2022, Vol.9, No.3, Pages 39 to 48
Journal of Water and Sustainable Development

سال نهم، شماره ۳، ۱۴۰۱، صفحات ۳۹ تا ۴۸
نشریه آب و توسعه پایدار

Article Type: Technical paper

نوع مقاله: فنی ترویجی

The Study of the Effects of Restoration and Resilience Plan on Groundwater of Qaleh Tol Plain, North East Khuzestan

F. Alijani[1*], S. F. Musavi[2], H. Mohammadi[3]

1- Assist. Prof., Department of Minerals and Groundwater Resources, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. 2- MSc of Hydrogeology, Kamiab Gostar Jonub Consulting Engineers, Ahvaz, Iran. 3- PhD Candidate of Hydrogeology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

*(Corresponding Author Email: f_alijani@sbu.ac.ir)

Received: 05-12-2022 Revised: 26-12-2022
Accepted: 27-12-2022 Available Online: 29-12-2022

بررسی اثرات طرح احیا و تعادل‌بخشی بر آب‌های زیرزمینی دشت قلعه‌تل، شمال شرق خوزستان

فرشاد علی‌جانی[1*]، سیده فاطمه موسوی[2]، هادی محمدی[3]

۱- استادیار هیدروژئولوژی، گروه زمین‌شناسی معدنی و آب، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. ۲- کارشناس ارشد هیدروژئولوژی، مهندسین مشاور کمیاب گستر جنوب، اهواز، ایران. ۳- دانشجوی دکتری هیدروژئولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

*(نویسنده مسئول، E-Mail: f_alijani@sbu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۶ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۰/۰۸

Abstract

The restoration and resilience project with the aim of compensating for the reservoir deficit and preventing the decline of the aquifers is being developed by the Ministry of Energy with various projects and is being implemented throughout Iran. The implementation of restoration and resilience projects in the forbidden plain of Qaleh Tol, northeast of Khuzestan, has started since 2017. The evaluation of the implemented plans, saving 1.7 million cubic meters per year (about 14% reduction in the exploitation of groundwater) has been done by comparing the fluctuations of the groundwater level of the plain before and after the implementation of the plan. The results showed that the amount of changes in the reservoir level and the volume of Qaleh Tol aquifer in the water year 2021-2022, which is in the dry period along with the implementation of restoration and balancing projects in the region, is positive and equal to 0.41 meters and 1.8 million cubic meters, respectively. Based on this, while during the drought period of 2021-2022, most of the plains of Khuzestan province have faced a drop in the reservoir level and reservoir deficit, however, the groundwater level has risen in Qaleh Tol plain, which can be due to the positive effects of the implementation of the projects. Due to the intermittent years with more rainfall than normal and drought, it is not possible to comment with certainty regarding the effects of project implementation on the aquifer balance, and the clear role of the effect on the representative hydrograph is not certain due to the short-term fluctuations of water level changes.

Keywords: Restoration and Resilience Plan, Groundwater drawdown, Khuzestan.

چکیده

طرح احیا و تعادل‌بخشی با هدف جبران کسری مخزن و جلوگیری از افت آبخوان‌های زیرزمینی با پروژه‌های مختلف در وزارت نیرو تدوین و در کل کشور در حال اجرا است. اجرای طرح‌های احیا و تعادل‌بخشی در دشت ممنوعه قلعه‌تل، شمال شرق خوزستان، از سال ۱۳۹۷ آغاز شده است. ارزیابی اجرای طرح‌های اجرا شده، با صرفه‌جویی ۱/۷ میلیون متر مکعبی در سال (حدود ۱۴ درصد کاهش بهره‌برداری از آب زیرزمینی) با مقایسه نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت در قبل و بعد از اجرای طرح انجام شده است. نتایج نشان داد که میزان تغییرات سطح ایستابی و حجم آبخوان قلعه‌تل در سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ که در دوره خشک و همراه با اجرای طرح‌های احیا و تعادل‌بخشی در منطقه می‌باشد، مثبت و به ترتیب برابر ۰/۴۱ متر و ۱/۸ میلیون متر مکعب می‌باشد. بر این اساس در حالی که در دوره خشکسالی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ عمدهٔ دشت‌های استان خوزستان با افت سطح ایستابی و کسری مخزن مواجه شده‌اند، ولی در دشت قلعه‌تل تراز آب زیرزمینی بالا آمده است که می‌تواند به دلیل اثرات مثبت اجرای طرح‌های احیا و تعادل‌بخشی آبخوان باشد. با توجه به تناوب سال‌های با بارش بیشتر از نرمال و خشکسالی، نمی‌توان با قطعیت در ارتباط با اثرات اجرای طرح بر تعادل آبخوان نظر داد و نقش واضح با تأثیر بر روی هیدروگراف معرف، به علت نوسانات کوتاه‌مدت تغییرات سطح آب، قطعی نیست.

واژه‌های کلیدی: طرح احیا و تعادل‌بخشی، افت سطح آب زیرزمینی، خوزستان.

HomePage: https://jwsd.um.ac.ir

How to cite this article: Alijani F., Musavi S. F. and Mohammadi H. 2022. The Study of the Effects of Restoration and Resilience Plan on Groundwater of Qaleh Tol Plain, North East Khuzestan. Journal of Water and Sustainable Development, 9(3): 39-48. doi: http://dx.doi.org/10.22067/jwsd.v9i3.2212.1196

مقدمه

در سال‌های اخیر فشار به منابع آب زیرزمینی کشور جهت تأمین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف (کشاورزی، شرب و بهداشت، فضای سبز، صنایع و خدمات) فزونی یافته است؛ به طوری که آب استحصالی از چاه‌ها بسیار بیشتر از ظرفیت آب تجدیدپذیر آبخوان‌ها بوده و همین امر منجر به نزول سطح آب زیرزمینی در بسیاری از دشت‌های کشور و بروز اثرات مخرب از جمله خشکیدن قنوات و چشمه‌ها، افزایش هزینه بهره‌برداری، شور شدن آب استحصالی از چاه‌ها، بایرشدن زمین‌های زراعی، فرونشست زمین و ایجاد درز و شکاف در تأسیسات و منازل در برخی مناطق گردیده است.

از مهمترین پروژه‌های طرح احیا و تعادل‌بخشی، می‌توان به ایجاد گروه‌های گشت و بازرسی، انسداد چاه‌های غیرمجاز و جلوگیری از اضافه برداشت چاه‌های مجاز، نصب و راه اندازی کنتورهای هوشمند، اطلاع‌رسانی و تهیه برنامه‌های فرهنگی، مدیریت مشارکتی آب‌های زیرزمینی، تغذیه مصنوعی و استقرار و تشکیل بازارهای محلی آب اشاره کرد. از جمله اقدامات مهمی که در راستای تعادل‌بخشی آب زیرزمینی صورت گرفته و اکنون با جدیت بیشتری در حال پیشروی می‌باشد، نصب وسایل اندازه‌گیری هوشمند جهت مدیریت مصرف منابع آب زیرزمینی است. از جمله اهداف نصب کنتورهای هوشمند، اندازه‌گیری حجم آب برداشت شده توسط بهره‌برداران منابع آب و جلوگیری از هرگونه برداشت غیرمجاز، ایجاد تعادل بین منابع و مصارف آب زیرزمینی با برنامه‌ریزیِ متکی بر اطلاعات بدست آمده از قرائت کنتورها و حجم بهره‌برداری از منابع آب و شناسایی و برخورد با بهره‌برداران دارای اضافه برداشت و بهره‌برداران غیرمجاز می‌باشد.

