پژوهش های آبخیزداری (پژوهش‌وسازندگی)
شماره ۱۱۷، زمستان ۱۳۹۶

بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی دشت هشتبندی، استان هرمزگان و پی‌آمدهای آن

حمید مسلمی*
(نویسنده مسئول)* کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی- آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات سیرجان، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۹۶ تاریخ پذیرش: خرداد ۹۷
* Corresponding Email: hamidmoslemi65@gmail.com.com

چکیده
دشت هشتبندی در استان هرمزگان با شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، با تکیه بر منابع آبی زیرزمینی، یکی از قطب‌های مهم تولید کشاورزی کشور است. هدف این تحقیق بررسی کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی قسمتی از دشت هشتبندی، شناسایی و ارزیابی پی‌آمدهای ناشی از افت تراز ایستابی و پیشنهاد راه‌کارهای مفید برای مشکلاتِ پیش‌رو است. همه‌ی اطلاعات هواشناسی، آب‌شناسی، آب و زمین‌شناسی و جغرافیایی منطقه جمع‌آوری و تحلیل شد. نقشه‌های کیفیت شیمیایی و هم‌عمق تراز آب زیرزمینی منطقه با نرم‌افزار سورفر رسم، و افت تراز ایستابی، کسری مخزن و تغییرات شوری آب زیرزمینی در قسمت‌های مختلف دشت محاسبه شد. با استفاده از اطلاعات تغییرات کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی در چند سال اخیر، و با فرض ادامه‌ی روند کنونی تغذیه و تخلیه‌ی سفره، وضعیت ۱۰ سال آینده نیز پیش‌بینی شد. طبق محاسبه‌های انجام‌شده، تراز آب زیرزمینی دشت در سال‌های گذشته همواره روبه‌کاهش بوده است، به‌طوری‌که از سال آبی ۸۳-۸۲ تا ۹۳-۹۲ با میانگین سالانه‌ی ۰/۵ متر (۵/۶۴ متر در دوره) افت کرده است. تخلیه‌ی کل سالانه‌ی آب زیرزمینی از چاه‌ها ۴۰/۰۹ میلیون مترمکعب، تغذیه‌ی سالانه‌ی محدوده‌ی دشت ۳۸/۸۹ میلیون مترمکعب و کسری مخزن ۱/۲ میلیون مترمکعب بوده است. از عوامل مهم افت آب زیرزمینی می‌توان به خشک‌سالی، برداشت بی‌رویه، افزایش سطح زیرکشت و تعداد زیاد چاه‌های برداشت اشاره نمود. نتایج تحقیق نشان دادند که برداشت بی‌رویه از سفره‌ی آب زیرزمینی دشت، پی‌آمدهایی مانند تغییر کیفیت آب زیرزمینی، افزایش آسیب‌پذیری دشت به خشک‌سالی و نشست زمین را نیز به‌دنبال داشته است. اگر بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و شرایط تغذیه و تخلیه در منطقه ی به‌شکل کنونی ادامه یابد، تا ۱۰ سال آینده (تا سال ۱۴۰۳) تراز آب زیرزمینی بیش از ۴/۸ متر دیگر افت خواهد کرد. در این‌حالت اندازه‌ی افت در نواحی مرکزی دشت بیش از ۱۲ متر خواهد بود، و ممکن است بحران‌های اجتماعی و اقتصادی و زیست‌محیطی در منطقه شکل بگیرد. مهار برداشت آب، تعیین آب‌بهای بخش کشاورزی، تغییر الگوی کشت و تهیه‌ی الگوی کشت بهینه با توجه شرایط زمین و اقلیم منطقه، بیان مشکلات و افزایش دانش بهره‌برداران، از یافته‌های این طرح در راه‌کارهای مدیریتی است.

واژه‌های کلیدی: اُفت تراز آب، تخلیه، دشت هشتبندی، سفره‌ی آب زیرزمینی، نشست زمین

www.SID.ir

Groundwater Over- Exploitation in the Hashtbandi Plain the Province of Hormozgan its Consequences

Hamid Moslemi*

*(Corresponding Author) M.Sc. of Natural Resources Engineering-Watershed Management, Islamic Azad University Branch Sirjan, Iran

hamidmoslemi65@gmail.com.com

Abstract

The Hashtbandi Plain the Province of Hormozgan, is an arid and semiarid region. This plain is one of the major poles of agricultural products of the country. Which is dependent on the ground water resources. The aim of this study is to evaluate the quantity and quality of groundwater, identify and evaluate the consequences of indiscriminate exploitation of groundwater resources, and provide useful solutions in facing this problem Meteorological, hydrological, hydrogeological, and geographical data were collected and analyzed. Typical maps of groundwater chemical quality and iso-depth were prepared using the Surfer software. The drawdown of water level, reduction of storage volume and groundwater salinity changes were calculated in different areas of the plain. Qualitative and quantitative changes of groundwater aquifer are predicted for the next 10 years, using data from the past few years, assuming that the current trends of recharge and discharge of the aquifer is sustained. According to our calculations, the groundwater level has been consistently decreasing during the past years. The groundwater level has dropped 5.64 meters over a period of 11 years (2003-2014), with an annual average of 0.5 meter. The annual discharge of groundwater through wells is 40.09 Mm3, while the annual recharge was 38.89 Mm3, and therefore reduction of the storage volume has been 1.2 Mm3, per year. Results of this study showed that excessive exploitation of groundwater resources, followed by a series of problems such as changes in groundwater quality, increasing vulnerability to drought, land subsidence, change in the ecosystems and drying of fruit orchards. If the exploitation of groundwater resources continue at the current level in the study area, it is predicted that the groundwater levels will drop more than 8.4 meters over the next 10 years on average (until 2024). The amount of drop in groundwater level will reach more than 12 meters in the central part of plain, and this can cause social and economic and environmental crises in the region. Control of groundwater withdrawal, water pricing in agriculture, providing an optimal pattern with the soil and climatic conditions in the region, express problems and raise the level of knowledge of the beneficiaries are some of the management strategies, which have to be implemented if the water crisis is to be prevented.

Keywords: Aquifer Depletion, Hashtbandi Plain, land subsidence, land subsidence, water table Decline

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ایران از کشـــورهایی است که به‌دلیل کمبود منابع آب سطحی بیش‌ترین آب کشـــاورزی را از آب‌های زیرزمینی تأمیـــن می‌کند، بنابراین، کمبود منابع آب زیرزمینی از بحران‌های کنونی کشور است. مساحت ایران ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع، و تعداد چاه‌هـــای آب در آن ۷۷۰۰۰۰ حلقه، یعنی یک چاه در هر ۲/۱ کیلومترمربع است. در رتبه‌بندی جهانی، مدیریت منابع آب ایران ۱۳۲ در میان ۱۳۳ کشور است، رتبه‌ای که نشان می‌دهد مسئولان تا چه‌اندازه در حفظ آب بی‌توجهی کرده اند (مسلمی ۲۰۱۵).

برداشـــت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در بســـیاری از نقاط جهان سبب افت شـــدید تراز آب زیرزمینی شده است. آمار جهانی روند نامناسب افت سالانه‌ی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی را نشـــان می‌دهد. کســـری حجم مخزن آب زیرزمینی جهان ســـالانه ۷۰۰–۸۰۰ میلیارد مترمکعب اســـت، که ۱ ٪ آن در ایران است (خسروشاهی ۲۰۰۸).

با توجه به این روند، آسیب‌رســـانی به منابع آب در ســـال‌های آینده نیز ادامه خواهد داشت. تاکنون محققان زیادی کوشیده‌اند دلایل افت‌خیز تراز آب‌های زیرزمینی را در حوضه‌های مختلف بررسی کنند.

اکرامی و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رســـیدند که افت تراز آب زیرزمینی دشت یزد– اردکان در دهه‌ی ۸۸–۱۳۷۹ ناشی از برداشت بی‌رویه و غیراصولی از آب‌های زیرزمینی است، و خشک‌سالی‌های پیاپی باعث تشدید آن می‌شود. آن‌ها پیشـــنهاد کردند که تنها راه اساسی و اصولی برای جلوگیری از عواقب خطرناک افت تراز ایســـتابی، مصرف درســـت و قانونمند آب و جلوگیری از برداشت بی‌رویه‌ی آب‌های زیرزمینی است.

تقی‌زاده و سلطانی (۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که با افت تراز آب‌های زیرزمینی در دشـــت فسا، رفاه کشاورزان بسیار کم شده است، و پیشنهاد کرده‌اند که برای بهبود این وضع کشت محصولات آب‌بر و برداشت آب زیرزمینی محدود شود.

نتایج پژوهش نجفی علمدارلو و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که قیمت‌گذاری آب کشاورزی در دشت همدان– بهار در دشت ورامین تأثیر بسیاری بر کاهش تقاضا و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی دارد.

نتایج بررســـی پایدار و همکاران (۲۰۱۵) نشـــان داد که رواج الگوی کشـــت مطلـــوب و مبتنی‌بر کم‌آبی، کیفیت ســـاختار و فضای زمینی کشـــت‌زارها، و تغییر الگوی نگرشـــی، رفتاری و عمل‌کردی بهره‌برداران، بهترین راه‌کارهای تعادل‌بخشی به برداشت آب زیرزمینی در دشت جیرفت است.

اســـماعیل‌نژاد و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که با توجه به بحران شـــدید آب در در دشـــت بردسکن لازم است که محصولاتی با نیاز آبی کم و بازدهی بالا کاشته شود.

نتایـــج پژوهش حیدری‌زاده و یعقوبی (۲۰۱۷) بیانگـــر این بودند که تراز آب در بخش‌های مختلف دشـــت در آبخوان ابوغویر در اســـتان ایلام در دوره‌ی ۱۳۹۳–۱۳۸۴ ۱ تا ۱۰ متر افت کرده، و میانگین کاهش ســـالانه‌ی آن در ۱۴ سال ۲/۸۸ متر بوده اســـت. بررسی هدایت‌الکتریکی و کلر نیز نشان هنده‌ی افزایش در این دوره بـــود. به‌دلیل تمرکز چاه‌های بهره‌برداری و افت بیش‌تر در مناطق مرکزی دشـــت، کیفیت آب در این مناطق کم‌تر از ســـایر مناطق بود. آن‌ها نتیجه گرفتند که خشک‌ســـالی، برداشت بی‌رویه و تعداد زیاد چاه‌ها عوامل مهم افت آب زیرزمینی و تخریب کیفیت آن در دشت ابوغویر است.

نتایج پژوهش قضاوی و رمضانی‌سربندی (۱۳۹۶) نشان دهنده‌ی افت کیفیت و تراز آب زیرزمینی آبخوان رفســـنجان اســـت، و عامل اصلی آن برداشـــت بیش‌ازحد از منابع آب زیرزمینی در زمین‌های کشاورزی آن دانسته شده است.

