ارزیابی و تحلیل روند کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت عجبشیر برای مصارف کشاورزی

فرخ اسدزاده[۱]، سینا شکیبا*[۲] و مهری کاکی[۳]

۱- گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
۲- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ارومیه، ارومیه
۳- گروه مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

نویسنده مسئول: sina.shakiba69@gmail.com *

دریافت: ۹۵/۲/۱۳ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۱

چکیده

با توجه به اهمیت منابع آب زیرزمینی در تأمین آب شرب و کشاورزی، پایش کیفی و توزیع زمانی و مکانی روند تغییرات آن، از مباحث مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب می‌باشد. در این مطالعه تغییرات روند تغییرات کیفی آب زیرزمینی دشت عجبشیر با استفاده از اطلاعات ۵ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق و ۲۱ رشته قنات و چشمه برای متغیرهای SO_4، Na، Cl، EC، SAR و TDS در دو ماه خشک (شهریور ماه) و تر (خرداد ماه) در دوره آماری۹۰ -۱۳۸۱ مورد بررسی قرار گرفته و کلاس‌بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی براساس روش ویلکاکس صورت گرفت. برای بررسی تغییرات روند از آزمون ناپارامتری اسپیرمن در سطح ۹۵ درصد، استفاده شد. نتایج پهنه‌بندی و محاسبه تغییرات مساحت در ابتدا و انتها دوره‌ی آماری در دشت نشان داد که شوری در ماه خشک و مرطوب به ترتیب ۴ و ۰/۵ کیلومتر مربع افزایش یافته و در نتیجه کیفیت منابع آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی نامناسب گشته است. نتایج تحلیل روند متغیرها برای چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق نشان داد که چاه النجیق با مقدار آماره اسپیرمن برای متغیر EC برابر مقدار ۲/۳۸ روند معنی‌داری افزایشی داشته و در چاه دانالو متغیر شوری با مقدار آماره اسپیرمن ۳/۱۲- روند کاهشی معنی‌داری مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: دشت عجبشیر، مصارف کشاورزی، کلاس‌بندی، آزمون اسپیرمن

مقدمه

آب همواره به عنوان یک رکن اصلی توسعه مطرح و برای تحولات اقتصادی و اجتماعی هر جامعه‌ای ضروری بوده است [۱]. افزایش روز افزون جمعیت، احداث کارخانجات صنعتی و بالا رفتن استانداردهای زندگی موجب افزایش نیاز به منابع آب با کیفیت مناسب جهت مصارف مختلف شرب، کشاورزی و صنعت شده است [۶]. یکی از مهم‌ترین منابع تأمین آب، سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشند که همواره تلاش شده است تا ضمن شناخت توانایی‌های این منابع، میزان مصرف آن‌ها نیز مشخص گردد [۱۰]. کیفیت آب زیرزمینی به اندازه کمیت آن، به منظور قابل استفاده بودن در مصارف مختلف مهم و ضروری است، لذا پایش کیفی منابع آب زیرزمینی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد [۹]. در زمینه روند تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی، مطالعات متعددی انجام شده است. السی و پلات روند تغییرات کیفیت آبخوان نیف در ترکیه را ارزیابی کردند. این محققین نشان دادند که مقدار غلظت کلراید در فصول بارانی، نسبت به فصل‌های خشک کاهش داشته است و هم‌چنین دما و نیترات، روند افزایشی و فسفات و سختی کل روند کاهشی داشتند [۱۴]. کتاتا و همکاران با بررسی روند تغییرات برخی متغیرهای هیدروشیمیایی آب‌های زیرزمینی سفره گابس در تونس طی سال‌های آماری ۲۰۰۳-۱۹۹۵ نتیجه گرفتند که میزان شوری و سایر متغیرهای شیمیایی در جهت حرکت آب زیرزمینی در طول زمان کاهش یافته است [۱۵]. نتایج حاصل از مطالعات و پژوهش‌های محققین کشور ما نیز در اغلب موارد حاکی از افت کیفی آب‌های زیرزمینی و زنگ هشدار در دشت‌های ایران می‌باشد. نتایج مطالعات در مورد روند تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی بم و بروات طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۳ توسط ملکوتیان و کرمی نشان از نامطلوب‌تر شدن کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه بوده است [۱۱]. محمدی و همکاران در بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت قزوین در دوره‌ی ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ دریافتند که در فصول تر سالی‌های مورد مطالعه، کیفیت آب زیرزمینی کاهش

