدیدی ایجاد گردید.

نتایج

۱- بررسی آبهای سطحی

در هر یک از ایستگاه‌های موجود روابط

تغییرات هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیمی (SAR) و مجموع املاح محلول آب (TDS) با تغییرات دبی رودخانه معین گردیده است (شکل ۱ تا ۳). با استفاده از روابط رگرسیونی دبی-شاخص‌های شوری برای هر ایستگاه میانگین ماهانه هدایت الکتریکی (EC)، مجموع املاح محلول (TDS) و نسبت جذب سدیم (SAR) محاسبه شد. با استفاده از میانگین ماهانه هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم، کیفیت آب در هر ماه از روی دیاگرام ویلکوکس تعیین شد.

همچنین مقدار املاحی که سالانه به وسیله هر رودخانه حمل شده و به دشت می‌ریزد محاسبه شد (جدول ۱).

نتایج بدست آمده نشانگر این مطلب است که کیفیت آب اترک و گرگانرود قبل از ورود به منطقه نامناسب بوده و در هر دو رودخانه در کلاس C3-S1 می‌باشد بنابراین میتوان گفت اولین عامل مؤثر در شور شدن آبهای سطحی (اترک و گرگانرود) سازندهای تشکیل دهنده ارتفاعات اطراف محدوده مطالعاتی می‌باشد به طوریکه قسمت اعظمی از این سازندها حاوی آهک می‌باشد و این عامل باعث گردیده که آبها در سرچشمه بی‌کربناته باشد، سازندهای نظیر سازند زرد، شوربجه، آبدراز، چهل‌کمان، خانگیران، قرمز قاره‌ای، آغچه‌گیل، روته و فجن به علت ضخامت کم لایه‌های درز و شکافدار و مجاورت آنها با لایه‌های نفوذ ناپذیر و مارن باعث کاهش کیفیت و کمیت آبها می‌گردند. عامل دیگری که در شور شدن آب

۱- Geography Information System

۲- Interpolation

۳- Digital Elevation Model

۴- Slicing

۵- Polygonize

۶- Cross

۷- Overlay

جدول ۱: مقادیر میانگین ماهانه دبی، EC، SAR، TDS، وزن املاح و کیفیت آب در ایستگاه هوتن

متغیرها	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
دبی میانگین ماهانه m^3/s	۵/۳	۷/۹	۱۰/۵	۱۰/۱	۱۱/۷	۱۸/۴	۲۱	۱۷/۳	۱۰/۳	۳/۶	۵	۴
Ec $\mu m h/cm$	۱۸۸۵	۱۷۸۵	۱۷۱۶	۱۷۲۶	۱۶۹۱	۱۵۸۹	۱۵۵۹	۱۶۰۱	۱۷۲۱	۱۹۹۱	۱۹۰۰	۱۹۶۲
میانگین ماهانه SAR	۳/۷۵	۳/۵۳	۳/۳۹	۳/۴۱	۳/۳۴	۳/۱۲	۳/۰۶	۳/۱۵	۳/۴	۳/۹۷	۳/۷۸	۳/۹۱
میانگین ماهانه TDS	۱۲۷۱	۱۲۰۴	۱۱۵۸	۱۱۶۵	۱۱۴۲	۱۰۷۳	۱۰۵۴	۱۰۸۲	۱۱۶۲	۱۳۴۱	۱۲۸۱	۱۳۲۲
وزن املاح ماهانه Ton	۱۷۵۲۷	۲۴۶۶۲	۳۱۵۵۹	۳۰۴۱۵	۳۴۵۴۶	۴۹۳۷۱	۵۹۲۹۸	۵۰۲۰۷	۳۱۹۶۷	۱۲۸۶۳	۱۷۲۲۶	۱۴۱۲۶
وزن املاح سالانه Ton	۳۷۳۷۹											
میانگین کیفیت آب	C3-S1	C3-S1	C3-S1	C3-S1	C3-S1	C3-S1	C3-S1	C3-S1	C3-S1	C3-S1	C3-S1	C3-S1

عامل مؤثر دیگر آب برگشتی کشاورزی است قسمت اعظمی از کشت و کار منطقه بدلیل عدم وجود سفره آب زیرزمینی مناسب در حواشی گرگانرود، اترک و دریاچه‌ها محدود شده است، با توجه به شیوه آبیاری غرقابی که در منطقه رایج است، آب مازاد یا تبخیر شده و یا وارد جریان رودخانه‌ها گردیده و با توجه به شور بودن خاک منطقه آب برگشتی کشاورزی نیز شور شده و روی جریان عادی رودخانه‌ها اثر می‌گذارد.