اســـتلر و دیاز (۲۰۰۲) نشان دادند که بهره‌برداری شدید از آبخیز در ارتفاعات مکزیـــک باعث کاهش تراز پیزومتری ۱–۳/۵ متر در ســـال و خشک‌شـــدن تالاب، کاهش جریان رودخانه و فروپاشی زمین شده است.

هله‌گرز و همکاران (۲۰۰۱) مسیر استخراج آب را در حالت برداشت از آب‌های زیرزمینی بر پایه‌ی هزینه‌ی اســـتخراج در هلند به دســـت آوردند.، پیتافی و روماســـت (۲۰۰۶) مسیرهای استخراج آب زیرزمینی، قیمت‌گذاری آب و نیز مسیر تغییر ارتفاع تراز سفره‌ی آب زیرزمینی را در منطقه‌ی هونولولوی امریکا بر پایه‌ی مدیریت بر اساس هزینه‌ی استخراج بررسی کردند.

ارزیابی ژیان‌شنگ‌شـــی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که بهره‌برداری بیش از حد از آب‌های زیرزمینی در دشت شمال چین باعث نشست زمین شده است، و بنابراین برای جلوگیری از مشکلات جدی محیط‌زیستی بهره‌برداری از آن باید دقیق و مهارشده باشد.

رودریگز–اســـتلرا (۲۰۱۲) در پژوهشی نشـــان داد که برداشت بیش از حد از آبخوان منجر به خشک‌شدن چشمه‌ها، کاهش مداوم تراز آب (۵ متر در سال) و افزایش هزینه‌های آب‌کشـــی (افزایش عمق آب تا بیش از ۳۲۰ متر)، ترک چاه‌ها، و کاهش ذخایر آب‌های زیرزمینی در منطقه‌ی مورسیا و حوزه‌ی سگورا (جنوب‌شرقی اسپانیا) شده و کیفیت آب بسیار بد شده است.

آبخوان دشت هشتبندی در جنوب شرقی ایران از آبخوان‌های اقلیم آن خشک اســـت و تراز ایستابی آن در سال‌های اخیر به‌شـــدت پایین رفته است. برای تصمیم‌گیری بهتر و برنامه‌ریزی صحیح‌تر در مدیریت و روش بهره‌برداری از این آبخوان نیاز است که وضعیت آب زیرزمینی این دشت در دوره‌ی طولانی بررسی، و از نتایج آن راه‌کارهای مدیریتی بهتری پیدا شود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه‌ی مطالعاتی

منطقه‌ی هشـــتبندی (شهرستان میناب، استان هرمزگان)، دشتی بسیار وسیع میان میناب و رودان اســـت. فاصلـــه‌ی آن تا رودان ۶۰ کیلومتر، تا میناب ۶۰ کیلومتر، و تا بندرعباس ۱۶۳ کیلومتر اســـت. محدوده‌ی این تحقیق قسمتی از دشـــت هشتبندی (شـــامل روســـتاهای چراغ‌آباد، کهورتاک، کوی‌هجرت، ناصرآباد، ریگ دراز، دهندر) به وســـعت ۵۸/۸ کیلومترمربع است. کم‌ترین و بیش‌ترین ارتفاع حوزه ۱۷۰ و ۲۱۲۵، و متوسط وزنی ارتفاع حوزه ۴۹۰ متر از تراز دریا اســـت که از شمال‌شرق و شرق و جنوب به‌سمت شمال‌غرب کاهش می‌یابد. این دشـــت از نظر زمین‌شناســـی میان منطقه‌های مکران و سنندج ســـیرجان جا دارد. رده‌ی غالب خاک‌های آن براساس طبقه‌بندی جامع خاک آنتی‌ســـول، و وضعیت رطوبتی آن‌ها توریک است. نظام اقتصادی این منطقه بر پایه‌ی کشـــاورزی است و مشخصه‌های اقتصاد روستایی دارد، به‌طوری‌که

Archive of SID

www.SID.ir

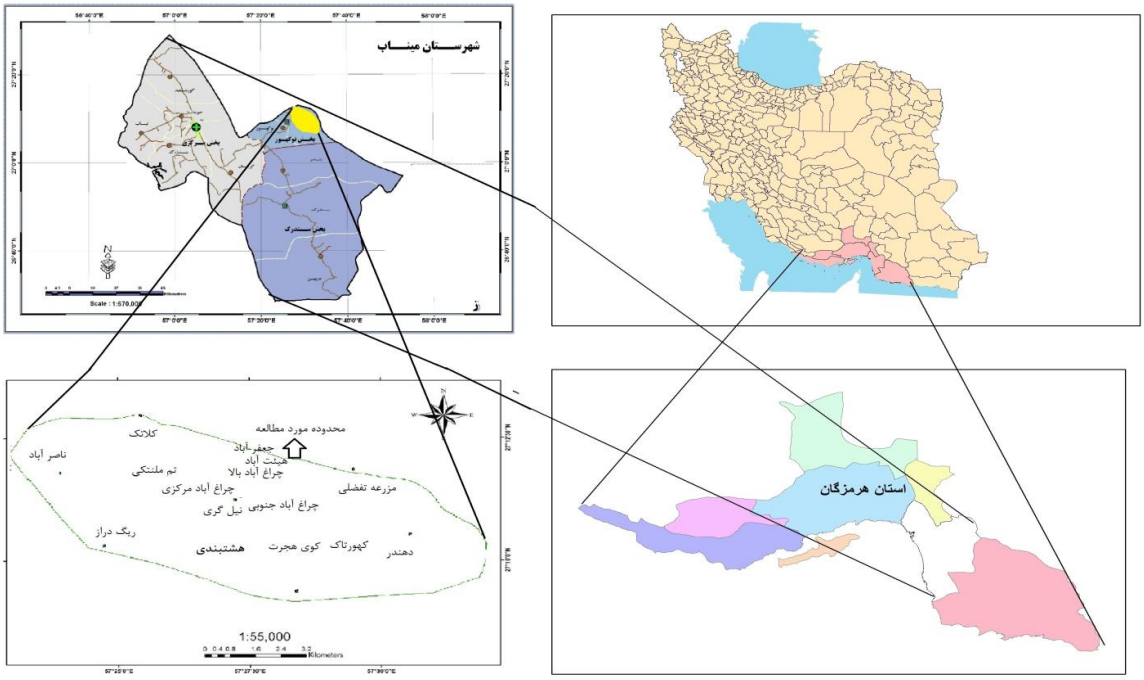
حدود ۹۸ ٪ از حجم آب برداشته از سفره‌ی آب زیرزمینی صرف کشاورزی می‌شود. سطح زیرکشت هشتبندی ۱۷۵۰۰هکتار است، عمدتاً کشتزار خیار سیز، گوجه، هندوانه و پیاز است.

هواشناسی منطقه

میانگین بارندگی دشت در طول دوره (۱۳۹۳-۱۳۸۲) ۱۵۸/۹ میلی‌متر، میانگین رطوبت نسبی سالانه ۵۴ ٪، میانگین سالانه‌ی دمای حوزه ۲۶/۷ سانتی‌گراد، دمای بیشینه‌ی مطلق ۴۹/۵ سانتی‌گراد (در تیر) و کمینه‌ی مطلق ۱ سانتی‌گراد (در دی، بهمن و آذر) بود. میانگین سالانه‌ی تبخیر ۳۱۳۰ میلی‌متر برآورد شده است. اقلیم این حوزه در طبقه‌بندی دومارتن خشک است.

آب و زمین‌شناسی

جهت جریان‌های آب زیرزمینی این دشت از شیب عمومی زمین (وضعیت حرکت آب‌های سطحی) پی‌روی می‌کند، به‌طوری که آب‌های زیرزمینی بخش شرقی به‌طرف غرب و مرکز دشت جریان دارند. آب زیرزمینی دشت تنها یک سفره‌ی آزاد است. به‌طورکلی میانگین ضخامت رسوب‌های آب‌رُفتی دشت ۵۲ متر و بیشینه‌ی ضخامت لایه‌ی آب‌رُفت ۱۲۵ متر محاسبه شده است. ضریب ذخیره‌ی محاسبه‌شده (ناشی از آب‌کشی) چهار درصد بود و میانگین ذخیره‌ی دشت گرفته شد. میانگین وزنی ارتفاع دشت ۲۵۶/۸۷ متر است. رسوب‌های آب‌رُفتی از دوران چهارم زمین‌شناسی، و بافت رسوبی دشت عمدتاً از شن، ماسه و رس است.



شکل ۱- موقعیت محدوده‌ی بررسی در کشور، استان هرمزگان و شهرستان میناب.

روش پژوهش

برای شناخت و ارزیابی آثار برداشت بی‌رویه از سفره‌ی آب زیرزمینی دشت هشتبندی و آسیب‌پذیری منطقه از آن، ابتدا اطلاعات موجود از منابع آبی (چاه‌های مشاهده‌یی و بهره‌برداری) و آب‌شناسی دشت در دوره‌ی زمانی ۱۱ ساله (سال آبی ۸۳-۱۳۸۲ تا ۹۳-۱۳۹۲) بررسی شد. برای بررسی تغییرات کمّی آب زیرزمینی، میانگین تراز آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌یی دشت وارد نرم‌افزار سورفر کرده و نقشه‌ی هم‌عمق تراز آب کشیده شد، و با کسر از یک‌دیگر نقشه‌ی افت تراز آب زیرزمینی دشت برای این دوره تهیه شد. تراز آب جریان‌های تغذیه‌یی و جهت جریان آب زیرزمینی با استفاده از خط تراز مشخص شد. آب‌نگار آبخوان با استفاده از اندازه‌ی میانگین تراز آب زیرزمینی دشت در هر سال کشیده شد. برای بررسی تغییرات کیفی آب زیرزمینی نیز از نتایج تجزیه‌ی شیمیایی نمونه‌ی آب ۱۱ حلقه از چاه‌های بهره‌برداری قسمت‌های مختلف دشت در دوره‌ی ۸ ساله (۹۲-۸۴) استفاده شد. نقشه‌ی هدایت‌الکتریکی آب در قسمت‌های مختلف دشت و کموگراف[1] معرف دشت در این مدت با به‌کارگیری نرم‌افزار سورفر به‌دست آمد. با استفاده