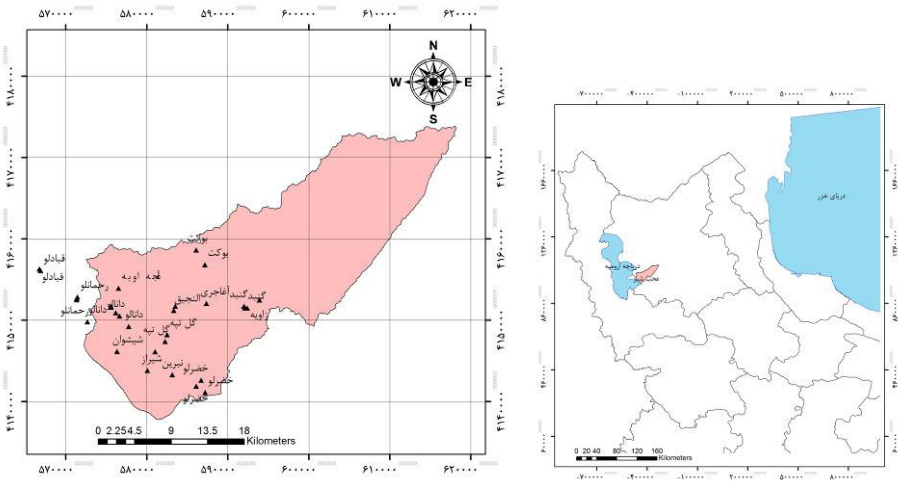
یافته است که نشان‌دهنده اثر بارندگی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت بوده است [۹]. دانشور وثوقی و همکاران ارزیابی روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت اردبیل در دوره‌ی آماری ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷ را مورد بررسی قرار دادند. مطالعات آن‌ها نشان‌دهنده افت کیفی آب چاه‌های دشت اردبیل بوده است [۳]. سلطانی و همکاران روند تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب زیرزمینی شهر شیراز را در دو سال ۱۳۸۴ و ۱۳۸۸ مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان‌دهنده بهبود کیفیت آب در این شهرستان بود [۵]. ذوالعلی و بارانی به بررسی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت مشهد طی یک دوره‌ی ۹ ساله از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد اگر چه آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه هم از نظر شرب و هم از نظر کشاورزی دارای کیفیت مطلوب است، اما از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ دچار افت کیفیت شده است [۴]. مصلح و هاشمی با ارزیابی روند تغییرات کیفی آب زیرزمینی دشت دزفول-اندیمشک از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ بیان داشتند کیفیت آب منطقه رو به کاهش و سختی کل آب رو به افزایش بوده است [۱۰]. دانشور و همکاران با تجزیه و تحلیل روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت اردبیل با استفاده از آزمون ناپارامتری مان-کندال دریافتند که روند افزایشی شدیدی در تغییرات کیفیت آب زیرزمینی در ماه پرآب در بخش مرکزی و شرقی و در ماه کم‌آب در بخش‌های مرکزی و غرب دشت اتفاق افتاده است [۳]. یه و همکاران به توسعه یک روش برای بهینه‌سازی چند متغیره زمین آماری شبکه پایش کیفی آب زیرزمینی پرداختند و سپس یک سیستم شبکه برای شناسایی تغییرات مکانی کیفیت آب‌های زیرزمینی با استفاده از کریجینگ فاکتوریل و الگوریتم ژنتیک را ارائه دادند [۱۷]. مطالعه آن‌ها تأیید کرد که مدل پیشنهادی می‌تواند شبکه‌ی بهینه پایش آب‌های زیرزمینی را را طراحی کند. ابریشمچی و همکاران نیز با استفاده از تئوری آنتروپی گسسته برای ارزیابی شبکه پایش کیفی پرداختند و هم‌چنین به ارائه یک روش جدید برای کاهش پراکندگی در نتایج با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای که با بهره‌گیری از روابط هم‌ارزی فازی می‌باشد را معرفی کردند. نتایج آن‌ها در آبخوان تهران-کرج کارایی این مدل را برای طراحی بهینه سیستم‌های پایش آب زیرزمینی نشان می‌داد [۱۳]. با توجه به اهمیت منابع آب زیرزمینی به خصوص در تأمین آب شرب و کشاورزی و نیز تأثیر پسروی دریاچه ارومیه، پایش روند تغییرات کیفی منابع آب‌های زیرزمینی دشت‌های محدوده شرقی با استفاده از آزمون ناپارامتری اسپیرمن از جمله اهداف پژوهش حاضر می‌باشد.

بنابراین با توجه به مطالب بیان شده هدف از پژوهش حاضر تعیین کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت عجبشیر برای مصارف کشاورزی و تحلیل روند تغییرات متغیرهای So_4، Na، Cl، EC، SAR و TDS می‌باشند.

موقعیت جغرافیایی

دشت عجبشیر یکی از زیر حوضه‌های ۲۵گانه، حوضه آبریز دریاچه ارومیه است که در مختصات جغرافیایی ′۴۵°۳۴ تا ′۴۶°۰۲ طول شرقی و ′۳۸°۱۰تا ′۳۸°۲۹ عرض شمالی و در ۶۰ کیلومتری غرب شهرستان تبریز واقع شده است. وسعت کل محدوده مطالعاتی ۶۹۸ کیلومترمربع می‌باشد که مرتفع‌ترین نقطه حوضه ۳۱۲۵ متر در قسمت شمالی آن (در ارتفاعات کوه فلخ) و پست‌ترین نقطه آن ۱۲۷۵ متر در نزدیکی دریاچه ارومیه قرار دارد (شکل۱). دشت مورد مطالعه دارای ۱۰ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق، ۵ رشته قنات و ۵ چشمه می‌باشند.

برای ارزیابی منابع آب زیرزمینی دشت عجبشیر از نظر مصارف کشاورزی که شامل هدایت الکتریکی (Ec) و نسبت جذب سدیم (SAR) است از ۲۶ مکان که شامل چاه‌های عمیق، نیمه عمیق، چشمه و قنات دوره آماری ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۱ برای دو ماه خشک (شهریور ماه) و تر (خرداد ماه) استفاده گردید. برای بررسی روند تغییرات کیفی آب زیرزمینی با استفاده از آزمون ناپارامتری اسپیرمن از داده‌های So4، Na، Cl، EC، SAR و TDS در ۵ چاه عمیق و نیمه عمیق که دارای داده‌های آماری با طول دوره‌ی آماری بیش‌تر از ۷ سال بودند مورد ارزیابی قرار گرفت. لازم به ذکر است در آزمون‌های ناپارامتری، وجود داده‌های پرت نتیجه روند داده‌ها را کمتر از روش‌های مشخصه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین آزمون‌های ناپارامتری برای سری داده‌های با طول دوره آماری محدود ۷ تا ۳۰ سال و توزیع آماری غیرنرمال مناسب‌تر بیان شده است [۳].



شکل ۱. موقعیت دشت عجب‌شیر و ایستگاه‌های مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه هدف تحقیق طبقه‌بندی دشت عجب‌شیر بر مبنای آب‌آبیاری است لذا بدین منظور از نمودار ویلکوکس استفاده شد. بطوریکه این طبقه‌بندی بر اساس نسبت جذب سدیم (SAR) و هدایت الکتریکی (EC) می‌باشد. در این نمودار آب‌های یک محدوده مطالعاتی به ۱۶ رده مختلف تقسیم شده‌اند که C1S1 بهترین آب و C4S4 نامناسب‌ترین آب‌ها برای مصارف کشاورزی می‌باشد [۷]. جهت بررسی تغییرات مکانی و برآورد کیفیت آب از لحاظ شرب داده‌ها وارد نرم‌افزار Arc GIS 10 گردید تا مناطق مناسب تا نامناسب پهنه‌بندی گردد. در واقع تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بوده و موجب دستیابی سریع و آسان در کوتاه‌ترین زمان ممکن به توزیع مکانی پهنه‌های مناسب تا نامناسب از لحاظ شرب می‌گردد.

