بررسی نقش عملیات آبخیزداری بر کیفیت آبخوان کلستان شیراز

غلامرضا قهاری
استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. rezaghahari75@gmail.com

چکیده

شناخت دقیق و صحیح کمیت و کیفیت آب و عوامل تأثیرگذار بر روی آن یکی از ارکان مدیریت جامع و آگاهانه در بخش منابع آب می‌باشد. انجام عملیات آبخیزداری یکی از این عوامل تأثیرگذار است. این پژوهش سعی دارد که با بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی، تأثیر عملیات آبخیزداری را نشان دهد. حوزه‌ی آبخیز کلستان با مساحت ۳۶۶۸/۸۶ هکتار یکی از زیر حوزه‌های آبخیز مهارلو است. در این حوضه در سطح وسیع، عملیات سازه‌ای، بیولوژیک و مدیریتی آبخیزداری انجام پذیرفته است. برای بررسی نقش این عملیات برکیفیت آب زیرزمینی دشت کلستان، تعداد ۱۰ حلقه چاه در این محدوده تعیین و برخی از پارامترهای شیمیایی مهّم نظیر آنیون‌های سولفات، بیکربنات، کلر و مقدار هدایت الکتریکی در بازه‌ی زمانی پاییز و زمستان ۱۳۸۹، بهار ۱۳۹۰ و بهار ۱۳۹۱ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که چاه W12 منبع آبی است که روند تغییرات آن با دیگر منابع آب کاملاً متفاوت و ویژگی‌های هیدروژئولوژیک آن با سایر منابع مورد بررسی تفاوت مشخص دارد. بنابراین نمی‌توان آن را با دیگر منابع آب مقایسه و قضاوت کرد. کاهش نسبی غلظت عوامل شیمیایی آب در آبخوان نسبت به زمان افزایش تغذیه (بارندگی‌های زمستان و بهار، جاری شدن سیلاب، پر شدن بندهای کوتاه و آبگیری بند خاکی) قابل مشاهده است. در مجموع انجام عملیات آبخیزداری انجام شده در حوزه‌ی آبخیز اعم از عملیات سازه‌ای، بیولوژیک و مدیریتی نقش مثبتی برکیفیت و کمیت منابع آب منطقه داشته است. پیشنهاد می‌شود عملیات پایش کمی و کیفی آب زیرزمینی در شروع طرح‌های جدید انجام و ادامه‌دار باشد.

واژه های کلیدی: حوزه‌ی آبخیز، کیفیت آب زیرزمینی، بند خاکی، کلستان شیراز.

مقدمه

یکی از ارکان مدیریت جامع و آگاهانه در بخش منابع آب، شناخت دقیق و صحیح کمیت و کیفیت آب و عوامل تأثیرگذار بر روی آن می‌باشد (Kangaroglu, 1997). انجام عملیات آبخیزداری یکی از این عوامل تأثیرگذار است. با انجام عملیات آبخیزداری علاوه بر، کاهش قدرت ویرانگری سیلاب‌ها، توسعه پوشش گیاهی و مهار بیابان‌زایی، تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها و درپی آن تغییرات کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی نیز اتفاق می‌افتد. کمبود آب از دو جنبه‌ی کمیت و کیفیت قابل بررسی است. در بسیاری از مناطق جهان که حتی در جغرافیای خشک و نیمه خشک نیز قرار ندارند، کمبود آب به عنوان یک معضل جدی مطرح است و دلیل آن نیز افت کیفیت آب می‌باشد. به بیان دیگر، کمبود آب و افت کیفیت آن به یکدیگر گره خورده‌اند؛ زیرا آلودگی موجب کاهش تامین آب و افزایش هزینه‌های تامین آب مصرفی می‌گردد. منابع آب زیرزمینی در بسیاری از نقاط جهان که فاقد منابع آب سطحی می‌باشند، از جمله مناطق خشک و نیمه‌خشک، ابتدا جهت شرب و سپس کشاورزی مصرف می‌گردند و همین امر لزوم توجه بیش از پیش دست اندرکاران را به مقوله کیفیت آب گوشزد می‌کند (حسینی مرندی، ۱۳۹۰).

Sarah و همکاران (۲۰۱۱)، تغذیه‌ی آب زیرزمینی مناطق خشک و فرایندهای شور شدن را در حوضه دریاچه ایره (Eyre) در استرالیای مرکزی مورد مطالعه قرار دادند. این بررسی نشان داد که تراوش آب ناشی از بارش‌های پراکنده تبخیر می‌شوند و باران‌های سنگین موجب انتقال آب منفذی شور (شوری با توجه به تبخیر در منطقه غیر اشباع) به سیستم آب زیرزمینی می‌شوند.

Pooladian & Kowsar (۱۹۹۷)، نشان داده‌اند که با انجام عملیات پخش سیلاب در دشت گربایگان فسا، مقدار شوری آب زیرزمینی کاهش قابل توجهی داشته است. Harandy (۱۹۹۷)، در یک بررسی نشان داده است که مهار بارش‌ها می‌تواند کیفیت منابع آب، بخصوص منابع آب زیرزمینی را تغییر دهد. دادرسی (۱۳۷۸)، با بررسی‌های اولیه در شبکه پخش سیلاب آبخوان سبزوار، تاثیر مثبت طرح را بر کیفیت و کمیت سفره آب زیرزمینی منطقه نشان داده است.

قادرمزی و مختارپوریانی (۱۳۸۹)، با استفاده از روش‌های زمین آمار مطالعه و پهنه‌بندی عناصر مختلف کیفیت آب آبخوان را در محیط GIS انجام دادند. این مطالعه در محدوده شهرستان قروه، در محدوده آب شرب و کشاورزی صورت گرفت. با روش درون‌یابی کریجینگ، نقشه‌های پهنه‌بندی کیفیت تهیه کردند که این نقشه‌ها روند معناداری را برای اکثر پارامترها نشان دادند.