تاکنون مطالعات مختلفی در ارتباط با بررسی اثرات اجرای طرح‌های مختلف حفاظت کمی و کیفی از منابع آب و به ویژه آب‌های زیرزمینی انجام شده است (Al-Amin و همکاران، ۲۰۱۸؛ Bhattacharjee و همکاران، ۲۰۱۸؛ Lezzaik و همکاران، ۲۰۱۸؛ Morsy و همکاران، ۲۰۱۸؛ Samani، ۲۰۲۱). Dong و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله‌ای خطرپذیری آبخوان‌های کم‌عمق و عمیق در تیانجین چین را در قالب پروژه انتقال آب به شمال کشور چین ارزیابی نمودند. ایشان بر اساس خصوصیات آبخوان‌های کم‌عمق و عمیق، دو مجموعه سیستم شاخص ارزیابی چهار معیاره طراحی نمودند. در مرحله بعد، فاکتورها نرمالیزه شده و وزن‌هایی به آنها اختصاص یافت. سپس میزان خطرپذیری آبخوان‌های کم‌عمق و عمیق محاسبه گردید. در انتها عدم قطعیت ارزیابی خطرپذیری آبخوان با استفاده از روش شاخص کریجینگ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نکته قابل توجه در این تحقیق تجزیه و تحلیل عدم قطعیت ارزیابی خطرپذیری آبخوان است که در بسیاری از تحقیقات مغفول می‌ماند. Zhang و همکاران (۲۰۱۹) بیان داشتند آب زیرزمینی یکی از مهمترین منابع برای تأمین آب در نواحی خشک می‌باشد. آنها با بررسی حوضه رودخانه زرد چین که یک نمونه معمول حوضه‌های خشک و نیمه‌خشک می‌باشد و عمدهٔ مصرف آب زیرزمینی آن برای تأمین آب کشاورزی است، بیان نمودند که اجرای پروژه‌های تأمین آب کشاورزی باعث افت سطح آب‌های زیرزمینی از سال ۲۰۰۰ به بعد گردیده است. در این مطالعه، از داده‌های چندگانه شامل داده‌های سنجش از دور ماهواره GRACE، داده‌های مشاهده‌ای آب زیرزمینی و داده‌های شبیه‌سازی مدل‌ها برای شناسایی روند ذخیره آب زیرزمینی و نقش تغییر اقلیم و فعالیت‌های انسانی در بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ استفاده نمودند. نتایج بررسی آنها نشان داد که در مقیاس حوضه‌ای داده‌های GRACE، تخمین کلی از تغییرات ذخیره آب زیرزمینی به دست می‌دهد. آنها بیان نمودند که مصرف زیادتر آب زیرزمینی برای اهداف مختلف افزایش یافته و این باعث کاهش حجم ذخیره آب زیرزمینی به میزان ۱۰ میلی‌متر بر سال شده است. بر این اساس علیرغم افزایش تغذیه آب زیرزمینی و کاهش سطح زیر کشت، ذخیره آب زیرزمینی بازیابی نشده است.

در تحقیقی که در منطقه معدنی در Johannesburg انجام گرفته است، میزان نوسانات سطح آب زیرزمینی در بلندمدت و میزان بارندگی ثبت شده و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است (Abiye و همکاران، ۲۰۱۸). جهت این تجزیه و تحلیل از روش CRD استفاده شده است. نتایج حاصل از CRD نشان می‌دهد که در سال‌های پر بارش، سطح آب زیرزمینی کم عمق تر می‌شود. در صورت عدم همبستگی تغییرات سطح آب زیرزمینی با بارش، این فرضیه تقویت می‌شود که برداشت آب زیرزمینی، علت مهمی برای نوسانات سطح آب زیرزمینی است. در تحقیقی در بخشی از زیرحوضه Kandivalasa در هند، سطح آب زیرزمینی در ۴۱ چاه مشاهده‌ای در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی و پایش قرار گرفت (Prasad و Rao، ۲۰۱۸). در طول این پایش، سطح آب زیرزمینی به طور پیوسته کاهش پیدا کرد. این کاهش در سال ۲۰۱۵ بسیار بیشتر بود، زیرا در این سال میزان بارندگی نیز به کمترین میزان خود رسیده بود. تخلیه آب زیرزمینی به خصوص در بخش‌های شرقی و جنوب‌غربی محدودهٔ مورد مطالعه، مشاهده شد. زیرا در این بخش میزان برداشت، بیش از حد مجاز بوده است. به طور کلی در این زیرحوضه میزان برداشت مجاز سالانه ۱۱/۳ میلیون متر مکعب بوده است، در حالی‌که بهره‌برداری واقعی به ۱۶/۶ میلیون متر مکعب در سال رسیده است. میزان اضافه برداشت ۵/۶ میلیون متر مکعب، علت اصلی افت سطح آب زیرزمینی است. با تخمین میزان برداشت مجاز سالانه، میزان برداشت واقعی از آب‌های

زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه و بررسی تراز آب زیرزمینی، مناطقی که در معرض خطر جدی کم آبی قرار داشتند، شناسایی گردید. این نتایج به همراه راهکارهای جایگزین استفاده از منابع آب زیرزمینی، در اختیار تصمیم‌گیران قرار گرفت.

در ایران نیز در چند سال اخیر مطالعات مختلفی در ارزیابی پروژه‌های طرح احیا و تعادل‌بخشی انجام شده است. کبیری و نظری (۱۳۹۶) در تحقیقی بیان کرده‌اند که آمار ارائه شده در منابع آب ایران، وضع دشوار روند افت سالانه آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. در این بین اما، طرح تعادل‌بخشی، نقطه امیدی است که بتوان با اجرای آن بحران به وجود آمده در منابع آب زیرزمینی را تسکین بخشیده و با ارتقای اثربخشی این طرح در دشت‌های بحرانی، بتوان وضعیت این دشت‌ها را بهبود بخشید. در این تحقیق اثربخشی و نقات قوت و ضعف این طرح بررسی و راهکارهای لازم ارائه گردیده است و به این نکته اشاره شده است که چنانچه طرحی با این اهمیت و وسعت، بدون مطالعات امکان‌سنجی فنی، اجتماعی و نهادی آغاز و ادامه یابد، ممکن است موجبات شکست در طرح، بی اعتمادی بیشتر بین بهره‌برداران و متولیان آب، از بین رفتن سرمایه اجتماعی و در نهایت تخریب منابع آب گردد. نجفی بیامه و همکاران (۱۳۹۵) در این پژوهش به مبانی محاسباتی دستورالعمل اجرای توامان آئین‌نامه مصرف بهینه آب کشاورزی و قانون تعیین تکلیف چاه‌های آب فاقد پروانه بهره‌برداری پرداخته‌اند. نتایج نشان‌دهندهٔ وجود ابهامات و ایراداتی در رابطه با اعداد و ارقام مورد نیاز جهت اجرایی نمودن این دستورالعمل می‌باشد. با بررسی تفاوت‌های مشاهده شده، پیشنهاداتی جهت تدقیق اطلاعات مورد نظر ارائه گردید. فارغ از ابهامات وارده به نحوهٔ برآورد میزان آب قابل برنامه‌ریزی جهت مصارف بخش کشاورزی، در این تحقیق به بررسی دستورالعمل فوق الذکر با تاکید بر داده‌های مربوط به استان کرمانشاه پرداخته شده است. در تحقیقی که توسط علی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) انجام شده است، به بررسی وضعیت این طرح در دشت ممنوعه بحرانی نیشابور به عنوان یکی از دشت‌های پایلوت این طرح در استان خراسان رضوی پرداخته شده است و بر اساس داده‌ها و آمار موجود، چهار سناریو برای احیای آبخوان نتیجه‌گیری شده است. در این تحقیق مقایسه نوع مصارف آب در جهان، ایران، خراسان رضوی و نیشابور انجام گرفته است. در این تحقیق اشاره شده که اجرای طرح احیا و تعادل‌بخشی می‌تواند گام موثری در جهت جبران برخی خسارت‌ها در نظر گرفته شود، اما کاملاً محرز است که زیرساخت‌های این طرح در دشت‌های پایلوت اصلاً وجود ندارد؛ به ویژه در دشت نیشابور که هنوز بر سر ارقام آمار و اطلاعات ابتدایی بحث و جدل فراوان وجود دارد. عدم تطابق آمار و اطلاعات منابع آب حاصل از آماربرداری سراسری در هر ۵ سال یک بار و آمار سالانه حفاظت و بهره‌برداری منابع آب و بروز اشکال در بیلان، راه‌های متفاوت محاسبات بیلان، بی اطلاع بودن از آمار دقیق چاه‌های غیر مجاز و حتی برداشت های مجاز و عدم تخصیص به موقع اعتبارات و حقوق گروه‌های گشت و بازرسی موجب شده که طرح همواره با مشکلات فراوان همراه باشد، چرا که شرح خدمات بندهای ۱۵ گانه طرح تعادل‌بخشی، کمتر همسو خواهد بود.