۱- نمودار تعیین کیفیت آب‌های زیرزمینی

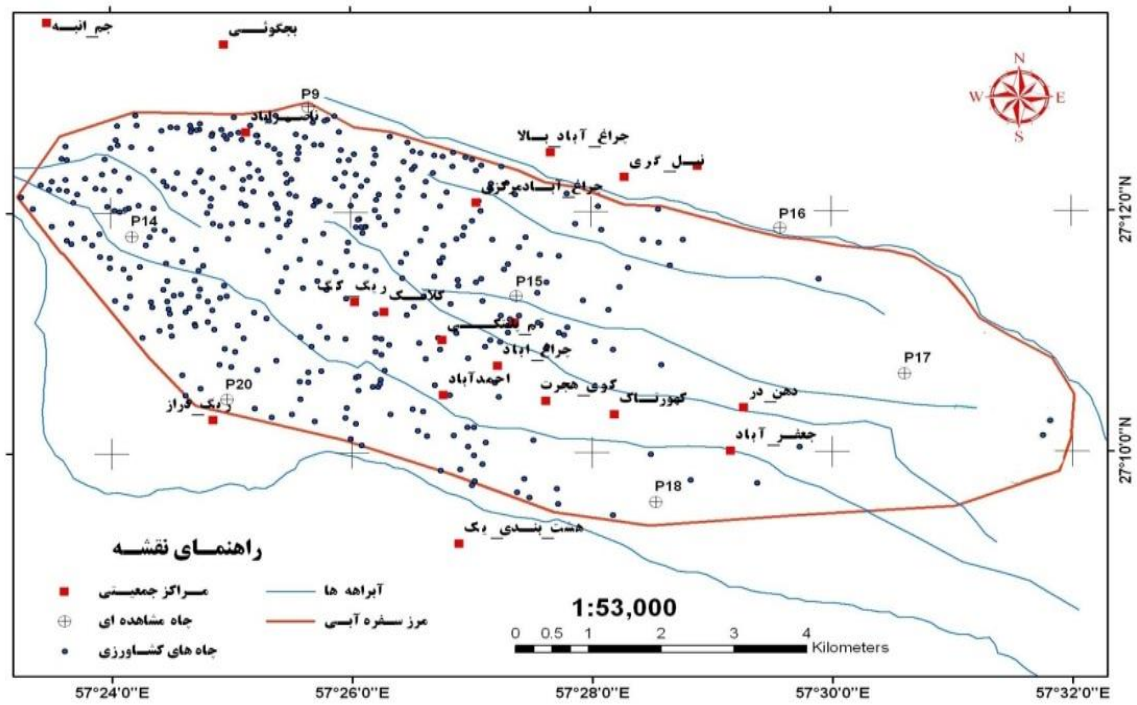
www.SID.ir

از نتایج به‌دست‌آمده، میزان کسری مخزن سفره، تغییرات آسیب‌پذیری دشت از خشک‌سالی، و تغییرات شوری آب محاسبه، و نشست زمین در آن ارزیابی شد. برای به‌دست‌آوردن دورنمایی از وضعیت آینده‌ی منابع آب زیرزمینی، شرایط دشت پیش‌بینی شد. تراز منابع آب که بهترین شکل بررسی وضعیت آبی هر آبخوان است ارزیابی شد، و راه‌حل‌هایی شدنی برای کاهش مشکلات افت تراز آب داده‌شد. در تحلیل داده‌ها و تهیه‌ی نمودارها از نرم‌افزار اکسل و برای تهیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی و نقشه‌های آن‌ها از بسته‌های نرم‌افزار آرک‌جی‌آی‌اس، ایلویس، و سورفر استفاده شد.

نتایج و بحث

چگونگی بهره‌برداری منابع آب زیرزمینی

مهم‌ترین عامل تخلیه‌کننده‌ی سفره‌ی آب زیرزمینی در منطقه‌ی بررسی‌شده چاه‌های کشاورزی است. در این محدوده بیش‌از ۴۲۱ حلقه چاه است (شکل ۲) که ۲۵۶ حلقه‌ی آن داده‌ی آماری دارد و ۱۶۵ چاه آن بی‌داده‌ی آماری و بی‌کارکرد است. پنج چاه عمیق و ۲۵۱ چاه نیمه‌عمیق در آن است. میانگین عمق چاه‌های منطقه در سال ۱۳۹۳ به‌اندازه‌ی ۳۸/۴۲ متر است. به‌طورکلی عمق چاه‌ها از شرق به غرب کم می‌شود. میانگین آب‌دهی چاه‌ها در منطقه ۱۵ لیتربرثانیه و بیشینه و کمینه‌ی آن به‌ترتیب ۱ و ۷۵/۶ لیتربرثانیه است. آب چاه‌ها به‌مصرف آبیاری کشتزارها و باغ‌ها می‌رسد و حجم تخلیه‌ی سالانه‌ی در محدوده‌ی بررسی بالغ بر ۴۰ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است (شرکت آب منطقه‌یی هرمزگان ۱۳۹۳). انتخاب محدوده‌ی تراز آب زیرزمینی براساس مواردی نظیر جانمایی چاه‌های مشاهده‌یی، محل‌های تجمع چاه‌های بهره‌برداری، زمین‌شناسی محدوده‌ی مطالعاتی، و خط‌های هم‌تراز آب زیرزمینی انجام گرفته است.



شکل ۲- محدوده‌ی تراز و منابع آب در منطقه‌ی بررسی.

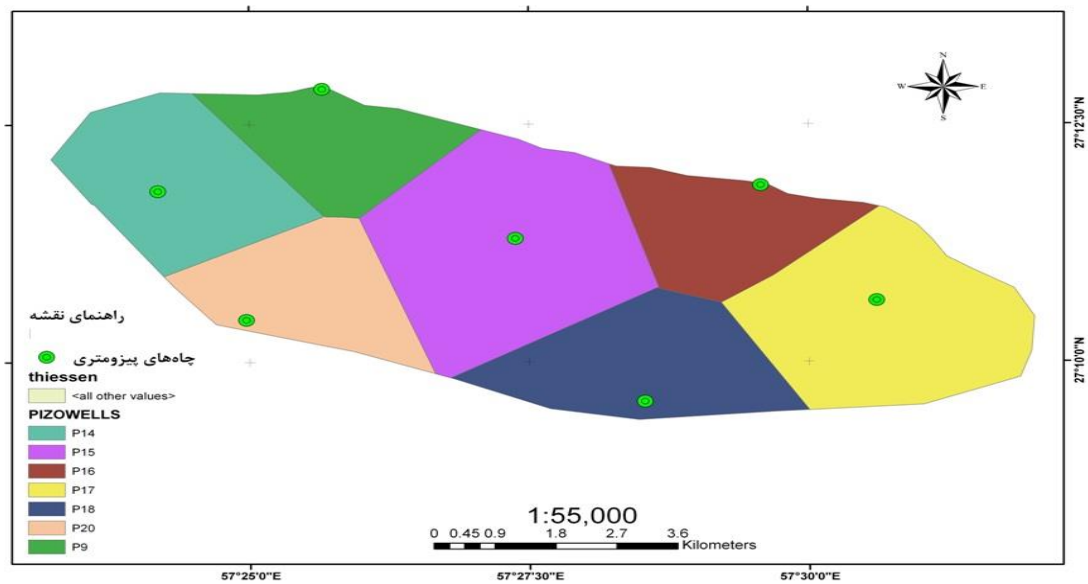
www.SID.ir

جدول۱- وضعیت تخلیه‌ی سالانه‌ی چاه‌های بهره‌برداری دشت در طول دوره‌ی تراز.

سال آبی	تعداد چاه‌ها	تخلیه بر حسب نوع مصرف (مترمکعب)			جمع تخلیه (میلیون مترمکعب)
		آشامیدنی	صنعت	کشاورزی	
۸۲–۸۳	۳۷۵	۶۵۰۰۰۰	۰	۳۶۵۸۶۵۶۲/۶۳	۳۷/۲۴
۸۳–۸۴	۳۸۰	۶۶۵۰۰۰	۰	۳۷۰۷۴۳۸۳/۴۶	۳۷/۷۴
۸۴–۸۵	۳۸۵	۶۷۸۰۰۰	۰	۳۷۵۶۲۲۰۴/۳	۳۸/۲۴
۸۵–۸۶	۳۹۵	۶۹۵۰۰۰	۰	۳۸۵۳۷۸۴۵/۹۷	۳۹/۲۳
۸۶–۸۷	۴۰۳	۷۲۵۰۰۰	۰	۳۹۳۱۸۳۵۹/۳	۴۰/۰۴
۸۷–۸۸	۴۱۴	۷۶۲۵۰۰	۰	۴۰۳۹۱۵۶۵/۱۴	۴۱/۱۵
۸۸–۸۹	۴۱۴	۷۷۸۵۰۰	۰	۴۰۳۹۱۵۶۵/۱۴	۴۱/۱۷
۸۹–۹۰	۴۱۵	۸۱۰۰۰۰	۰	۴۰۴۸۹۱۲۹/۳۱	۴۱/۳۰
۹۰–۹۱	۴۱۶	۸۴۵۰۰۰	۰	۴۰۵۸۶۶۹۳/۴۷	۴۱/۴۳
۹۱–۹۲	۴۱۷	۸۶۵۰۰۰	۰	۴۰۶۸۴۲۵۷/۶۴	۴۱/۵۵
۹۲–۹۳	۴۲۱	۸۹۲۵۰۰	۰	۴۱۰۷۴۵۱۴/۳۱	۴۱/۹۷
میانگین	-----	۷۶۰۵۴۵ /۴۵	۰	۳۹۳۳۶۰۹۸/۲۴	۴۰/۱۰
جمع دوره‌ی تراز	۴۲۱	۸۳۶۶۰۰۰	۰	۴۳۲۶۹۷۰۸۰/۶	۴۴۱/۰۶

تهیه و تحلیل آب‌نگار واحد دشت

با شـــبکه‌بندی چاه‌های مشاهده‌یی منطقه‌ی بررســـی با کاربرد روش تیسن (شکل ۳) و با توجه به آمار تراز آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌یی (جدول ۲)، آب‌نگار واحد آب زیرزمینی منطقه کشیده شد(شکل ۴). آب‌نگار واحدنشان می‌دهد که تراز آب زیرزمینی در ســـال‌های ۱۳۸۵–۱۳۸۲ به‌شـــدت کاهش یافته‌اســـت (۲/۷۶ متر). روند کاهشی تراز آب زیرزمینی در آب‌نگار بیانگر آن اســـت که اثر برداشت از آب زیرزمینی در سال‌های آبی بعدی جبران نشده، و حجم مخزن براثر خشک‌ســـالی و برداشت بی‌رویه از چاه‌های کشاورزی، هر ساله کم شده‌اســـت. از ابتدای دوره‌ی تراز در مهر سال آبی ۸۳–۸۲ تا پایان دوره در شـــهریور ۹۳–۹۲ ارتفـــاع مطلق تراز آب دشـــت از ۲۲۳/۸۲ متر به ۲۱۸/۱۸ متـــر کاهش یافته، و درمجموع ۵/۶۴ متر، و یعنی ارتفاع مخزن آب زیرزمینی با میانگین سالانه ۰/۵۱۲ متر کاسته شده است.