حسین پور و همکاران (۱۳۹۰)، میزان اثربخشی طرح آبخیزداری احداث سد خاکی لاور فین برکمیت و کیفیت آب زیرزمینی دشت را در شمال بندرعباس بررسی کردند. برای بررسی‌های کیفی در محدوده دشت، نمونه‌برداری در دو فصل خشک و تر از چاه‌های انتخابی با پراکنش مناسب در سطح دشت انجام گرفت. تحلیل نتایج کیفی حاکی از تاثیر گذاری مثبت سد بر بهبود کیفیت آب زیرزمینی دشت لاور بوده است؛ به طوری که روند تغییرات Ec در محدوده بیلان تحت تاثیر سد، از مقادیر ۵۲۰۰ و ۷۲۰۰ میکروموس به ترتیب در قسمت های ابتدایی و انتهایی دشت در سال‌های قبل از احداث سد، به مقادیر ۳۵۰۰ و ۵۵۰۰ میکروموس، پس از احداث سد، کاهش یافته است.

لطفی و همکاران (۱۳۹۶)، تاثیر احداث سد زیرزمینی راور کرمان در کیفیت آب منطقه را بررسی کردند. آنها با نمونه‌گیری از آب زیرزمینی منطقه، وضعیت کیفیت آب در زمان قبل از ساخت تا ۸ سال بعد از زمان ساخت سد را بررسی و تجزیه و تحلیل‌های شیمیایی آب را انجام دادند. نتایج، نشان دهنده تغییر مثبت در کیفیت آب زیرزمینی منطقه می‌باشد.

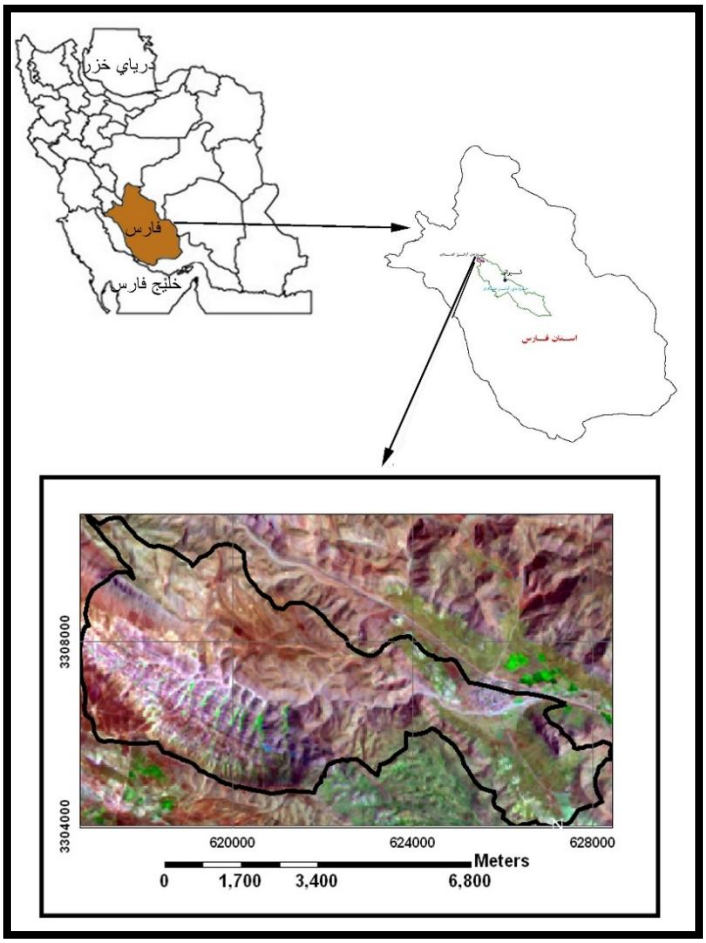
بررسی منابع نشان می‌دهد که مساله کیفیت منابع آب بویژه منابع آب زیرزمینی درمناطق خشک و نیمه خشک دنیا یکی از چالش‌های مهم امروز و آتی جوامع است. همچنین در زمینه بررسی اثر عملیات آبخیزداری و آبخوانداری بر کیفیت منابع آب به خصوص در حوضه‌ی مورد پژوهش کار زیادی صورت نگرفته است. بنابراین انجام اینگونه پژوهش‌ها ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش سعی دارد که با بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی، هرچند در یک دوره‌ی کوتاه، تأثیر عملیات آبخیزداری را نشان دهد.

مواد و روش‌ها

حوزه‌ی آبخیز کلستان با مساحت ۳۶۶۸/۸۶ هکتار یکی از زیر حوزه‌های آبخیز مهارلو است. این حوضه که در فاصله‌ی ۳۰ کیلومتری شمال غربی شیراز واقع شده، از طریق جاده‌ی آسفالت شیراز- سپیدان، قابل دسترس می‌باشد. موقعیت جغرافیایی حوضه در زون ۳۹ و مختصات ۶۱۶۶۲۱/۶۴ تا ۶۲۸۴۲۱/۳۹ طول شرقی و ۳۳۰۳۹۷۲/۳۳ تا ۳۳۱۰۷۵۵/۷۴ عرض شمالی قرار دارد. میانگین ۲۲ ساله بارش