۲- آب زیرزمینی

۲-۱- بررسی سفره سطحی

آمار موجود بیانگر عمق کم سفره سطحی منطقه می‌باشد، به طوریکه در بعضی از ماههای زمستان و اوایل بهار در مناطق پست تقریباً هم سطح زمین بوده و موجب ماندابی شدن اراضی می‌گردد. با ترسیم منحنی‌های هم عمق آب زیرزمینی با استفاده از آمار پنج ساله (۷۵-۸۰) شبکه چاههای موجود متوسط عمق سفره آب سطحی برای کل منطقه مورد

رودخانه اترک مؤثر است پیوستن شاخه سومبار از کشور ترکمنستان می‌باشد اثر این شاخه را می‌توان در ایستگاه چات مشترک مشاهده کرد به طوریکه مقدار متوسط EC سالانه در ایستگاه هوتن ۱۷۶۱ میکروموس برسانتی متر بوده و با پیوستن این شاخه مقدار EC سالانه به ۲۴۲۷ میکروموس برسانتی متر می‌رسد که علت شوری آن وارد شدن پساب کارخانه‌ها است، البته این امر در گرگانرود نیز صادق است به طوریکه مقدار متوسط EC سالانه در ایستگاه گنبدکاووس ۱۱۶۸ میکروموس برسانتی متر بوده درحالیکه در ایستگاه آق‌قلا به ۳۴۷۴ میکروموس برسانتی متر می‌رسد و مقدار متوسط SAR هم از ۲/۷ به ۶/۵ افزایش می‌یابد که دلیل آن نیز پیوستن آب کارخانه‌ها و فاضلاب می‌باشد و این امر در فصول کم آبی مانند مرداد و شهریور (C_4S_2) بهتر از فصول دیگر خود را نشان می‌دهد زیرا در این فصول جریان آب رودخانه کاهش یافته و پیوستن آب کارخانه‌ها و فاضلاب به شدت روی کیفیت آب اثر می‌گذارد.

درحالی است که قسمت عمده‌ای از آب چاه صرف کشاورزی می‌شود.