آزمون اسپیرمن

به منظور تعیین روند تغییرات در هر سری زمانی از آزمون اسپیرمن استفاده شد. آزمون اسپیرمن آزمونی غیرپارامتری است که در آن فرض صفر (H0)، یکنواختی توزیع و مستقل بودن داده‌ها در سری زمانی و فرض مقابل (H1)، روند افزایشی یا کاهشی داده‌ها در سری زمانی است. برای انجام این آزمون ابتدا داده‌ها به ترتیب صعودی مرتب و از ۱ تا n رتبه‌بندی می‌شوند. سپس داده‌ها به شکل تاریخی در نظر گرفته شده و رتبه‌های هر کدام در مقابل آن‌ها درج شد. این رتبه‌ها با R(Xi) نشان داده می‌شوند. سپس آماره D برای مجموعه داده‌ها از رابطه ۱ بدست آمده و پس از محاسبه‌ی آن، آماره آزمون اسپیرمن (Zs) نیز از رابطه‌ی ۲ محاسبه می‌گردد.

$$D = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n}(R(X_i)-i)^2}{n(n^2-1)} \quad (۱)$$

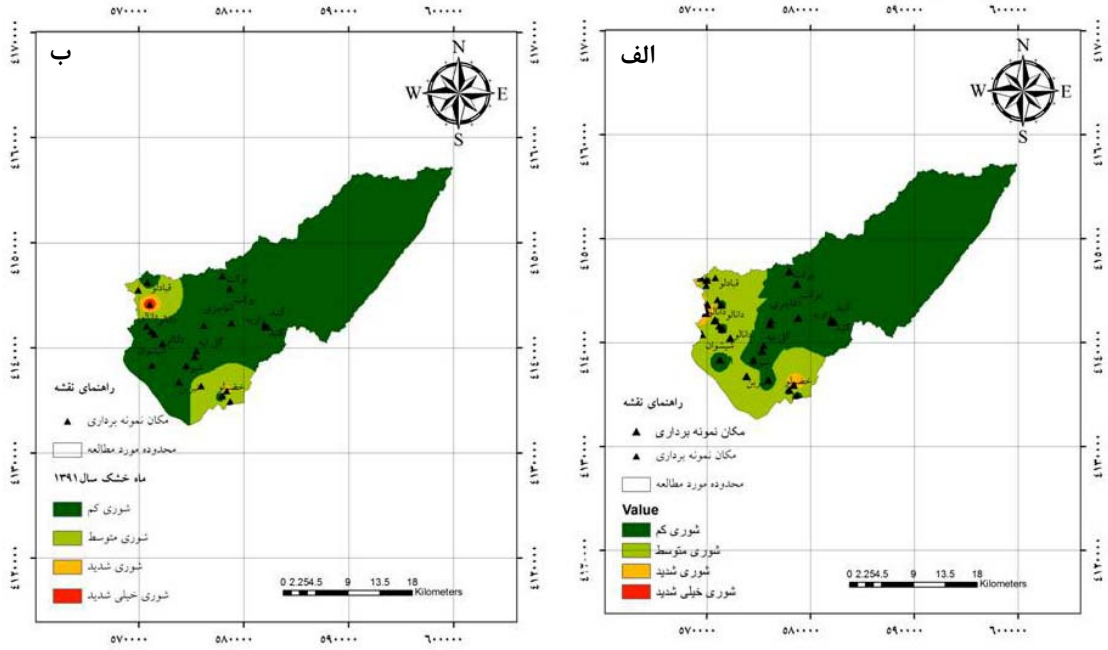
$$Z_s = D\sqrt{n-2/1-D^2} \quad (۲)$$

در این پژوهش مقدار به منظور تشخیص معنی‌داری روند داده‌ها، آماره‌ی Zs محاسبه شده از رابطه‌ی ۳ با آماره‌ی t-student جدول آماری (با درجه‌ی آزادی n-2) در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

با استفاده از مقادیر هدایت الکتریکی و نسبت جذبی سدیم بر اساس نمودار ویلکوکس منابع آب‌زیرزمینی به ۴ کلاس شوری کم (C1S1,C2S1, C3S1,C4S1) و شوری متوسط (C2S2,C3S2, C4S2, C1S2) که برای مصارف کشاورزی مناسب بوده و شوری شدید (C3S3, C4S3, C3S4, C1S4) و شوری خیلی شدید (C4S4, C3S4, C2S4, C1S4) که برای مصارف کشاورزی نامناسب هستند، به کمک نرم‌افزار ArcGIS با روش معکوس فاصله (IDW) برای فصل تر و خشک پهنه‌بندی شدند و در شکل‌های ۲ و۳ ارائه شده‌اند. در سال۱۳۸۱ طبق شکل ۲ نشان داد که در قسمت‌ها شمالی دشت دارای کیفیت آب‌های متوسط برای آبیاری و در مسیر جریان آب زیرزمینی و به سمت جنوب و غرب کیفیت آب‌ها از متوسط تا نامناسب برای آبیاری افزایش می‌یابد که بیانگر

وجود آب شوری و قلیایی شدن منابع آب زیرزمینی در فصل خشک می‌شود. چاه‌های رحمانلو و خضرلو در فصل خشک در هر دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۰ در کلاس‌بندی شوری خیلی زیاد و برای کشاورزی نامناسب را نشان دادند. جدول ۱ طبقه بندی آب کشاورزی براساس شوری و قلیائیت را نشان می دهد.



شکل ۲. کلاس‌بندی دشت عجبشیر بر اساس مصارف کشاورزی در فصل خشک در چاه‌های موجود منطقه الف: سال ۱۳۸۱ و ب: سال۱۳۹۰

جدول ۱. طبقه‌بندی آب کشاورزی بر اساس شوری و قلیائیت (۱۶)

قلیایی	کلاس	SAR	شوری	کلاس	EC
کم	S1	<۱۰	کم	C1	۲۵۰-۱۰۰
متوسط	S2	۱۰-۱۸	متوسط	C2	۲۵۰-۷۵۰
زیاد	S3	۱۸-۲۶	زیاد	C3	۷۵۰-۲۲۵۰
خیلی زیاد	S4	>۲۶	خیلی زیاد	C4	>۲۲۵۰

