دوره‌ی۳۳، شماره‌ی ۲، شماره‌ی پیاپی ۱۲۷، تابستان ۱۳۹۹، صفحه‌های ۹۶-۸۲
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmej.2019.128069.1283

پژوهش‌های آبخیزداری

بررسی روند تغییر کمی و کیفی آب زیرزمینی در دشت سروستان- استان فارس

سید علی‌محمد چراغی*
(نویسنده‌ی مسئول) * استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاوزی، شیراز، ایران
بهاالدین نجفی
استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، ایران
شاهرخ شجری
استادیار پژوهشی دفتر امور اقتصادی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
محمود جوان
دانشیار بخش مهندسی آب، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه شیراز

*رایانامه‌ی نویسنده‌ی مسئول: samcheraghi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۱۰ تیر ۱۳۹۸

چکیده
وابستگی کشاورزی دشت سروستان به آب‌های زیرزمینی، اعمال‌کردن سیاست‌های مناسب را برای بهره‌برداری پایدار از این منابع به ضرورت تبدیل کرده است. ارزیابی کمی و کیفی وضع موجود منابع آب زیرزمینی دشت، و بررسی تأثیر برداشت‌های بی‌رویه بر آن‌ها اهمیت ویژه‌یی دارد. هدف این پژوهش بررسی روند تغییر کمی و کیفی آب زیرزمینی در دشت سروستان- استان فارس است، که با روش اسنادی، و با تجزیه‌و تحلیل داده‌ها و اطلاعات نوسان تراز آب زیرزمینی و کیفیت شیمیایی آبخوان دشت، که به‌ترتیب از ۲۴ چاه مشاهده‌یی از ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۵ و ۲۴ چاه انتخاب‌شده از ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۴ جمع شده بود انجام شد. نتیجه نشان داد که تراز آب زیرزمینی در درازمدت به‌طور متوسط ۴۷ cm/yr کاهش یافت، اندکی تندتر از روند تغییر تراز آب در پنج سال اخیر (۳۹cm/yr)، که بیانگر کاهش‌یافتن نرخ افت‌کردن تراز آب در این سال‌ها است. پیش‌بینی تراز آب در سال ۱۴۱۰، بر اساس روند تغییر آن در پنج سال گذشته نشان داد که در جاهایی نظیر کوهنجان، ده‌نو و شمال سروستان افت عمق آب زیاد خواهد شد و به بیش از ۸۰ متر خواهد رسید. متوسط نرخ شورشدن آب‌های دشت در این مدت ۱۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال بود. مقایسه‌ی متوسط روند تغییر تراز آب زیرزمینی و روند شوری در کل دشت نشان می‌دهد که با افزایش‌یافتن عمق آب زیرزمینی شوری آب نیز افزایش یافت، لیکن افت تراز آن در همه‌ی جاها لزوماً با افزایش شوری همراه نبود.

واژگان کلیدی: آبخوان، افت تراز آب، تجزیه و تحلیل روند، شوری آب

مقدمه

استفاده‌ی بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بسیاری از استان‌های کشور به‌ویژه استان فارس سبب شده است که تراز آب زیرزمینی در بسیاری از دشت‌ها با استمرار افت مواجه شود، کیفیت آب برداشته‌شده کاهش یابد، و درنتیجه این دشت‌ها در وضعیت بحرانی باشند. متوسط سهم برداشت از آب زیرزمینی نسبت به کل منابع آبی در کشور ۵۵٪ و در استان فارس ۷۵٪ است (وزارت نیرو ۲۰۱۳). در نتیجه می‌توان گفت که ابعاد مسئله در استان فارس در مقایسه با کل کشور گسترده‌تر است. در این میان وضعیت منابع آبی در برخی از دشت‌ها از جمله دشت سروستان سبب شده است که سازمان آب منطقه‌یی این دشت‌ها را در گروه ممنوعه بگذارد و علاوه بر این‌که کاویدن چاه‌های جدید ممنوع شد، برای برداشت از چاه‌های آب موجود نیز محدودیت‌هایی ایجاد شد. در دشت سروستان، پایین‌رفتن سفره‌ی آب‌های زیرزمینی و کاهش‌یافتن کیفیت آن اثرهایی منفی بر تولید و درآمد کشاورزان گذاشته و با پی‌آمد آن کف‌شکن‌کردن چاه‌ها، و افزایش‌دادن ارتفاع آب‌کشی، منجر به افزایش‌یافتن هزینه‌ی تولید محصول شده است. وابستگی شدید کشاورزی دشت سروستان به آب‌های زیرزمینی، اعمال سیاست‌ها و تدوین برنامه‌های مدیریتی مناسب را برای بهره‌برداری پایدار از این منابع به ضرورت تبدیل کرده است. ارزیابی کمی و کیفی وضع موجود منابع آب زیرزمینی دشت و بررسی تاثیر برداشت‌های بی‌رویه بر آن‌ها اهمیت ویژه‌یی دارد.

همراه با روند نگران‌کننده‌ی پایین‌رفتن تراز آب زیرزمینی در کشور، کوشش‌هایی به‌عمل آمده است تا با روش‌های مختلف و با داده‌های گذشته، اندازه‌ی افت آب‌های زیرزمینی اندازه‌گیری شود. نادیان فر و همکاران (۲۰۰۹) نوسان‌های آب زیرزمینی دشت نیشابور را که یکی از مهم‌ترین دشت‌های کشاورزی استان خراسان رضوی است بررسی و پیش‌بینی کردند که با ادامه‌ی روند گذشته، تراز آب زیرزمینی دشت در ۵ سال آینده ۴/۰۷ متر افت خواهد کرد. رحمانی (۲۰۰۴) نیز نشان داد که برداشت بیش از حد از آب‌های زیرزمینی و کاهش بارندگی در بیش‌تر دشت‌ها منجر به افت‌کردن تراز آب زیرزمینی می‌شود و تغذیه‌ی سالانه‌ی سفره با بارندگی‌ها نیز نتوانسته است آن را جبران کند. نتایج مرتضوی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که اندازه‌ی برداشت سالانه‌ی آب در رفسنجان حدود ۷۵۰ میلیون مترمکعب است که حدود ۲۵۰ میلیون مترمکعب آن اضافه‌برداشت است. این اضافه‌برداشت که تراز آب زیرزمینی را سالانه بیش از ۸۰ سانتی‌متر پایین می‌برد عامل اصلی نشست خاک، ازبین‌رفتن زمین‌های زراعی و خراب‌شدن خانه‌ها شده است. وجدانی (۲۰۱۱) نشان داد که پایین‌رفتن آب‌های زیرزمینی در استان همدان علاوه بر کاهش آب آب‌خوان، شور شدن تدریجی آب زیرزمینی، و پیش‌روی جبهه‌ی آب شور به‌طرف آب شیرین، باعث فشرده شدن خاک و نفوذناپذیر شدن آن در هنگام بارندگی شده است. برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرمینی در ایالت کالیفرنیا در آمریکا نیز منجر به تخلیه‌شدن بیش از حد تعدادی از رودخانه‌ها و آبخوان‌ها شده است (قاسمی‌زاده و همکاران ۲۰۱۹، دوگان و همکاران ۲۰۱۹).

تجزیه‌وتحلیل داده‌های مجموعه‌ی زمانی تراز آب زیرزمینی و پیش‌بینی روند در آینده برای توسعه‌ی پایدار و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی ضروری است. چند روش آماری برای تحلیل روند از جمله روش وایازی خطی تا روش‌های سنجه‌یی و ناسنجه‌یی هست. متداول‌ترین روش ناسنجه‌یی برای تحلیل روند در مجموعه‌های زمانی آزمون من-کندال است. نتایج پژوهش طبری و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی روندهای زمانی سالانه، فصلی و ماهانه‌ی نوسان‌های تراز آب زیرزمینی در دوره‌ی ۱۳۸۶–۱۳۶۴ در شمال کشور نشان داد که روش‌های ناسنجه‌یی را ممکن است برای تحلیل‌کردن تراز آب زیرزمینی به‌کار برد. روش وایازی خطی را گود و همکاران (۲۰۱۳) برای بررسی تغییر تراز و شوری آب زیرزمینی در شش آبخوان در اردن به‌کار بردند. این پژوهش نشان داد که علاوه بر ساده‌بودن، دقت روش وایازی خطی زیاد است. تراز آب زیرزمینی در شش آبخوان به‌طور متوسط یک متر در سال افت کرد. استفاده از روش وایازی خطی برای بررسی روند داده‌های زیست‌محیطی (هس و همکاران ۲۰۰۱) نیز نتایجی پذیرفتنی نشان داد.