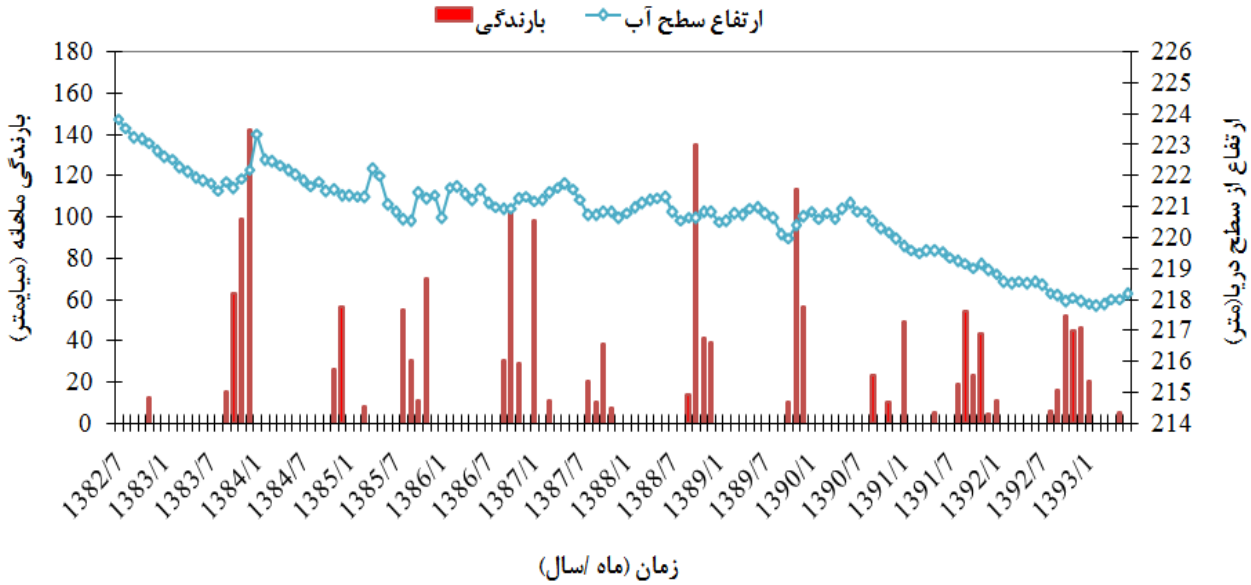


شکل ۳- نقشه‌ی چندوجهی تیسن چاه‌های مشاهده‌یی در محدوده‌ی بررسی.

www.SID.ir

جدول ۲- ارتفاع مطلق میانگین تراز آب زیرزمینی محدوده‌ی دشت هشتبندی (۱۳۸۲-۱۳۹۳).

ماه/سال	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۸۳-۱۳۸۲	۲۲۳/۸۲	۲۲۳/۵۳	۲۲۳/۲٤	۲۲۳/۱۹	۲۲۳/۰٦	۲۲۲/۷۹	۲۲۲/٦۱	۲۲۲/۵۳	۲۲۲/۲۷	۲۲۲/۱۱	۲۲۱/۹٤	۲۲۱/۸٤
۸٤-۱۳۸۳	۲۲۱/۷۵	۲۲۱/۵۲	۲۲۱/۸۰	۲۲۱/۵۹	۲۲۱/۹۰	۲۲۲/۱۹	۲۲۳/۳٤	۲۲۲/۵۱	۲۲۲/٤٦	۲۲۲/۳۳	۲۲۲/۱۷	۲۲۲/۰۲
۸۵-۱۳۸٤	۲۲۱/۸۲	۲۲۱/٦٦	۲۲۱/۸۱	۲۲۱/٤۸	۲۲۱/۵٤	۲۲۱/۳٤	۲۲۱/۳٦	۲۲۱/۳۲	۲۲۱/۳۰	۲۲۲/۲۰	۲۲۱/۹۹	۲۲۱/۰٦
۸٦-۱۳۸۵	۲۲۰/۸۳	۲۲۰/۵۷	۲۲۰/۵۲	۲۲۱/٤۵	۲۲۱/۲٤	۲۲۱/۳۷	۲۲۰/٦٤	۲۲۱/٦۱	۲۲۱/٦٤	۲۲۱/٤۱	۲۲۱/۲۲	۲۲۱/۵۳
۸۷-۱۳۸٦	۲۲۱/۱۲	۲۲۰/۹۹	۲۲۰/۹۱	۲۲۰/۹٤	۲۲۱/۲٤	۲۲۱/۳۳	۲۲۱/۱۸	۲۲۱/۲۰	۲۲۱/٤۵	۲۲۱/٦۲	۲۲۱/۷۳	۲۲۱/۵۷
۸۸-۱۳۸۷	۲۲۱/۲۲	۲۲۰/۷۲	۲۲۰/۷۳	۲۲۰/۸۰	۲۲۰/۸۳	۲۲۰/٦۳	۲۲۰/۸۰	۲۲۰/۹۵	۲۲۱/۱۰	۲۲۱/۲۱	۲۲۱/۲۷	۲۲۱/۳۱
۸۹-۱۳۸۸	۲۲۰/۸۲	۲۲۰/۵۵	۲۲۰/٦۵	۲۲۰/٦٤	۲۲۰/۸۳	۲۲۰/۸۱	۲۲۰/۵۰	۲۲۰/۵۱	۲۲۰/۷٦	۲۲۰/۷۲	۲۲۰/۹۳	۲۲۰/۹۵
۹۰-۱۳۸۹	۲۲۰/۷۸	۲۲۰/٦۲	۲۲۰/۰۹	۲۱۹/۹۷	۲۲۰/۳۷	۲۲۰/٦٦	۲۲۰/۸۵	۲۲۰/٦۰	۲۲۰/۷۹	۲۲۰/٦۰	۲۲۰/۹۰	۲۲۱/۰۹
۹۱-۱۳۹۰	۲۲۰/۸۵	۲۲۰/۸۵	۲۲۰/۵۲	۲۲۰/۲۹	۲۲۰/۱٦	۲۱۹/۹٦	۲۱۹/۷۱	۲۱۹/٦۰	۲۱۹/۵۰	۲۱۹/۵۷	۲۱۹/۵٦	۲۱۹/۵٤
۹۲-۱۳۹۱	۲۱۹/۳۵	۲۱۹/۲٤	۲۱۹/۱٦	۲۱۹/۰۲	۲۱۹/۱۲	۲۱۸/۹٤	۲۱۸/۸۲	۲۱۸/۵۷	۲۱۸/۵۰	۲۱۸/۵۸	۲۱۸/۵۰	۲۱۸/۵۷
۹۳-۱۳۹۲	۲۱۸/٤۵	۲۱۸/۲۱	۲۱۸/۱۳	۲۱۷/۹٤	۲۱۸/۰۵	۲۱۷/۹۲	۲۱۷/۸٦	۲۱۷/۷۸	۲۱۷/۸٤	۲۱۸/۰۰	۲۱۸/۰۰	۲۱۸/۱۸



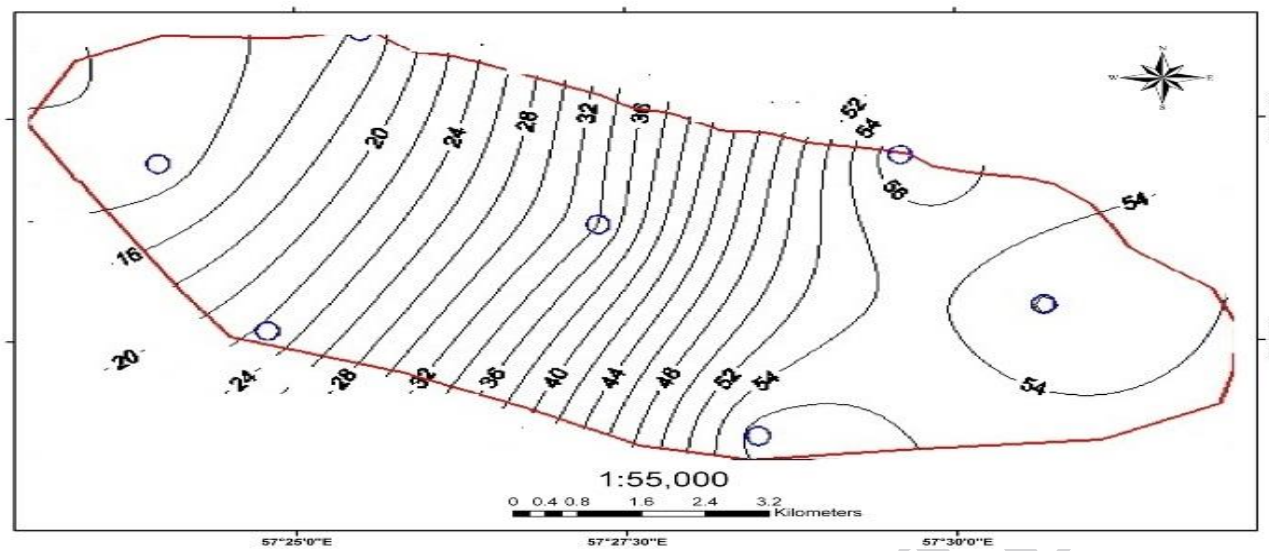
شکل ٤- آب‌نگار واحد آب زیرزمینی از مهر ۸۲ تا شهریور ۹۳.

هیدرولیک آبخوان زیرزمینی

الف) عمق تراز آب

با توجه به‌نقشه‌ی هم‌عمق (شکل۵) که بر اساس میانگین تراز آب چاه‌های مشاهده‌یی در ماه‌های بیشینه و کمینه (اردیبهشت و مهر) در دوره‌ی ۱۱ ساله‌ی تراز تهیه شده، عمق تراز آب زیرزمینی در نقاط مختلف متفاوت است. بیش‌ترین عمق تراز آب در شمال‌شرقی است و مقدار آن به‌تدریج به‌سمت غرب و مرکز کم می‌شود.

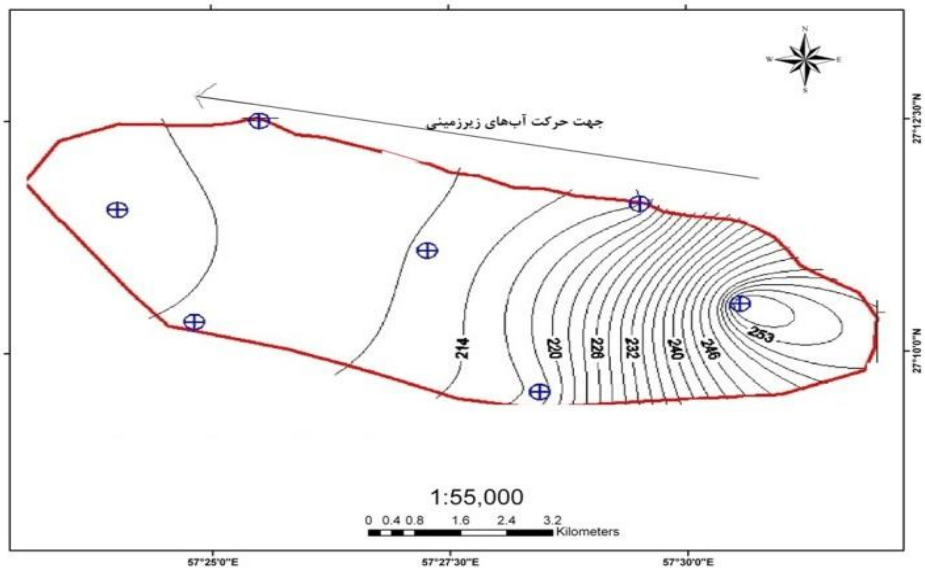
www.SID.ir



شکل ۵- نقشه‌ی هم‌عمق آبخوان.