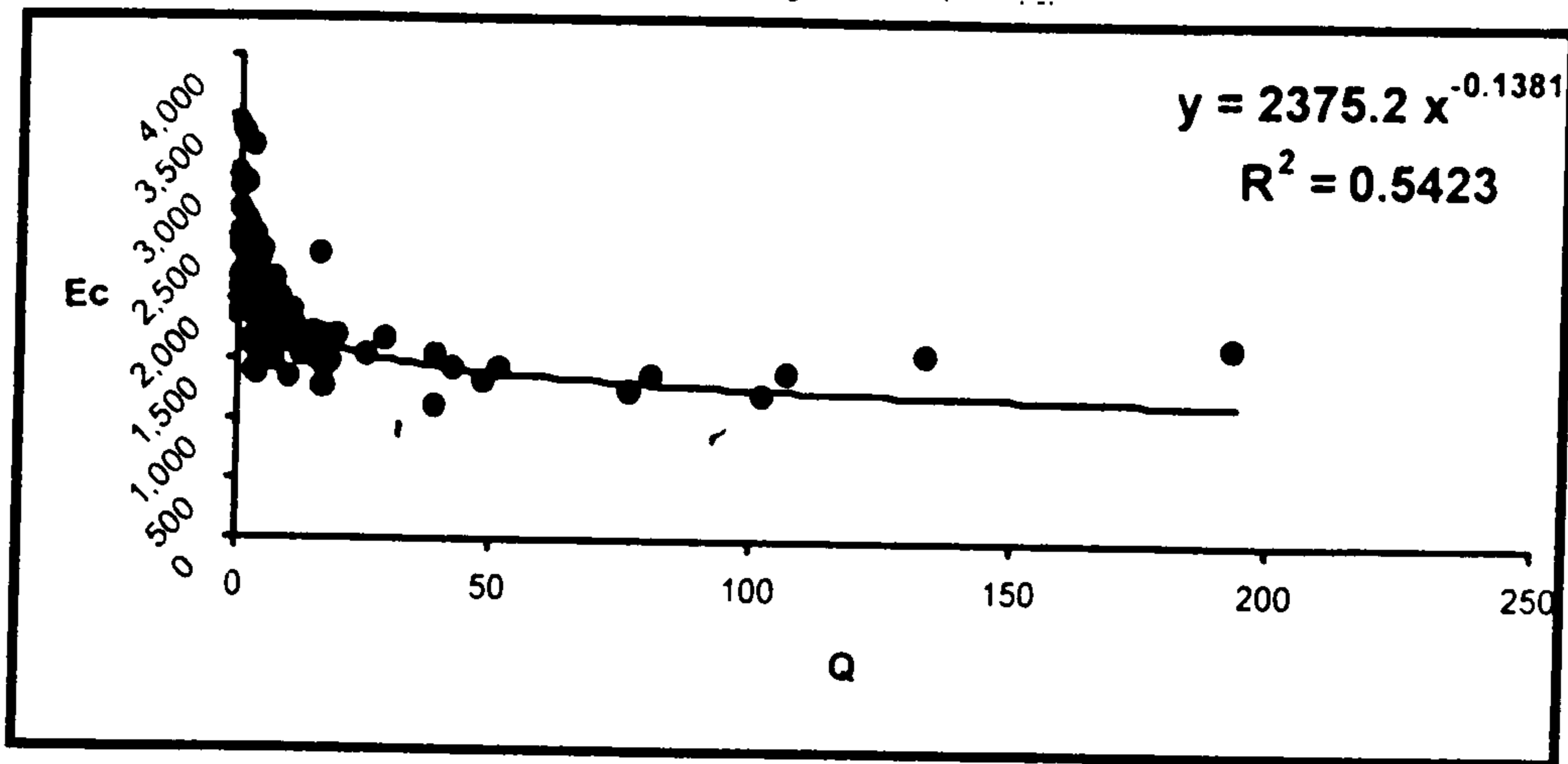
۲-۳- علل شور شدن آب زیرزمینی

گسترش وسیع سازندهای نفوذناپذیر نظیر لس و مارن در سطح منطقه باعث عدم ارتباط سفره‌های آبی مختلف شده است، بنابراین جز لایه آبدار سفره سطحی تغذیه سایر سفره‌ها در ارتفاعات صورت می‌گیرد. پس نخستین عامل تاثیرگذار در کیفیت آب زیرزمینی سازندهای موجود در محل تغذیه می‌باشد و با توجه به این نکته که اکثر سازندهای موجود در سرچشمه جزء سازندهای آهکی (سازند زرد، شوربجه، آبدراز، چهل کمان، خانگیران، قرمزقاره‌ای، آغچه‌گیل، روته و فجن) بوده، سفره آب زیرزمینی حاصل بی‌کربناته می‌باشد و با حرکت به سمت دشت در اثر عبور از رسوبات آبرفتی حاوی مارن، گچ و نمک حاصل از رسوبگذاری دریای خزر تبدلات یونی انجام داده، به طوریکه مقادیری از املاح محیط را در خود حل کرده و به تدریج تبدیل به آب سولفات و کلروره می‌شود. عامل دیگری که در شور شدن سفره آب زیرزمینی موثر است عدسی‌های آب شور یا فسیل شده‌ای است که در اثر پیشروی و پسروی‌های مکرر دریای خزر به جا مانده است البته چون تمامی سفره‌های موجود توسط رسوبات لسی غیرقابل نفوذ از یکدیگر جدا شده‌اند، عدسی‌های آب شور نمی‌توانند با سایر سفره‌ها ترکیب شوند مگر در نواحی که در اثر حفر چاه غیر اصولی آبهای فسیل شده در سایر سفره‌ها

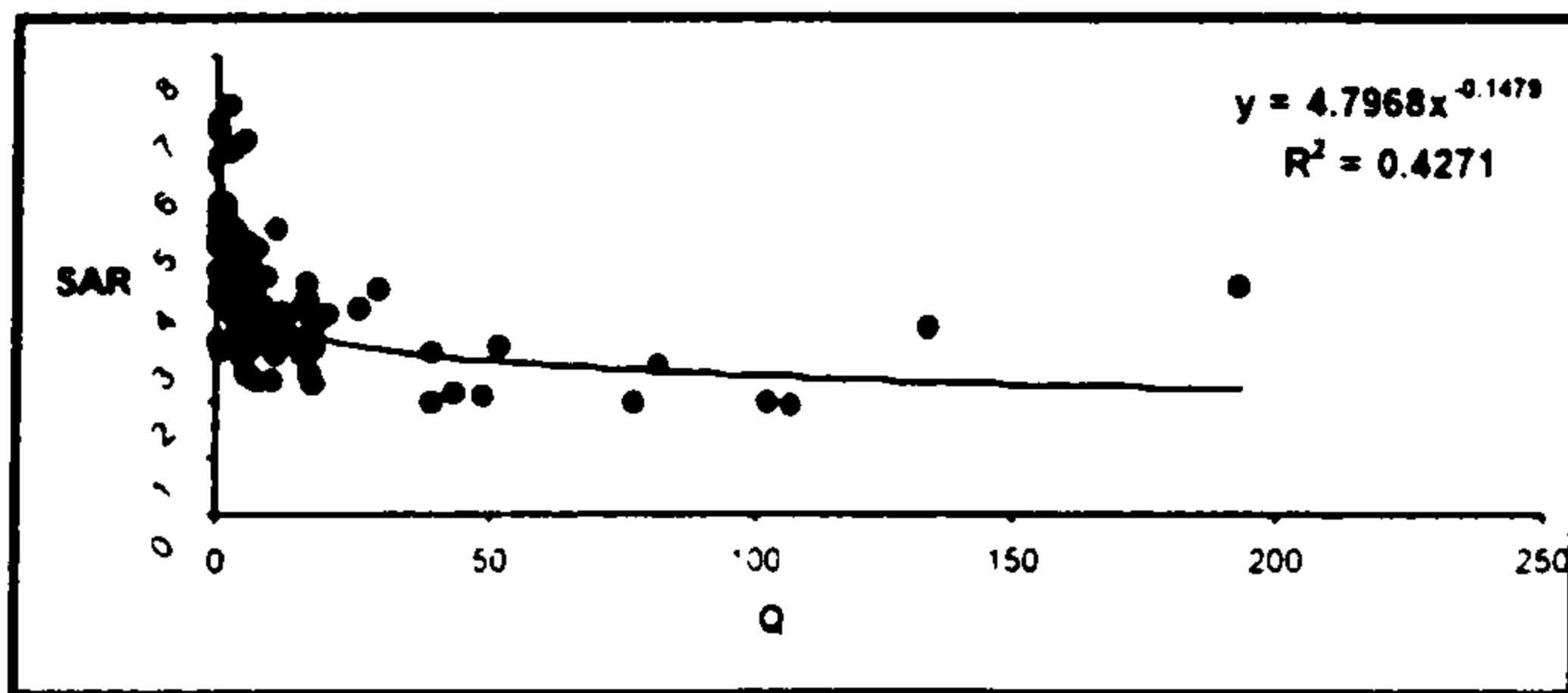
مطالعه ۲۲۸ سانتی متر برآورد گردیده است، لازم به ذکر است که در قسمت شمالی منطقه به علت فقدان پیزومتر سطح سفره آب براساس پروفیل صحرائی مشخص شد. از سوی دیگر مقایسه نوسانات بارندگی طی سالهای متوالی با نوسانات سطح سفره در پیزومترها نشان داد که ارتباط مستقیمی بین سفره سطحی و بارندگی وجود دارد به طوریکه در سالهای پر باران سفره سطحی بالا آمده و در سالهای خشک افت می‌کند. همچنین نوسانات ماهانه عمق آب زیرزمینی تابعی از بارندگی ماهانه با اندکی تاخیر نیز می‌باشد به طوریکه حداقل عمق آب زیرزمین مربوط به ماههای اسفند، فروردین و اردیبهشت و حداکثر آن در ماههای آذر و دی بوقوع می‌پیوندد.