جدول ۲. مساحت کلاس‌ها و تغییرات ایجاد شده برای مصارف کشاورزی در فصل خشک

کلاس‌بندی	مساحت استخراج شده فصل خشک سال ۱۳۸۱ (کیلومتر مربع)	مساحت استخراج شده فصل خشک سال ۱۳۹۰ (کیلومترمربع)	تغییرات ایجاد شده
شوری کم	۶۵۳/۳۵	۵۵۸/۷۱	-۹۴/۶۴
شوری متوسط	۵۷/۳۹	۹۹/۹۲	۴۲/۲۳
شوری شدید	-	۳/۲۸	۳/۲۸
شوری خیلی شدید	-	۰/۸۳	۰/۸۳

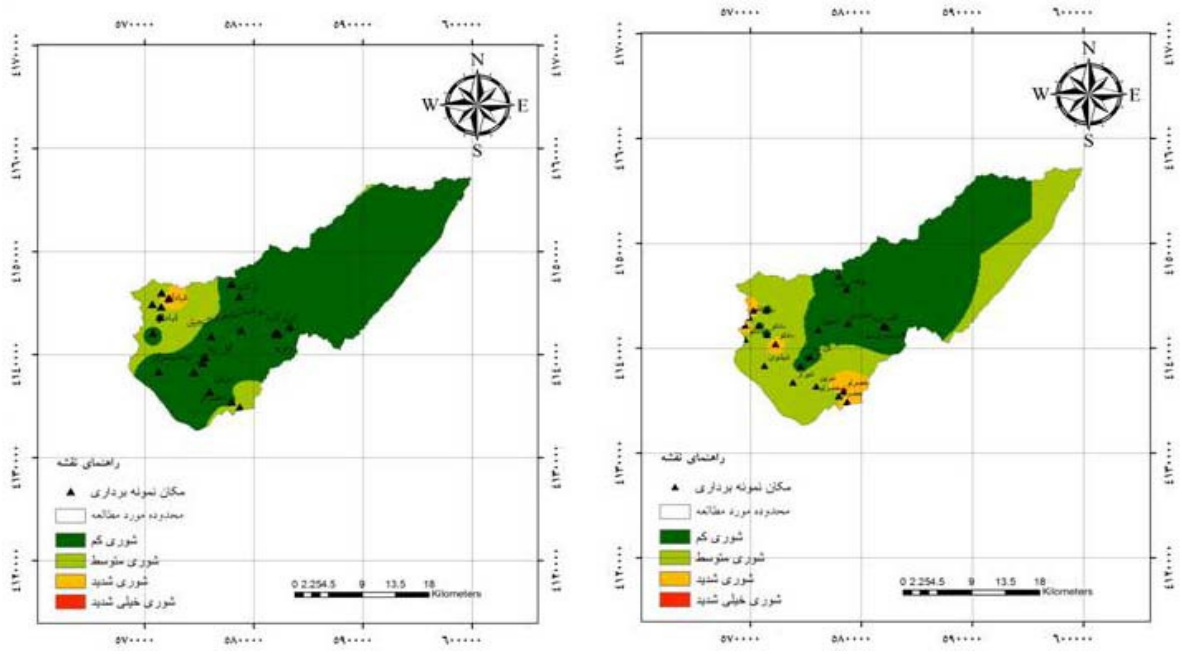
با توجه به جدول ۲ تغییرات مساحت کلاس‌بندی‌ها در فصل خشک در ابتدا و انتهاء دوره‌ی آماری نشان می‌دهد که کیفیت آب‌های مناسب برای آبیاری افزایش حدود ۹۴/۶۴ و در طبقه شوری متوسط حدود ۴۲ کیلومتر مربع دشت کیفیت شوری افزایش یافته اما برای کشاورزی هنوز مناسب بوده، و حدود ۴ کیلومتر مربع کیفیت آب‌ها برای کشاورزی به نامناسب تبدیل شده است.

با توجه به شکل ۳ کیفیت چاه‌های قبادلو و خضرلو کیفیت برای آبیاری نامناسب را نشان داد. هم‌چنین در فصل تر از شمال به جنوب شوری در سال ۱۳۸۱ به نسبت بیش‌تر شده است اما در سال۱۳۹۰ قسمت‌ها شمالی تا نزدیک جنوب دشت دارای کیفیت آب‌های خوب برای آبیاری و در مسیر جریان آب زیرزمینی و به سمت جنوب و غرب در خروجی دشت کیفیت آب‌ها از متوسط تا نامناسب برای آبیاری افزایش

می‌یابد که بیانگر وجود آب شوری و قلیایی شدن منابع آب زیرزمینی در فصل تر که نشان از آبشستگی و افزایش املاح آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ در فصل خشک در قسمت‌های شمالی و جنوبی کیفیت آب‌ها متوسط اما در بیش‌تر نواحی جنوبی کیفیت در فصل تر بهتر شده است.

با توجه به جدول ۳ تغییرات مساحت کلاس‌بندی‌ها در فصل تر در ابتدا و انتهاء دوره‌ی آماری نشان می‌دهد که کیفیت آب‌های نامناسب در فصل تر سال ۸۱ نسبت به سال ۹۰ کمتر است و ۳۳/۱کیلومترمربع از دشت کیفیت آب برای آبیاری خوب و در طول دوره‌ی آماری افزایش می‌یابد و حدود ۰/۵کیلومترمربع از مساحت دشت کیفیت آب‌ها به آب‌های نامناسب آبیاری تبدیل شده است.