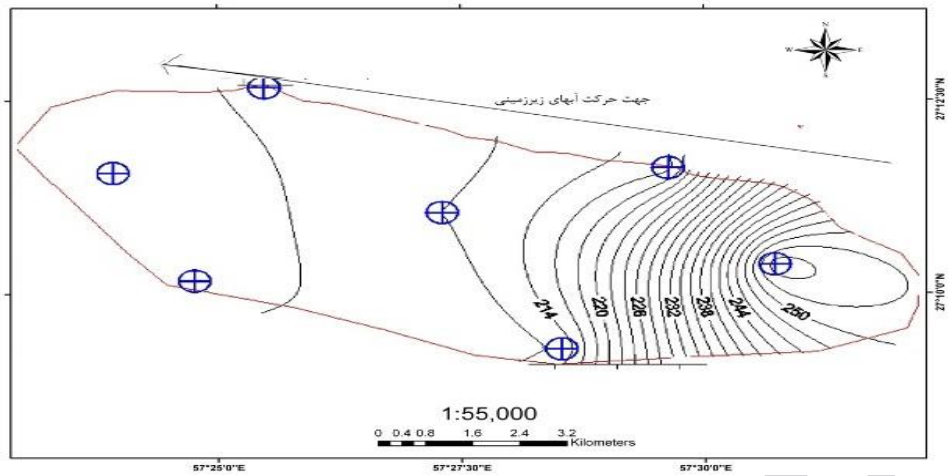
ب) شرح نقشه‌ی تراز آب محدوده‌ی دشت

براســاس میانگین تراز آب ۷ چاه مشــاهده‌ای در دوره‌ی ۱۱ساله، دوره‌های کمینه و بیشــینه مشخص شد و نقشه‌ی میانگین تراز آب در ماه‌های کمینه (مهر) و بیشــینه (اردیبهشت) کشیده شد. شکل ۶ نشان‌دهنده‌ی منحنی‌های تراز آب زیرزمینی در ماه بیشــینه (اردیبهشــت) در دوره‌ی ۱۱ســاله‌ی تراز اســت. بیش‌ترین عدد منحنی‌های تراز در کناره‌ی شــرقی است (۲۵۳ متر) یعنی جایی‌که تغذیه‌ی مصنوعی انجام می‌شــود. این عدد به‌تدریج به‌ســمت مرکز کم می‌شــود تا ســرانجام به ۲۰۹/۵۷ متر در کناره‌ی غربی می‌رســد. منحنی‌های تراز در ناحیه‌ی شمال‌شــرقی در محل ورودی رودخانه‌ی اصلی منوجان از شــرق به‌غرب کشــیده می‌شــوند و آب‌های زیرزمینی این ناحیه از شرق به غرب دشــت هماهنگ با جریان‌های ســطحی به‌سمت کناره‌ی غربــی جریان دارند. با توجه به وضعیــت منحنی‌های تراز و خط‌های جریان آب زیرزمینی روی این نقشــه یک جبهه‌ی ورودی نشــان داده شده‌اســت. شــکل ۷ از نحوه‌ی قرارگرفتن منحنی‌های تــراز آب و گذرگاه‌های ورودی کاملاً مشــابه نقشــه‌ی تــراز آب میانگین ماه‌های بیشــینه اســت، و تنها جابه‌جایی‌هــای اندک در منحنی‌هــای تراز، و درنتیجــه در طول و عرض جبهه‌ها مشــاهده می‌شــوند. در این شــکل نیز جبهه‌ی ورودی و خروجی دیده نمی‌شود.



شکل٦- نقشه‌ی تراز آب زیرزمینی میانگین در ماه‌های بیشینه.

www.SID.ir



شکل ۷- نقشه‌ی تراز آب زیرزمینی میانگین در ماه‌های کمینه.

تراز آب و زمین‌شناسی محدوده‌ی دشت

بـــرای ارزیابی وضعیت آبخوان از نظر میـــزان آب ورودی و خروجی آبخوان تراز آب زیرزمینی در محدوده‌ی بررســـی محاســـبه شد. در جدول ۳ تراز آب زیرزمینی محدوده‌ی بررســـی در دوره‌ی ۱۱ ساله (۸۳-۸۲ تا ۹۳-۹۲) نشان داده‌شده‌است.

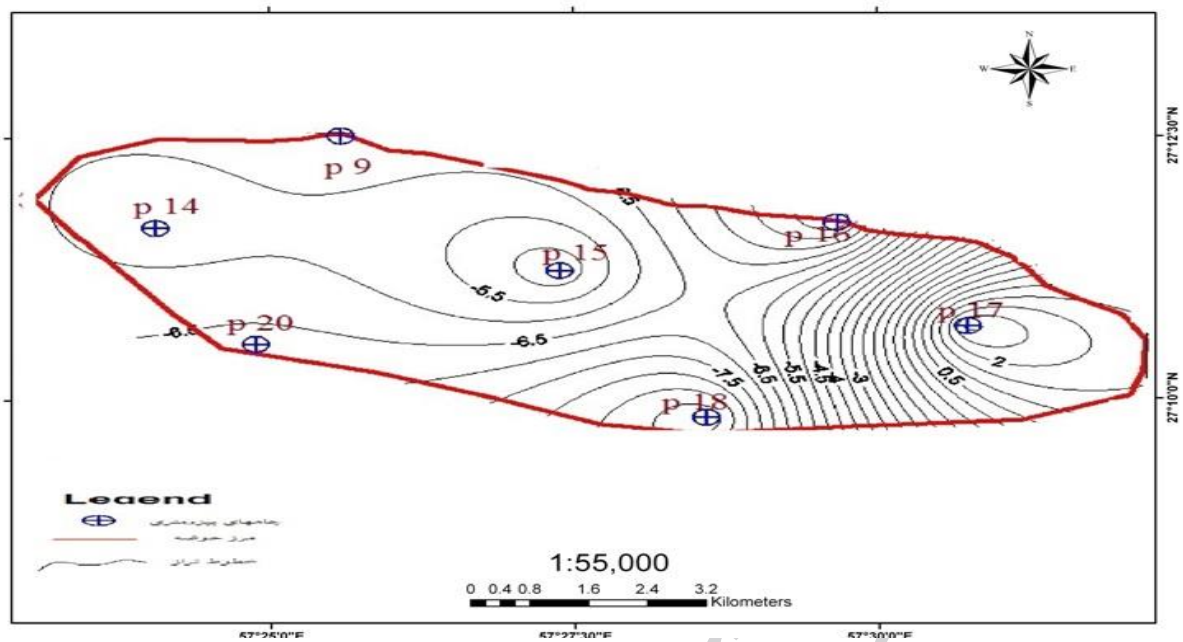
جدول ۳- تراز آب‌های زیرزمینی محدوده‌ی بررسی در دوره‌ی تراز.

عوامل تغذیه	مقدار تغذیه (میلیون مترمکعب)	عوامل تخلیه	مقدار تخلیه (میلیون مترمکعب)	تغییر حجم مخزن (میلیون مترمکعب)
ورودی از راه جریان‌های زیرزمینی	۲۴۸/۲۰۳	خروجی از راه جریان‌های آب زیرزمینی	۰	
نفوذ بارندگی مستقیم در محدوده‌ی تراز	۱۰/۲۷۷	تبخیر از تراز سفره‌ی آب زیرزمینی	۰	
نفوذ آب‌های برگشتی کشاورزی	۱۰۸/۱۷۵	برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی	۴۴۱/۰۶	
ورودی آب آشامیدنی و صنعتی	۵/۸۵۶	حجم زه‌کشی طبیعی از سفره‌ی آب زیرزمینی	۰	
ورودی از جریان‌های سطحی	۴۷/۷۲۹			
نفوذ ناشی از تاسیسات تغذیه‌ی مصنوعی	۷/۵۶			
جمع	۴۲۷/۸		۴۴۱/۰۶	-۱۳/۲۶

بررسی نقشه‌های هم‌افت آب زیرزمینی

بـــا کم کردن تراز آب در ســـال ۱۳۸۲ از ۱۳۹۳ افت تـــراز آب در هفت چاه مشـــاهده‌ای به‌دســـت آمد، و منحنی‌های هم‌افت دشت با استفاده از نرم‌افزار سورفر تهیه شـــد (شکل ۸). بررسی منحنی‌های هم‌افت دشت نشان می‌دهد که بیش‌ترین افزایش تراز آب زیرزمینی در چاه مشـــاهده‌یی شماره‌ی ۱۷ بود که نزدیک تغذیه‌ی مصنوعی و ســـد خاکی است، بنابراین افزایش آب آن را می‌تـــوان به تأثیر عملیات تغذیه‌ی مصنوعی نســـبت داد و بقیه‌ی چاه‌ها افت داشته‌اند.

www.SID.ir



شکل ۸ - نقشه‌ی هم‌افت آب زیرزمینی دشت نسبت به آغاز دوره‌ی تراز.

تخلیه‌ی سفره‌ی آب زیرزمینی و پی‌آمدهای آن

نتایج این تحقیق نشـان داد که برداشـت بی‌رویه از سـفره‌ی آب زیرزمینی دشـت، علاوه بر افت تـراز آب زیرزمینی پی‌آمدهـای نامطلوب دیگری نیز داشته است:

الف- کاهش حجم ذخیره‌ی آب زیرزمینی

میانگین ضخامت اشباع سفره‌ی آب زیرزمینی دشت ۱۸/۹۵ متر در مهر سال آبی ۱۳۸۳-۱۳۸۲ برابر بود که در شـهریور سال آبی ۹۳-۹۲ به ۱۳/۳۱ متر رسید (جدول ۴). با توجه به این‌که وسعت سفره‌ی آب زیرزمینی دشت ۵۸/۸ کیلومترمربع و ضریب ذخیره‌ی آن ۴ ٪ اسـت، حجم آب ذخیره در این سال در اندازه‌های زیر است:

میلیون مترمکعب ۴۴/۵۷ = ۵۸/۸×۰/۰۴× ۱۸/۹۵ = ذخیره‌ی سـفره در سال ۱۳۸۳-۱۳۸۲

میلیون مترمکعب ۳۱/۳۰ = ۵۸/۸×۰/۰۴× ۱۳/۵۸ = ذخیره‌ی سـفره در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲

بنابراین با گذشت ۱۱ سـال ۱۳/۲۶ میلیون مترمکعب از ذخیره‌ی آبی دشت کاسته شده، و میانگین سالانه‌ی کسری مخزن حدود ۱/۲میلیون مترمکعب بوده است.