۲-۲- بررسی سفره عمیق آب زیرزمینی

آمار و مطالعات انجام شده نشان داد که هر چه از سمت جنوب به شمال و شرق به غرب رویم کیفیت آب لایه‌های تحت فشار کاهش می‌یابد به طوریکه در نواحی شمالی دشت به علت کم شدن ضخامت لایه‌های آبرفتی سفره آبدی قابل توجه‌ای وجود ندارد. نکته مهم دیگر برنخورد بعضی از چاهها با عدسی‌های آب شور است که این چاهها دارای کیفیت بسیار نامناسبی هستند مانند چاه شمال آق‌قلا (با عمق ۱۲۳/۴ متر) که مقدار هدایت الکتریکی آن ۲۶۹۸۹ میکروموس بر سانتی‌متر است اما در فاصله شش و نیم کیلومتری همان چاه، چاهی است (ب عمق ۱۸۵ متر) که مقدار هدایت الکتریکی آن ۱۰۵۹ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد و این

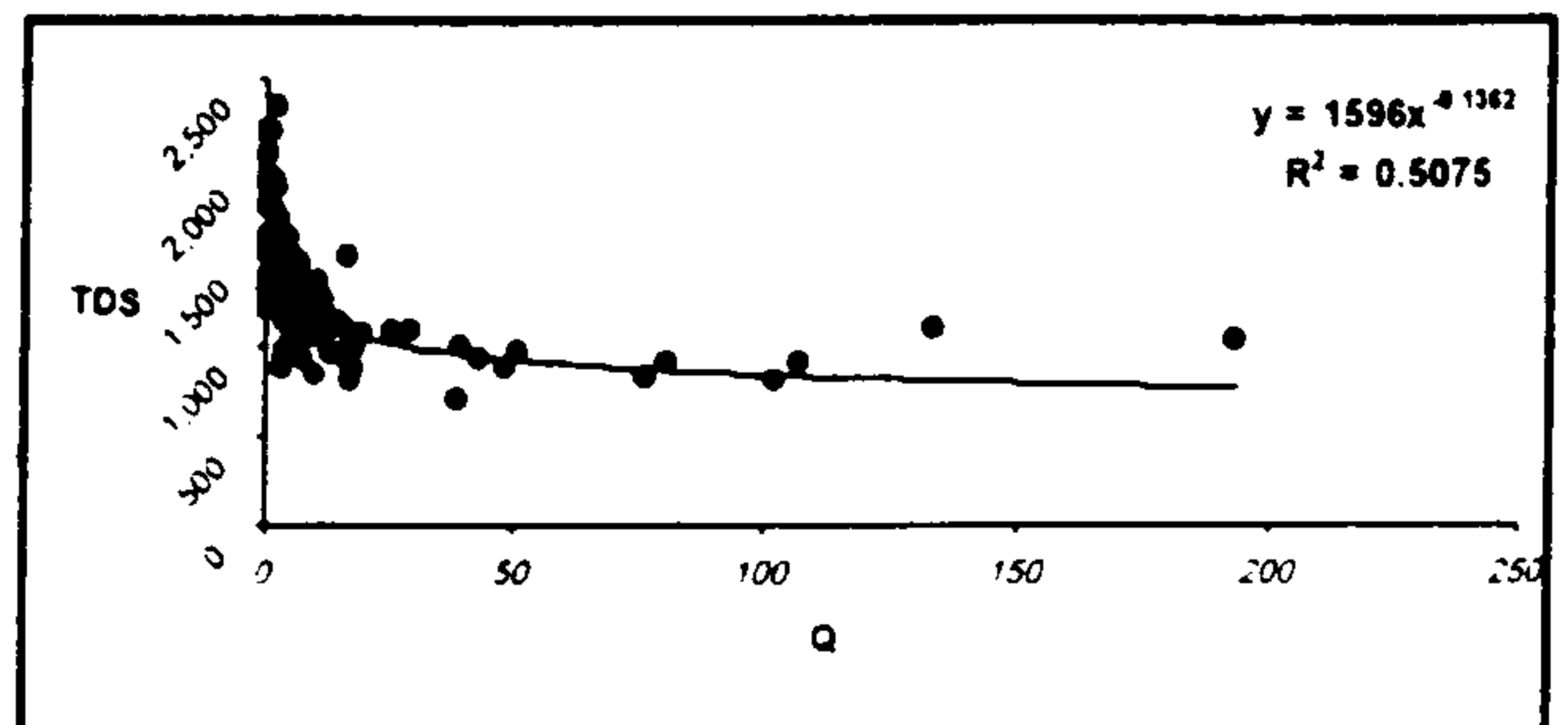


شکل ۱: رابطه تغییرات هدایت الکتریکی ($\mu\text{mh/cm}$) با دبی (m^3/s) رودخانه اترک در ایستگاه هوتن