تاکنون پژوهش‌های محدودی بر ارزیابی کمی و کیفی وضع موجود منابع آب زیرزمینی دشت سروستان و بررسی تاثیر برداشت‌های بی‌رویه بر آن‌ها انجام شده است. نتایج بررسی‌های هیدروشیمی آب زیرزمینی در دشت (رئیسی و مور ۱۹۹۳ و رئیسی و همکاران ۱۹۹۶) نشان داد که اگرچه سازندهای آهکی در اطراف دشت رخنمون دارد، کیفیت آب در جاهایی از دشت به‌ویژه در بخش شرقی بسیار بد است و هدایت الکتریکی در آن به ۱۰۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر می‌رسد. این پژوهشگران آب زیرزمینی سروستان را به چهار ناحیه‌ی سولفاته‌ی A، B، C، و D و پنج ناحیه‌ی کلروره‌ی A، B، C، D، و E و دو ناحیه‌ی بیکربناته تقسیم کردند.

با توجه به پی‌آمدهای زیست‌محیطی برداشت بی‌رویه‌ی آب زیرزمینی و اثرهای گسترده‌ی آن، هدف این مقاله بررسی اثرهای درازمدت اضافه‌برداشت بر روند تغییر تراز و شوری آب زیرزمینی در دشت بحرانی سروستان است.

موقعیت دشت

سروستان یکی از شهرستان‌های نوبنیاد استان فارس در جنوب ایران است. بخش مرکزی این شهرستان در ۸۰ کیلومتری جنوب شرق شیراز است. شهرستان سروستان نزدیک به انتهای جنوب شرقی حوزه‌ی ناحیه‌ی مرکزی و بین دو رشته‌کوه موازی زاگرس جنوبی در منطقه‌یی نسبتا کوهستانی است. اقلیم این دشت نیمه‌خشک، متوسط دمای سالانه‌ی آن ۱۷ درجه‌ی سانتی‌گراد، و

دمای کمینه و بیشینه‌ی مطلق آن ۱۲- و ۴۷ درجه‌ی سانتی‌گراد است. گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال به‌ترتیب تیر و دی، میانگین بارندگی آن در حدود ۲۵۰ میلی‌متر، و متوسط تبخیر آن ۳۰۰۰ میلی‌متر است.

دشت سروستان را سه طاقدیس احمدی در شمال، پانعل در شرق و گر در جنوب و جنوب شرقی دوره کرده است. تشکیلات زمین‌شناسی رخنمون شده به ترتیب سن شامل سنگ‌های آهکی سارمک، آهک‌سنگ‌ها و پلمهسنگ‌های پابده-گورپی، آهک‌سنگ‌های گچی ساچان، سنگ‌های دولومیت و آهکی آسماری جهرم، تبخیری‌های رازک، ماسه‌سنگ آغاجاری و کنگلومری‌های بختیاری است. علاوه بر این تشکیلات، دوگنبد نمکی دوره‌ی اینفراکامبرین (سری هرمز) شمال شرق و جنوب شرق دشت را قطع می‌کند. گنبدهای بیرون‌زده عمدتاً از جنس هالیت و مقدار کمی گچ و دیگر کانی‌های تبخیری است (رئیسی و همکاران ۱۹۹۶). ویژگی‌های تشکیلات زمین‌شناسی که دشت را احاطه کرده است تاثیر بسزایی بر کیفیت آب‌های زیر زمینی دشت دارد.

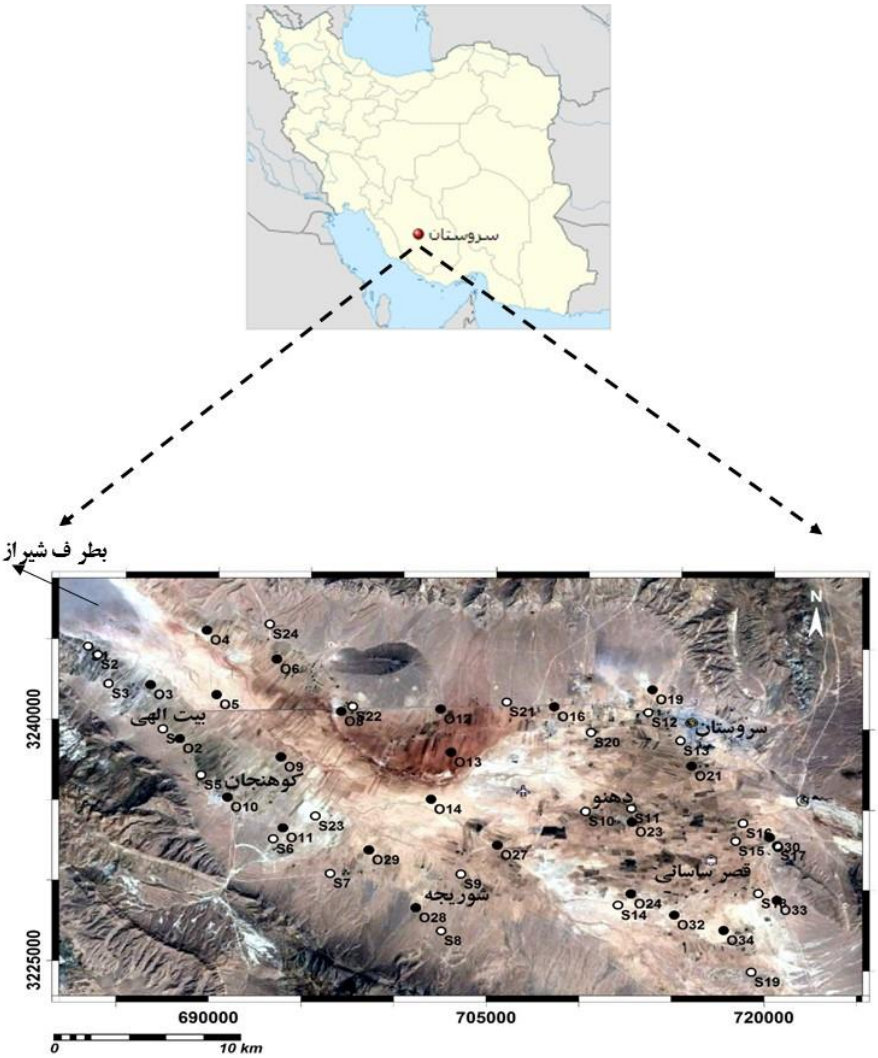
روش تحقیق

داده‌ها و اطلاعات با روش اسنادی از بانک اطلاعاتی شرکت سهامی آب منطقه‌یی فارس جمع شد. از جمله داده‌های کمی نوسان تراز و کیفیت آب زیرزمینی در استان فارس است. داده‌های نوسان تراز آب زیرزمینی از ۲۴ چاه مشاهده‌یی (تیسن) جمع آورده شد (شکل ۱). این داده‌ها از فروردین ۱۳۷۰ تا اسفند ۱۳۹۵ ماهانه اندازه‌گیری شده بود. داده‌های کیفیت شیمیایی آبخوان دشت از ۲۴ چاه انتخاب‌شده از ۱۳۷۷تا ۱۳۹۴ فصلی پایش شده بود (شکل ۱). این داده ها شامل هدایت الکتریکی و غلظت کلر در هر فصل، و تجزیه‌ی کامل آب زیرزمینی در برخی از فصل‌ها است.

روند تغییر میانگین تراز آب زیرزمینی براساس تمام داده‌های موجود از ۱۳۷۰ با وایازی خطی به‌روش کم‌ترین مربع‌ها ارزیابی کرده شد. به‌علاوه روند تراز آب در پنج سال گذشته به روش وایازی خطی برآورد و براساس آن تراز آب زیرزمینی در ۱۴۱۰ تخمین زده شد. برای بررسی روند تراز آب در جاهای مختلف دشت، این ارزیابی‌ها برای هر یک از چاه‌های مشاهده‌یی نیز انجام شد.

بانک اطلاعاتی کیفیت شیمیایی آبخوان شامل اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC) است که آن را می‌توان با شوری (نمک محلول) یا کل مواد محلول (TDS) جای‌گزین‌کرد. برای تبدیل‌کردن اندازه‌های EC به TDS لازم است رابطه‌ی بین این دو عامل در منطقه تعیین کرده شود. این رابطه برای آب زیرزمینی دشت سروستان با داده‌های EC و TDS در بانک اطلاعاتی به‌روش وایازی خطی تخمین زده شد. برای صحت‌سنجی داده‌های EC چگونگی تغییر این داده‌ها با داده های اندازه‌گیری‌شده‌ی غلظت کلر مقایسه کرده شد. در آب‌های زیرزمینی معمولاً EC و کلر هم‌بستگی دارد و اندازه‌های زیاد EC با غلظت‌های زیاد کلر همراه است. این موضوع برای دیگر آنیون‌ها و کاتیون‌ها نیز صادق است، ولی به دلیل این که اندازه‌گیری غلظت کلر بیش‌تر رایج است از داده‌های آن برای صحت سنجی داده‌های EC استفاده می‌شود.