وابستگی بیش از اندازه به منابع تجدیدناپذیر آب‌های زیرزمینی و در نتیجه تخلیه و افت این منابع، اثرات منفی و ناگواری بر روی محیط زیست، مسائل سیاسی، اقتصادی و اجتماعی دارد. فقدان ابزارهای مناسب جهت شناسایی و تشخیص انواع خطرهایی که آب‌های زیرزمینی را تهدید می‌کند، باعث تشدید تخریب و تخلیه آبخوان‌ها می‌شود. اجرای طرح احیا و تعادل‌بخشی در دشت‌ها که یکی از مصوبات شورای عالی آب است، به عنوان راهکار برون‌رفت از بحران، به تمامی شرکت‌های آب منطقه‌ای کشور اعلام شده است؛ اما این طرح با چالش‌ها و مشکلاتی روبه رو است که موجب عدم رسیدن به هدف فوق خواهد شد. در استان خوزستان با توجه به افت سطح آب زیرزمینی در دشت قلعه‌تل و مطالعات انجام شده، این دشت نیز در فهرست دشت‌های ممنوعه کشور قرار گرفته و لذا اجرای پروژه‌های طرح احیا و تعادل‌بخشی برای دشت در اولویت شرکت سهامی سازمان آب و برق خوزستان به عنوان متولی امر قرار گرفته است. در این دشت طرح‌های مختلف شامل تقویت و تشکیل گروه‌های گشت و بازرسی، اصلاح و تعدیل پروانه‌های بهره‌برداری کشاورزی، ایجاد تشکل‌های آبران مردمی، تغذیه مصنوعی و تجهیز چاه‌های بهره‌برداری به ابزارهای هوشمند، انجام گرفته شده است. هدف از این تحقیق واکاوی تأثیرات اجرای طرح‌های چندگانه احیا و تعادل‌بخشی بر تغییرات ذخیره آبخوان قلعه‌تل بدون هر گونه پیش داوری و با تکیه بر داده‌های هیدرواقلیمی می‌باشد.

موقعیت و ویژگی‌های گستره مطالعاتی

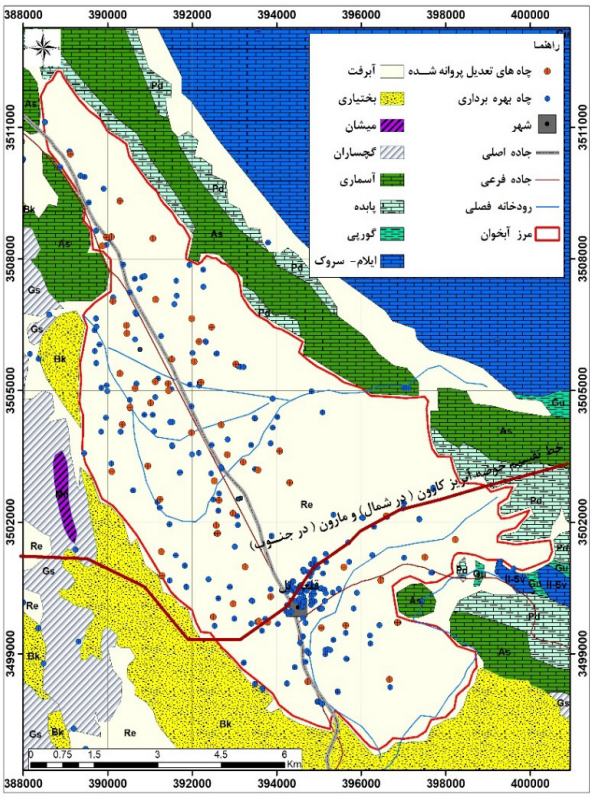
گستره مطالعاتی مرغاب دارای وسعت ۸۱۸/۵۱ کیلومتر مربع می‌باشد که از این مساحت ۷۱۳/۲۳ کیلومتر ارتفاعات و ۱۰۸/۲۸ کیلومتر مربع به دشت تخصیص یافته است. آبخوان‌های گستره مطالعاتی مرغاب شامل چهار آبخوان قلعه‌تل، نوترگی، چهارتنگ وهلایجان می‌باشد. آبخوان قلعه‌تل در بین طول جغرافیایی ′۴۹ °۴۹ تا ′۵۷ °۴۹ شرقی و عرض جغرافیایی ′۳۵ °۳۱ تا ′۴۴ °۳۱ شمالی قرار گرفته است و به‌واسطه راه ارتباطی اهواز- ایذه قابل دسترسی است. موقعیت این آبخوان و نقشه زمین‌شناسی آن در شکل (۱) ارائه شده است. آبخوان آبرفتی قلعه‌تل در منطقه زاگرس چین خورده و در مسیر گسل پی سنگی ایذه واقع شده است. این آبخوان از شرق به سازندهای آهکی ایلام- سروک و

آسماری و سازندهای مارنی- شیلی پابده و گورپی، از شمال و شمال غرب به آهک آسماری و از جنوب، جنوب غربی و غرب به کنگلومرای بختیاری و مارن‌های گچساران ختم می‌شود.

آبخوان قلعه‌تل از نوع آزاد تک لایه است. مهمترین کاربری در محدوده دشت قلعه‌تل کشاورزی است. دشت قلعه‌تل شامل ۱۰۰۰۰ هکتار زمین است که ۱۴۵۰ هکتار از آن تحت کشت آبی و مابقی آن زمین دیم است. محصولات در دو نوبت پاییزه و بهاره کشت می‌شود (حیدری، ۱۳۹۱). محصولات پاییزه عبارت است از: گندم دیم، گندم آبی، جو دیم، کلزا، پیاز. محصولات بهاره نیز شامل برنج (در سال‌های پرآبی)، حبوبات، صیفی‌جات، کشت گلخانه‌ای، ذرت، سیب زمینی، بادام زمینی و سبزیجات می‌باشد (بر اساس مشاهدات میدانی). برداشت آب از آبخوان عمدتاً با هدف کشاورزی و به میزان کمی با هدف شرب و مصارف شهری صورت می‌گیرد. وسعت آبخوان قلعه‌تل که تحت پوشش شبکه چاه‌های مشاهده‌ای منطقه می‌باشد، برابر ۷۳/۸۴ کیلومترمربع است. با توجه به رخنمون‌های سنگی منطقه اسکلت آبخوان، سازندهای آسماری و کنگلومرای بختیاری و همچنین از رسوبات آبرفتی ریز و درشت رودخانه‌ای در منطقه تشکیل شده است. در محدوده آبخوان قلعه‌تل در حال حاضر ۱۵ چاه مشاهده‌ای وجود دارد. عمق سنگ کف آبرفت از کمتر از ۱۰ متر تا حدود ۲۰۰ متر در دشت قلعه‌تل متغیر است. به طور کلی از جنوب شرق به سمت شمال غرب دشت، ضخامت آبرفت افزایش می‌یابد (علی‌جانی و همکاران، ۱۳۹۸).

ارتفاع توپوگرافی در دشت قلعه‌تل و در محدوده آبخوان آن از ۸۱۹ تا ۱۰۵۳ متغیر است. شیب توپوگرافی از جنوب شرقی به سمت غرب و شمال غربی است. میانگین ارتفاع در این دشت ۸۸۴ متر و میانگین شیب، ۲/۹ درصد است. در بخش جنوبی آبخوان سرشاخه‌های رودخانه فصلی گلال و در بخش شمالی سرشاخه‌های فصلی رود مرغاب قرار دارد. به سبب ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی خاص، خط تقسیم دو حوضه رود کارون در شمال و رود مارون در بخش جنوبی- مرکزی دشت قلعه‌تل قرار دارد. همچنین خط تقسیم آب زیرزمینی (با وجود جابجایی‌های زیاد در سال‌های اخیر) تقریباً در همین محدوده قرار داشته و بنابراین می‌توان چنین گفت که زهکشی آب‌های سطحی و زیرزمینی، هم جهت می‌باشد.