شکل ۳: رابطه تغییرات مجموع املاح محلول با دبی (m^3/s) رودخانه اترک در ایستگاه هوتن

خیزش سطح سفره داشته‌اند، در ۲۷/۳٪ آنها EC کاهش یافته و در ۷۲/۷٪ دیگر EC افزایش داشته است (جدول ۲)، که ۵۸/۳۷٪ این افزایش در پیزومترها بین ۱/۵ تا ۲ برابر بوده و ۴/۲٪ آن از ۳ برابر بیشتر افزایش یافته است. سپس اطلاعات تغییرات EC و سطح سفره با یکدیگر تلفیق گردید (جدول ۳) و مشخص شد که در ۵۳/۱۳٪ پیزومترها افت سفره همراه با افزایش شوری بوده است.



شکل ۲: رابطه تغییرات نسبت جذب سدیمی با دبی (m^3/s) رودخانه اترک در ایستگاه هوتن

تراوش نماید. نکته مهم دیگر اینکه چون سفره سطحی تنها سفره آبی است که با محیط خارج در ارتباط بوده و با توجه به بالا بودن میزان تبخیر در منطقه (متوسط تبخیر سالانه منطقه ۱۶۵۸/۷ میلیمتر است)، این عامل بشدت روی آن اثر گذاشته و باعث می‌گردد تا شوری این سفره نسبت به سایر سفره‌ها که با محیط خارج ارتباطی ندارند بیشتر گردد.

۲-۴- روند شور شدن آب زیرزمینی

جهت بررسی روند تغییرات سطح سفره و EC سفره سطحی اطلاعات ۳۶ پیزومتر در سال ۷۲ و ۸۱ مورد بررسی قرار گرفت. مشخص شد که ۶۸/۷۵٪ این پیزومترها افت سطح و ۳۱/۲۵٪ دیگر

جدول ۳: درصد تغییرات شوری و سطح سفره

۵۳/۱۳	افت سفره همراه با افزایش شوری
۱۵/۶۲	افت سفره همراه با کاهش شوری
۱۸/۷۵	افزایش سطح سفره همراه با افزایش شوری
۱۲/۵	افزایش سطح سفره همراه با کاهش شوری
٪۱۰۰	مجموع

۳- بررسی‌های خاکشناسی

نقشه طبقه بندی شده Ec سال ۱۳۵۲ موجود بود، براساس نتایج آزمایشگاهی نمونه‌های صحرایی نقشه طبقه بندی شده Ec سال ۱۳۸۱ نیز تهیه گردید و هر دو نقشه وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی گردید.

۳-۱- علل شور شدن خاک

تشکیل و تکامل خاک در منطقه عمدتاً تحت تاثیر پیشروی و پسروی‌های دریای خزر بوده و این عامل سبب به جا ماندن رسوباتی ماسه، سیلت و رس همراه با نمک و گچ گردیده است از طرف دیگر با توجه به شیب کم منطقه (۱/۶٪)، سنگینی نسبی بافت خاک، ضعف زهکشی داخلی خاک، طغیانهای گاه و بی‌گاه دو رودخانه اترک و گرگانرود (سالانه به ترتیب ۷۱۱۴۴۵ و ۶۶۱۵۷۴ تن املاح وارد منطقه می‌کنند) و بارندگی‌های منطقه سبب تجمع آب در سطح زمین گردیده و در این میان تبخیر نیز به شدت عمل کرده و باعث شور شدن خاک می‌گردد از طرف دیگر وجود سفره سطحی با عمق کم و کیفیت نامناسب (Ec) که در حوزه بسته‌ای واقع شده و راهی غیر از تبخیر ندارد مزید بر علت شده و شوری خاکهای منطقه را افزایش می‌دهد. علاوه بر این عوامل وزش بادهای غربی منطقه که بیشتر در مواقعی که زمین عاری از پوشش است در سطح وسیع و گاهی به صورت گردبادهای در مسیر مشخص و متوالی اتفاق می‌افتد باعث انتقال رسوبات و نمک موجود در غرب منطقه مانند تالاب گمیشان، کویر سنگر تپه، مرداب حسن قلی و حتی دریای خزر می‌شود.

از عوامل طبیعی دیگر که در شور شدن خاکهای منطقه مؤثر است سیلابهای فصلی شوری می‌باشد که در اثر جاده‌سازی نادرست و مسدود شدن مسیر آنها در سطح منطقه پخش می‌شود. از عوامل انسانی مؤثر در شور شدن خاک به روشهای نادرست آبیاری میتوان اشاره داشت، به طوریکه در فصول پرآبی و طغیانی رودخانه‌ها، کشاورزان برای ذخیره آب و با تفکر خطی بودن رابطه تولید و میزان آب مصرفی بدون در نظر گرفتن احتیاجات گیاهان مقادیر زیادی آب به زمین می‌دهند که این عمل سبب بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در نواحی مذکور گردیده و عاملی در جهت افزایش شوری خاک می‌گردد و در مواقع کم آبی آبیاری توسط آب رودخانه‌های اترک و گرگانرود با توجه به بالا بودن Ec در این مواقع به دلیل وارد شدن پساب کارخانجات و فاضلاب سبب شوری خاک می‌گردد. از عوامل دیگری که سبب شور شدن خاک می‌گردد جاده‌سازی‌های نادرست و کانالهای انتقال آب ناقصی است که توسط شرکت‌های مختلف احداث شده است، نقص در دیواره کانال سبب پخش آب در سطح مرتع شده و در اثر تبخیر Ec آن به شدت افزایش یافته به نحوی که Ec آن بسیار بیشتر از کانال اصلی خواهد شد.