روند دراز مدت میانگین هدایت الکتریکی (EC) آب زیرزمینی برای کل دشت و برای هر یک از ۲۴ حلقه چاه انتخاب‌شده با وایازی خطی به‌روش کم‌ترین مربع‌های معمولی برآورد کرده شد. با توجه به میانگین روند تراز آب و هدایت الکتریکی در دشت، ارتباط بین نوسان تراز و شوری آب زیرزمینی بررسی کرده شد. چگونگی تغییر شوری در جاهای مختلف دشت نیز با توجه به روند هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در هر یک از ۲۴ چاه انتخاب‌شده بررسی کرده شد.



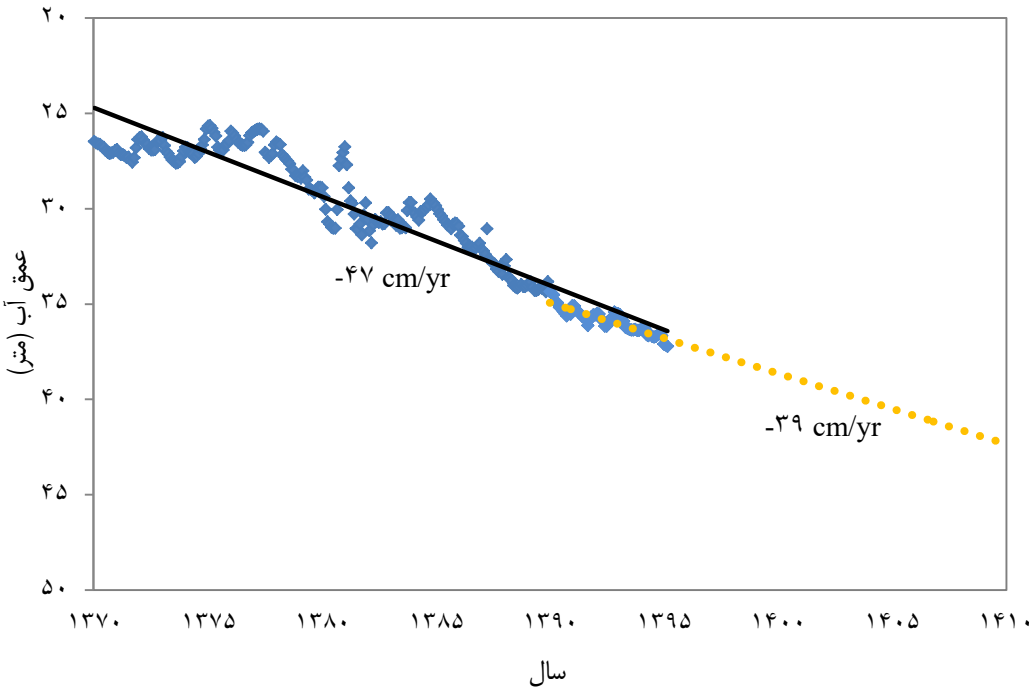
شکل ۱- موقعیت چاه‌های مشاهده‌یی (o) و چاه‌های انتخاب‌شده (s) در دشت سروستان.

نتایج و بحث

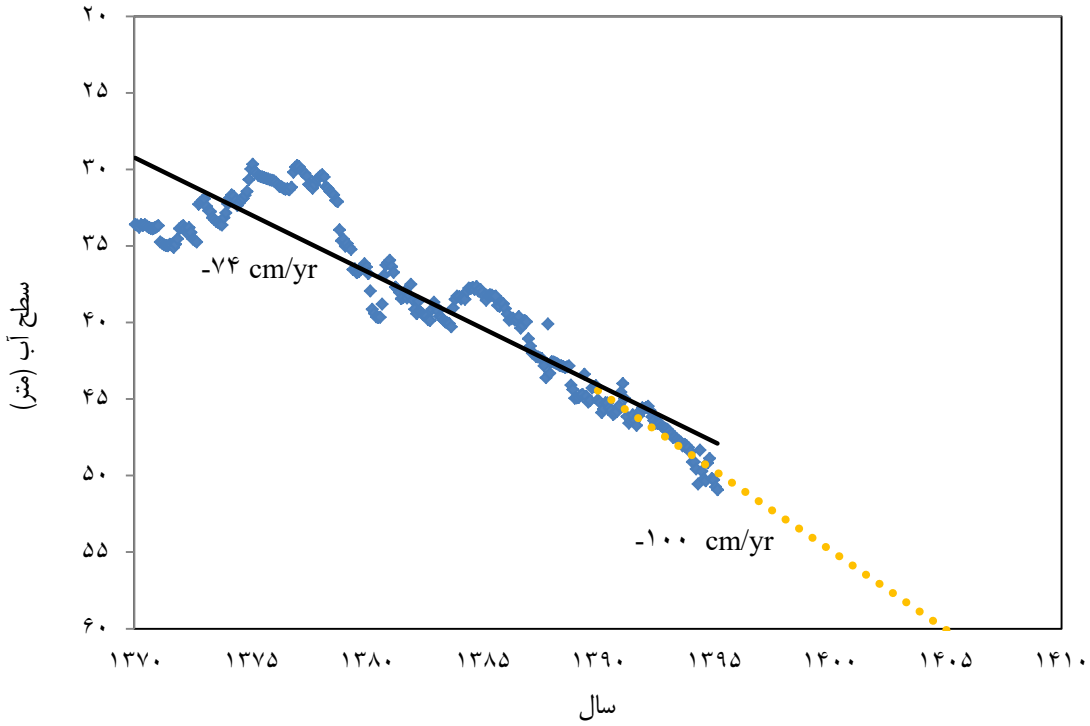
بررسی روند تراز آب زیرزمینی در دشت سروستان

برای ارزیابی روند تراز آب زیرزمینی در دشت سروستان، آب نمود واحد دشت بر اساس میانگین عمق آب ترسیم شد (شکل ۲). این روند تقریباً خطی و نشان‌دهنده‌ی تخلیه‌شدن آب زیرزمینی است. نوسان فصلی در تراز آب زیرزمینی نشان‌دهنده‌ی تغییر فصلی در اندازه‌ی برداشت آب یا تغذیه است، لیکن روند درازمدت آن در کاهش است. تراز آب حدود ۱۰/۷۵ متر در دوره‌ی فروردین ۱۳۷۰ تا خرداد ۱۳۹۵ کاهش یافت. شیب خط آب نمود دشت (۴۷ cm/yr) اندکی تندتر از شیب روند تراز آب در پنج سال اخیر (۳۹cm/yr) است که بیانگر کاهش‌یافتن نرخ افت تراز آب در سال‌های اخیر است.