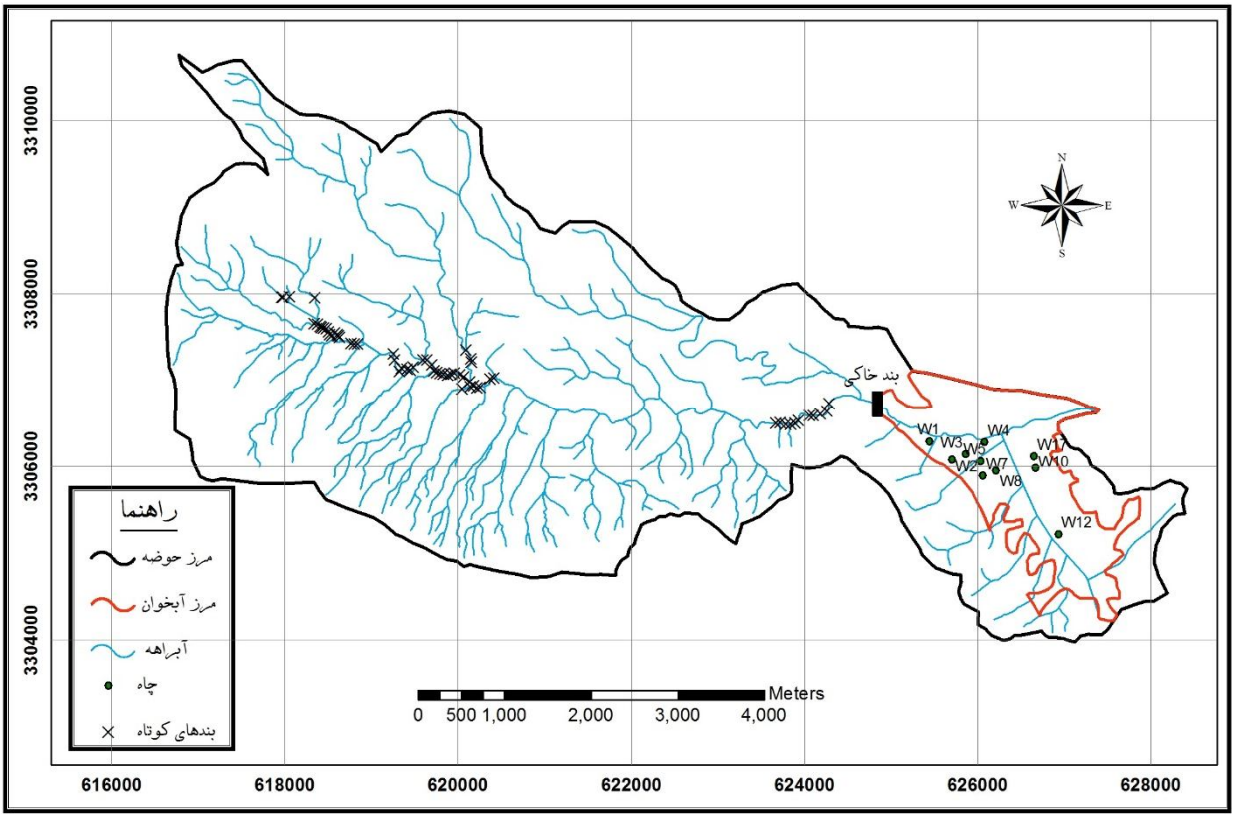
نزدیک ترین ایستگاه باران‌سنجی به حوضه (کلستان)، ۵۴۴/۱۶ میلی‌متر است. میانگین رطوبت نسبی سالانه ۵۴/۹۲ درصد، میانگین تبخیر سالانه از سطح آزاد ۲۰۳۰ میلی‌متر و میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل به روش بلانی کریدل ۱۶۶۸ میلی‌متر گزارش شده است. روش دومارتن اقلیم منطقه را نیمه مرطوب نشان می‌دهد (قهاری و همکاران، ۱۳۹۳).

قسمت شمال‌غرب آبخوان کلستان با لایه‌های نفوذناپذیر مارن‌های سیلتی و آهک‌های خاکستری تیره و سولفات‌های تبخیری متشکل از سازند رازک و سنگ های ژیپسی، مارن و آهک های مارنی سازند گچساران محدود شده است. همچنین محدوده‌ی غرب و جنوب غرب آبخوان به‌وسیله‌ی ارتفاعات سازند سخت آهک‌های بیوکلاستیکی و میکرواسپارایتی توده‌ای با سطح هوازدگی قهوه‌ای رنگ مربوط به سازند آسماری محدود شده است. محدوده‌ی شرقی از کنگلومرای شکل گرفته از مواد تخریبی و سیمان میکتایتی مربوط به سازند بختیاری تشکیل شده است. مرز جنوب شرقی این آبخوان محدود به لایه های نفوذناپذیر مارن های سیلتی و آهک های خاکستری تیره و سولفات‌های تبخیری متشکل از سازند رازک می‌باشد (شکل۱).



شکل ۱- محدوده‌ی آبخوان و حوزه‌ی آبخیز کلستان شیراز در ایران و استان فارس

در این حوزه‌ی آبخیز تعداد ۶۷ بند سنگ و سیمانی کوتاه در آبراهه‌های فرعی و اصلی و یک بند خاکی بزرگ در خروجی این حوضه توسط اداره آبخیزداری شهرستان شیراز طی سال‌های ۸۵-۸۲ احداث شده است. عملیات بیولوژیک و قرق نیز در بخش اعظمی از این حوضه انجام پذیرفته است. در این منطقه چاه مشاهده‌ای (پیزومتر) وجود ندارد. تعداد ۴۵ حلقه چاه بهره‌برداری در منطقه کلستان وجود دارد. این چاه‌ها به طور متوسط دارای ۴۰ تا ۵۰ متر عمق هستند و سطح ایستابی متوسط آن‌ها ۴۵ متر می‌باشد. براساس اطلاعات موجود، مشاهدات میدانی و نظریات کارشناسی، مقرر شد که انجام عملیات پایش بر روی تعداد ۱۰ حلقه چاه در محدوده‌ی آبخوان انجام پذیرد. موقعیت بندهای سنگی، ملاتی، بند خاکی و محل چاه‌های منتخب در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- موقعیت سازه‌ها و چاههای منتخب در حوضه و آبخوان دشت کلستان