بر اساس آزمون‌های پمپاژ ۵ حلقه چاه اکتشافی و ۸ حلقه چاه بهره‌برداری در منطقه، ضریب قابلیت انتقال بین ۱۱۵ تا ۱۷۱۶ متر مربع در روز و ضریب ذخیره بین ۰/۰۲ تا ۰/۳۸ متغیر می‌باشد. با این‌حال تجربیات مطالعات میدانی مهندسین مشاور کمیاب گستر جنوب نشان می‌دهد که میانگین ضریب ذخیره (آبدهی ویژه) در آبخوان قلعه‌تل تقریبا ۰/۰۶ می‌باشد. نتایج واسنجی مدل کمی آبخوان قلعه‌تل نشان می‌دهد که هدایت هیدرولیکی دشت قلعه‌تل در محدوده ۰/۵ تا ۱۳ متر در روز تغییر می‌کند که بیشتر مقادیر مربوط به آن در بخش غربی و جنوب غربی دشت می‌باشد و ناشی از رسوبات دانه درشت کنگلومرای بختیاری است. کمترین مقادیر هدایت هیدرولیکی مربوط به سازندهای نفوذناپذیر پابده در حاشیه شرقی دشت است (حیدری، ۱۳۹۱).



شکل ۱- موقعیت و نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (منبع: ورقه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کوه آسماری، شرکت ملی نفت ایران)

بحث پیرامون کنتورهای هوشمند

کنتورهای هوشمند نصب شده بر روی چاه‌های کشاورزی به دو دست کلی کنتورهای هوشمند حجمی و کنتورهای هوشمند آب و برق تقسیم می‌شوند. کنتورهای هوشمند حجمی به دو شکل هوشمند الکترومغناطیسی و هوشمند WI وجود دارد که معمولاً بر روی چاه‌های دیزلی نصب و مورد استفاده قرار می‌گیرد. کنتورهای هوشمند حجمی با عبور آب از داخل آن به طور مستقیم حجم آب عبوری را اندازه‌گیری می‌کند. کنتورهای هوشمند الکترومغناطیسی از طریق ایجاد میدان الکترومغناطیسی در اطراف لوله آب حجم عبوری آب را اندازه گیری می‌کند که این کنتورها بیشتر برای چاه‌های ماده ۱۲ (مرغداری‌ها و دامداری‌ها)، خدماتی و چاه‌های صنعتی با دبی پایین توسط آب منطقه‌ای، پیشنهاد می‌گردد.

کنتورهای هوشمند حجمی WI، توسط حرکت چرخ دنده به داخل آن به وسیله عبور آب، دبی آب را به صورت دیجیتال قرائت می‌کند. بر روی هر نوع کنتور حجمی یک دستگاه مودم قرار دارد که در شرکت‌های آب منطقه‌ای، امکان دریافت اطلاعات توسط مودم و پردازش آنها وجود ندارد که این، یکی از مشکلات وارده به این کنتورها می‌باشد. بنابراین حتماً باید با حضور فیزیکی و بازدید کنتور و قرائت آن از صحت عملکرد آنها با خبر شد. مشکل دیگر آنکه در خصوص این کنتورها در صورت ماسه‌دهی چاه به مرور زمان چرخ دنده‌های کنتور حجمی، فرسایش یافته و احتمال ایجاد خطای قرائت دبی وحجم آب ورودی در این کنتورها وجود دارد. علاوه بر این، گاهی اوقات کشاورزان جهت عدم قرائت کنتور با ایجاد ضربه به آن باعث خردشدن چرخ دنده در کنتورهای هوشمند WI شده و کارکرد کنتور را مختل می‌کنند. بنابراین تا زمان بازدید کنتور، خرابی مشخص نمی‌گردد. لازم به ذکر است کنتورهای هوشمند حجمی WI در حال حاضر بر روی چاه‌های کشاورزی دیزلی قرار می‌گیرد.

کنتورهای هوشمند آب و برق در حال حاضر بر روی تمام چاه‌های کشاورزی برقی قرار می‌گیرد. عملکرد این کنتورها به این صورت است که برق پمپ چاه و یا الکتروموتور ازاین کنتور عبور کرده و بر اساس توان پمپ یا الکتروموتور و برق مصرفی آنها دبی مصرفی چاه را محاسبه می‌کند. این کنتورها دارای یک مودم و یک کارت شارژ بوده که حجم آب پروانه بهره‌برداری به صورت سالانه توسط شرکت‌های آب منطقه‌ای بر روی آن شارژ شده و فقط مالک چاه به اندازه حجم پروانه بهره‌برداری قادر به بهره‌برداری از چاه می‌باشد و پس از مصرف حقابه سالانه، کنتور خود به خود برق چاه را قطع و از بهره‌برداری آن جلوگیری می‌کند. از مشکلات این کنتور این است که با توجه به اندازه‌گیری دبی لحظه‌ای و توان مصرفی پمپ، باید به درستی کالیبره شود و در صورت عدم کالیبره درست، قرائت کنتور دچار مشکل می‌شود. در صورت آبیاری بارانی و یا خط انتقال طولانی که مستقیم توسط پمپ صورت می‌گیرد، به دلیل مصرف آمپر بالا و توان مصرفی زیاد پمپ، قرائت کنتور بسیار بالاتر از دبی حقیقی چاه می‌باشد. بنابراین برای این مشکل باید از یک پمپاژ ثانویه استفاده شود. هیچ گونه انشعابی از کنتور برق آبی نباید گرفته شود، زیرا قرائت کنتور در این صورت بالاتر از دبی واقعی چاه می‌باشد. بنابراین از تابلو برق کنتور فقط باید یک خروجی جهت پمپ چاه گرفته شود تا اخلال در کارکرد کنتور ایجاد نکند.

با توجه به موارد بالا کنتورهای هوشمند آب وبرق به دلیل وجود نظارت مستقیم بر مصرف چاه‌های کشاورزی از طریق شارژ کارت حقابه سالانه، جهت نصب بر روی چاه‌ها مناسب‌تر می‌باشند. لازم به ذکر است امکان دست‌کاری این کنتورها به مراتب از کنتورهای هوشمند حجمی کمتر است، بنابراین تخلف در خصوص این کنتورها نیز بسیار پایین‌تر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل داده‌های سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای در دوره ۱۱ ساله (۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱)، داده‌های بانک آماربرداری چاه‌های بهره‌برداری و اطلاعات مربوط به اجرای طرح‌های تعادل‌بخشی در سطح دشت می‌باشد که از سازمان آب و برق خوزستان دریافت شده است. داده‌های سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای پس از بررسی اولیه در صورت نیاز مورد بازبینی قرار گرفتند.

بر اساس اطلاعات دریافتی از معاونت حفاظت و بهره‌برداری منابع آب سازمان آب و برق خوزستان طرح‌های مختلفی در سطح دشت قلعه‌تل اجرا شده است. در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ با استفاده از بودجه طرح احیا و تعادل‌بخشی، بالغ بر ۵۵ دستگاه کنتور حجمی هوشمند جهت کنترل میزان برداشت منابع آب زیرزمینی بر روی چاه‌های بهره‌برداری این دشت، نصب گردید. همچنین با اعلام ضرایب تعدیل منطقه مرغاب، بالغ بر ۷۰ پروانه بهره‌برداری، اصلاح و تعدیل شده‌اند و حجم صرفه‌جویی این اصلاح و تعدیل بالغ بر ۱/۷ میلیون متر مکعب می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به اجرای پروژه ایجاد تشکل‌های آبران در این دشت، تغییرات الگوی کشت نیز در این دشت ایجاد شده و کشت‌هایی مانند کشت بادام زمینی رواج یافته و در زمان اجرای این پروژه (۱۳۹۸-۱۳۹۷) کشت شلتوک به میزان قابل توجهی کاهش یافته و از کشت‌های جایگزین و گلخانه‌ای استفاده شده است. همچنین در دوره ۱۰ ساله (۱۳۹۱ تا ۱۴۰۱) یک گروه گشت و بازرسی به طور مداوم در سطح دشت قلعه به فعالیت گشت زنی مشغول می‌باشند، لذا از حفر چاه‌های غیر مجاز جدید در سطح دشت ممانعت کامل به عمل آمده است. پروژه تغذیه مصنوعی به روش پخش سیلاب نیز در جبهه ورودی شرق دشت قلعه‌تل در اواسط دهه ۸۰ اجرا گردیده است که متأسفانه به دلیل وجود لایه‌های رسی ضخیم در زون غیر اشباع، پس از آبگیری اولیه، نفوذ از حوضچه‌ها به کندی انجام شده است. بر این اساس در حوضچه‌ها اقدام به حفر چاه‌های تغذیه‌ای شد تا مشکل عدم نفوذ از لایه‌های رسی بخش غیر اشباع حل شود. با این حال با توجه به آورد رسوب بالای حوضه بالادست پس از آبگیری مجدد رواناب (بدون انجام ترسیب در حوضچه رسوبگیر) اقدام به تغذیه رواناب گل‌آلود در چاه‌های تغذیه‌ای گردید که باعث رسوب گل و لای در چاه‌ها و پر شدن آنها گردید. بر این اساس عملاً پروژه تغذیه مصنوعی دشت قلعه‌تل در همان سال ابتدایی بهره‌برداری با شکست مواجه شد و دیگر آبگیری از طریق آن رخ نداده است. بر این اساس عملاً دو پروژه اصلی احیا و تعادل‌بخشی شامل نصب کنتورهای حجمی و تغییر الگوی کشت جایگزین با مشارکت مردمی از سال ۱۳۹۷ در سطح دشت قلعه‌تل اجرا شده است.