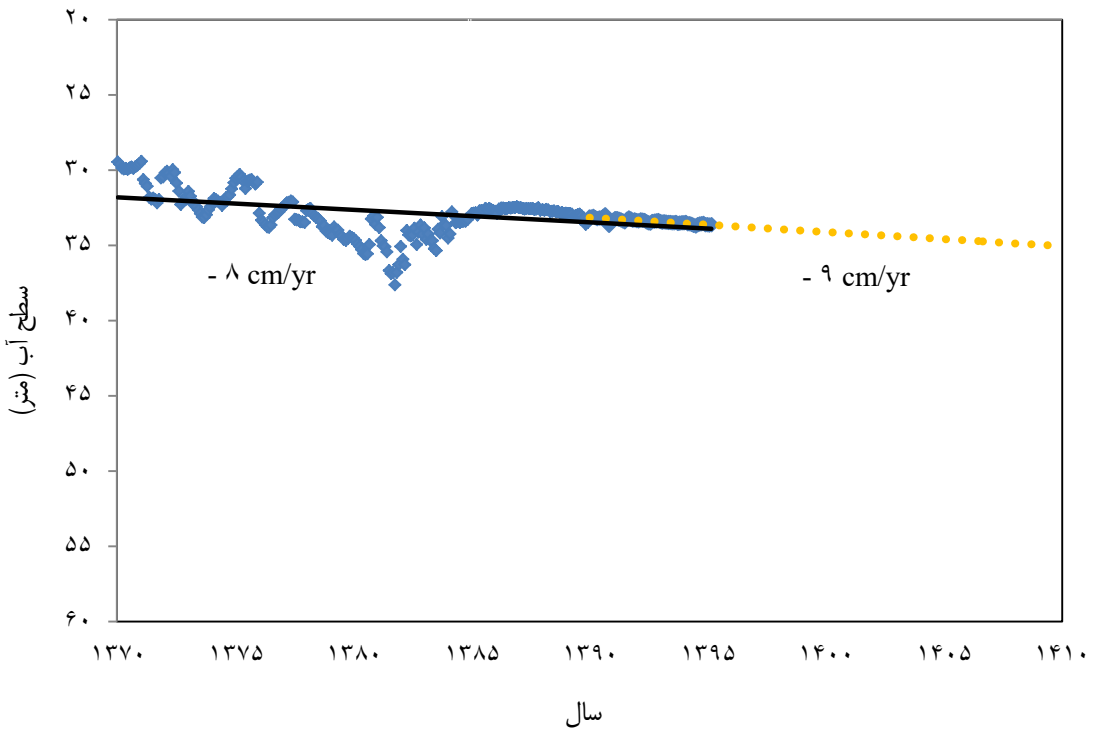
نرخ افت تراز آب در دشت یکسان نیست. تراز آب زیرزمینی در برخی جاها نسبتاً ماندگار، در برخی دیگر اندکی افزایشی، یا افت‌کننده با نرخ‌های متفاوت است. این اختلاف در افت‌کردن تراز آب ممکن است ناشی از بودن اختلاف در برداشت آب در منطقه‌های مختلف، خصوصیت‌های آبخوان، و نرخ تغذیه باشد. مثال-هایی از چاه‌ها با نرخ‌های متفاوت افت در دشت سروستان در شکل‌های ۳ و ۴ آورده شده است. در چاه مشاهده‌یی ۳ در جنوب غرب دشت (بیت‌الهی) نرخ افت تراز آب در پنج سال گذشته به ۱۰۰cm/yr افزایش یافته است (شکل ۳)، در حالی‌که در قصرساسان (چاه مشاهده‌یی ۳۲) به‌ویژه از ۱۳۹۵ نسبتاً ماندگار و نرخ افت آن حدود ۹ cm/yr است (شکل ۴).



شکل ۲- آب نمود آبخوان آبرفتی دشت سروستان.



شکل۳-تغییر تراز آب زیرزمینی منطقه‌ی شرق بیت‌الهی در دشت سروستان.



شکل۴-تغییر تراز آب زیرزمینی در منطقه‌ی قصرساسان در دشت سروستان.

روند تراز آب در درازمدت (بر اساس تمام داده‌ها) برای هر یک از چاه‌های مشاهده‌یی (شکل ۱) در جدول ۱ آورده شده است. به‌طور کلی تراز آب زیرزمینی در منطقه‌هایی که برداشت آب زیرزمینی زیاد است با سرعت بیش‌تری کاهش می‌یابد. بیش‌ترین نرخ کاهش ۱/۳۷ و ۱/۱۹ متر در سال در کوهنجان و ده‌نو که از آن برداشت زیادی می‌شود اتفاق افتاده است. کم‌ترین نرخ کاهش در انتهای غرب و شمال غرب دشت (چاه‌های مشاهده‌یی ۳۲، ۳۰، ۲۸، ۱۹، و ۱۶) با برداشت کم دیده شد.

برای پیش‌بینی‌کردن عمق تراز آب زیرزمینی در سال‌های آینده، روند تراز آب برای هر یک از چاه‌های مشاهده‌یی در پنج سال گذشته (۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵) برآورد شد (شکل ۲، ۳، و ۴ و جدول ۱)، و نشان داده شد که متوسط عمق آب در دشت در سال ۱۴۱۰ به بیش از ۴۰ متر خواهد رسید. در منطقه‌هایی نظیر کوهنجان، ده‌نو و شمال سروستان افت تراز آب بسیار زیاد است و به بیش از ۸۰ متر می‌رسد. بدیهی است که اهمیت این اندازه از افت در مقایسه با عمق آبخوان آبرفتی معنا پیدا می‌کند. اگر عمق سنگ بستر آبخوان مشخص باشد می‌توان ضخامت اشباع آبخوان را در سال ۱۴۱۰ پیش‌بینی کرد. با توجه به اطلاعات شرکت‌های حفاری در دشت که عمق سنگ بستر آبخوان را ۸۰ تا ۱۰۰ متر تخمین می‌زنند (مصاحبه حضوری)، انتظار می‌رود که ذخیره‌ی آبخوان در برخی از جاهای دشت عملاً تخلیه شده باشد.

تأثیر افت تراز آب زیرزمینی بر کیفیت آن

هدایت الکتریکی (EC) جای‌گزین کل مواد محلول (TDS) شد. برای تبدیل‌کردن EC به TDS معمولاً از رابطه‌ی داده‌شده‌ی آزمایشگاه شوری خاک امریکا استفاده می‌شود (ریچاردز، ۱۹۵۴). در این پژوهش، رابطه‌ی زیر بین EC و TDS برای آب زیرزمینی دشت سروستان با داده‌های موجود بسط داده شد (شکل ۵).

$$TDS = 0.71EC - 108 \quad (۱)$$

که در آن TDS به میلی‌گرم در لیتر و EC به میکروزیمنس بر سانتی‌متر است. بر این اساس روند EC (µS/cm/yr) را می‌توان با رابطه‌ی بالا به روند TDS (mg/l/yr) تبدیل کرد.

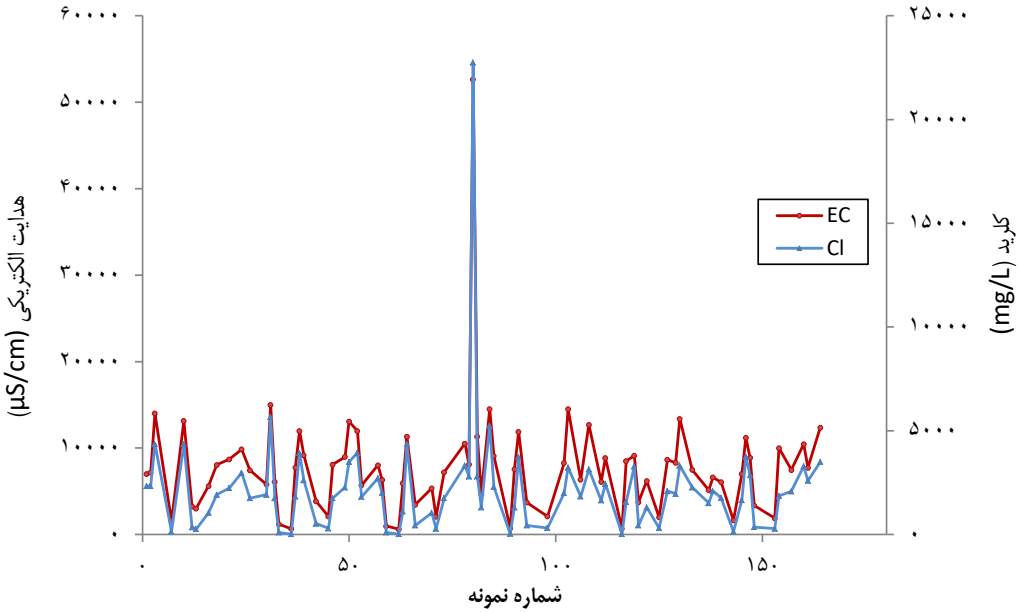
برای صحت‌سنجی داده‌های EC، اندازه‌های EC در نمونه‌های مختلف با غلظت کلر نمونه‌ها مقایسه کرده‌شد. روند تغییر EC با غلظت کلر در نمونه‌ها مشابه بود، به‌این معنی که با افزایش مقدار EC غلظت کلر افزایش می‌یافت، و برعکس (شکل ۶). بنابراین، دقت اندازه‌گیری‌های EC مناسب بود.