برای بررسی چگونگی تأثیر عملیات آبخیزداری بر روی عوامل مختلف نظیر کیفیت آب زیرزمینی آبخوان، میزان آبگیری هر سازه در طی دوره پژوهش (۱۳۹۱-۱۳۸۹) اندازه‌گیری شد. برای نشان دادن تأثیرگذاری کمی، سطح ایستابی چاه‌های منتخب به صورت ماهانه در طول دوره تحقیق اندازه‌گیری و برای بررسی تأثیر کیفی عملیات آبخیزداری بر آب زیرزمینی، نمونه‌برداری با استفاده از ظروف پلی‌اتیلنی باتوجه به بودجه اندک طرح، در ۴ نوبت در طول دوره پژوهش انجام شد. تجزیه‌ی نمونه‌ها شامل اندازه‌گیری آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی و محاسبه‌ی برخی عوامل شیمیایی مهم آب به روش‌های استاندارد موجود بود.

دو چاه W1 و W2 در زمان‌های نمونه‌برداری خشک بودند. مقادیر عوامل شیمیایی آب در ۸ حلقه چاه واقع در محدوده‌ی آبخوان مربوط به فواصل زمانی خاصی، که وابستگی زیادی به میزان اعتبار طرح داشته، بدست آمد. داده‌های نقطه‌ای تعدادی از عوامل یاد شده با استفاده از محیط نرم افزار سرفر (SURFER) برای محدوده‌ی آبخوان، ترسیم و نقشه‌های هم‌پتانسیل این عوامل تهیه گردید. این نقشه‌ها شامل، نقشه‌های هم میزان سولفات، کلر، هدایت الکتریکی و بیکربنات هستند. بازه‌ی زمانی در نظر گرفته شده برای ترسیم این نقشه‌ها شامل پاییز ۱۳۸۲، پاییز و زمستان ۱۳۸۹، بهار و زمستان ۱۳۹۰ و بهار ۱۳۹۱ می‌باشد.

نتایج

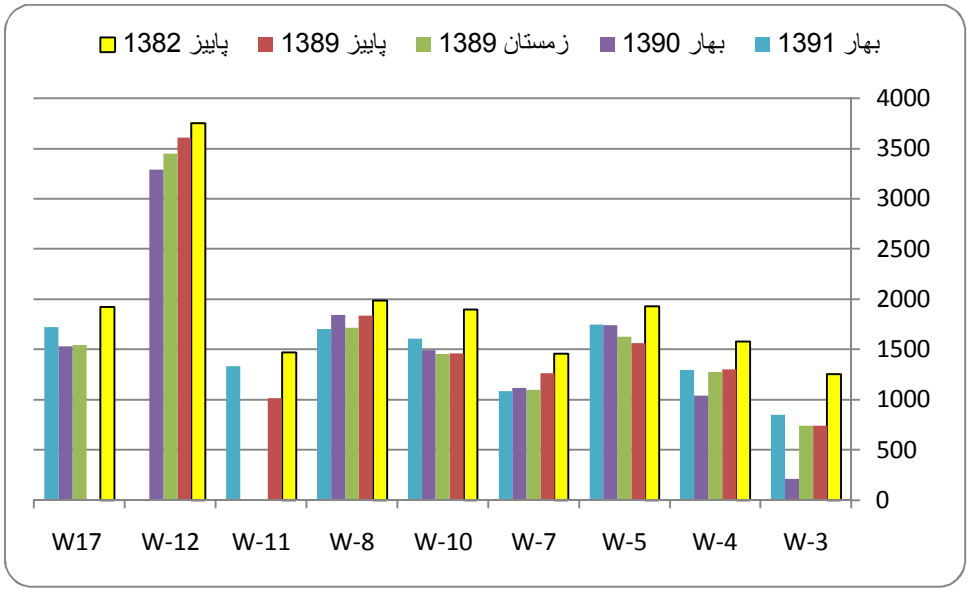
برخی از پارامترهای شیمیایی مهم آب زیرزمینی در آبخوان کلستان شیراز نظیر آنیون‌های سولفات، بیکربنات، کلر و مقدار هدایت الکتریکی در بازه‌های زمانی منتخب از منابع موجود تهیه و یا اندازه‌گیری شد.

تغییرات هدایت الکتریکی در چاه‌های منتخب

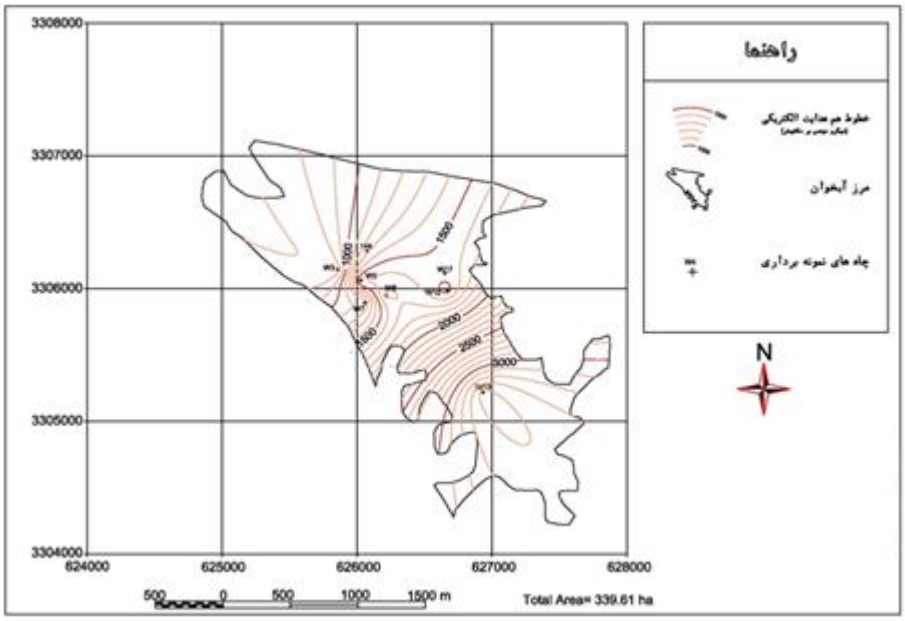
با توجه به اهمیت مقدار پارامتر هدایت الکتریکی EC، این پارامتر مورد تجزیه و تحلیل بیشتر قرار گرفت. جدول ۱ مقدار هدایت الکتریکی در آب زیرزمینی چاه‌های منتخب برحسب میکرو موهس بر سانتی‌متر مربع و شکل ۳ نمودار تغییرات مزبور را نشان می‌دهد. شکل‌های ۴ تا ۶ نقشه‌های خطوط میزان این پارامتر در سه دوره‌ی زمانی زمستان ۱۳۸۹، بهار ۱۳۹۰ و بهار ۱۳۹۱ را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مقدار هدایت الکتریکی در آب زیرزمینی چاه‌های منتخب در آبخوان کلستان شیراز از پاییز ۱۳۸۹ تا بهار ۱۳۹۱