۳-۲- روند شور شدن خاک

از تلفیق دو نقشه کلاسه بندی شده شوری سالهای ۱۳۵۲ و ۱۳۸۱ روند تغییرات شوری طبق جدول (۴) و شکل (۴) بدست آمد.

جدول ۴: روند تغییرات شوری خاک

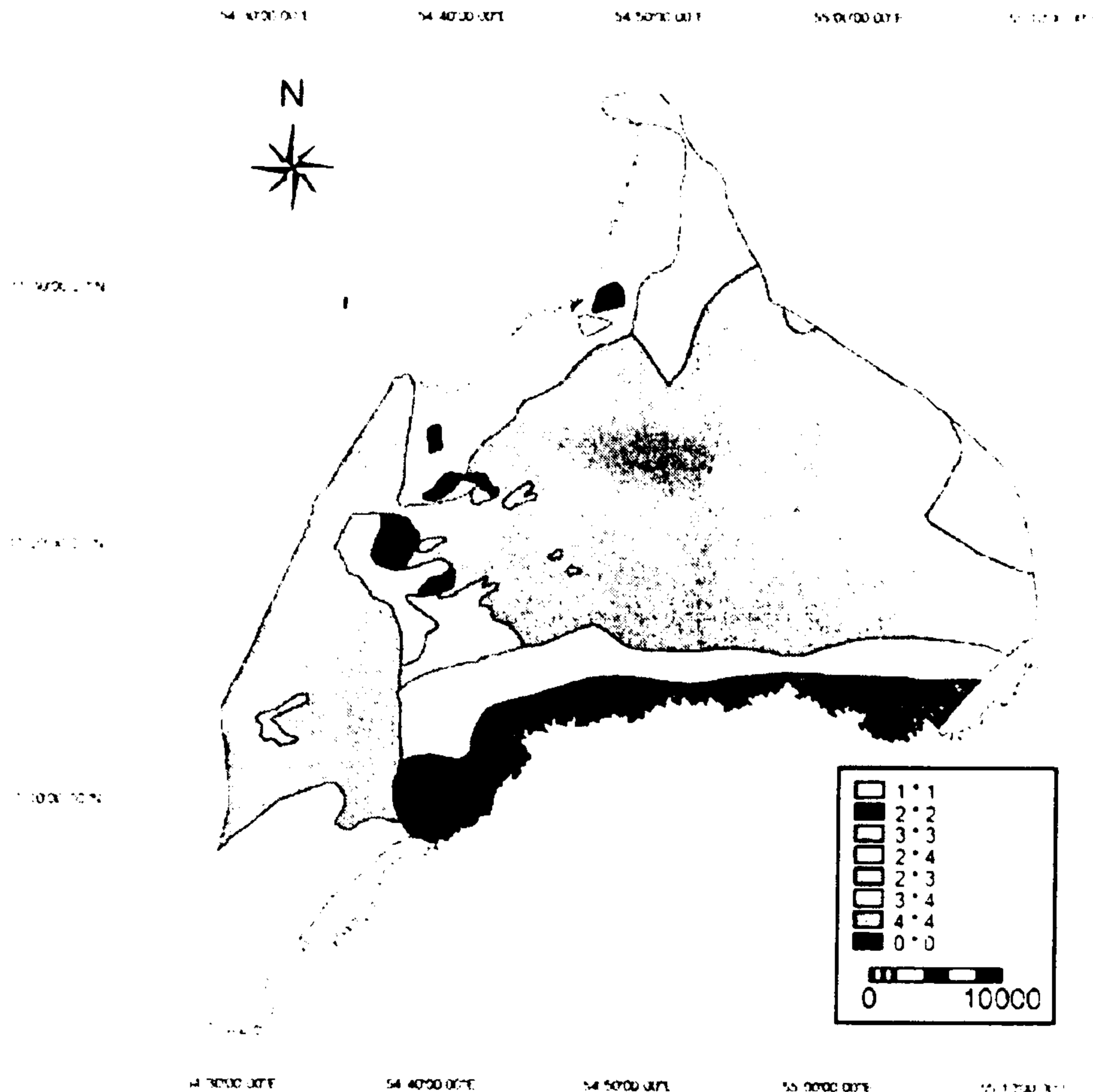
درصد	مساحت (km ²)	تغییر مقدار E _c (mmho/cm)		تغییر کلاس
۳/۴	۶۲/۸	۰-۴	۰-۴	۱ به ۱
۷/۴	۱۳۷/۴	۴-۸	۴-۸	۲ به ۲
۲/۴	۴۴/۷	۸-۱۵	۴-۸	۲ به ۳
۱/۱	۲۱	بیشتر از ۱۵	۴-۸	۲ به ۴
۶/۲	۱۱۴/۴	۸-۱۵	۸-۱۵	۳ به ۳
۲۲/۴	۴۱۶/۲	بیشتر از ۱۵	۸-۱۵	۳ به ۴
۵۵/۸	۱۰۳۵/۷	بیشتر از ۱۵	بیشتر از ۱۵	۴ به ۴
۱/۳	۲۴/۲	دریاچه ها	دریاچه ها	۰ به ۰
۱۰۰	۱۸۵۶/۴	مجموع		

شور شدن می باشد.