به‌طورکلی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه با توجه به نتیجه‌ی

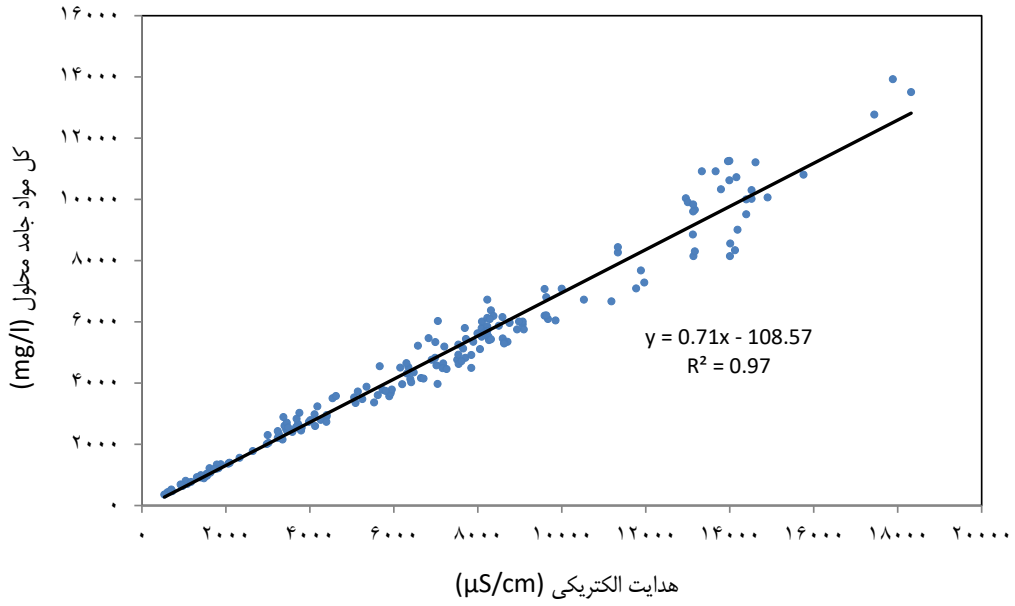
تجزیه‌ی آب چاه‌ها مناسب نیست. داده‌برداری از شبکه‌ی منابع انتخاب‌شده‌ی کیفیت در دشت سروستان در تابستان ۱۳۹۴ (جدول ۲) نشان می‌دهد که دامنه‌ی هدایت الکتریکی از کمینه‌ی ۷۱۹ تا بیشینه‌ی ۱۴۱۳۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر تغییر کرد. بررسی تغییر زمانی متوسط هدایت الکتریکی چاه‌های انتخاب‌شده‌ی آبخوان دشت (شکل ۷) نشان می‌دهد که روند این سنجه در آبخوان سروستان در سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۴ افزایشی بود، و از ۴۷۷۷ در ۱۳۷۷ به ۷۰۷۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در ۱۳۹۴ افزایش یافت.

جدول ۱- روند تغییر تراز آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌یی در دشت سروستان.

شماره‌ی چاه	محل چاه مشاهده‌یی	عمق تراز آب (متر) فروردین ۱۳۷۰	عمق تراز آب(متر) خرداد ۱۳۹۵	روند تراز آب بر اساس تمام داده‌ها (m/yr)	ضریب تعیین R^2	روند تراز آب بر اساس داده‌های پنج سال آخر m/yr	ضریب تعیین R^2	پیش‌بینی تراز آب در ۱۴۱۰ (متر)
۱	نمودار آب واحد	۲۶/۴۶	۳۷/۲۲	-۴۷	۰/۹۱	-۴۰	۰/۷۶	۴۲/۳۳
۲	شرق بیت‌الهی	۳۳/۵۸	۵۰/۹۳	-۰/۷۴	۰/۸۵	-۱/۰۴	۰/۸۳	۶۵/۲
۳	شمال سیف‌آباد	۱/۸۶	۵/۷۲	-۰/۱۶	۰/۵۸	-۰/۰۸	۰/۱۰	۷/۱۰
۴	جنوب چاه‌انجیر	۳/۸۶	۸/۹۲	-۰/۲۰	۰/۷۱	-۰/۲۹	۰/۸۴	۱۳/۱۲
۵	جنوب غرب قنبری	۱/۸۸	۲/۹۲	-۰/۰۶۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۰	۴/۶۰
۶	شرق قنبری	۱۳/۸۷	۲۸/۵۵	-۰/۶۶	۰/۸۱	-۰/۰۲	۰/۰۵	۲۸/۷۸
۸	خیرآباد	۱۷/۶۵	۲۸/۶۲	-۰/۴۸	۰/۹۲	-۰/۲۶	۰/۵۳	۳۲/۲۲
۹	رودخانه‌ی کوهنجان	۳/۰۲	۵/۳۸	-۰/۰۹	۰/۳۱	-۰/۱۴	۰/۶۵	۷/۴۲
۱۰	کوهنجان	۴۴/۷۷	۷۲/۱۲	-۱/۳۷	۰/۷۱	-۰/۶۴	۰/۱۴	۸۴/۱۴
۱۱	شرق کوهنجان	۴۴/۹۶	۵۴/۱۰	-۰/۳۶	۰/۹۴	-۰/۲۲	۰/۹۱	۵۷/۰۰
۱۲	شمال کنو	۳۳/۲۶	۵۵/۲۲	-۰/۷۱	۰/۷۶	-۰/۲۶	۰/۵۹	۵۸/۵۷
۱۳	قادرآباد	۱۴/۱۶	۳۰/۴۷	-۰/۶۶	۰/۹۸	-۰/۵۷	۰/۹۴	۴۰/۶۰
۱۴	غرب حسن‌آباد	۴/۳۲	۱۷/۳۰	-۰/۵۰	۰/۹۲	-۰/۶۶	۰/۸۹	۲۶/۵۵
۱۶	شمال کت‌گنبد	۲۸/۸۳	۳۰/۵۶	-۰/۰۹	۰/۰۴	-۰/۲۵	۰/۸۶	۳۴/۲۲
۱۹	شمال سروستان	۵۱/۸۳	۵۲/۷۸	۰/۰۲	۰/۰۰۷	-۰/۴۰	۰/۴۶	۵۸/۳۶
۲۱	جنوب هفتو	۳۵/۱۲	۵۶/۷۸	-۱/۱۴	۰/۸۴	-۱/۸۲	۰/۶۴	۸۶/۱۰
۲۳	شرق ده‌نو	۲۵/۷۵	۵۵/۴۸	-۱/۱۹	۰/۹۲	-۰/۳۲	۰/۰۲	۷۴/۶۰
۲۴	جنوب مرادبیگی	۱۸/۰۵	۳۶/۴۵	-۰/۸۳	۰/۵۷	۰/۲۴	۰/۰۴	۴۶/۳۴
۲۷	راه شوریجه‌طالب‌بیگی	۷/۸۰	۲۰/۰۶	-۰/۴۳	۰/۷۴	-۰/۷۷	۰/۹۷	۳۱/۵۱
۲۸	جنوب شوریجه	۵۰/۳۲	۵۰/۲۶	-۰/۰۳	۰/۰۲	-۰/۱۲	۰/۷۵	۵۲/۰۶
۲۹	شمال شرق هزاردره	۶/۷۰	۹/۴۱	-۰/۱۶	۰/۵۹	-۰/۲۸	۰/۹۲	۱۳/۵۷
۳۰	جنوب غرب اردوگاه	۵۴/۹۶	۵۳/۵۰	-۰/۰۹	۰/۰۲	-۰/۰۴	۰/۰۸	۵۴/۰۰
۳۲	جنوب قصر ساسان	۲۹/۴۵	۳۳/۶۳	-۰/۰۸	۰/۰۷	-۰/۰۹	۰/۷۲	۳۵/۰۰
۳۳	نظرآباد	۲۸/۵۶	۳۲/۸۰	-۰/۲۶	۰/۶۳	-۰/۲۷	۰/۸۳	۳۶/۱۷
۳۴	جنوب غرب نظرآباد	۲۸/۲۶	۳۹/۲۳	-۰/۴۶	۰/۹۳	-۰/۲۵	۰/۷۵	۴۲/۴۳
-	متوسط روند تراز آب			-۰/۴۵		-۰/۳۶		

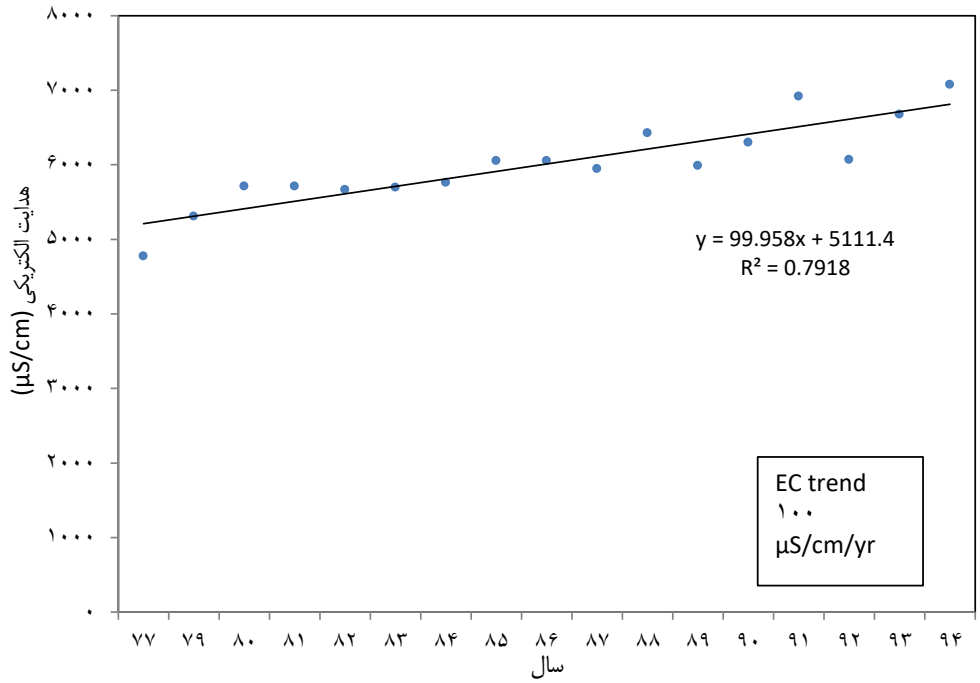


شکل ۵- مقایسه‌ی روند تغییر هدایت الکتریکی و غلظت کلر آب زیرزمینی در دشت سروستان.