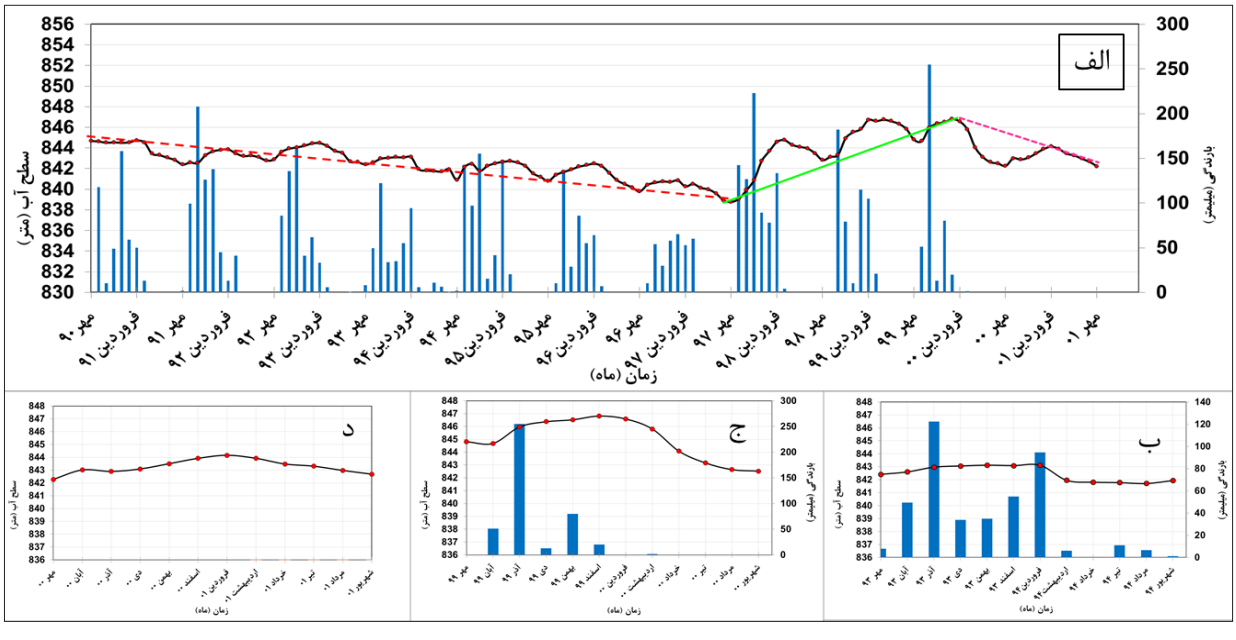
به منظور تعیین اثرات نصب کنتورهای حجمی هوشمند و تغییر

الگوی کشت در آبخوان بر سطح ایستابی آبخوان قلعه‌تل، دو سال آبی با وضعیت مشابه در قبل و بعد از اجرای طرح برای بررسی سطح ایستابی انتخاب گردید. بدین منظور از هیدروگراف معرف آب زیرزمینی استفاده شد. با توجه به اینکه طرح نصب کنتورهای حجمی در سال آبی ۹۷-۱۳۹۶ انجام شده، سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ با بارش ۴۲۰ میلی‌متر (در ایستگاه قلعه‌تل) به عنوان سال شاخص پس از اجرای طرح و سال آبی ۹۴-۹۳ با بارش ۴۲۲ میلی‌متر به عنوان سال آبی شاخص، پیش از اجرای طرح انتخاب گردید. همچنین سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ نیز به علت فراگیر بودن خشکسالی، مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت با مقایسه نوسانات سطح آب در هیدروگراف معرف و نقشه‌های هم تراز و هم تغییرات آب زیرزمینی دشت قلعه‌تل، نسبت به اثرات اجرای طرح‌های احیا و تعادل‌بخشی در سطح دشت پایلوت قلعه‌تل اقدام شد.

نتایج و بحث

در این مقاله با مقایسه روند تغییرات سطح آب زیرزمینی در دو سال با بارش نزدیک به هم پیش از اجرای طرح‌های احیا و تعادل‌بخشی (سال آبی ۱۳۹۴-۱۳۹۳) و پس از آن (سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹)، ارزیابی اثرات اجرای طرح بر آبخوان دشت قلعه‌تل انجام شده است.

به منظور بررسی نوسانات سطح ایستابی آبخوان قلعه‌تل، هیدروگراف معرف آبخوان در بازه زمانی ۱۴۰۱- ۱۳۹۰ تهیه و در شکل ۲-الف ارائه شده است. در هیدروگراف معرف آبخوان قلعه‌تل، سه روند دیده می‌شود. از مهر ۹۰ تا شهریور ۹۷ سطح آب زیرزمینی در آبخوان قلعه‌تل به میزان ۵/۷۶ متر افت داشته است. این بدان معنی است که طی ۷ سال به طور متوسط ۸۲ سانتی‌متر در هر سال، سطح آب در آبخوان پایین رفته است. از مهر ۹۷ تا اسفند ۹۹ سطح آب آبخوان به میزان ۸ متر خیز داشته است (۳/۲۲ متر در هر سال). به نظر می‌رسد که افزایش چشم‌گیر سطح ایستابی طی ۲/۵ سال متأثر از بارش فراوان و ترسالی سال ۹۸-۱۳۹۷ می‌باشد. از فروردین ۱۳۹۹ تا شهریور ۱۴۰۱ سطح آبخوان به میزان ۳/۹۱ متر افت داشته است (۲/۶۱ متر در سال). طی خشکسالی سال‌های آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰، کاهش تغذیه و برداشت آب از آبخوان عامل اصلی افت سطح ایستابی بوده است. در نهایت تراز سطح آب در آبخوان قلعه‌تل طی دوره ۱۱ ساله، به میزان ۲ متر افت داشته که معادل ۱۸ سانتی‌متر در هر سال می‌باشد.



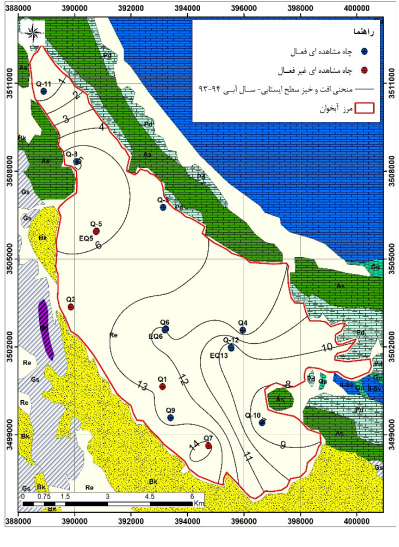
شکل ۲- هیدروگراف معرف آبخوان قلعه‌تل الف) در دوره زمانی ۱۴۰۱-۱۳۹۰، ب) در سال آبی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ ، ج) در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، ج) در سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ (داده‌های تأیید شده بارش ماهانه سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ توسط امور آب منتشر نشده و در اختیار نبوده است)

در سال آبی ۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه بارانگرد که در محدوده آبخوان قلعه‌تل قرار دارد، در مجموع ۴۲۲ میلی متر بارندگی ثبت شده است. وضعیت بارش در این سال مشابه با سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ بوده و از این رو به عنوان سال شاخص پیش از اجرای طرح هوشمندسازی کنتور چاه‌های بهره‌برداری، ثبت شده است. بر اساس هیدروگراف معرف آبخوان در این سال (شکل ۲- ب)، آب آبخوان به میزان ۴۸ سانتی‌متر افت داشته است. این میزان حدود ۳۰ سانتی‌متر بیش از متوسط افت آبخوان در دوره ۱۱ ساله مورد بررسی می‌باشد. حداکثر سطح ایستابی در این سال در بهمن و فروردین ۱۳۹۳ به میزان ۸۴۲/۱۲ متر و حداقل سطح