ب- افزایش آسیب‌پذیری دربرابر خشک‌سالی

برای ارزیابی میزان تهی‌شـدگی سفره‌ی دشت و اثرهای برداشت بی‌رویه یا بهینه‌سـازی و کاهش مصرف، رابطه‌ی زیر برای رقم تهی‌شـدگی پیشنهاد می‌شود:

رقم تهی‌شدگی =(1 -H/ Hm)

کـه در آن H میانگین ضخامت سـفره و بیش‌ترین ضخامت ممکن برای سفره است. دامنه‌ی تغییرات این رقم از ۰ تا ۱ است. اگر آب زیرزمینی لایه‌ها بیش‌ترین اندازه‌ی ممکن باشد، تهی‌شدگی سفره صفر، و درصورت خالی‌بودن سفره این رقم یک خواهد بود. در نتیجه، هرچه این رقم بزرگ‌تر باشد شرایط بدتر، و سـفره دربرابر عواملی همچون خشک‌سالی آسیب‌پذیرتر خواهدبود. برای محاسـبه‌ی رقم تهی‌شدگی سفره و تغییرات آن در سال‌های‌گذشته، به اطلاعات میانگین عمق سـفره و عمق سنگ کف نیاز است. از آن‌جاکه تمام ضخامت آبرفت‌های سفره‌ی دشت هشـتبندی امکان آب‌دار شدن دارند، در این سفره میانگین عمق سنگ کف در نظر گرفته می‌شود، که ۱۲۵ متر است. در سـال ۱۳۸۳-۱۳۸۲ میانگین ضخامت اشباع سفره‌ی آب زیرزمینی دشت ۱۸/۹۵ متر بود، که در سـال ۹۳-۹۲ به ۱۳/۵۸ متر رسید. بنابراین باگذشت ۱۱ سال رقم تهی‌شدگی سفره با چهار درصد افزایش از ۰/۸۵ به ۰/۸۹ رسید.

ج- نشست زمین

تاکنون تحقیقاتی در باره‌ی فرونشسـت سطح زمین انجام نشده است، اما با درنظرگرفتن فرونشست‌های مختلفی که بر اثر افت تراز آب به‌وجود آمده‌است (تصویر ۹ و۱۰)، ادامه‌ی برداشـت‌ها و افت آب در آینده باعث نشست دشت خواهد شد، و دشـت را با مشکل تأمین آب از سـفره‌های زیرزمینی روبه‌رو خواهدکرد.

Archive of SID
www.SID.ir

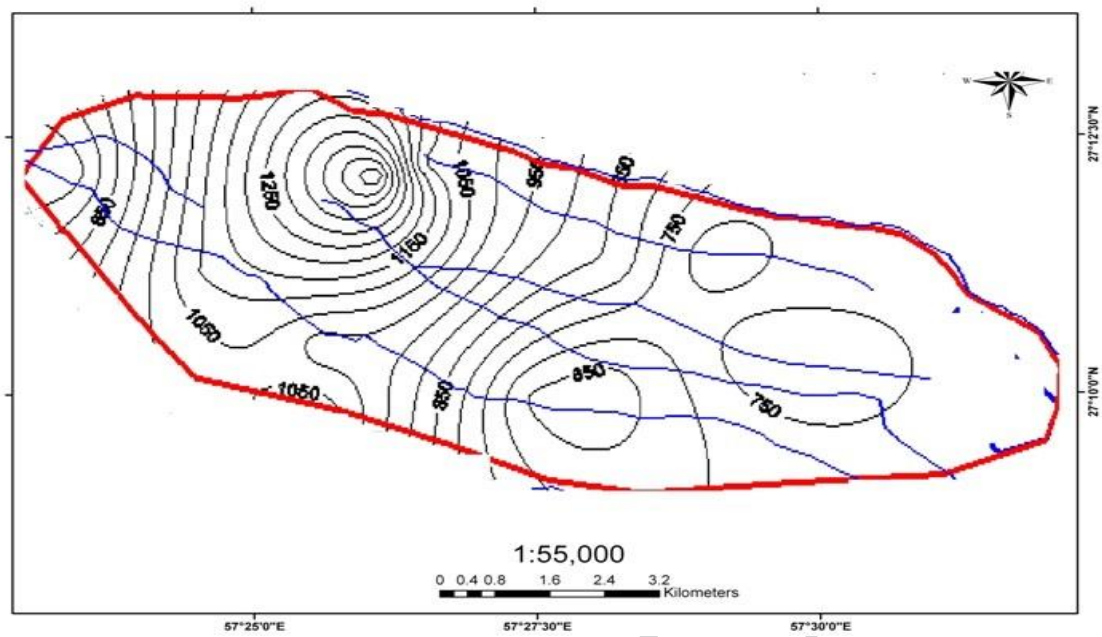
شکل ۹- بالا آمدگی چاه پیزومتری شماره‌ی ۱۴.

شکل ۱۰- آثار پدیده‌ی فرونشست زمین در دشت هشتبندی.

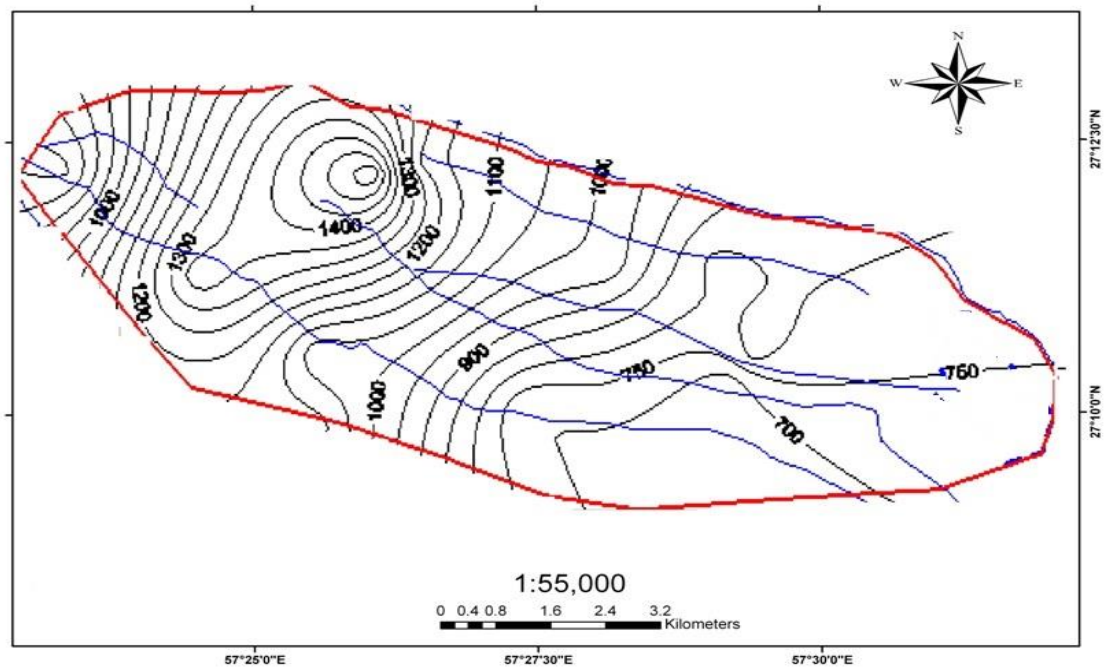
د- کاهش کیفیت آب زیرزمینی

نمودار میانگین هدایت‌الکتریکی آب زیرزمینی دشت هشتبندی در سال‌های ۹۲-۸۴ در شکل ۱۳ نشان داده شده‌است. در مجموع، میانگین شوری آب زیرزمینی دشت در این دوره‌ی ۸ ساله با ۶۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر افزایش به µS/cm ۹۶۲ رسید. براساس نقشه‌های نقشه ۱۱ و ۱۲ روند کلی افزایش هدایت‌الکتریکی هماهنگ با جریان‌های سطحی از کناره‌ی شرقی به‌سمت مرکز دشت، و سرانجام جنوب‌غربی است. دامنه‌ی تغییرات در داده‌های برداشته در دشت µS/cm ۱۶۶۰- ۶۳۵ است.

www.SID.ir

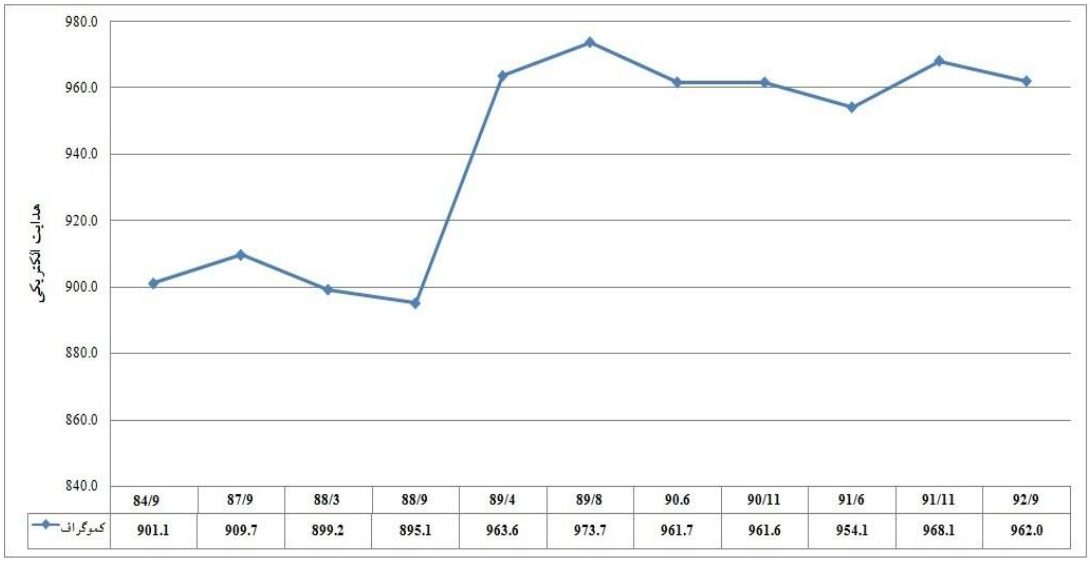


شکل ۱۱- پراکنش هدایت‌الکتریکی در آذر ۱۳۸٤.



شکل ۱۲- نقشه‌ی پراکنش هدایت‌الکتریکی در آذر ۱۳۹۲.

www.SID.ir



شکل ۱۳- کموگراف معرف دشت.