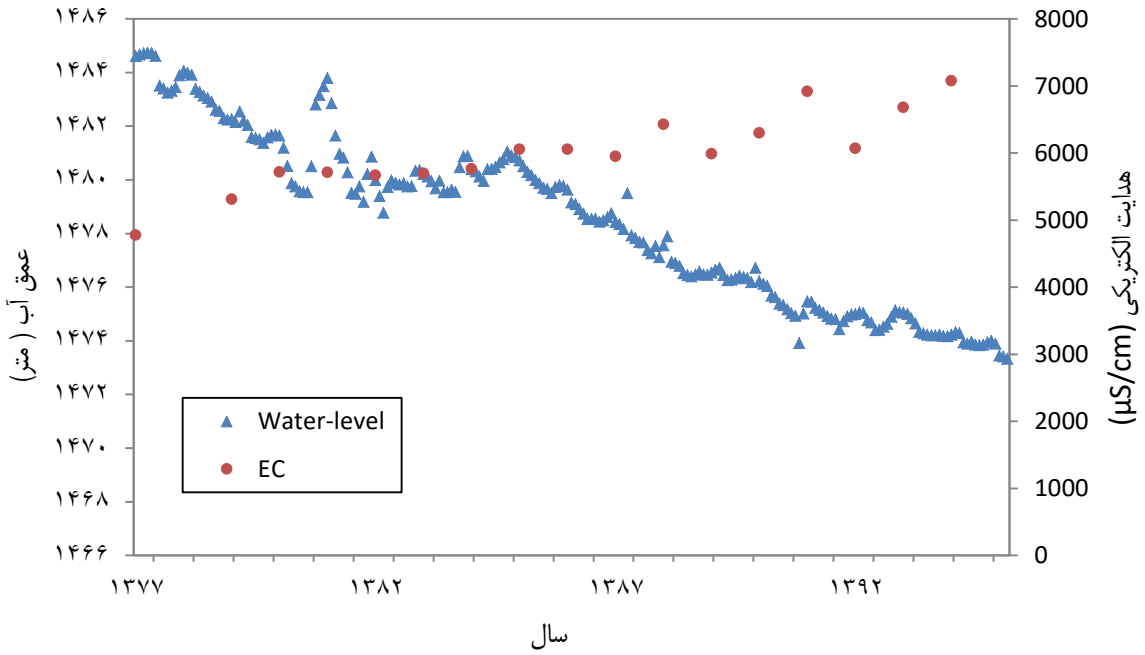
شکل ۶- همبستگی هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول آب زیرزمینی در دشت سروستان.

متوسط نرخ شورشدن آب‌های دشت در این مدت ۱۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال بود. عامل‌های مختلفی مانند عامل‌های زمین‌شناسی، آب‌وهوایی، موقعیت جغرافیایی، آب‌زمین‌شناختی، اختلاط آب‌ها با ترکیب‌های مختلف، و فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی موثر است. دلیل بد بودن کیفیت آب در دشت دو گنبد نمکی در شرق دشت و گسل عظیمی که از نزدیکی این گنبدها می‌گذرد و وارد دشت می‌شود (ریزش باران بر این گنبدها نمک (هالیت) را در خود حل می‌کند و آب با کیفیت بسیار بد از راه گسل وارد دشت می‌شود.)، اثر تشکیلات تبخیری و پلمه‌سنگ رازک، ساچون و پابده-گورپی، حل‌شدن کانی‌های تبخیری آبرفت در جهت حرکت آب‌های زیرزمینی، تجمع نمک در فصل‌های خشک و برگشت آن به آبخوان در فصل‌های پرباران، برگشت آب آبیاری، و تداخل آب شور دریاچه با آبخوان است (رئیسی و همکاران ۱۹۹۶).



شکل ۷- تغییر هدایت الکتریکی در آبخوان آبرفتی دشت سروستان.

مقایسه‌ی روند تراز آب زیرزمینی (آب نمود) و روند شوری (نمودار شیمیایی) دشت از سال ۱۳۷۷ نشان می‌دهد که با افزایش‌یافتن عمق آب زیرزمینی شوری آب نیز افزایش پیدا کرده است (شکل ۸). در این مدت به‌طور میانگین در برابر هر ۶۰ سانتی‌متر افت تراز آب در کل دشت، هدایت الکتریکی آب زیرزمینی ۱۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال افزایش یافت. بدیهی است که این روند در سطح دشت متفاوت بود و افت تراز آب زیرزمینی لزوماً با افزایش شوری همراه نبود. شرایط زمین‌شناسی، اندازه‌ی تغذیه، موقعیت محل نسبت به منطقه‌های تغذیه، و تخلیه عامل‌های مهمی است که در افزایش روند شوری موثر است. برای مثال هدایت الکتریکی چاه‌های انتخاب‌شده‌ی ۸، ۱۳، و ۱۴ کاهش یافت (جدول ۲). در منطقه‌های جنوبی دشت نظیر کوهنجان، تنگ هشی، جنوب شوریجه و جنوب هزاردره که در حاشیه‌ی ارتفاع‌های کوه‌های آهکی آسماری-جهرمی است، اگرچه تراز آب زیرزمینی افت بسیار کرد، تغییر شوری در آن‌ها زیاد نبود و کیفیت آن هنوز مناسب بود. به‌طور کلی کیفیت آب زیرزمینی در دشت در جهت حرکت آن از بالادست (محل تغذیه) به پایین‌دست (خروجی) کاهش یافت. در دشت سروستان شوری در بیش‌تر چاه‌ها در پایین‌دست نزدیک به دریاچه و مناطق میانی زیاد بود (جدول ۲).



شکل۸- مقایسه‌ی روند تراز آب و شوری آب زیرزمینی در دشت سروستان.

پیشنهادهایی برای کاهش اضافه برداشت از آب‌های زیرزمینی

هرچند دولت اقدام‌هایی برای مهارکردن افت تراز آب زیرزمینی در چارچوب پروژه‌های مختلف انجام داده ولی کافی نبوده است. بیش‌تر کارهای انجام‌شده در دشت‌های ممنوعه فیزیکی، سازه‌یی، و مدیریت عرضه بود، در حالی‌که می‌توان با مدیریت کردن تقاضا نیز به آن پرداخت. از آن‌جا که منابع آب دسترس محدود است و هزینه‌ی نهایی برداشت آب افزایش یافته است، تشویق‌کردن متقاضیان به تخصیص‌دادن آب به طرح‌هایی که بهره‌وری آن‌ها به ازای یک واحد آب بیش‌ترین باشد، ضرورت دارد. بررسی و تحلیل هزینه‌ی تمام‌شده‌ی اقتصادی طرح‌ها برای مقایسه و اولویت‌بندی کردن طرح‌های متقاضیان اهمیت زیادی دارد. با توجه به نکته‌های گفته‌شده برای کاهش‌دادن برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، پیشنهادهای زیر داده می‌شود.

جدول ۲- روند هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در چاه‌های انتخاب‌شده در دشت سروستان.