بحث و نتیجه گیری

رودخانه اترک از ارتفاعات البرز و گرگانرود از ارتفاعات البرز و کپه داغ سرچشمه می گیرند. بررسی سازندهای این ارتفاعات مشخص نمود که اکثر آنها آهکی بوده در نتیجه آبها در همان مبدأ در اثر تماس با این سازندها و انجام تبادلات یونی تبدیل به آبهای بی کربناته شده که این تأثیر در آبهای زیرزمینی به نسبت بیشتر از آبهای جاری است زیرا نفوذ آنها به کندی صورت گرفته و فرصت زمانی بیشتری در اختیار داشته تا این تبادلات را انجام دهند بررسی ها نشان داد که در طول مسیر رودخانه ها، سرشاخه های متعددی به آنها می پیوندد اما سبب تغییر شدید در کیفیت آب آنها نمی شود ولی پیوستن

علت تغییر کلاس ۲ به ۴ و ۳ به ۴ را می توان آبیاری توسط آب رودخانه های گرگانرود و اترک عنوان کرد که سبب افزایش شوری در این نواحی شده است و تغییر کلاس ۲ به ۳ به این علت است که این ناحیه محل عبور هرزآبهای شرقی منطقه بوده که در اثر جاده سازی نادرست و تسطیح اراضی جهت کشاورزی در سطح منطقه پخش شده و سبب افزایش EC در این ناحیه گردیده است و سایر مناطق نیز بدون تغییر مانده اند که البته نتایج آزمایشگاهی پروفیل های حفر شده و بازدید صحرایی حاکی از آن است که طی چند سال آتی کلاس ۳ به ۳ در قسمت شرق منطقه در معرض تبدیل به کلاس ۳ به ۴ بوده زیرا این قسمت هم محل عبور هرزآبهای شور می باشد که در سطح منطقه پخش می گردد و در قسمت مرکز منطقه نیز توجه به کانالهای انتقال آب ناقص احداثی، به شدت در معرض افزایش خطر



شکل ۴: نقشه تغییرات EC در فاصله سال های ۵۲ تا ۸۱

سمت دشت به دلیل تماس با رسوبات دریای خزر که حاوی مارن، گچ و نمک می باشد تبادل یونی انجام داده و تبدیل به آب سولفات و در نهایت کلروره می شود، اما سفره سطحی چون تنها سفره آبی است که با محیط خارج در ارتباط بوده و با توجه به شیب کم منطقه، به شدت تحت تأثیر شرایط جوی (تبخیر بالا و بارش کم) قرار گرفته و شوری آن چندین برابر سایر سفره های آبی می گردد.

عوامل متعددی در شور شدن خاک منطقه دخالت داشته که مهم ترین آن رسوبگذاری دریای خزر می باشد زیرا سبب تجمع املاح در لایه های مختلف خاک گردیده است. در قسمت های عمیق خاک این

پساب کارخانه ها و فاضلاب شهری به این رودخانه ها به شدت روی کیفیت آب اثر گذاشته است و تأثیر این عامل در گرگانرود بیشتر از اترک مشاهده شد به طوریکه مقایسه مقادیر EC و SAR ایستگاه گنبدکاووس و آق قلا نشان داد که میزان EC برابر $2305/8$ میکروموس بر سانتی متر افزایش داشته) و مقدار SAR برابر $2/35$ افزایش یافته است ($3/77$ افزایش داشته). با توجه به مطالعات زمین شناسی صورت گرفته رسوبگذاری دریای خزر و رسوبگذاری توسط باد به طور متناوب انجام شده است بنابراین سفره های آبی مختلف با یکدیگر و محیط خارج مرتبط نمی باشند. سفره های عمیق آب زیرزمینی در ادامه مسیر خود و حرکت به

اراضی دارای EC بیش از ۱۵ میلی موس بر سانتی متر هستند.

در بخش شرقی منطقه جاده سازی نادرست عامل اصلی افزایش شوری است درحالیکه در اطراف گرگانرود و اترک روش نامناسب آبیاری و در قسمت مرکز کانالهای انتقال آب ناقص این مهم را سبب گردیده‌اند و درنهایت می‌توان گفت شوری منطقه از نوع اولیه (عوامل طبیعی) بوده و انسان تنها به عنوان عاملی مطرح است که سبب افزایش سریع روند شور شدن می‌گردد.

با توجه به شوری خاک، بالا بودن سطح سفره، ورود هرزآبهای حوزه بالادست و تاثیر عوامل محیطی مانند تبخیر بالا و وزش باد و غالب بودن فعالیت‌های کشاورزی در منطقه لازم است برنامه‌های عملی جهت کنترل و مبارزه با بیابان‌زایی با تأکید بر مطالعه و طراحی سیستم‌های زهکشی، اصلاح برخی از زهکشی‌های سابق و اعمال مدیریت مناسب جهت بهره برداری بهینه از مراتع و اراضی زراعی صورت گیرد.