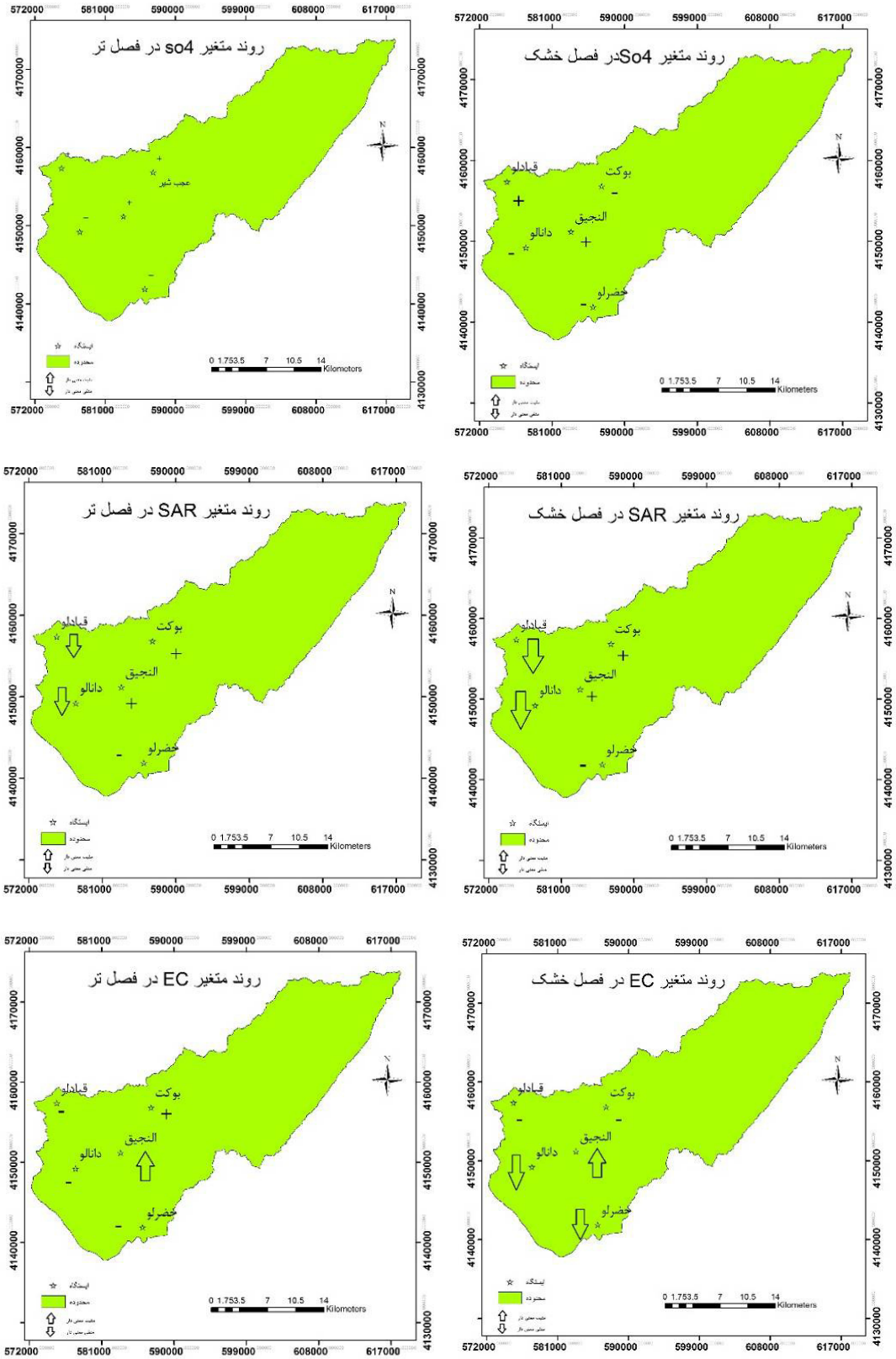
شکل‌های ۴ با توجه به آماره z حاصل از تحلیل روند تغییرات کیفی منابع آب زیرزمینی منتج از آزمون ناپارامتری اسپیرمن برای ماه پرآب (خرداد) و کم آب (شهریور) را نشان می‌دهد. در بین متغیرهای مورد مطالعه بیش‌ترین روند منفی معنی‌دار در ماه پرآب متعلق به متغیر شوری بوده است. متغیر SAR هم در ماه پرآب و هم ماه کم آب در ایستگاه‌های قبادلو و دانالو روند منفی معنی‌داری را داشته است و در سه ایستگاه دیگر روند معنی‌داری مشاهده نشده است. در ماه کم آب مقدار متغیر سدیم در ایستگاه‌های قبادلو و دانالو روند منفی معنی‌دار و در ماه پرآب در ایستگاه دانالو روند منفی معنی‌داری را تجربه کرده است. متغیر TDS هم در ماه پرآب و هم در ماه کم آب در ایستگاه‌های دانالود و خضرلو روند منفی معنی‌داری بدست آمده است. روند متغیر سولفات در ماه پرآب و کم آب به یک صورت عمل کرده اما روند معنی‌داری را نشان نداده است.



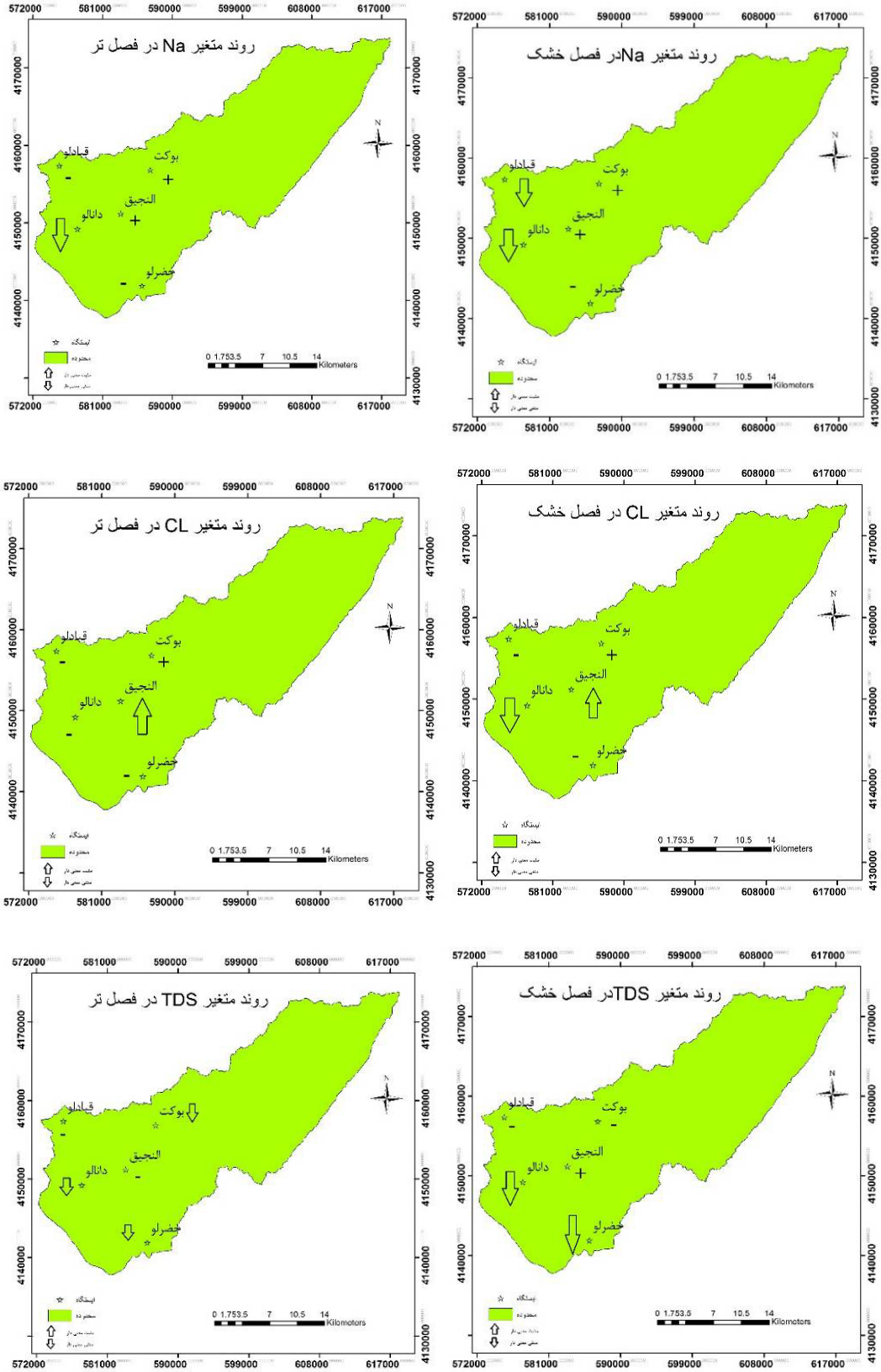
شکل ۳. کلاس بندی دشت عجبشیر بر اساس مصارف کشاورزی در فصل‌تر الف: سال۱۳۸۱ و ب:سال۱۳۹۰