شماره‌ی چاه	محل چاه انتخاب‌شده	EC در شروع پایش (بهار ۱۳۷۷)	EC در آخرین اندازه‌گیری (تابستان ۱۳۹۴)	کم‌ترین EC µS/cm	بیش‌ترین EC µS/cm	روند EC µS/cm/yr	ضریب تعیین R^2
۱	شرق بکت	۱۴۲۱	۱۲۰۰۰	۱۰۸۷	۱۴۷۵۸	۶۶۰	۰/۷۴
۲	شرق سیف‌آباد	۴۳۸۵	۷۸۵۰	۳۴۵۸	۱۷۸۸۵	۱۸۲	۰/۵۰
۳	اسلام‌آباد	۳۳۱۴	۹۵۰۰	۲۶۷۵	۱۷۴۴۹	۲۵۴	۰/۳۰
۴	شرق بیت‌الهی	۷۰۵۸	۹۸۱۳	۴۲۸۱	۱۱۷۶۹	-۷۵	۰/۰۷
۵	شمال کوهنجان	۸۷۵	۱۴۰۶	۷۷۶	۳۴۹۱	۲۲/۲	۰/۵۳
۶	تنگ هشی	۱۳۱۲	۱۸۷۷	۸۵۷	۲۵۷۶	۲۵/۸۰	۰/۵۰
۷	جنوب غرب هزاردره	۱۳۷۰	۲۱۹۸	۱۲۶۴	۲۶۶۹	۲۵/۷۵	۰/۴۷
۸	جنوب شوریجه	۷۳۸	۷۱۹	۴۹۵	۱۷۶۰	-۵/۴۳	۰/۲۵
۹	شرق شوریجه	۴۳۱۲	۶۴۳۷	۴۳۱۲	۱۱۹۲۲	۱۶۲	۰/۵۰
۱۰	رکن‌آباد	۶۶۴۳	۱۲۵۶۰	۱۱۷۸	۱۵۰۰۰	۳۵۵	۰/۷۳
۱۱	ده‌نو	۳۷۴۷	۸۶۳۵	۳۷۴۷	۱۱۰۲۸	۲۶۵	۰/۶۹
۱۲	غرب بخشداری	۲۸۲۶	۳۱۹۰	۱۰۹۹	۵۵۹۰	۳۸/۲	۰/۳۴
۱۳	جنوب پمپ بنزین	۳۳۵۱	۲۹۰۵	۲۵۲۷	۶۷۶۶	-۱۰۹/۸	۰/۳۲
۱۴	جنوب مرادبیگی	۵۱۷۲	۳۹۹۶	۳۶۵۹	۶۲۰۱	-۱۱۶	۰/۸۵
۱۵	قصرساسان	۲۳۷۵	۷۱۵۳	۱۶۳۷	۷۱۵۳	۱۵۸	۰/۶۴
۱۶	جنوب قصرساسان	۵۲۲۸	۶۹۴۸	۴۴۵۷	۷۸۹۶	۷۳/۲۴	۰/۵۵
۱۷	پوزه نظرآباد	۱۹۵۲	۲۷۴۸	۱۳۱۵	۳۷۶۸	۶۷/۴۰	۰/۰۴
۱۸	نظرآباد	۷۲۸۴	۸۰۰۷	۳۰۶۲	۱۰۰۰۰	۴۱/۳	۰/۲۴
۱۹	کفه نظرآباد	۵۷۴۰	۸۲۹۳	۵۱۸۹	۱۴۱۳۰	۶۸/۷	۰/۲۴
۲۰	شمال دولت‌آباد	۶۵۱۲	۱۰۹۹۰	۵۶۷۳	۱۱۷۷۵	۱۶۶	۰/۴۶
۲۱	شمال شرق کنو	۶۱۱۹	۸۹۷۸	۴۴۰۵	۹۴۲۰	۱۶۰	۰/۷۳
۲۲	خیرآباد	۸۷۸۳	۱۱۷۷۵	۱۱۳۸	۱۷۵۴۳	۱۴۸	۰/۳۲
۲۳	کمال‌آباد	۱۲۳۸۲	۱۴۱۳۰	۱۲۱۸۱	۱۷۰۷۲	۱۰۱	۰/۴۷
۲۴	قنبری	۷۸۶۷	۱۱۷۷۵	۶۱۶۶	۱۶۶۹۱	۳۰۴	۰/۵۶

۱- به‌نظر می‌رسد که نظام تخصیص منابع آب در کشور که عمدتاً مبتنی بر ضابطه‌های اداری و سیاسی است باید به‌تدریج به‌سوی نظام مبتنی بر اصل‌های اقتصادی که هدف آن به‌دست آوردن بیش‌ترین ارزش اقتصادی از منابع آب باشد، حرکت کند.

۲- اتکا به نظام اداری برای مهارکردن مصرف آب و یا افزایش‌دادن قیمت بی مشارکت کشاورزان نتیجه‌ی مطلوب نداشته است. تجربه‌های موجود نشان می دهد که کشاورزان درآمد آنی خود را بر ملاحظات بلندمدت استفاده از آب ترجیح می‌دهند. دادن آگاهی به کشاورزان از راه نظام ترویجی و جلب مشارکت آنان از راه ایجادکردن تشکل‌های مصرف‌کنندگان آب برای مهارکردن مصرف و توزیع‌کردن عادلانه و منصفانه‌ی آب می‌تواند از برخی سوءاستفاده‌ها در توزیع آب جلوگیری کند و کارآیی نظام اداری در رسیدن به هدف مدیریت مصرف آب را افزایش دهد.

۳- با اصلاح‌کردن معیارهای تشویق کشاورزان یا انتخاب‌کردن

کشـــاورزان نمونه، آن‌ها بـــه اصلاح‌کردن روش‌هـــای آبیاری و افزایش‌دادن کارآیی استفاده از آب تشویق شوند. به‌عنوان مثال می‌تـــوان به‌جای عمل‌کرد در هکتار، انـــدازه‌ی محصول به‌ازای هـــر مترمکعب آب را به‌کار بـــرد. در منطقه‌های کم‌آب، آبیاری کم‌تر از بیشینه‌ی آب نیاز داشته‌ی محصول از دیدگاه اقتصادی توجیه‌شـــدنی اســـت، زیرا با کاهش‌دادن مقدار آب مصرفی در هکتـــار می‌توان زمین‌های بیش‌تری را زیر کشـــت آورد. به این شیوه می‌توان به‌جای بازده زمین، بازده آب را که عامل کمیاب است بیشینه کرد.

۴- ایجاد هم‌آهنگی میان هدف‌های کشاورزان و سیاست‌گزاران در انتخاب‌کـــردن محصول و الگوی مصرف آب ضروری اســـت. تولیـــد محصـــول زراعی ممکن اســـت برای کشـــاورزان مزیت داشـــته باشـــد، ولی از نظر جامعه اقتصادی نباشـــد. این تضاد منافع هنگامی اســـت که نســـبت هزینه‌هـــای داخلی تولید آن محصول (یعنی هزینه‌های ســـرمایه، آب و نیروی کار) به ارزش افزوده (یعنی تفاوت ارزش ناخالص و هزینه‌های واســـطه) که با قیمت‌های جاری بازار تعیین می‌شود، کوچک‌تر از ۱، ولی اگر با قیمت‌های حقیقی (اقتصادی) محاسبه شود بزرگ‌تر از ۱ است. در این‌حالت برای ترغیب کشـــاورزان به نکاشـــتن آن محصول لازم اســـت دولت در سیاســـت‌های قیمتی خود بازنگری کند. یعنـــی قیمت بعضی نهاده‌های داخلـــی نظیر آب را آزاد (حذف یارانه)، و قیمـــت حمایتی آن محصول را جوری تعیین کند که تولید آن محصول برای کشاورزان اقتصادی نباشد. از سوی دیگر هر گاه کشـــت محصولی برای کشـــاورزان اقتصادی نباشد ولی برای جامعه مطلوب باشـــد، دولت می‌تواند جوری در سیاســـت قیمت‌گذاری بازنگری کند که کشـــاورزان به کشت آن محصول رغبت نشان دهند.

۵- بهبـــوددادن وضعیت مالی بهره‌بـــرداران یکی از راه‌کارهای موثر در کاهش‌دادن فشـــار بر منابع آبی است. یکی از علت‌های ناکارآیی الگوی مصرف آب و منابع طبیعی دیگر، فقر اقتصادی اســـت. کشـــاورزان فقیر و خرده‌پا، غالبا از ضرورت بهره‌برداری پایدار از منابع دست‌رس خود آگاهی کافی ندارند و تلاش برای گذران زندگـــی آنان را به بهره‌برداری مفـــرط و ناکارآ از منابع آبی وادار می‌کند. بنابراین مثلث فقر، ناکارآیی و رشـــد جمعیت رفتار آن‌ها را با آب و منابع طبیعی شـــکل می‌دهد. عامل‌هایی مانند بی‌اطمینانی از آینـــده، کمبود نقدینگی، نرخ تورم زیاد و نبود فن‌آوری مناسب شکاف کارآیی را افزایش می‌دهد. بنابراین انجام‌دادن اقدام‌هایی برای ایجادکردن اشـــتغال در محدوده‌ی دشت برای مقابله با فقر توصیه می‌شود.

۶- خرید آب صرفه‌جویی‌شـــده می‌توانـــد راه‌کار مفیدی برای کاهش‌دادن فشـــار بر منابع آبی باشد. پیشنهاد می‌شود اندازه‌ی آب صرفه‌جویـــی شـــده درنتیجه‌ی تغییردادن الگوی کشـــت، به‌کاربـــردن روش‌های مناســـب آبیاری، پوشـــاندن جوی ها و تســـطیح زمین به‌طور دقیق تعیین، و آب صرفه‌جویی شـــده با قیمت مناسب از کشاورزان خریده شود.