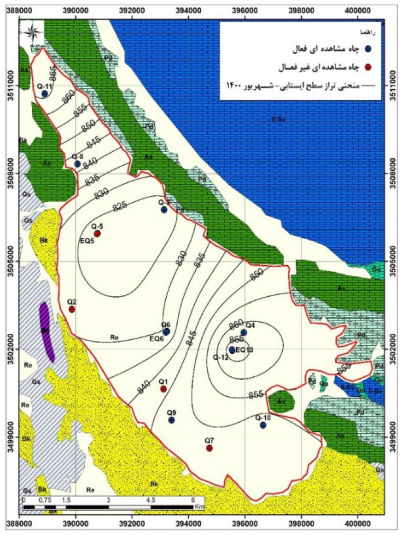
ایستابی در مرداد ماه به میزان ۸۴۱/۷۲ متر می‌باشد. بر اساس نقشه افت و خیز سطح آب (شکل ۳) تغییرات سطح آب بین ۲/۳- در بخش‌های شمالی و جنوبی تا حدود ۰/۵ متر در بخش شمال غربی متغیر می‌باشد. بر اساس نقشه‌های سطح آب، افت کلی در سطح ایستابی آبخوان قلعه‌تل در سال آبی ۹۴-۱۳۹۳ حدود ۹۰ سانتی‌متر می‌باشد که تقریباً دو برابر افت برآورد شده بر اساس هیدروگراف معرف است. با توجه به ماهیت دو روش مذکور، روش تعیین افت کلی بر اساس نقشه‌های هم تغییرات با توجه به ماهیت میانگین‌گیری آن از کل منطقه نسبت به روش هیدروگراف معرف مبتنی بر چندضلعی‌ها، نتایج نزدیک‌تر به واقعیت را به دست می‌دهد.

در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در ایستگاه بارانگرد که درشمال غرب آبخوان قلعه‌تل قرار دارد، در مجموع ۴۳۶ میلی‌متر و در ایستگاه قلعه‌تل ۴۲۰ میلی‌متر بارندگی ثبت شده است. این سال به عنوان سال شاخص پس از اجرای طرح هوشمندسازی کنتور چاه‌های بهره‌برداری ثبت شده است. بر اساس هیدروگراف معرف آبخوان در این سال (شکل ۲-ج)، آب آبخوان به میزان ۲/۳ متر افت داشته است. این میزان حدود ۲/۱۲ متر بیش از متوسط افت آبخوان در دوره ۱۱ ساله مورد بررسی می‌باشد. حداکثر سطح ایستابی در این سال در اسفند ماه ۱۳۹۹ به میزان ۸۴۶/۸ متر و حداقل سطح ایستابی در شهریور ماه ۱۴۰۰به میزان ۸۴۲/۵ متر می‌باشد. نقشه هم تراز سطح آب زیرزمینی در ماه شهریور ۱۴۰۰ در شکل (۴) ارائه شده است. بر اساس نقشه افت و خیز سطح آب در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ (شکل ۵)، حداکثر افت سطح آبخوان به میزان ۴/۷ متر در شمال آبخوان و در محدوده چاه مشاهده‌ای Q-3 و نیز در جنوب آبخوان در مجاورت چاه مشاهده‌ای Q-10 می‌باشد. بالا آمدن سطح آب زیرزمینی نیز در بخش‌هایی از شرق، شمال و جنوب‌غربی دیده می‌شود. بر اساس نقشه‌های سطح آب، افت کلی در سطح ایستابی آبخوان قلعه‌تل در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، حدود ۲/۲ متر می‌باشد.

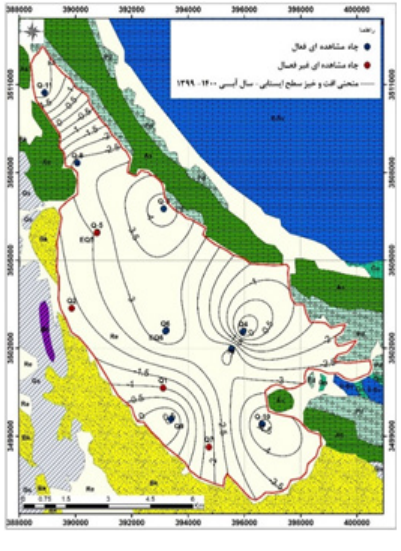
در سال آبی ۱۴۰۱- ۱۴۰۰، میزان بارش در ایستگاه قلعه‌تل برابر ۳۲۰ میلی‌متر و به عنوان سال خشک بوده است. بر اساس هیدروگراف معرف آبخوان در این سال (شکل ۲-د)، آب آبخوان به میزان ۴۱ سانتی‌متر خیز داشته است. حداکثر سطح ایستابی در این سال در فروردین ۱۴۰۱ به میزان ۸۴۴/۱۶ متر و حداقل سطح ایستابی در مهر ۱۴۰۰ به میزان ۸۴۲/۲۷ متر می‌باشد.



شکل ۳- نقشه افت و خیز سطح ایستابی آبخوان قلعه‌تل در سال آبی ۱۳۹۴-۱۳۹۳



شکل ۴- نقشه هم تراز آب زیرزمینی دشت قلعه‌تل در شهریور ماه ۱۴۰۰



شکل ۵- نقشه افت و خیز سطح ایستابی آبخوان قلعه‌تل در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹

بر اساس نتایج آماربرداری سراسری از منابع آب زیرزمینی در استان خوزستان در سال ۱۳۹۷، در محدوده آبخوان قلعه‌تل ۳۶۶ چاه بهره‌برداری با مجموع بهره‌برداری سالانه ۳۰/۶ میلیون متر مکعب وجود دارد. در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ اجرای طرح احیا و تعادل‌بخشی در آبخوان ممنوعه قلعه‌تل در قالب سه طرح تعدیل و اصلاح پروانه‌های بهره‌برداری، نصب کنتورهای حجمی هوشمند و ایجاد بازار مشترک آب، اجرا گردید. بدین منظور پروانه بهره‌برداری ۷۲ چاه بهره‌برداری مجاز با دبی بین ۱ تا ۳۵ لیتر بر ثانیه در محدوده آبخوان قلعه‌تل از تاریخ ۹۷/۲/۱۸ تا تاریخ ۱۴۰۱/۶/۲۷ تصحیح و تعدیل گردید. این چاه‌ها به منظور آبیاری ۱۳۷۲ هکتار از مزارع کشاورزی دشت قلعه‌تل مورد بهره‌برداری قرار گرفتند. میزان کل برداشت سالانه از این چاه‌ها حدود ۱۱/۴۳ میلیون متر مکعب می‌باشد. پس از اجرای طرح تعدیل پروانه‌های بهره‌برداری از آبخوان و برنامهٔ نصب کنتورهای حجمی هوشمند از سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ سالانه حدود ۱/۷ میلیون متر مکعب در مصرف آب صرفه‌جویی صورت می‌گیرد. این رقم معادل ۱۴/۸

درصد از مقدار برداشت اولیه از این ۷۲ حلقه چاه و معادل ۵/۵ درصد از کل برداشت از آبخوان می‌باشد.