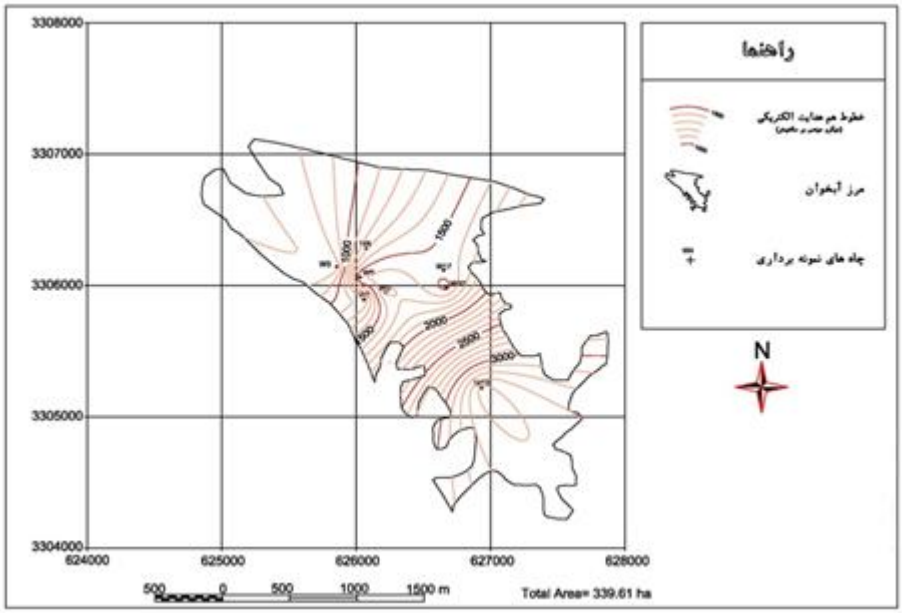
کد چاه	مقدار EC در آب زیرزمینی، واحد اندازه گیری (میکرو موهس بر سانتی‌متر)				
	زمان اندازه گیری				
	پاییز ۱۳۸۲	پاییز ۱۳۸۹	زمستان ۱۳۸۹	بهار ۱۳۹۰	بهار ۱۳۹۱
W-3	۱۲۵۴/۲	۷۳۶/۹۳	۷۳۷/۴۶	۲۱۰/۸۰	۸۴۸/۰۵
W-4	۱۵۷۸/۶	۱۳۰۳/۵	۱۲۷۸/۱	۱۰۳۶/۸	۱۲۹۶/۴۵
W-5	۱۹۳۰/۸	۱۵۷۳/۲	۱۶۲۸/۷	۱۷۴۰/۴	۱۷۴۶/۹۵
W-7	۱۴۵۹	۱۲۵۹/۹	۱۰۹۹/۸	۱۱۱۵/۸	۱۰۸۶/۶۷
W-10	۱۸۹۷	۱۴۵۸/۲	۱۴۵۲/۴	۱۴۹۵/۱	۱۶۰۶/۸۲
W-8	۱۹۸۵/۴	۱۸۳۵/۴	۱۷۱۶/۷	۱۸۴۱/۹	۱۷۰۴/۴
W-11	۱۴۷۳	۱۰۱۲/۲	-	-	۱۳۳۰/۷۲
W-12	۳۷۵۰	۳۶۰۸/۰	۳۴۴۷/۶	۳۲۹۲/۰	-
W_{17}	۱۹۲۵	-	۱۵۴۴/۶	۱۵۳۱/۴	۱۷۱۸/۸۶



شکل ۳- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی در آب زیرزمینی چاه‌های منتخب آبخوان کلستان شیراز



شکل ۴- نقشه‌ی خطوط میزان تغییرات هدایت الکتریکی در آب زیرزمینی محدوده‌ی طرح، طی زمستان ۱۳۸۹