املاح بسته به بافت خاک و میزان آب زیرزمینی رسیده تا حد امکان شستشو یافته و سفره‌های آبی مناسب‌تری را ایجاد نموده‌اند اما در نزدیک سطح زمین، شیب کم منطقه و سنگین بودن بافت خاک باعث تجمع هرزآبها در نزدیکی سطح زمین شده است که این مناطق در فصول پرباران به صورت باطلاق و در فصول کم باران با توجه به تبخیر بالا به صورت شوره‌زار در می‌آید. عامل مؤثر دیگر در فصول کم باران وزش بادهای غربی است که سبب انتقال املاح از غرب منطقه به این ناحیه می‌شود.

مطالعات روند تغییرات شوری سفره سطحی نشان داد که سرعت این تغییرات بسیار بالا بوده به طوری که در فاصله زمانی ۹ ساله در ۷/۷۲٪ پیژومترها مقادیر EC افزایش یافته، که ۳/۵۸٪ این افزایش بین ۱/۵ تا ۲ برابر بوده است. روند تغییرات شوری خاک نیز بسیار قابل توجه بوده به نحوی که در ۲۰۴۳۷۲ هکتار از اراضی مقادیر EC به بیش از ۱۵ میلی موس بر سانتی متر رسیده و جمعاً در حدود ۱۴۷۲۹۰ هکتار از

منابع

- ۱- احمدی، حسن و سادات فیض‌نیا. ۱۳۷۸. سازندهای دوره کواترنر. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- ایروانی مهاجری، سیدعلی. ۱۳۵۳. گزارش مطالعات خاکشناسی اجمالی منطقه شمال گرگانرود (فرمانداری کل گرگان). مؤسسه تحقیقات آب و خاک (نشریه شماره ۴۰۰).
- ۳- پایاب-اکوتک، مهندسین مشاور. ۱۳۵۴. گزارش نهائی مرحله دوم مطالعات مربوط به بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی منطقه وشمگیر. سازمان آب و برق منطقه شمال.
- ۴- جعفری، محمد. ۱۳۷۹. خاکهای شور در منابع طبیعی. شناخت و اصلاح آنها. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵- عباس‌آبادی، محمدرضا. ۱۳۷۸. بررسی عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی و ارائه یک مدل منطقه‌ای در دشت

- آق‌قلا-گمیشان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۶- کاشکی، محمدتقی. ۱۳۷۶. بررسی روند شور شدن اراضی فاریاب حاشیه پلایا منطقه روداب سبزوار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران.
- ۷- کردوانی، پرویز. ۱۳۶۷. منابع و مسائل آب در ایران، جلد دوم، آبهای شور و راههای استفاده از آن. انتشارات دانشگاه تهران.
- 8- Abrol, I. P, J. S. Pyadav and F. I. Massoud. 1988. Salt affected soil and their management. Soil Bulletin, 39. F.A.O, Rome. 131 P
- 9- Mahjoory, R. A. 1979. The nature and genesis of some salt-affected soil in Iran. Soil Sci. Soc. Am. J. 43: 1019-1024.
- 10- Szabolcs, I. 1989. Salt-affected soil. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 274 P.
- 11- Szabolcs, I. 1992. Salinization of soil and water and its relation to desertification. Desertification control Bulletin United Nations Environment Programme, N 24: 32-38.
- 12- Yadav, I. S. P. 1993. Salt affected soil and their management with special reference to Utar Pradish. J. Indian Soc. Soil. Sci. 41: 623-629.

INVESTIGATION OF SOILS AND WATER SALINAZATION IN GONBAD-ALAGOL PLAIN

G.R. Zehtabian¹ , L. Sarabiyani²

1- Professor. Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 2- M.Sc of Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

Received : 5/4/2003

ABSTRACT

It is estimated that 15 % of the total land of world in various are saline and sodic, and about 34 % of Asia continent land are influences to the salinization. Iran because of spatial geographical position and also climate condition that is arid and semi arid, from salinization development viewpoint are the fifth level in the Asia. In this study we investigated a case study in the Gonbad Alagol plain, this plain located in 54' 20" until 55' 10" longitude and in 37' until 37' 40" latitude, average slope is 1/6 % and average high is 18 m, average annual precipitation is 314 mm, average annual temperature is 17.5°C average evapotranspiration is 1659mm and the areas of this plain is about 1856.4 km².

For investigation of water degradation we studied surface and groundwater and for investigation of soils, we took some samples from different depth (0-50, 50-100, 100-150 cm) in the land unit. At the end, with use of geology, topography maps, aerial photo and also water and soils information, we studied and investigated water and soil salinization in this plain.

The results showed that natural and anthropogenic causes are effective in the soil and water salinization. In the natural causes category, the salinization indicators were: Caspian lake sediments in the past time, different geology formations, topography, low depth watertable, evaporation highly, low rain, and also influences of wind in the move of salin.

And in the anthropogenic causes category, the salinization indicators were: Various irrigation system, undesirable drainage, built of road, and also entrance of industrial and domestic sewage in the lands.

And also the results showed that in the 28 years period, about 2.4 % of soil in the plain changed from low salin (Ec:4-8ds/m), to the medium salin (Ec:8-15 ds/m), and 23.5 % of the soil changed from low saline to the high saline (Ec>15 ds/m).

And also the results from 9 years period for groundwater studied showed that amount of Ec in the 72.7 % of pizometers wells has been increasing, and in the 27.3 % of this pizometers has been decreasing, and also in the 68.75 % of the total pizometer the water level has been decreasing and in the 31.25 % of the pizometer has been rising.

Key word: Salinity causes, Salinity procedure, Water surface, Groundwater, Soil, Iran