جدول ۳. مساحت کلاس‌ها و تغییرات ایجاد شده برای مصارف کشاورزی در فصل تر در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۰

کلاس‌بندی	مساحت استخراج شده فصل تر سال ۱۳۸۱ (کیلومتر مربع)	مساحت استخراج شده فصل تر سال ۱۳۹۰ (کیلومترمربع)	تغییرات ایجاد شده
شوری کم	۶۲۴/۲۶	۶۵۷/۳۶	۳۳/۱
شوری متوسط	۶۵/۰۴	۹/۷۱	-۵۵/۳۳
شوری شدید	-	-	-
شوری خیلی شدید	-	۰/۴۳	۰/۴۳

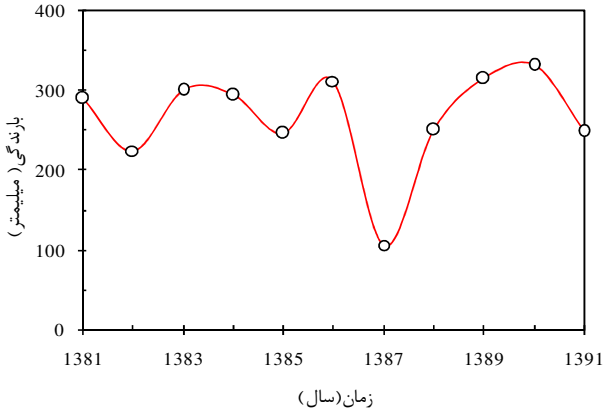


شکل ۴. نمودارهای تغییرات روند متغیرهای مورد مطالعه دشت عجبشیر

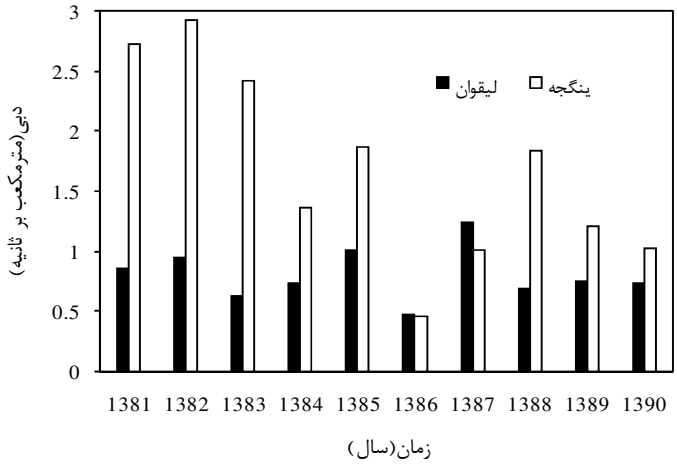


ادامه شکل۴. نمودارهای تغییرات روند متغیرهای مورد مطالعه دشت عجبشیر

همانطور که از جدول (۳) مشاهده می‌شود، تغییرات مساحت محدوده‌ی شوری از طبقه متوسط به کم تغییر و هم‌چنین شوری زیاد شده است، اما در طبقات دیگر تغییر چندانی نکرده است. این امر را می‌تواند در ارتباط با میزان بارندگی و جریان رودخانه‌های دشت باشد که در شکل‌های (۵) و (۶) نشان می‌دهد بارندگی در دشت یکنواخت و روند جریان رودخانه‌های دشت عجبشیر کاهشی می‌باشد.



شکل ۵. نمودار بارش سالانه در دشت عجبشیر



شکل ۶. نمودار میله‌ای جریان رودخانه‌های دشت عجبشیر

نتیجه‌گیری

در تحقیق انجام شده، از نمونه‌های چاه‌های عمیق، نیمه عمیق، چشمه و قنات موجود در دشت عجبشیر متغیرهای شوری هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) در فصول تر (خرداد ماه) و خشک (شهریور ماه) طی دوره‌ی آماری ۱۳۹۰-۱۳۸۱ استفاده شد، کلاس‌بندی بر اساس کیفیت آب آبیاری برای تمامی منطقه انجام و مشاهده می‌شود که کیفیت از آب‌های مناسب تا نامناسب برای آبیاری کشاورزی در مسیر جریان آب زیرزمینی منطقه در سال ۹۰ نسبت به سال ۸۱ بدتر شده است. آب‌های منطقه مطالعاتی از نظر کشاورزی در رده آب‌های کمی شور تا خیلی زیاد شور قرار دارند و خروجی دشت بیش‌تر در کلاس C4S1 تا C4S4 قرار دارند که برای کشاورزی نامناسب می‌باشند. با توجه به اینکه در فصل بهار، بارندگی بیش‌تر و هوا خنک‌تر است، معمولاً بارش و جریانات و ذوب شدن برف نسبت به فصل تابستان بیش‌تر است اما در طی دهه مورد بررسی بارش و جریان رودخانه در دشت کاهش یافته و کیفیت در انتهاء دوره‌ی آماری نیز کاهش یافته است که نتیجه پهنه‌بندی و مقادیر تغییرات مساحت‌ها در (جدول‌های ۲ و ۳) گویای این امر است. اسدی و کریمی به بررسی تأثیر خشکسالی بر پهنه‌بندهای کیفی آب‌های زیرزمینی دشت شبستر پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که که وقوع خشکسالی‌های اخیر به شدت بر کاهش

کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه و تغییر پهنه‌های کیفی آن تأثیر داشته است.