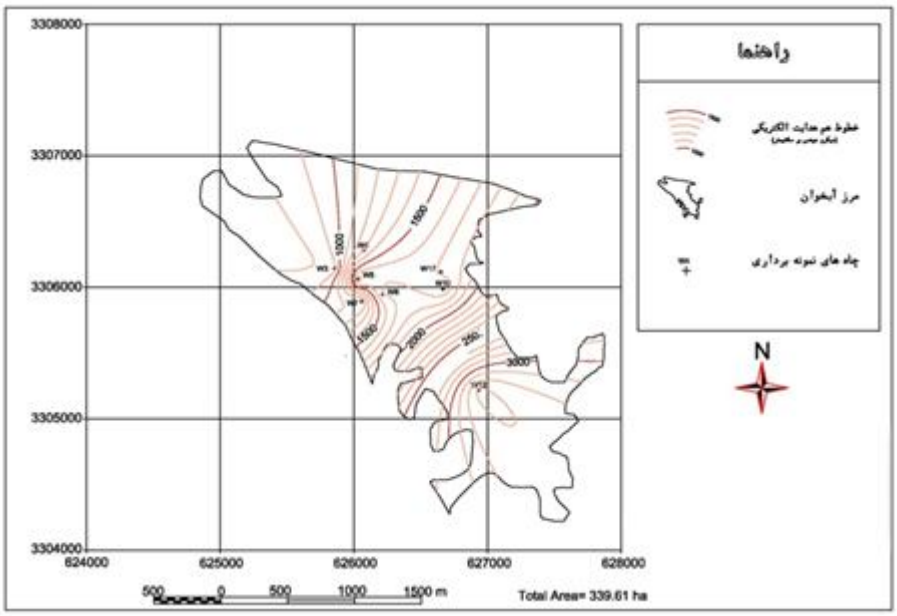


شکل ۵- نقشه خطوط میزان تغییرات هدایت الکتریکی در آب زیرزمینی محدوده‌ی طرح طی بهار ۱۳۹۰

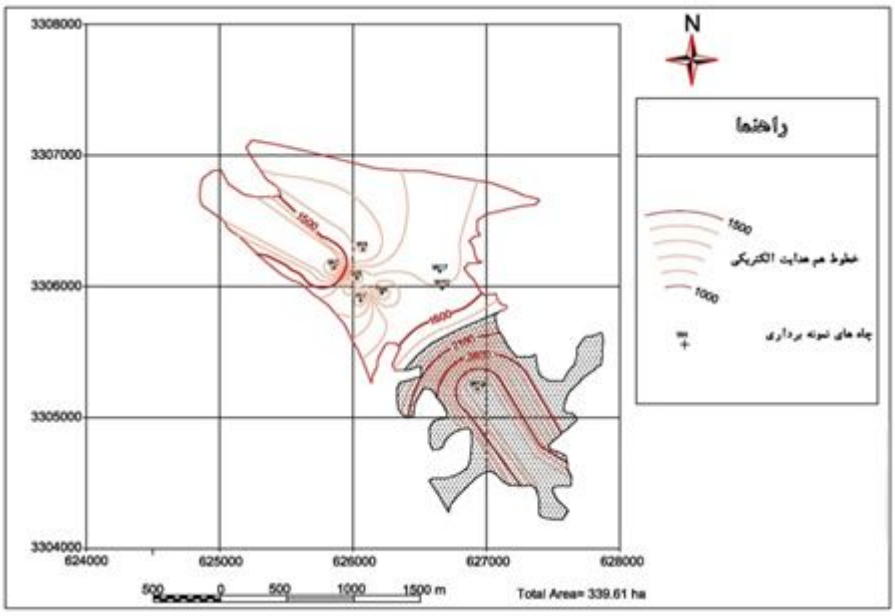
اثر سازه‌های آبگیر بر تغییرات کیفی آب زیرزمینی چاه‌ها

موقعیت دو پهنه‌ی قابل تفکیک از نظر کیفیت آب زیرزمینی در آبخوان کلستان، در شکل ۷ نشان داده شده است. پهنه‌ی پایینی در جنوب و جنوب شرق با نقاط تیره مشخص شده است این پهنه از لحاظ کیفیت آب با پهنه‌ی شمالی کاملاً متفاوت است. این تفاوت در بررسی مقادیر هدایت الکتریکی چاه‌های منطقه مشهود است. بیشتر چاه‌های منتخب، مقادیر هدایت الکتریکی زیر ۲۰۰۰ میکرو موهس بر سانتی‌متر را نشان می‌دهند. این مقدار برای چاه W12 که در جنوب شرق محدوده آبخوان دشت قرار دارد بیش از ۳۰۰۰ میکرو موهس بر سانتی‌متر است. بررسی نقشه پهنه‌بندی هدایت الکتریکی نیز این موضوع را بخوبی نشان می‌دهد. در قسمت شمال تا مرکز محدوده آبخوان، خطوط هم هدایت الکتریکی از هم دور بوده و مقادیر زیر ۲۰۰۰ میکرو موهس بر سانتی‌متر را نشان می‌دهد. این در

حالی است که در قسمت جنوبی حوضه خطوط هم هدایت الکتریکی به هم نزدیک شده و مقادیر بالایی که کاملا با بخش فوقانی آبخوان دشت متفاوت است را نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان این دو بخش را از هم تفکیک نمود.



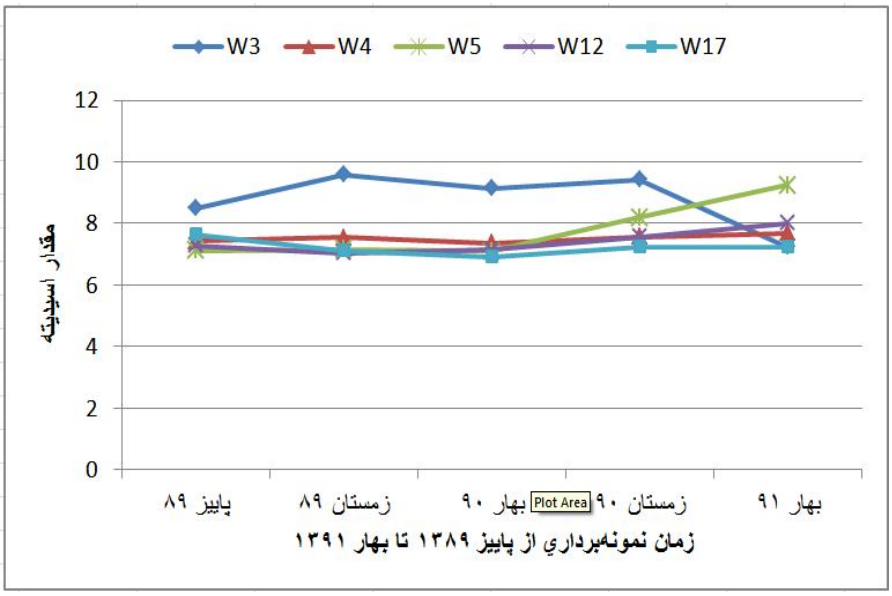
شکل ۶- نقشه‌ی خطوط میزان تغییرات هدایت الکتریکی در آب زیرزمینی محدوده‌ی طرح، طی بهار ۱۳۹۱