آبخوان قلعه‌تل واقع در محدوده مطالعاتی مرغاب با کد ۲۳۰۹ از تاریخ ۱۳۹۷/۳/۱۳ به مدت سه سال به عنوان دشت ممنوعه اعلام شد. این بدان معنی است که نباید اضافه برداشت از آبخوان صورت گرفته و میزان برداشت سالانه در حد ۳۰/۶ میلیون متر مکعب در سال ثابت بماند. الگوی کشت پاییزه در دشت غالباً دیم- گلخانه‌ای و الگوی کشت بهاره آبی- گلخانه است. از این‌رو تمرکز زمانی برداشت از آبخوان در بهار و تابستان می‌باشد. همچنین در سال‌های اخیر الگوی کشت از محصولات پرآب‌بر مثل برنج، به محصولات کم‌آب‌بر مثل بادام‌زمینی، تغییر یافته است. بنا بر آنچه که پیش‌تر ذکر شد، پروژه‌های تغذیه مصنوعی (چه از طریق حوضچه تغذیه و چه از طریق چاه تغذیه) در منطقه با شکست مواجه شده است. به علت ممانعت از آبیاری غرقابی و اجرای طرح‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای در سطح گسترده (بر اساس مشاهدات میدانی)، آب برگشتی از کشاورزی به آبخوان یا ناچیز بوده و یا بطور پنهان و به مقدار جزئی در کم کردن اثر تغییرات منفی ذخیره آبخوان به ویژه در شمال غرب آبخوان که عمق آب زیرزمینی در حدود ۱۰ متر است، اثرگذار می‌باشد. آنچه که مسلم است در حال حاضر و به دلیل شرایط خشکسالی حاکم، میزان بهره‌برداری از آبخوان ثابت بوده و عمدهٔ تغذیه آبخوان از بارش می‌باشد. در جدول (۱) نتایج محاسبه تغییرات سطح آب و ذخیره آبخوان قلعه‌تل برای ۱۱ سال دوره آماری (۱۴۰۱-۱۳۹۰) ارائه شده است. همچنین در نمودار شکل (۶) تغییرات ذخیره آبخوان با میزان بارش مقایسه شده است. پاسخ سریع تغییرات ذخیره آبخوان به بارش به خوبی در این نمودار قابل مشاهده است.

تعیین دقیق تغذیه آبخوان از بارش معمولاً به مطالعات دقیق و سنجش‌های صحرایی نیاز دارد. اما با برازش میزان بارش سالانه بر نوسانات سالانه سطح ایستابی (هیدروگراف معرف در شکل ۲) و برازش مجموع بارش سالانه بر تغییرات ذخیره آبخوان (شکل ۶) می‌توان به نتایج نسبی در مورد تغذیه از بارش دست یافت و به پیش‌بینی رفتار آبخوان در برابر بارش پرداخت. میانگین مجموع بارش سالانه یک دوره ۴۵ ساله از سال ۱۳۴۵ تا سال ۱۳۹۰ در ایستگاه بارانگرد (به‌عنوان قدیمی‌ترین ایستگاه معرف دشت قلعه‌تل) ۶۶۱ میلی‌متر می‌باشد (حیدری، ۱۳۹۱). همچنین میانگین مجموع بارش سالانه از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۴۰۱ در ایستگاه قلعه‌تل ۴۹۷ میلی‌متر می‌باشد. بر اساس جدول (۱) و نمودار شکل (۶) در سال‌هایی که بارش در منطقه کمتر از ۴۹۷ میلی‌متر است (به استثنای سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰)، بیلان آب زیرزمینی منفی می‌باشد.

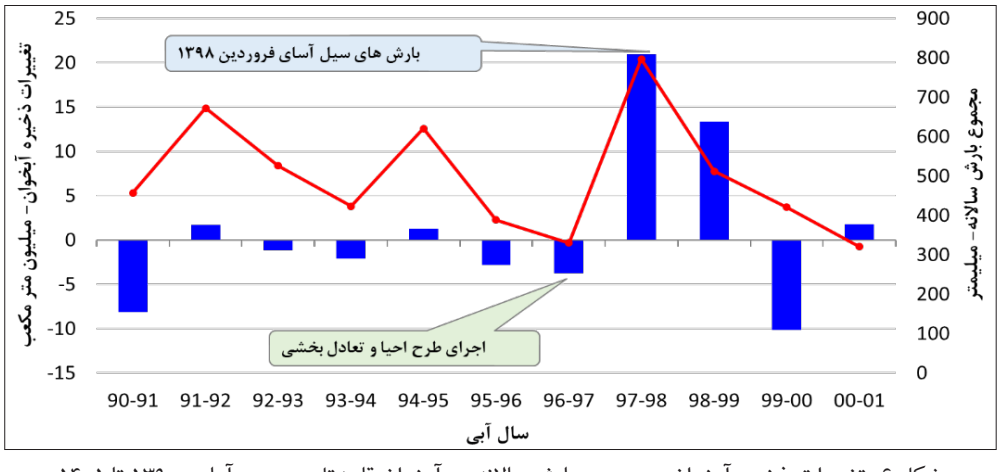
بر اساس هیدروگراف معرف آبخوان قلعه‌تل در شکل (۲) و نمودار شکل (۶)، خیز ۸ متری تراز آب زیرزمینی (۳/۲۲ متر در هر سال) از مهر ۹۷ تا اسفند ۹۹ مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد که افزایش چشمگیر سطح ایستابی در طی ۲ سال متأثر از تغذیه از باران‌های زیاد ناشی از ترسالی در سال‌های آبی ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ (به ویژه باران‌های سیل آسای سال ۱۳۹۸) می‌باشد. از این رو جدا کردن سهم تغذیه از بارش و اثرات طرح احیا و تعادل‌بخشی در این دو سال آبی مشکل است. مسلم است که سنجش اثرات طرح احیا و تعادل‌بخشی در سال‌های خشکسالی واضح‌تر می‌باشد.

با توجه به بارش ۴۲۰ میلی‌متری در سال آبی ۱۴۰۰- ۱۳۹۹، که کمتر از حد میانگین سالانه و نشان‌دهندهٔ خشکسالی است، طبیعی است که با کاهش شدید بارش‌ها، بهره‌برداری بیش از حد از آبخوان صورت گرفته و تغییرات ذخیره آبخوان منفی باشد. به نظر می‌رسد که در این سال آبی طرح احیا و تعادل‌بخشی یا به خوبی اجرا نشده و یا اثر آن در کاهش تغییرات منفی ذخیره آبخوان، مخفی شده است.

همانطور که در بالا ذکر شد، بر اساس نمودار شکل (۶) چنین به نظر می‌آید که پاسخ تغییرات ذخیره آبخوان به کاهش ویا افزایش مجموع بارش سالانه بسیار سریع می‌باشد، با این‌حال در سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ که واجد کمترین میزان بارش در دوره ۱۱ ساله مورد بررسی است، تغییرات ذخیره آبخوان مثبت شده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان تغییرات سطح ایستابی و حجم آبخوان قلعه‌تل (جدول ۱)، در سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ که سال با بارش کمتر از میانگین همراه با اجرای طرح‌های احیا و تعادل‌بخشی در منطقه می‌باشد، به ترتیب برابر ۰/۴۱متر و ۱/۸ میلیون متر مکعب می‌باشد. بر این اساس در حالی که در سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، عمده دشت‌های استان خوزستان با افت سطح ایستابی و کسری مخزن مواجه شده‌اند، ولی در دشت قلعه‌تل، تراز آب زیرزمینی بالا آمده است که می‌تواند به دلیل اثرات مثبت اجرای طرح‌های احیا و تعادل‌بخشی آبخوان باشد.

جدول ۱- تغییرات سطح آب و ذخیره آبخوان قلعه‌تل بر اساس هیدروگراف معرف آبخوان در دوره آماری ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱

سال آبی	مجموع بارش سالانه (میلی‌متر)	تغییرات ذخیره آبخوان (میلیون متر مکعب)	تغییرات سطح آب (متر)	میانگین سالانه سطح ایستابی (متر)
۱۳۹۰-۹۱	۴۵۷	-۸/۱۸	-۱/۸۵	۸۴۴/۱۳
۱۳۹۱-۹۲	۶۷۲	۱/۷۰	۰/۳۸	۸۴۳/۱۸
۱۳۹۲-۹۳	۵۲۵/۵	-۱/۲۰	-۰/۲۷	۸۴۳/۷۲
۱۳۹۳-۹۴	۴۲۲/۶	-۲/۱۱	-۰/۴۸	۸۴۲/۴۷
۱۳۹۴-۹۵	۶۲۰	۱/۲۵	۰/۲۸	۸۴۲/۰۹
۱۳۹۵-۹۶	۳۸۸	-۲/۸۰	-۰/۶۳	۸۴۱/۵۳
۱۳۹۶-۹۷	۳۳۰	-۳/۷۹	-۰/۸۵	۸۴۰/۲۳
۱۳۹۷-۹۸	۷۹۶/۷	۲۰/۹۵	۴/۷۳	۸۴۲/۵۴
۱۳۹۸-۹۹	۵۱۲	۱۳/۳۴	۳/۰۱	۸۴۵/۳۹
۱۳۹۹-۰۰	۴۲۰/۵	-۱۰/۱۷	-۲/۲۹	۸۴۵/۰۰
۱۴۰۰-۰۱	۳۲۰	۱/۸۰	۰/۴۱	۸۴۳/۲۷



شکل ۶- تغییرات ذخیره آبخوان و مجموع بارش سالانه در آبخوان قلعه‌تل در دوره آماری ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱

نتیجه‌گیری

در دشت ممنوعه قلعه‌تل، در رابطه با مقادیر آب قابل برنامه‌ریزی، مصارف بر اساس اصلاح پروانه، نصب کنتورهای حجمی و کنترل برداشت و مشارکت ذینفعان با تغییر الگوی کشت، باعث شده تا هیدروگراف معرف آبخوان پس از حدود ۴ سال از اجرای طرح‌ها تا حدی با پاسخ مثبت همراه باشد. البته در ادامه اجرای طرح‌ها می‌توان با برآورد صحیح نیاز خالص آبی گیاهان و بازبینی برآورد آب قابل برنامه‌ریزی، بازنگری در نحوه محاسبات مربوط به اصلاح پروانه‌های چاه‌های بهره‌برداری، مطالعه دقیق و اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی و مهار سیلاب‌های مخرب، تعیین سطح زیر کشت واقعی توسط گروه‌های گشت و بازرسی، تدقیق بیلان آب زیرزمینی دشت، تکمیل و توسعه شبکه چاه‌های مشاهده‌ای در سطح دشت و جلوگیری از کف‌شکنی چاه‌هایی که مجوز جابجایی گرفته‌اند، از کسری مخزن آبخوان دشت جلوگیری نمود.

در مناطق خشک و نیمه‌خشک همانند دشت قلعه‌تل، مدیریت منابع آب پیچیدگی‌های زیادی دارد. این پیچیدگی‌ها متأثر از طبیعت و خصوصیات ذاتی آبخوان، شرایط برداشت از آبخوان، میزان تغذیه آبخوان و بسیاری از موارد دیگر است که تمام این شرایط بر نوسانات سطح آب زیرزمینی تأثیرگذار است. نتایج نشان داد که میزان موفقیت اجرای طرح احیا و تعادل‌بخشی در آبخوان قلعه‌تل به دلیل رخداد دو سال با بارش بیش از نرمال (سال‌های آبی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷) با دوره کوتاه‌مدت ۴ ساله سپری شده از اجرای پروژه‌های طرح احیا و تعادل‌بخشی، در هاله‌ای از ابهام است. هر چند که طرح به خودی خود مبین صرفه‌جویی ۱/۷ میلیون متر مکعبی از آخرین آمار مربوط به برداشت، پیش از آغاز اجرای طرح به میزان ۳۰/۶ میلیون متر مکعبی سالانه در سطح دشت می‌باشد؛ ولی اینکه اجرای آن می‌تواند بر تعادل آبخوان نقش واضحی با تأثیر بر روی هیدروگراف معرف بگذارد، به علت نوسانات کوتاه‌مدت تغییرات سطح آب، قطعی نیست.

بررسی بلندمدت سطح آب زیرزمینی و داده‌های بارندگی در دشت قلعه‌تل نشان می‌دهد که نوسانات سطح آب می‌تواند به عنوان نتیجه مستقیم در مدیریت منابع آب، مورد استفاده قرار گیرد. الگوی نوسانات سطح آب زیرزمینی و بررسی جریان آب زیرزمینی، در ارتباط با میزان تغذیه و برداشت در آبخوان، می‌بایست مورد استفاده قرار گیرد. تغییرات ثابت در دامنه سطح آب به عنوان یک شاخص برای تغییرات تغذیه آبخوان در دوره‌های پیش و بعد از اجرای طرح‌های احیا و تعادل‌بخشی، می‌تواند در سال‌های با بارش مشابه، مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرد. با توجه به تغییرات اقلیمی در ایران و به ویژه در استان خوزستان، بارندگی با الگوی نامنظم در فصل‌های محدودی از سال می‌تواند به عنوان عامل مثبت در بالا بردن سطح آب عمل نماید. اما این عامل و یا عوامل تغذیه و برداشت، نمی‌توانند به تنهایی انحرافات بزرگ هیدروگراف‌ها را توضیح دهند و برای این کار، نیاز به بررسی بلندمدت نوسانات سطح آب زیرزمینی می‌باشد.

پی‌نوشت

1-Synthetic weights
2-Indicator kriging method
3-Uncertainty analysis of risk assessment
4-Cumulative Rainfall Departure
5-Woltman Irrigation

منابع

حیدری، ص. ۱۳۹۱. شبیه‌سازی کمی منابع آب زیرزمینی در سناریوهای مختلف جهت مصارف کشاورزی با استفاده از مدل pmwin (مطالعه موردی دشت قلعه‌تل). وزارت علوم، تحقیقات و فناوری. دانشگاه شهید چمران، دانشکده مهندسی علوم آب. اهواز.

علی‌پور، ا.، حسنی، خ. و لگزیان، ر. ۱۳۹۵. بررسی طرح احیاء و تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی، مطالعه موردی: دشت پایلوت ممنوعه بحرانی نیشابور. دومین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.

علی‌جانی، ف.، حاجی‌زاده، م.، ناصری، ح. و میرزایی، ل. ۱۳۹۸. بررسی ناهنجاری‌های هیدروژئولوژیکی آبخوان دشت قلعه‌تل، شمال شرق خوزستان، با استفاده از تجسس عمیق ژئوالکتریک. نشریه هیدروژئولوژی، ۴(۲): ۳۳-۱۸.

کبیری، ش. و نظری، ب. ۱۳۹۶. ارزیابی اثربخشی طرح احیا و تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی. اولین اجلاس هم‌اندیشی با متخصصان علوم آب و محیط زیست، وزارت نیرو. تهران.

نجفی‌بیامه، م.، مرادی، ع.، شهلایی، م.ر. و جلیلیان، ع. ۱۳۹۵. آسیب‌شناسی فرآیند بازنگری در صدور پروانه‌های بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در طرح احیاء و تعادل‌بخشی، مطالعه موردی: استان کرمانشاه. دومین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.

نقشه زمین‌شناسی کوه آسماری. شرکت ملی نفت ایران. نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی، شیت شماره ۵۹۵۳.

Abiye T., Masindi K., Mengistu H. and Demlie M. 2018. Understanding the groundwater-level fluctuations for better management of groundwater resource: A case in the Johannesburg region. Groundwater for Sustainable Development, 7: 1–7.

Al-Amin S., Berglund E.Z., Mahinthakumar G. and Larson K. L. 2018. Assessing the effects of water restrictions on socio-hydrologic resilience for shared groundwater systems. Journal of Hydrology, 566: 872-885.

Bhattacharjee S., Saha B., Saha B., Sadib Uddin M. and Panna C.H. 2018. Groundwater governance in Bangladesh: established practices and recent trends. Groundwater for Sustainable Development, 8: 69-81.

Dong D., Sun W., Zhu Z., Xi S. and Lin G. 2013. Groundwater risk assessment of the third aquifer in Tianjin City, China. Water Resour. Manag, 27 (8): 3179–3190.

Lezzaik K., Milewski A. and Mullen J. 2018. The groundwater risk index: Development and application in the Middle East and North Africa region. Science of the Total Environment, 628: 1149–1164.

Morsy K.M., Morsy A.M. and Hassan A.E. 2018. Groundwater sustainability: Opportunity out of threat. Groundwater for Sustainable Development, 7: 277–285.

Prasad Y.S. and Rao B.V. 2018. Groundwater depletion and groundwater balance studies of Kandivalasa River Sub Basin, Vizianagaram District, Andhra Pradesh, India. Groundwater for Sustainable Development, 6: 71–78.

Samani S. 2021. Assessment of groundwater sustainability and management plan formulations through the integration of hydrogeological, environmental, social, economic and policy indices. Groundwater for Sustainable Development, 15: 100681.

Zhang K., Xie X., Zhu B., Meng S. and Yao Y. 2019. Unexpected groundwater recovery with decreasing agricultural irrigation in the Yellow River Basin. Agricultural Water Management, 213: 858–867.