با استفاده از آزمون اسپیرمن در یک دهه روند متغیرها در سطح ۹۵ درصد، در ۵ چاه عمیق و نیمه‌عمیق بررسی شد و نتایج نشان داد که دشت عجبشیر که از نظر TDS و EC روند کاهشی معنی‌دار را تجربه کرده اما کیفیت آب جهت مصرف کشاورزی نامناسب نشان داد و می‌توان نتیجه گرفت که بررسی روند در مناسب بودن و نامناسب بودن آب برای مصارف مختلف نمی‌تواند دقیق باشد. از نکات قابل ذکر در ارتباط با نتایج، می‌توان به این موضوع اشاره نمود که هر چند افت کیفی چاه‌های مشاهده‌ای واقع در دشت عجبشیر که از دشت‌های حاشیه شرقی نزدیک به دریاچه ارومیه است چون در قسمت خروجی دشت کیفیت آب روند کاهشی داشته است می‌تواند زنگ خطری از نفوذ و گستردگی چالش آلودگی منابع آب زیرزمینی متأثر از پمپاژ زیاد و نفوذ آب شور باشد. هم‌چنین با توجه به نمودارهای بارش و دبی سالانه در دشت مورد مطالعه که در طول دوره‌ی آماری دارای روندی کاهشی داشته و روند افزایشی در متغیرهای TDS و EC که با توجه به نقش این دو متغیر در ارزیابی کیفی منابع آب به ترتیب برای شرب و کشاورزی که از اهداف این تحقیق بوده، روند غیرقابل استفاده شدن منابع آب زیرزمینی دشت عجبشیر در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه را در دهه‌های آتی هشدار می‌دهد. نتایج این قسمت با تحقیق کاکی و اسدی تحلیل روند تغییرات کیفی منابع آب زیرزمینی دشت های محدوده شرقی دریاچه ارومیه را انجام دادند. نتایج تحقیق نشان داد که کیفیت آب زیرزمینی دشت‌های حاشیه شرق دریاچه ارومیه، در بخش‌های شمال و جنوب‌شرقی طی یک دهه اخیر از افت کیفی چشمگیری برخوردار بودند همخوانی داشت. هم‌چنین در سایر مناطق در بررسی تغییرات روند کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی و کلاس‌بندی‌ها نتایج زیر حاصل شد.

اکرامی و همکاران با بررسی روند تغییرات کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی دشت یزد - اردکان در دهه ۸۸-۱۳۷۹ نشان دادند که سطح آب زیرزمینی در ۴ دهه اخیر روند نزولی داشته و متوسط افت سطح ایستابی، حدود ۰/۵ متر در سال می‌باشد. هم‌چنین نتایج حاصل از تغییرات کیفیت آب در دهه اخیر نشان داد که با افزایش تکرار خشکسالی و افت شدید سفره آب زیرزمینی، کیفیت آب زیرزمینی، خصوصا در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ دارای روند نزولی بوده است. ملکوتیان و کرمی نشان دادند تغییرات کیفیت شیمیایی، در آب چاه‌های شرب روند نامطلوبی را داشتند. آب چاه‌های پیزومتری موجود نیز در منطقه در مواردی در جهت نامطلوب شدن کیفیت شیمیایی تغییر یافته بود. مهری و همکاران که به بررسی روند تغییرات کیفی و سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه پرداختند. نشان دادند که کلاس غالب آب زیرزمینی در دو دشت تسوج و شیرامین به‌ترتیب، برای مصارف کشاورزی، با نمودار ویلکوکس، C3S1 و C2S4 و برای مصارف شرب، با نمودار شولر، «خوب» و «نامطبوع» طبقه‌بندی شد [۱۲]. بررسی میانگین پارامترهای EC، PH، SO4، TH، TDS، Mg، Ca و Cl در بازهٔ زمانی سال‌های ۱۳۸۲ـ ۱۳۹۳ نشان داد که کیفیت آب در هر دو دشت، در گذر زمان کاهش یافته است. میانگین همبستگی روند تغییرات مکانی سطح ایستابی و Ec، در دشت، ۰/۳۷- محاسبه شد که نشان‌دهندهٔ افزایش شوری با کاهش سطح آب آبخوان است. سطح ایستابی آبخوان تسوج، به‌طور متوسط، سالانه ۱۸ سانتی‌متر و حجم آن، ۱/۲۷ میلیارد مترمکعب کاهش داشته است؛ اما آبخوان دشت شیرامین سالانه ۱ سانتی‌متر افزایش سطح و ۰/۰۰۶ مترمکعب افزایش حجم داشته است. هم‌چنین نتایج نشان داد که با کاهش کیفیت منابع آبی، میزان برداشت سالیانه از آبخوان‌ها، کاهش می‌یابد. و آن‌ها این کاهش را ناشی از نامناسب‌بودن آب‌ها برای مصارف گوناگون مانند کشاورزی دانستند. بر اساس توزیع زمانی- مکانی پارامترهای کیفی، ایستگاه‌های قبادلو و خضرلو طی۱۰ سال در ماه خشک دارای شوری شدید و پایین‌ترین سطح کیفیت آب می‌باشند. روند تغییرات مکانی کیفیت منابع آب نیز که به سمت پایین‌دست دشت و با ورود آلاینده‌ها کاهشی است، در بازه بین ایستگاه‌های بوکت و گل‌تپه مقداری اندکی افزایشی می‌شود که می‌تواند بیانگر کاهش نرخ ورود مجموع مواد آلاینده و مؤثر واقع شدن توان خودپالایی آب زیرزمینی باشد. در مجموع با توجه به وجود روند در سری‌های زمانی مربوط به چاه‌های منطقه و نمونه‌های قنات و چشمه، می‌توان به این نتیجه دست یافت که آلاینده‌ها و سامانه منابع آب به نوعی در طی

دهه مور مطالعه در حال خارج از حالت تعادل بوده؛ به بیان دیگر حجم آلاینده‌های وارد شده به سیستم منابع آب دشت عجبشیر نامتناسب با توانایی خودپالایی رودخانه‌ها و منابع زیرزمینی بوده است.