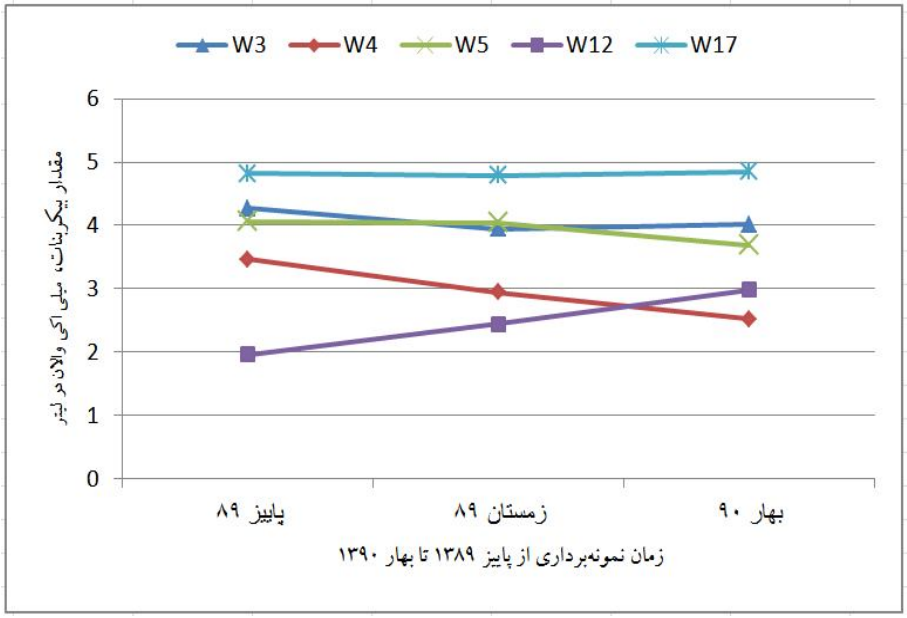
شکل ۷- موقعیت دو پهنه‌ی قابل تفکیک از نظر کیفیت آب زیرزمینی در آبخوان کلستان

تغییرات کیفیت آب زیرزمینی نسبت به زمان

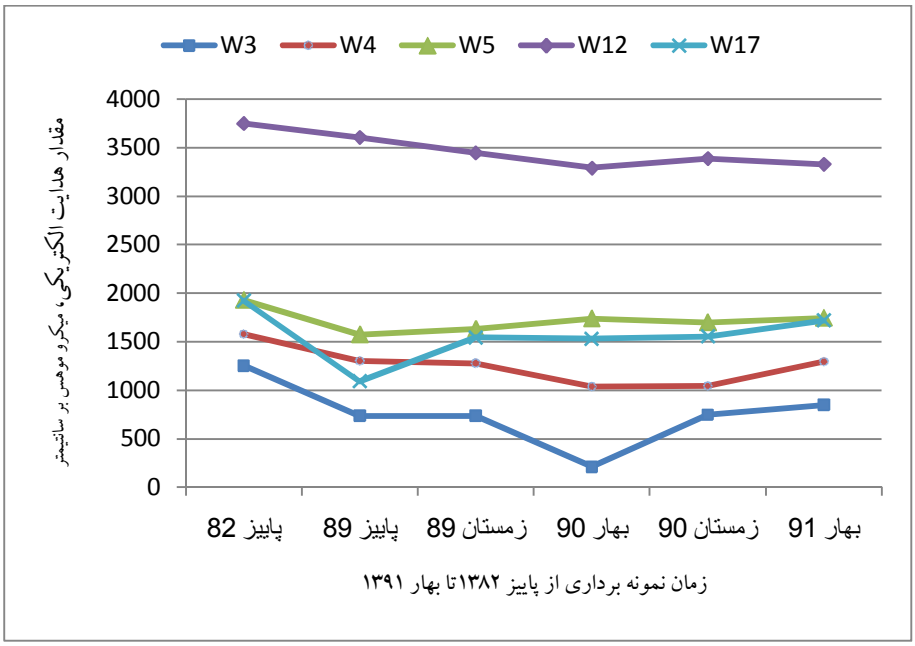
بررسی نتایج نشان می‌دهد که تمام پارامترهای کیفیت آب در طول دوره‌ی پایش نوسانات زیادی نداشته است. نمودار شکل ۸ تا ۱۰، روند تغییرات مقدار اسیدیته (pH)، بیکربنات و هدایت الکتریکی را نشان می‌دهد.