۷- تـــوان افزایـــش‌دادن بهـــره‌وری و کارآیی مصـــرف آب در کشاورزی به‌طور کامل به‌کار گرفته نشده است. انجام تحقیقات کاربردی و پایه‌یـــی برای تولیدکردن رقم‌های متحمل کم‌آبی و شوری، و ابداع روش‌ها و فن‌های آبیاری سازگار با شرایط موجود منطقه توصیه می‌شـــود. در کاربرد فن‌آوری‌های جدید آبیاری باید دقت کرد که با شـــرایط اقلیمی و کشاورزی سازگار باشد. به‌عنوان مثال آبیاری بارانی در سروستان مانند برخی از جاهای دیگر کشور به‌دلیل پخش‌شدن آب در هوا و افزایش‌یافتن تبخیر توصیه نمی‌شود.

۸- برای تشویق‌شدن کشـــاورزان و مصرف‌کنندگان دیگر آب، لازم اســـت که در تدوین برنامه‌های توســـعه‌ی اقتصادی برای اصلاح الگوی مصرف آب سیاســـت‌های تشویقی بیشینه به‌کار رود. به‌عنوان مثال، اقدام‌هایی مانند صدور ســـند مالکیت آب، به‌رسمیت شناختن حق مبادله (خرید و فروش آب)، جداکردن مالکیت آب از زمین، به‌کارگیری معیار اندازه‌ی محصول به‌ازای هـــر مترمکعب آب به‌جـــای عمل‌کرد در هکتار برای تشـــویق کشاورزان توصیه می‌شود.

۹- یکی از منابع مناســـب برای ایجادکردن فرصت‌های شغلی، تأسیس‌کردن صنعت‌های وابسته به کشاورزی است. برای مثال تولید کمپوســـت و کود، توسعه‌ی ماشـــینی‌کردن، بسته‌بندی پسته و زعفران، گلخانه و کاشت گیاهان شورزیست در منطقه‌ی سروستان پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

بررســـی تراز آب زیرزمینی دشـــت سروســـتان نشان می‌دهد کـــه رونـــد آن در زمـــان تقریبـــاً خطـــی و نشـــان‌دهنده‌ی تخلیه‌ی آن اســـت. شـــیب خـــط آب نمود دراز مدت دشـــت (۴۷ cm/yr) اندکی تندتر از شیب روند تراز آب در پنج سال اخیر (۳۹cm/yr) اســـت که بیانگر کاهش‌یافتن نرخ افت‌کردن تراز آب در سال‌های اخیر اســـت. به‌طور کلی تراز آب زیرزمینی در جاهایی که برداشت آب زیرزمینی زیاد است با سرعت بیش‌تری کاهش می‌یابد. بیش‌ترین نرخ کاهش ۱/۳۷ و ۱/۱۹ متر در سال در کوهنجان و ده‌نو بود، که برداشـــت زیادی از آن‌ها می‌شـــود. کم‌ترین نرخ کاهش در قسمت انتهای غرب و شمال غرب دشت با برداشـــت کم مشاهده شـــد. پیش‌بینی عمق تراز آب در سال ۱۴۱۰ نشان می‌دهد که در منطقه‌هایی نظیر کوهنجان، ده‌نو و شمال سروستان افت عمق تراز آب بسیار زیاد است و به بیش از ۸۰ متر می‌رسد. متوسط هدایت الکتریکی آبخوان سروستان در ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۴ نشـــان می‌دهد که آب‌های دشت در این مدت ۱۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال شورتر شد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشـــی از طرح «بررسی آثار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پایین‌رفتن سفره‌ی آب زیرزمینی و اثرهای آن بـــر ســـرمایه‌گذاری و تولید بخش خصوصی در دشـــت سروســـتان» اســـت، و با حمایت مالی مرکز ملی مطالعات راهبردی کشـــاورزی و آب اتاق ایران انجام شد. بدین‌وسیله نویســـندگان قدردانی و تشـــکر خود را از حامیان مالی اعلام می‌دارند.

فهرست منابع

Dogan MS, Buck I, Medellin-Azuara J, Jay R. 2019. Statewide effects of ending long-term groundwater overdraft in California, Journal of Water Resources Planning and Management, 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001096.

Ghasemizade M, Asante KO, Petersen Ch, Kocis T, Dahlke HE, Harter Th. 2019. An integrated approach toward sustainability via groundwater banking in the southern Central Valley California, Water Resour. Res., 10.1029/2018WR024069.

Goode DJ, Senior LA, Subah A, Jaber A. 2013. Groundwater-level trends and forecasts, and salinity trends, in the Azraq, Dead Sea, Hammad, Jordan Side Valleys, Yarmouk, and Zarqa groundwater basins, Jordan: U.S. Geological Survey Open-File Report 2013–1061. 80 p.

Hess A, Iyer H, Malmb W. 2001. Linear trend analysis: a comparison of methods. Atmospheric Environment. 35(30): 5211–5222.

Mortazavi S, Soleimani K, Ghaffari-Movafaq F. 2011. Ware resource management and sustainable development: Case study: Rafsanjan plain. Water and Sewage. 22(2): 126–131. (In Persian).

Nadianfar M, Anasari H, Dehqan H, Salari M. 2009. Forecasting groundwater level changes in Neishbour plain using time series model. National Symposium on Patterns of Sustainable Development in Water Management. 779–794. (In Persian).

Parizadi T, Sheikhi H, Ebrahimpoor M. 2013. Determine the appropriate location of parks and urban green space by using GIS. Journal of Spatial Planning. 2(3): 111–134. (In Persian).

Raeisi E, Moore F. 1993. The effect of evaporitic formations on the quality of Karst water. Iranian Journal of Science and technology. 17(2): 91–103.

Raeisi E, Jehbez O, Moore F. 1996. Hydrochemical behavior of karstic and evaporitic formations surrounding Sarvestan Plain, Iran. Theoretical Applied Karstology. 9: 165–174

Rahmani A. R 2004. Forecasting groundwater level changes in Hamadan-Bahar plain using time series model. Water and Sewage. 15(3): 42–49. (In Persian).

Richards LA. 1954. Diagnosis and improvements of saline and alkaline soils, USDA Agriculture Handbook No. 60. 160 p.

Tabari M, Maknoon R, Ebadi T. 2012. Providing a structure for optimal long-term planning of integrated utilization. Water and Sewage. 23(4): 56–60. (In Persian).

Vojdani H. R. 2011. The major challenge facing unsustainability of water, Case study: Hamadan Province. Water and Environment. 53: 12–16. (In Persian).

Watershed Management Research

VOL. 33, No. 2, Ser. No: 127, Summer 2020, pp.82 - 96
DOI: 10.22092/wmej.2019.128069.1283

The Trend of Changes in Groundwater Quantity and Quality in the Sarvestan Plain of Fars Province

Seyed Ali Mohammad Cheraghi
(Corresponding Author)* Assistant Prof. Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Fars Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran
Bahaolddin Najafi
Professor, Islamic Azad University, Marvdasht branch, Iran
Shahrokh Shajari
Assistant Prof., Office of Economic Affairs, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran
Mahmood Javan
Associate Professor, College of Agricultural, Shiraz University

*Corresponding Author Email: samcheraghi@gmail.com
Received: 10 May 2019 Accepted: 01 July 2019

Abstract
Dependence of agriculture on groundwater in the Sarvestan Plain has necessitated the implementation of appropriate policies for sustainable utilization of this resource. An assessment of the quantity and quality of groundwater in the plain, and evaluating the effect of overdraft on them, is of paramount importance. The purpose of this research was to investigate the long-term impact of groundwater overdraft in the Sarvestan Plain on its quantity and quality. Water level and salinity data collected from 24 observation wells from 1991 to 2016, and from 24 operational wells from 1998 to 2015 were analyzed. Results indicated that water level in the long-term has dropped 47 cm/yr, which is slightly faster than the water level trend in the last five years (39 cm/yr), indicating a lower rate of water level drop in the recent years. Forecasting water level in 2030, based on the last five years trend, indicated that the drop in water level will be very high in areas such as Kohenjan, Dehnow and north of the city of Sarvestan, reaching a depth of more than 80 meters. The salinity has increased by an average rate of 100 micro Siemens per centimeter per year. Furthermore, the average water-level and salinity trends in the plain indicated that water salinity has increased with an increase in depth to groundwater; however, this has not been the case everywhere in the plain.

Keywords: Aquifer, trend analysis, water level drop, water salinity