س- آثار اقتصادی

رونق اقتصادی این دشت بر کشاورزی صیفی‌جات است، و سبب شده است که حدود ۹۸ ٪ از کل آب برداشته از سفره‌ی آب زیرزمینی منطقه صرف کشاورزی شود. توسعه‌ی سطح زیرکشت تنها هزینه‌های بیش‌تر برای دست‌یابی به آب و انتقال آن به باغ‌ها و کشت‌زارهای صیفی در پی داشته‌است، اما پی‌آمدهای جبران‌ناپذیر برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و افت تراز آن را در کنار عوارض ناخواسته‌ی دیگر بر کشاورزی و اقتصاد منطقه از دید مردم پنهان کرده است، اما رونق فعلی کشاورزی منطقه به‌معنی ازدست‌رفتن بخش عظیمی از منابع آبی است، و با کاهش بیش‌تر کمیت و کیفیت آب، اقتصاد این منطقه با بحران جدی مواجه خواهد شد.

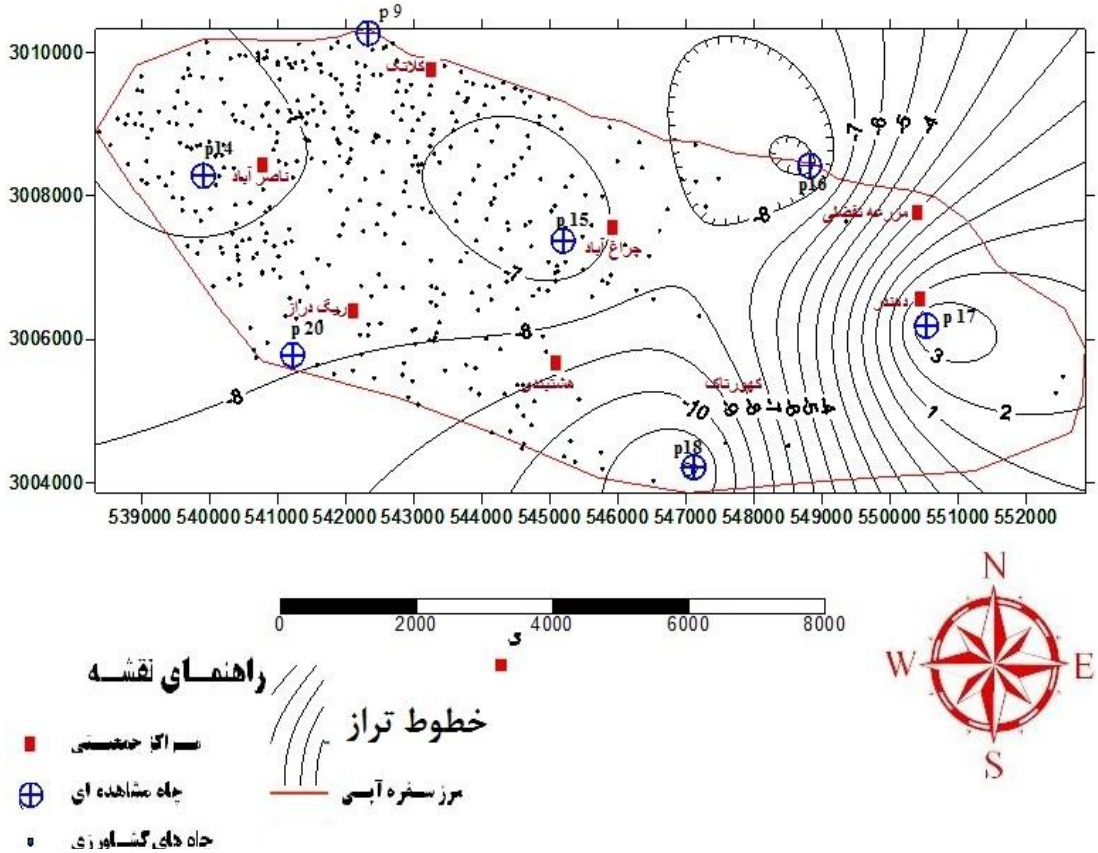
پیش‌بینی شرایط آینده

با استفاده از اطلاعات تراز آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌یی منطقه در ۱۱ سال گذشته، و با فرض ادامه‌ی روند کنونی تغذیه و تخلیه‌ی سفره‌ها، وضعیت ۱۰ سال آینده‌ی دشت (سال آبی۱۴۰۳-۱۴۰۲) پیش بینی شد. بدیهی است که دلیلی نیست که ثابت کند روند کنونی تا ۱۰ سال بعد هم ادامه یابد، ولی این فرض می‌تواند اندازه‌های مشکل را در صورت ادامه‌ی روند فعلی، تا حدی مشخص سازد. نتایج پیش‌بینی بیانگر آن است که اگر روند کنونی شرایط تغذیه و تخلیه ادامه یابد، و اقدام‌های جدی و عملی برای کاهش برداشت بی‌رویه انجام نشود، در ۱۰ سال آینده تراز آب زیرزمینی به‌میانگین بیش از ۴/۸ متر افت خواهد نمود، و میزان افت در نواحی مرکزی دشت از جمله کهورتاک بیش از ۱۲ متر خواهد بود (شکل ۱۳). پیش‌بینی می‌شود در سال آبی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ میانگین عمق برخورد به تراز آب در این دشت به بیش از ۴۳/۳۱ متر برسد. بر اثر این افت ضخامت سفره‌ی آب زیرزمینی در سال ۱۴۰۳-۱۴۰۲ به ۸/۶۹ متر خواهد رسید، و حدود ۱۱/۵ میلیون مترمکعب دیگر از حجم ذخایر آن کاسته خواهدشد. بنابراین، با افت تراز آب زیرزمینی و کاهش حجم ذخایر آبی شاهد تشدید پی‌آمدهای آن از جمله کاهش کیفیت آب، کاهش توان انتقال سفره‌ها به‌دلیل کاهش بیش‌ازپیش ضخامت آن‌ها، خشک‌شدن بسیاری از منابع آبی، و افزایش اجباری عمق چاه‌ها، نیاز به‌افزایش مصرف انرژی برای دست‌رسی به آب زیرزمینی، افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از سوزاندن سوخت‌های سنگواره‌ای، افزایش آسیب‌پذیری دشت در برابر خشک‌سالی، تداوم نشست زمین و پی‌آمدهای آن (ایجاد درز و شکاف در سطح زمین و بناها، خسارت به تأسیسات چاه‌ها و کاهش ظرفیت ذخیره‌ی دوباره‌ی آب در سفره) و حتی در مواردی فرسایش خاک و افزایش سیل‌خیزی خواهیم بود. با توجه به این موارد، پیش‌بینی می‌شود که کشاورزی منطقه پس از رونق زودگذر فعلی، به‌دلیل رعایت‌نکردن مسائل زیست‌محیطی و برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، با آسیب‌های زیادی روبه‌رو شود. بنابراین، بحران در وضعیت اقتصادی مناطقی که وابستگی زیادی به محصولات کشاورزی ازجمله صیفی‌جات دارند با جدی‌تر خواهد بود. در ارزیابی آسیب‌های اقتصادی برداشت بی‌رویه از سفره‌ها، باید علاوه بر محاسبه‌ی میزان خسارات به زمین‌های کشاورزی و کاهش تولید و تلف شدن دام، طیور و حیات وحش، به خسارت‌های ناشی از نشست زمین، افزایش سیل‌خیزی، افزایش مصرف انرژی، هزینه‌ی دست‌یابی به آب، انتقال آب آشامیدنی و کشاورزی، و افزایش بیماری بر اثر استفاده از آب‌های ناسالم نیز توجه شود. از نظر آسیب‌های اجتماعی، پیش‌بینی می‌شود که با کاهش تولید کشاورزی و رکود اقتصادی در منطقه، درگیری بر سر آب افزایش یابد، هزینه‌های زندگی روزانه‌ی مردم کم شود، و فقر، بیکاری و بزه‌کاری افزایش یابد.

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۴- مقایسه‌ی وضعیت آب زیرزمینی در محدوده‌ی بررسی در دوره‌ی تراز.

سال آبی	میانگین ضخامت سفره	حجم ذخایر آبی (میلیون متر مکعب)	میانگین عمق برخورد به‌آب (متر)	تعداد چاه‌ها
۸۳–۸۲	۱۸/۹۵	٤٤/٥٧	۳۳/۰۵	۳۷۵
۸٤–۸۳	۱٦/۸۸	۳۹/۷۰	۳۵/۱۲	۳۸۰
۸۵–۸٤	۱٦/۹۵	۳۹/۸٦	۳۵/۰۵	۳۸۵
۸٦–۸۵	۱۵/۹٦	۳۷/۵۳	۳٦/۰٤	۳۹۵
۸۷–۸٦	۱٦/۲۵	۳۸/۲۲	۳۵/۷۵	٤۰۳
۸۸–۸۷	۱٦/۳۵	۳۸/٤۵	۳۵/٦۵	٤۱٤
۸۹–۸۸	۱۵/۹۵	۳۷/۵۰	۳٦/۰۵	٤۱٤
۹۰–۸۹	۱۵/۹۱	۳۷/٤۲	۳٦/۰۹	٤۱۵
۹۱–۹۰	۱۵/۹۸	۳۷/۵۸	۳٦/۰۲	٤۱٦
۹۲–۹۱	۱٤/٤۸	۳٤/۰۵	۳۷/۵۲	٤۱۷
۹۳–۹۲	۱۳/۵۸	۳۱/۹٤	۳۸/٤۲	٤۲۱
۱۴۰۳–۱۱۴۰۲	۸/۷	۲۰/۴۶	۴۳/۳۰	نامشخص



شکل ۱۳- نقشه‌ی پیش‌بینی میزان افت تراز آب از سال ۹۳-۹۲ تا ۱٤۰۳-۱٤۰۲.

www.SID.ir

راه‌کارهای مدیریتی

برای انتخـــاب راه‌کارهای مدیریتی ابتدا باید به عوامـــل اصلی افت تراز آب زیرزمینـــی توجه کرد. بهره‌بـــرداری بیش‌ازحد تعادل ســـفره و حفر چاه‌های غیرمجاز از جمله‌ی عامل‌های مهم افت تراز آب زیرزمینی دشـــت هشتبندی اســـت، که خود معلول ناآگاهی بهره‌برداران از پی‌آمدهای تهی‌شدن سفره، و روش‌های حفظ منابع با کم‌ترین هزینه، و نیز وجود نگرش رســـیدن به سود بیش‌تر بی‌توجه به حفاظت از محیط‌زیست و منابع است. برای مدیریت منابع آبی می‌توان روش‌هایی مانند جلوگیری از هدررفت آب‌های سطحی، حفاظت از ســـفره‌های آب زیرزمینی و صرفه‌جویی و حفاظت آب در مصرف را به‌کار برد. از آن‌جاکه در این دشـــت رود دائمی نیست، راهی نیز برای جلوگیری از هدررفت آب‌های سطحی نیست. خلاصه‌یی از راه‌کارهای اجراشدنی به‌همراه مقایســـه‌ی اهمیت و امکان استفاده از آن‌ها برای دشت هشتبندی، با توجه به شرایط زمین‌شناسی و اقلیمی این دشت در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵- راه‌کارهای مدیریتی برای رویارویی با افت تراز آب زیرزمینی و امکان‌پذیر بودن آن‌ها در دشت هشتبندی.