منابع

[۱] اسدی، ا.، کریمی، ث (۱۳۹۱) تأثیر خشکسالی بر پهنه‌های کیفی آب‌های زیرزمینی دشت شبستر، سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

[۲] اکرامی ، م.، شریفی، ذ.، ملکی‌نژاد، ح.، و اختصاصی، م (۱۳۹۰) بررسی روند تغییرات کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی دشت یزد - اردکان در دهه ۸۸-۱۳۷۹، مجله طلوع بهداشت. دوره ۱۰ شماره (۴-۳)، صفحات: ۸۲-۹۱.

[۳] دانشور وثوقی، ف.، دین پژوه، ی (۱۳۹۱) تجزیه و تحلیل روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت اردبیل با استفاده از روش اسپیرمن، نشریه مهندسی عمران و محیط زیست، شماره چهارم، سال سی و هشتم، ۱۷-۲۷.

[۴] ذوالعلی، و.، بارانی، غ. ع (۱۳۹۱) بررسی روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت مشهد با استفاده از نرم‌افزار هیدروشیمی، ششمین همایش ملی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران.

[۵] سلطانی، ح.، بحرینی مطلق، م.، کیانی، م.، امیری، م (۱۳۹۱) بررسی روند تغییرات مکانی- زمانی کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی با استفاده از GIS مطالعه موردی شهرستان شیراز، اولین همایش ملی جریان و آلودگی آب، دانشگاه تهران.

[۶] شکیبا، س (۱۳۹۴) ارزیابی آلودگی منابع آب زیرزمینی مناطق پایین‌دست محل دفن زباله شهر سنندج، پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد، دانشگاه ارومیه، ص ۵۰.

[۷] علیزاده، ا (۱۳۸۳) اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه امام رضا، ص ۸۷۰-۸۸۱.

[۸] کاکی، م.، اسدی، ا (۱۳۹۲) تحلیل روند تغییرات کیفی منابع آب زیرزمینی دشت‌های محدوده شرقی دریاچه ارومیه، سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره‌ی بین‌المللی تخصصی علوم زمین.

[۹] محمدی، م.، محمدی قلعه‌نی، م.، ابراهیمی، ک (۱۳۹۰) تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت قزوین، مجله پژوهش آب ایران، شماره هشتم، ۵۲-۴۱.

[۱۰] مصلح، ل.، هاشمی، س. ح (۱۳۹۱) تحلیل روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی مطالعه موردی: دشت دزفول- اندیمشک، اولین همایش ملی جریان و آلودگی آب، دانشگاه تهران.

[۱۱] ملکوتیان، م.، کرمی، ا (۱۳۸۳) بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت بم و بروات طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۷۶، مجله پزشکی هرمزگان، شماره دوم، سال هشتم، ۱۱۶- ۱۰۹.

[۱۲] مهری ، س.، آل‌شیخ، ع.ا .، و جوادزاده، ز (۱۳۹۴) بررسی روند تغییرات کیفی و سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه، مجله اکوهیدرولوژی، دوره۲ و شماره۴ صفحات: ۳۹۵-۴۰۴.

[13] Abrishamchi, A., Owlia, R. R., Tajrishi, M., Abrishamchi, A (2008) Optimal design of groundwater quality monitoring using entropy theory. In Proceedings of the conference on water scarcity, climate change and groundwater management responses, California, USA, 1-5.

[14] Elci, A., Polat, R (2011) Assessment of the statistical significance of seasonal groundwater quality change in karstic aquifer system near Izmir-Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 172, 445-462.

[15] Ketata, M., Hamzaoui, F., Gueddari, M., Bouhila, R. and Riberio, L (2011) Hydrochemical and statistical study of groundwater in Gabes- South deep aquifer (South-eastern Tunisis), Physics and Chemistry of the Earth, 36, 187-196.

[16] Wilcox. L. V.: The quality water for irrigation use. US Dept. Agric. Bull., 1948, 1962, 40.

[17] Yeh, M-S., Lin, Y-P., Chang, L-Ch (2006) Designing an optimal multivariate geostatistical groundwater quality monitoring network using factorial kriging and genetic algorithms, Environ Geol50 (2006):100-121.

Evaluation of Groundwater Quality Trend for Agricultural usage in Ajabshir Plain

F. Asadzadeh[1], S. Shakiba[2]* and M. Kaki[3]

1- Dept., of Soil Sciences, Urmia University, Urmia
2- Dept., of Geology, Urmia University, Urmia
3- Dept., of Water Engineering, University of Tabriz, Tabriz

*sina.shakiba69@gmail.com

Recieved: 2016/5/2 Accepted: 2017/1/30

Abstract

Due to importance of groundwater resources for drinking and agricultural water supply, monitoring of quality and analysis of spatial and temporal changes of water quality is an important issue in the programming and management of water resources. In this study groundwater quality trend in Ajabshir plain was evaluated with the Spearman teas for both dry and wet seasons during the 2002-2012 time period . Water quality parameters such as SO_4, Na, Cl, EC, SAR, and TDS were analyzed and quality was classified using the Wilcox diagram. The results of this study revealed that the water quality has been declined over the time period and water resources of the plain were mainly classified as inappropriate for agricultural usage. The analysis of variables trend showed a significant positive trend of SAR and EC in the Alenjiq well. Electrical conductivity has a decreasing trend in Danalo and Qobadlo wells which indicates the decreasing of the salinity in these wells. Due to the water quality and quantity decline in the plain during the past decade, watershed management practices are suggested to sustainability of the water resources.

Keywords: Ajabshir Plans, Agriculture, Classification, Spearman Test