شکل ۸- تغییرات مقدار اسیدیته (pH) آب زیرزمینی و روند تغییرات نسبت به زمان در چاه‌های شاخص آبخوان کلستان



شکل ۹- تغییرات بیکربنات (Hco3) آب زیرزمینی و روند تغییرات نسبت به زمان در چاه‌های شاخص آبخوان کلستان



شکل ۱۰- تغییرات هدایت الکتریکی (Ec) آب زیرزمینی و روند تغییرات نسبت به زمان در چاه‌های شاخص آبخوان کلستان

نتیجه گیری

در بررسی نتایج تغییرات عوامل کیفیت آب زیرزمینی در آبخوان مورد بررسی، اولاً می‌توان گفت که چاه W12 منبع آبی است که روند تغییرات آن با دیگر منابع آب کاملاً متفاوت است. بنابراین ویژگی‌های هیدروژئولوژیک آن با سایر منابع مورد بررسی تفاوت مشخص داشته و نمی‌توان آن را با دیگر منابع آب مقایسه و قضاوت کرد.

بررسی نمودار تغییرات هدایت الکتریکی در قبل و بعد از عملیات آبخیزداری نشان می‌دهد که در تمامی چاه‌ها، این مقدار بعد از عملیات آبخیزداری کاهش پیدا کرده که نشاندهنده تأثیر مثبت عملیات انجام شده بر روی کیفیت آب آبخوان دارد. این امر در اندازه‌گیری‌های بهار سال ۱۳۹۰ نیز قابل مشاهده است. در وقایع سیلاب زمستان ۱۳۸۹، براساس اندازه‌گیری‌های انجام شده، حجم کل آب ذخیره شده توسط مخازن بندهای کوتاه و بند خاکی ۱۴۱۰۰۰ متر مکعب بوده است. افزایش این مقدار آب به آبخوان باعث تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی شده، بطوری که در اکثر چاه‌های منتخب، مقدار هدایت الکتریکی کاهش یافته است. سه چاه W3، W5 و W17، سه منبع آبی هستند که تقریباً شرایط تغییرات کیفیت آب را به گونه‌ای مشابه تأیید می‌کنند. عوامل شیمی آب در این منابع نسبت به زمان و افزایش تغذیه‌ی آبخوان به دلیل وجود بند خاکی، عکس العمل موجه‌ای را نشان می‌دهد. کاهش نسبی غلظت عوامل شیمیایی آب در این منابع نسبت به زمان افزایش تغذیه (بارندگی‌های زمستان و بهار و پر شدن بندهای کوتاه و آبگیری بند خاکی) قابل مشاهده است. البته برخی نشانه‌های کیفی آب مانند افزایش شدید پی هاش در W5 و کاهش آن در W3 که به‌ترتیب قلیایی و اسیدی شدن را نشان می‌دهند، باید با تغییرات بی‌کربنات آب نیز هم‌خوانی داشته باشند که در این خصوص هماهنگی دیده نمی‌شود و نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد. در مجموع انجام عملیات آبخیزداری انجام شده در حوزه‌ی آبخیز اعم از عملیات سازه‌ای، بیولوژیک و مدیریتی نقش مثبتی برکیفیت و کمیت منابع آب منطقه داشته است. لازم به ذکر است که عمده برداشت آب از آبخوان توسط بهره‌برداران باغ‌های انگور بوده و برداشت آب نسبت به سایر دشت‌های کشور کمتر می‌باشد.

با توجه به ارزیابی انجام شده و اثبات نقش عملیات آبخیزداری در بهبود کیفی و کمی منابع آب، حوزه‌های مشابه در استان و کشور قابلیت انجام اینگونه عملیات را داشته و پیشنهاد می‌شود عملیات پایش کمی و کیفی آب زیرزمینی در شروع طرح‌های جدید انجام و ادامه‌دار باشد.

منابع

حسین‌پور، ا.، نوحه‌گر، ا.، وقارفرد، ح. و چوپانی، س.، (۱۳۹۰)، بررسی تاثیر عملیات آبخیزداری سد لاور فین بر کمیت و کیفیت آبهای زیرزمینی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس.

حسینی مرندی، ح. (۱۳۹۰)، بررسی تغییرات کیفی سفره آب زیرزمینی متأثر از طرح پخش سیلاب در گربایگان، پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

دادرسی، ا.، (۱۳۷۸)، اقلیم و محدودیت های منابع آب در سبزوار، مجموعه مقالات دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، تهران.

قادرمزی، ف.، مختارپوریانی، س، ب.، (۱۳۸۹)، کاربرد نرم افزار Arc GIS در پهنه بندی کیفی منابع تامین آب، مطالعه موردی شهرستان قروه استان کردستان، همایش ملی آب با رویکرد آب پاک، ۱۱ و ۱۲ اسفند، دانشگاه صنعت آب و برق(شهید عباسپور)، تهران.

قهاری، غ. ر.، مصطفایی، ا. و کریمیان، ج.، (۱۳۹۳)، ارزیابی تأثیر عملیات آبخیزداری بر تغییرات کمی آب چاه‌های منطقه کلستان شیراز، دهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران (آبخیزداری سازگار)، بیرجند.

لطفی، آ.، شریفی تشنیزی، آ.، رئیسی دهکردی، م. ص. و احمدی، ع. ا.، (۱۳۹۶)، تاثیر احداث سد زیرزمینی راور کرمان در کیفت آب منطقه، ماهنامه پژوهش های نوین علوم مهندسی، شماره ۶، کرج.

Harandy, A. (1997), Evaluation of the impact of rainwater harvesting on water resources, Proceeding of the 8th the International Conference on Rainwater Catchments Systems, Tehran.

Kangaroglu, F. and G. Gunay., (1997), Ground water nitrate pollution in an alluvial aquifer, Eskir urban area and its vicinity, Environ., Geol. 31,Turkey.

Pooladian. A., A. Kowsar. (1997), Salinity reduction in groundwater by floodwater spreading, Proceeding of the 8th International Coferance on Rainwater Catchment Systems, Tehran.

Sarah, T,. Marc, L., Ian, C., Guillaume, F., Christian, L.,(2011), Arid zone groundwater recharge and Stalinization processes; an example from the Lake Eyre Basin, Australia, Journal of Hydrology, 408, 257–275.