راه‌کار مدیریتی و راه رسیدن به آن	امکان اجراشدن در دشت
حفاظت از سفره‌ی آب زیرزمینی:	
تمرکززدایی از چاه‌های بهره‌برداری	کم
ادامه‌ی ممنوعیت در دشت و صدور نکردن مجوزهای حفاری جدید	بسیار
نصب آب‌شمارهای هوشمند و قیمت‌گذاری آب کشاورزی	بسیار
جلوگیری از ساخت‌وساز در مناطق تغذیه‌ی سفره	کم
استفاده از چاه‌های تزریقی	کم
نفوذ آب از بستر رودهای فصلی و مسیل‌ها	میانه
ساخت بریدگی برای نفوذ سیلاب‌ها	بسیار
ساخت سدهای خاکی کوتاه و انجام طرح‌های پخش سیلاب	بسیار
اقدام‌های کاهش تولید آلودگی:	
کشاورزی: استفاده از کودهای گیاهی و جانوری و روش‌های زیستی دفع آفت‌ها	بسیار
صرفه‌جویی و حفاظت آب در مصرف:	
بیان کاستی‌ها و افزایش دانش بهره‌برداران	بسیار
تصفیه و استفاده‌ی دوباره از فاضلاب‌ها و پساب‌ها	کم
بهبود شرایط خاک و استفاده از روش‌های نوین آبیاری و کاهش تبخیر	بسیار
تهیه‌ی الگوی کشت بهینه و تولید نژادهای پرمحصول	بسیار
ترویج و توسعه‌ی آب‌کشت‌ها	میانه

روش دیگر مدیریت منابع آبی، روش انفعالی است. بدین معنا که توصیه می‌شود هیچ کاری انجام نشـــود تا با افت تراز آب‌های زیرزمینی و کاهش آب‌دهی یا خشک‌شدن بعضی منابع، تعادل جدید به‌دست‌آید. ازآن‌جاکه روش‌های دیگر که مفیدتر اند و آثار بد کم‌تری دارند معمولاً نادیده گرفته‌می‌شوند، پیش‌بینی می‌شـــود که به‌احتمال زیاد روش انفعالی پی‌گرفته شود، و بر اثر آن چاه‌های زیادی خشک شود و همراه با آن باغ‌ها و کشتزارهای فراوانی ازمیان‌بروند.

تغییر الگوی کشت در زمین‌های کشاورزی دشت هشتبندی

در سال‌های گذشته تولید پیاز و گوجه‌فرنگی افزایش زیادی در منطقه داشته اســـت، که به‌دلیل هم‌زمانی با برداشت محصول در اســـتان‌های خوزستان، بوشهر، فارس و جنوب استان کرمان باعث اشباع بازار فروش شده و درنتیجه کشاورزان منطقه زیان بسیاری دیدند. به‌همین‌دلیل باید با برنامه‌ریزی مناسب ابتدا تولید محصول‌های آب‌بَـــر مانند گوجه‌فرنگی، هندوانه و پیاز را نظام‌مند کرد، و سپس محصول‌های کم‌آب‌بَر با بازده اقتصادی زیاد را در طرح الگوی کشت جای‌گزین کرد. گسترده‌بودن سطح زیرکشت گوجه، پیاز و هندوانه که اقتصادی هم نیســـتند، باعث به‌هدررفتن سرمایه‌های آب و خاک شده است. به‌همین دلیل، کشـــت کنجد، ذرت، گندم، جو، کلـــزا، پنبه، عدس و لوبیا که کم‌آب‌بَر و اقتصادی‌تر اند باید جای‌گزین پیاز و گوجه‌فرنگی و هندوانه شـــود. جوان و فال‌ســـلیمان (۲۰۰۸) در دشت بیرجند، و اســـماعیل‌نژاد و همکاران (۲۰۱۴) در دشـــت بردسکن جنوبی به همین نتیجه رسیدند و پیشنهاد کردند که برای جلوگیری از بحران آب باید الگوی کشت منطقه تغییر کند.

نتیجه‌گیری

تغییـــرات حجم ذخیره دینامیک آبخوان طی دوره ۱۱ســـاله تراز معادل منفی ۱۳/۲۶ میلیـــون مترمکعب بوده و یا ســـالانه به‌طور میانگیـــن ۱/۲ میلیون مترمکعب کاهش نشـــان می‌دهد که افت میانگین ســـالیانه برابر ۰/۵۱۲ متر در تراز ســـفره آب زیرزمینی را به همراه دارد. نتایج تراز نشـــان می‌دهد که از ۴۲۷/۸ میلیون آب ورودی آبخـــوان در دوره ۴۴۱/۰۶ میلیون مترمکعب آب به‌وســـیله‌ی چاه‌های کشاورزی برداشت شده است. توسعه‌ی روزافزون سطح زیرکشت صیفی‌جات عامل اصلی استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و افت

www.SID.ir

شدید تراز ایستابی در دشت هشتبندی می‌باشد. با ادامه روند کنونی تخلیه ی سفره، طی سال‌های آینده تراز آب زیرزمینی دشت به مقدار بیش‌تری سقوط نموده و علاوه بر اســتخراج بخش عظیمی از آب با کمیت و کیفیت مطلوب، بر شدت خسارات ناشی از آن نیز افزوده می گردد. اختلال در رفاه و بهداشت عمومی، ایجاد بحران در کشــاورزی و دامداری، گســترش بیکاری، کاهش درآمدهای عمومی و احتمال بروز ناآرامی‌ها و بحران‌های اقتصادی و اجتماعی از دیگــر پیامدهای برداشــت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینــی در این منطقه خواهد بود. بنابراین با توجه به این‌که بیش‌ترین میزان آب برداشتی در آبیاری زمین‌های کشــاورزی منطقه مصرف می‌گردد، افزایش دانش بهره‌برداران در جهت مصرف بهینه آب در کشــاورزی و بهبود روش‌هــای آبیاری ضروری به‌نظر می‌رسد، به‌علاوه، انجام اقداماتی همچون عدم صدور مجوزهای جدید حفاری، حفاظت از آبخوان‌ها و تغییر الگوی کشت (کشت‌های با مصرف بالا و بــازده اقتصادی پایین همانند گوجه و پیاز از الگوی کشــت منطقه حذف و به جای آن کشــت‌های نظیر محصولات کنجد، ذرت، گندم، جو، کلزا، پنبه، عدس و لوبیا که موجب کاهش استحصال آب و هم تضمین منافع اقتصادی بالا برای بهره‌برداران کشاورزی باشد، جایگزین شود)، جلوگیری از توسعه‌ی بی‌رویه و مهار دقیق در برداشت از منابع آب زیرزمینی با نصب آب‌شمارهای هوشــمند و قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی می‌توان میزان افت تراز آب زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن را به کمینه رساند.

منابع

Esteller MV. Diaz-Delgado C . 2002 . Environmental effects of aquifer overexploitation: A case study in the highlands of Mexico. Environ Manage. 29(2):266–78.

Ekrami M. Sharifi. ZA. Malekinezhad H. Ekhtesasi MR. 2012. Investigating the groundwater quality and quantity variations trend. Case Study: Yazd-Ardakan Plain, 2000s. Tolooe Behdasht. 10(3–4): 82–91. (In Persian).

Esmailnejad D. Tavousi MT. Eskandari Sani M. 2014. Water crisis and the need to change the pattern of cultivation in arid areas: A case study of the south plains of Bardaskan. Geographical explorations of wilderness areas. 2(3): 41–62. (In Persian).

Ghazavi R. Ramezani M. 2017. Investigation the effects of precipitation change and groundwater overextraction on both quantitative and qualitative changes of groundwater (the Rafsanjan Plain). Journal Hydrogeomorphology. 3(12): 111–129. (In Persian).

Hellegers P. Zilberman D. Van Lerland E. 2001. Dynamics of agricultural groundwater extraction. Annual Meeting American Agricultural Economists Association. August 5–8, Chicago. P.1–18.

Hormozgan Regional Water Company. 2015. Data wells piezometers plain Hashtbandi Hashtbandi. (In Persian).

Heidarizadi Z. Yaghobi S. 2017. Evaluating quantitative and qualitative changes in the aquifer of Abu-Ghoveyr Plain using geographical information system. Extension and Development of Watershed Management. 5(16): 9 – 16. (In Persian).

Javan J.FalSoleyman M. 2008. Water crisis and importance of water productivity in agriculture in dry area of Iran (Case study :the Birjand Plain). Geography and Development Iranian Journal. 6(11): 115–138. (In Persian).

Khosroshahi M. 2008. The most important indicators of desertification in terms of water and introducing relevant research areas. Journal Forest and Rangeland. 74:18-22. (In Persian).

Jian, sheng Shi. Zhao, Wang. Zhaoji, Zhang. Yuhong, Fei. Yasong, Li. Feng'e, Zhang. Jingsheng, Chen .Yong, Qian. 2011. Assessment of deep groundwater over-exploitation in the North China Plain. Geoscience Frontiers. 2(4): 593–598.

Moslemi H. 2015. Effect of Floodwater spreading on groundwater resources Hashtbandi plain - Hormozgan province. Masters Thesis in Watershed Management, Islamic Azad University Sirjan, 99 pages. (In Persian).

Najafi Alamdarlo H. Ahmadian M. khalilian S. 2013. Economic assessment of groundwater pricing policy in the Varamin Plain. Journal of Agricultural

Archive of SID

www.SID.ir

Economics Research. 5(3) :137–154. (In Persian).
Paidar A. Hajinejad A. Darini J. 2015. Prioriting of implementatins of exploitation from groundwatwes by MOORA teqique (Case study: the Jiroft Plain). Arid regions Geographic Studies. 18:1–18. (In Persian).
He QC. Liu WB. Li ZM. 2006. Land subsidence survey and monitoring in the North China Plain .Geological Journal of China Universities. 12 (2): 195–209
Rodrıguez – Estrella T. 2012. The problems of overexploitation of aquifers in semi-arid areas: the Murcia Region and the Segura Basin (South-east Spain) case. Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.
9: 5729–5756.
Samadi R. Behmanesh J. Rezaei H. 2015. Investigation of groundwater level changes trend (Case study: Urmia plain). J. of Water and Soil Conservation. 22(4): 84–67. (In Persian).
Taghizadeh S. Soltani Gh. 2013. The impact of groundwater over-extraction on farmers welfare: The case of wheat producers in Fasa County. Journal of Agricultural Economics Research. 5(17): 1–22. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir