



دوره ۳۰، شماره ۴، شماره پیاپی ۱۱۷، زمستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۹-۳  
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/WMEJ.2018.117082

# پژوهش‌های آب‌نخرداری

(پژوهش‌وسازندگی)

## 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 کمی و کیفیت آب‌های زیرزمینی قسمتی از دشت هشتبندی، شناسایی و ارزیابی پی‌آمدهای ناشی از افت تراز ایستابی و پیشنهاد راه‌کارهای مفید برای مشکلات 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 محاسبات 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 منطقه‌ی به‌شکل کنونی ادامه یابد، تا ۱۰ سال آینده (تا سال ۱۴۰۳) تراز آب زیرزمینی بیش از ۴/۸ متر دیگر افت خواهد کرد. در این حالت 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: افت تراز آب، تخلیه، دشت هشتبندی، سفره‌ی آب زیرزمینی، نشست زمین

## 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 Mm<sup>3</sup>, while the annual recharge was 38.89 Mm<sup>3</sup>, and therefore reduction of the storage volume has been 1.2 Mm<sup>3</sup>, 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

## مقدمه

ایران از کشورهایی است که به دلیل کمبود منابع آب سطحی بیشترین آب کشاورزی را از آبهای زیرزمینی تأمین می کند، بنابراین، کمبود منابع آب زیرزمینی از بحرانهای کنونی کشور است. مساحت ایران ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع، و تعداد چاههای آب در آن ۷۷۰۰۰۰ حلقه، یعنی یک چاه در هر ۲/۱ کیلومترمربع است. در رتبه بندی جهانی، مدیریت منابع آب ایران ۱۳۲ در میان ۱۳۳ کشور است، رتبه ای که نشان می دهد مسئولان تا چه اندازه در حفظ آب بی توجهی کرده اند (مسلمی ۲۰۱۵).

برداشت بی رویه از آبهای زیرزمینی در بسیاری از نقاط جهان سبب افت شدید تراز آب زیرزمینی شده است. آمار جهانی روند نامناسب افت سالانه ی کمیّت و کیفیت آب زیرزمینی را نشان می دهد. کسری حجم مخزن آب زیرزمینی جهان سالانه ۷۰۰-۸۰۰ میلیارد مترمکعب است، که ۱٪ آن در ایران است (خسروشاهی ۲۰۰۸).

با توجه به این روند، آسیب رسانی به منابع آب در سالهای آینده نیز ادامه خواهد داشت. تاکنون محققان زیادی کوشیده اند دلایل افت خیز تراز آبهای زیرزمینی را در حوضه های مختلف بررسی کنند.

اکرامی و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که افت تراز آب زیرزمینی دشت یزد- اردکان در دهه ی ۸۸-۱۳۷۹ ناشی از برداشت بی رویه و غیراصولی از آبهای زیرزمینی است، و خشکسالی های پیاپی باعث تشدید آن می شود. آن ها پیشنهاد کردند که تنها راه اساسی و اصولی برای جلوگیری از عواقب خطرناک افت تراز ایستابی، مصرف درست و قانونمند آب و جلوگیری از برداشت بی رویه ی آبهای زیرزمینی است.

تقی زاده و سلطانی (۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که با افت تراز آبهای زیرزمینی در دشت فسا، رفاه کشاورزان بسیار کم شده است، و پیشنهاد کرده اند که برای بهبود این وضع کشت محصولات آب بر و برداشت آب زیرزمینی محدود شود. نتایج پژوهش نجفی علمدارلو و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که قیمت گذاری آب کشاورزی در دشت همدان- بهار در دشت ورامین تأثیر بسیاری بر کاهش تقاضا و بهره برداری از منابع آب زیرزمینی دارد.

نتایج بررسی پایدار و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که رواج الگوی کشت مطلوب و مبتنی بر کم آبی، کیفیت ساختار و فضای زمینی کشتزارها، و تغییر الگوی نگرشی، رفتاری و عمل کردی بهره برداران، بهترین راه کارهای تعادل بخشی به برداشت آب زیرزمینی در دشت جیرفت است.

اسماعیل نژاد و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که با توجه به بحران شدید آب در دشت بردسکن لازم است که محصولاتی با نیاز آبی کم و بازدهی بالا کاشته شود.

نتایج پژوهش حیدری زاده و یعقوبی (۲۰۱۷) بیانگر این بودند که تراز آب در بخش های مختلف دشت در آبخوان ابوغویر در استان ایلام در دوره ی ۱۳۹۳-۱۳۸۴ تا ۱۰ متر افت کرده، و میانگین کاهش سالانه ی آن در ۱۴ سال ۲/۸۸ متر بوده است. بررسی هدایت الکتریکی و کلر نیز نشان دهنده ی افزایش در این دوره بود. به دلیل تمرکز چاههای بهره برداری و افت بیش تر در مناطق مرکزی دشت، کیفیت آب در این مناطق کم تر از سایر مناطق

بود. آن ها نتیجه گرفتند که خشکسالی، برداشت بی رویه و تعداد زیاد چاهها عوامل مهم افت آب زیرزمینی و تخریب کیفیت آن در دشت ابوغویر است. نتایج پژوهش قضاوی و رضانی سربندی (۱۳۹۶) نشان دهنده ی افت کیفیت و تراز آب زیرزمینی آبخوان رفسنجان است، و عامل اصلی آن برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی در زمینهای کشاورزی آن دانسته شده است. استلر و دیاز (۲۰۰۲) نشان دادند که بهره برداری شدید از آبخیز در ارتفاعات مکزیک باعث کاهش تراز پیرومتری ۱-۳/۵ متر در سال و خشک شدن تالاب، کاهش جریان رودخانه و فروپاشی زمین شده است.

هله گرز و همکاران (۲۰۰۱) مسیر استخراج آب را در حالت برداشت از آبهای زیرزمینی بر پایه ی هزینه ی استخراج در هلند به دست آوردند، پیتافی و روماست (۲۰۰۶) مسیرهای استخراج آب زیرزمینی، قیمت گذاری آب و نیز مسیر تغییر ارتفاع تراز سفره ی آب زیرزمینی را در منطقه ی هونولولوی امریکا بر پایه ی مدیریت بر اساس هزینه ی استخراج بررسی کردند.

ارزیابی ژئان شنگشی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که بهره برداری بیش از حد از آبهای زیرزمینی در دشت شمال چین باعث نشست زمین شده است، و بنابراین برای جلوگیری از مشکلات جدی محیط زیستی بهره برداری از آن باید دقیق و مهارشده باشد.

رودریگز-استلرا (۲۰۱۲) در پژوهشی نشان داد که برداشت بیش از حد از آبخوان منجر به خشک شدن چشمه ها، کاهش مداوم تراز آب (۵ متر در سال) و افزایش هزینه های آب کشی (افزایش عمق آب تا بیش از ۳۲۰ متر)، ترک چاه ها، و کاهش ذخایر آبهای زیرزمینی در منطقه ی مورسیا و حوزه ی سگورا (جنوب شرقی اسپانیا) شده و کیفیت آب بسیار بد شده است.

آبخوان دشت هشتمندی در جنوب شرقی ایران از آبخوان های اقلیم آن خشک است و تراز ایستابی آن در سالهای اخیر به شدت پایین رفته است. برای تصمیم گیری بهتر و برنامه ریزی صحیح تر در مدیریت و روش بهره برداری از این آبخوان نیاز است که وضعیت آب زیرزمینی این دشت در دوره ی طولانی بررسی، و از نتایج آن راه کارهای مدیریتی بهتری پیدا شود.

## مواد و روشها

## معرفی منطقه ی مطالعاتی

منطقه ی هشتمندی (شهرستان میناب، استان هرمزگان)، دشتی بسیار وسیع میان میناب و رودان است. فاصله ی آن تا رودان ۶۰ کیلومتر، تا میناب ۶۰ کیلومتر، و تا بندرعباس ۱۶۳ کیلومتر است. محدوده ی این تحقیق قسمتی از دشت هشتمندی (شامل روستاهای چراغ آباد، کهورتاک، کوی هجرت، ناصرآباد، ریگ دراز، دهندر) به وسعت ۵۸/۸ کیلومترمربع است. کمترین و بیشترین ارتفاع حوزه ۱۷۰ و ۲۱۲۵، و متوسط وزنی ارتفاع حوزه ۴۹۰ متر از تراز دریا است که از شمال شرق و شرق و جنوب به سمت شمال غرب کاهش می یابد. این دشت از نظر زمین شناسی میان منطقه های مکران و سندج سیرجان جا دارد. رده ی غالب خاکهای آن براساس طبقه بندی جامع خاک آنتی سول، و وضعیت رطوبتی آن ها توریک است. نظام اقتصادی این منطقه بر پایه ی کشاورزی است و مشخصه های اقتصاد روستایی دارد، به طوری که

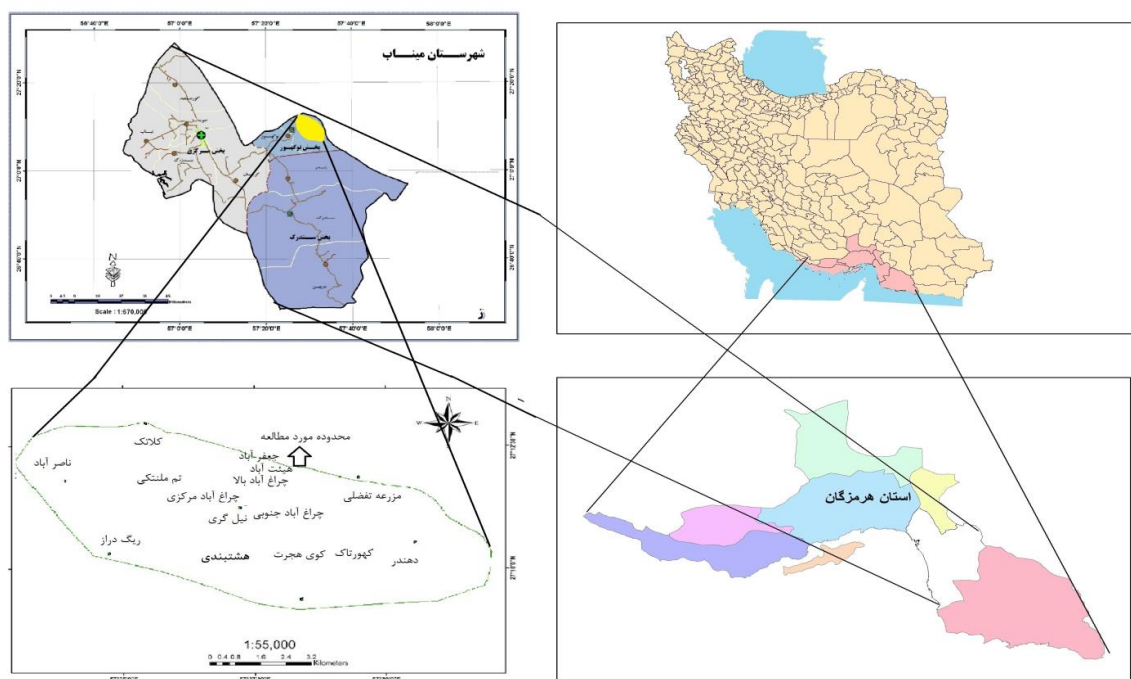
### آب و زمین‌شناسی

جهت جریان‌های آب زیرزمینی این دشت از شیب عمومی زمین (وضعیت حرکت آب‌های سطحی) پی‌روی می‌کند، به طوری که آب‌های زیرزمینی بخش شرقی به طرف غرب و مرکز دشت جریان دارند. آب زیرزمینی دشت تنها یک سفره‌ی آزاد است. به طور کلی 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.

حدود ۹۸٪ از حجم آب برداشته از سفره‌ی آب زیرزمینی صرف کشاورزی می‌شود. سطح زیرکشت هشتبندی ۱۷۵۰۰ هکتار است، عمدتاً کشتزار خیار سبز، 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 دوما رتن خشک 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 مشاهده‌ی و بهره‌برداری) و آب‌شناسی دشت در دوره‌ی زمانی ۱۱ ساله (سال آبی ۸۳-۱۳۸۲ تا ۹۳-۱۳۹۲) بررسی شد. برای بررسی تغییرات کمی آب زیرزمینی، میانگین تراز آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌ی 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 تغذیه‌ی 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<sup>۱</sup> معرف دشت در این مدت با به‌کارگیری نرم‌افزار سورفر به‌دست آمد. با استفاده

۱- نمودار تعیین کیفیت آب‌های زیرزمینی

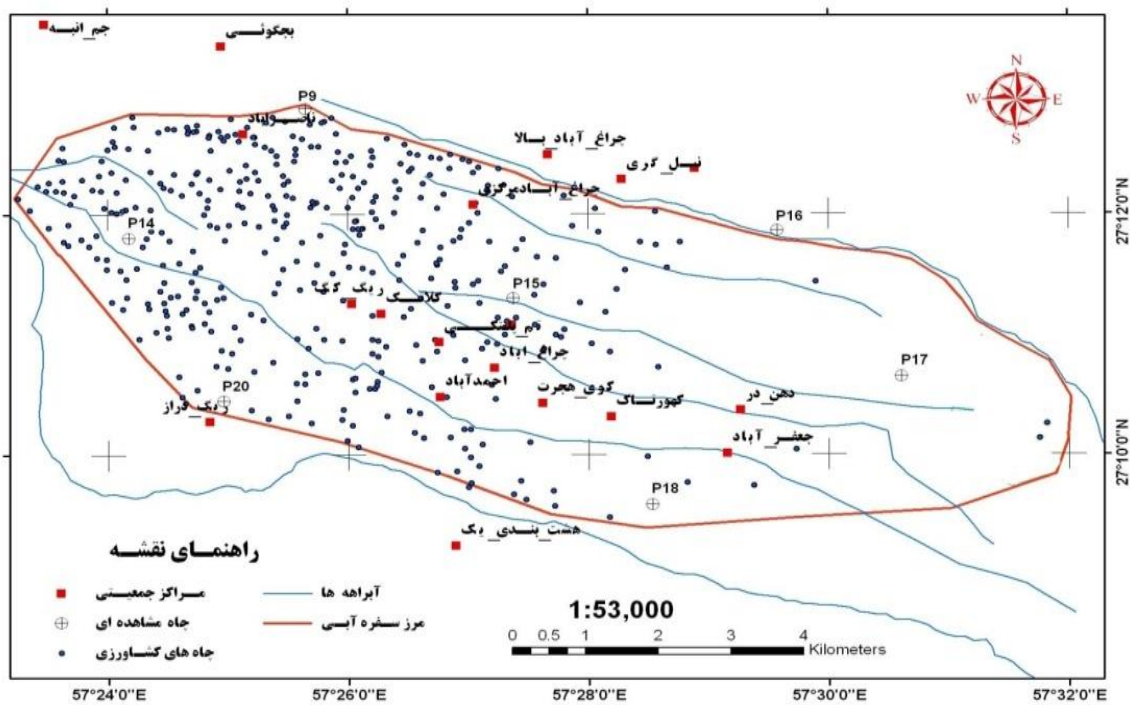
چاه های کشاورزی است. در این محدوده بیش از ۴۲۱ حلقه چاه است (شکل ۲) که ۲۵۶ حلقه ی آن داده ی آماری دارد و ۱۶۵ چاه آن بی داده ی آماری و بی کارکرد است. پنج چاه عمیق و ۲۵۱ چاه نیمه عمیق در آن است. میانگین عمق چاه های منطقه در سال ۱۳۹۳ به اندازه ی ۳۸/۴۲ متر است. به طور کلی عمق چاه ها از شرق به غرب کم می شود. میانگین آب دهی چاه ها در منطقه ۱۵ لیتر بر ثانیه و بیشینه و کمینه ی آن به ترتیب ۱ و ۷۵/۶ لیتر بر ثانیه است. آب چاه ها به مصرف آبیاری کشتزارها و باغ ها می رسد و حجم تخلیه ی سالانه ی در محدوده ی بررسی بالغ بر ۴۰ میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است (شرکت آب منطقه یی هرمزگان ۱۳۹۳). انتخاب محدوده ی تراز آب زیرزمینی براساس مواردی نظیر جانمایی چاه های مشاهده یی، محل های تجمع چاه های بهره برداری، زمین شناسی محدوده ی مطالعاتی، و خط های هم تراز آب زیرزمینی انجام گرفته است.

از نتایج به دست آمده، میزان کسری مخزن سفره، تغییرات آسیب پذیری دشت از خشک سالی، و تغییرات شوری آب محاسبه، و نشست زمین در آن ارزیابی شد. برای به دست آوردن دورنمایی از وضعیت آینده ی منابع آب زیرزمینی، شرایط دشت پیش بینی شد. تراز منابع آب که بهترین شکل بررسی وضعیت آبی هر آبخوان است ارزیابی شد، و راه حل هایی شدنی برای کاهش مشکلات افت تراز آب داده شد. در تحلیل داده ها و تهیه ی نمودارها از نرم افزار اکسل و برای تهیه ی لایه های اطلاعاتی و نقشه های آن ها از بسته های نرم افزار آرک جی آی اس، ایلیس، و سورفر استفاده شد.

## نتایج و بحث

### چگونگی بهره برداری منابع آب زیرزمینی

مهم ترین عامل تخلیه کننده ی سفره ی آب زیرزمینی در منطقه ی بررسی شده



شکل ۲- محدوده ی تراز و منابع آب در منطقه ی بررسی.



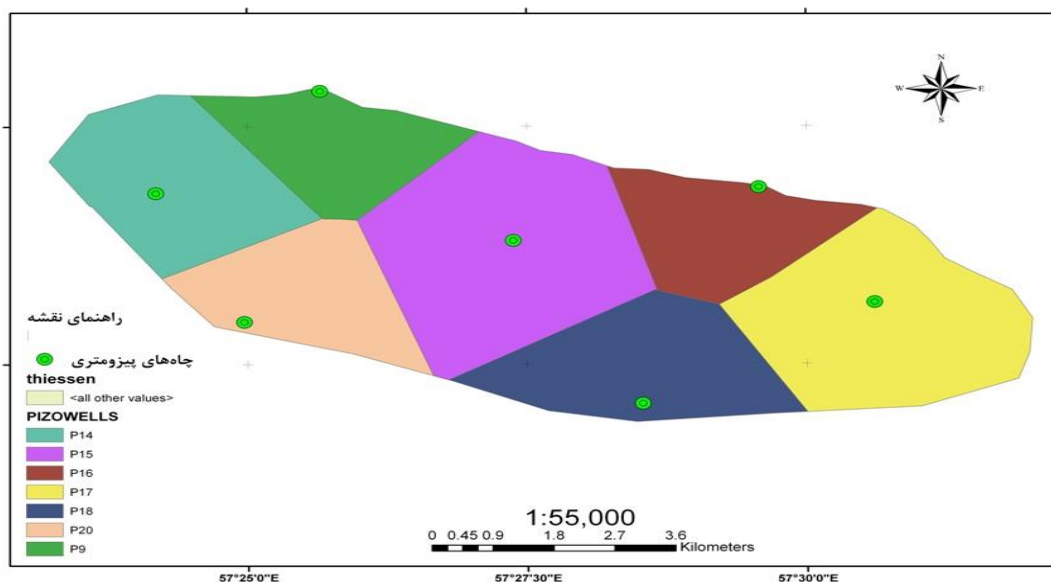
جدول ۱- وضعیت تخلیه‌ی سالانه‌ی چاه‌های بهره‌برداری دشت در طول دوره‌ی تراز.

سال آبی	تعداد چاه‌ها	تخلیه بر حسب نوع مصرف (مترمکعب)			جمع تخلیه (میلیون مترمکعب)
		کشاورزی	صنعت	آشامیدنی	
۸۲-۸۳	۳۷۵	۳۶۵۸۶۰۶۲/۶۳	۰	۶۵۰۰۰	۳۷/۲۴
۸۳-۸۴	۳۸۰	۳۷۰۷۴۳۸۳/۶۶	۰	۶۶۵۰۰	۳۷/۷۴
۸۴-۸۵	۳۸۵	۳۷۵۶۲۲۰۴/۳	۰	۶۷۸۰۰	۳۸/۲۴
۸۵-۸۶	۳۹۵	۳۸۵۳۷۸۴۵/۹۷	۰	۶۹۵۰۰	۳۹/۲۳
۸۶-۸۷	۴۰۳	۳۹۳۱۸۳۵۹/۳	۰	۷۲۵۰۰	۴۰/۰۴
۸۷-۸۸	۴۱۴	۴۰۳۹۱۵۶۵/۱۴	۰	۷۶۲۵۰	۴۱/۱۵
۸۸-۸۹	۴۱۴	۴۰۳۹۱۵۶۵/۱۴	۰	۷۷۸۵۰	۴۱/۱۷
۸۹-۹۰	۴۱۵	۴۰۴۸۹۱۲۹/۳۱	۰	۸۱۰۰۰	۴۱/۳۰
۹۰-۹۱	۴۱۶	۴۰۵۸۶۶۹۳/۴۷	۰	۸۴۵۰۰	۴۱/۴۳
۹۱-۹۲	۴۱۷	۴۰۶۸۴۲۵۷/۶۴	۰	۸۶۵۰۰	۴۱/۵۵
۹۲-۹۳	۴۲۱	۴۱۰۷۴۵۱۴/۳۱	۰	۸۹۲۵۰	۴۱/۹۷
میانگین	-----	۳۹۳۳۶۰۹۸/۲۴	۰	۷۶۰۵۴۵ / ۴۵	۴۰/۱۰
جمع دوره‌ی تراز	۴۲۱	۴۳۲۶۹۷۰۸۰/۶	۰	۸۳۶۶۰۰۰	۴۴۱/۰۶

### تهیه و تحلیل آب‌نگار واحد دشت

است که اثر برداشت از آب زیرزمینی در سال‌های آبی بعدی جبران نشده، و حجم مخزن بر اثر خشک‌سالی و برداشت بی‌رویه از چاه‌های کشاورزی، هر ساله کم شده‌است. از ابتدای دوره‌ی تراز در مهر سال آبی ۸۳-۸۲ تا پایان دوره در شهریور ۹۲-۹۳ ارتفاع مطلق تراز آب دشت از ۲۲۳/۸۲ متر به ۲۱۸/۱۸ متر کاهش یافته، و در مجموع ۵/۶۴ متر، یعنی ارتفاع مخزن آب زیرزمینی با میانگین سالانه ۰/۵۱۲ متر کاسته شده است.

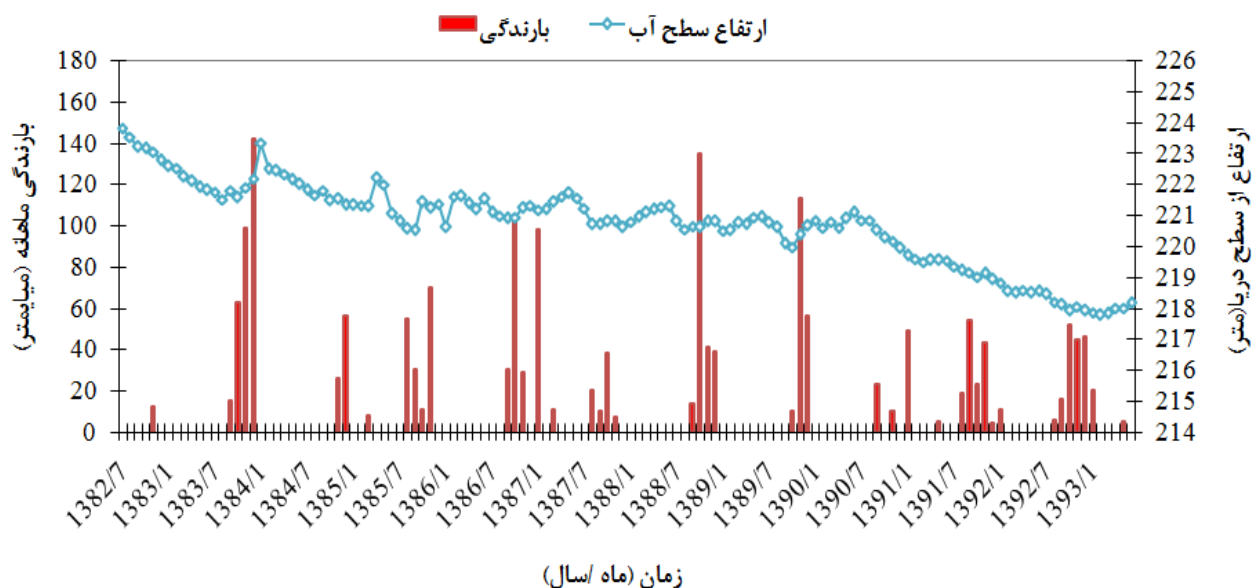
با شبکه‌بندی چاه‌های مشاهده‌ی منطقه‌ی بررسی با کاربرد روش تیسن (شکل ۳) و با توجه به آمار تراز آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ی (جدول ۲)، آب‌نگار واحد آب زیرزمینی منطقه کشیده شد (شکل ۴). آب‌نگار واحد نشان می‌دهد که تراز آب زیرزمینی در سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۵ به شدت کاهش یافته‌است (۲/۷۶ متر). روند کاهشی تراز آب زیرزمینی در آب‌نگار بیانگر آن



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

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

ماه/سال	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۱۳۸۲-۸۳	۲۲۳/۸۲	۲۲۳/۵۳	۲۲۳/۲۴	۲۲۳/۱۹	۲۲۳/۰۶	۲۲۲/۷۹	۲۲۲/۶۱	۲۲۲/۵۳	۲۲۲/۲۷	۲۲۲/۱۱	۲۲۱/۹۴	۲۲۱/۸۴
۱۳۸۳-۸۴	۲۲۱/۷۵	۲۲۱/۵۲	۲۲۱/۸۰	۲۲۱/۵۹	۲۲۱/۹۰	۲۲۲/۱۹	۲۲۳/۳۴	۲۲۲/۵۱	۲۲۲/۴۶	۲۲۲/۳۳	۲۲۲/۱۷	۲۲۲/۰۲
۱۳۸۴-۸۵	۲۲۱/۸۲	۲۲۱/۶۶	۲۲۱/۸۱	۲۲۱/۴۸	۲۲۱/۵۴	۲۲۱/۳۴	۲۲۱/۳۶	۲۲۱/۳۲	۲۲۱/۳۰	۲۲۲/۲۰	۲۲۱/۹۹	۲۲۱/۰۶
۱۳۸۵-۸۶	۲۲۰/۸۳	۲۲۰/۵۷	۲۲۰/۵۲	۲۲۱/۴۵	۲۲۱/۲۴	۲۲۱/۳۷	۲۲۰/۶۴	۲۲۱/۶۱	۲۲۱/۶۴	۲۲۱/۴۱	۲۲۱/۲۲	۲۲۱/۵۳
۱۳۸۶-۸۷	۲۲۱/۱۲	۲۲۰/۹۹	۲۲۰/۹۱	۲۲۰/۹۴	۲۲۱/۲۴	۲۲۱/۳۳	۲۲۱/۱۸	۲۲۱/۲۰	۲۲۱/۴۵	۲۲۱/۶۲	۲۲۱/۷۳	۲۲۱/۵۷
۱۳۸۷-۸۸	۲۲۱/۲۲	۲۲۰/۷۲	۲۲۰/۷۳	۲۲۰/۸۰	۲۲۰/۸۳	۲۲۰/۶۳	۲۲۰/۸۰	۲۲۰/۹۵	۲۲۱/۱۰	۲۲۱/۲۱	۲۲۱/۲۷	۲۲۱/۳۱
۱۳۸۸-۸۹	۲۲۰/۸۲	۲۲۰/۵۵	۲۲۰/۶۵	۲۲۰/۶۴	۲۲۰/۸۳	۲۲۰/۸۱	۲۲۰/۵۰	۲۲۰/۵۱	۲۲۰/۷۶	۲۲۰/۷۲	۲۲۰/۹۳	۲۲۰/۹۵
۱۳۸۹-۹۰	۲۲۰/۷۸	۲۲۰/۶۲	۲۲۰/۰۹	۲۱۹/۹۷	۲۲۰/۳۷	۲۲۰/۶۶	۲۲۰/۸۵	۲۲۰/۶۰	۲۲۰/۷۹	۲۲۰/۶۰	۲۲۰/۹۰	۲۲۱/۰۹
۱۳۹۰-۹۱	۲۲۰/۸۵	۲۲۰/۸۵	۲۲۰/۵۲	۲۲۰/۲۹	۲۲۰/۱۶	۲۱۹/۹۶	۲۱۹/۷۱	۲۱۹/۶۰	۲۱۹/۵۰	۲۱۹/۵۷	۲۱۹/۵۶	۲۱۹/۵۴
۱۳۹۱-۹۲	۲۱۹/۳۵	۲۱۹/۲۴	۲۱۹/۱۶	۲۱۹/۰۲	۲۱۹/۱۲	۲۱۸/۹۴	۲۱۸/۸۲	۲۱۸/۵۷	۲۱۸/۵۰	۲۱۸/۵۸	۲۱۸/۵۰	۲۱۸/۵۷
۱۳۹۲-۹۳	۲۱۸/۴۵	۲۱۸/۲۱	۲۱۸/۱۳	۲۱۸/۹۴	۲۱۸/۰۵	۲۱۷/۹۲	۲۱۷/۸۶	۲۱۷/۷۸	۲۱۷/۸۴	۲۱۸/۰۰	۲۱۸/۰۰	۲۱۸/۱۸



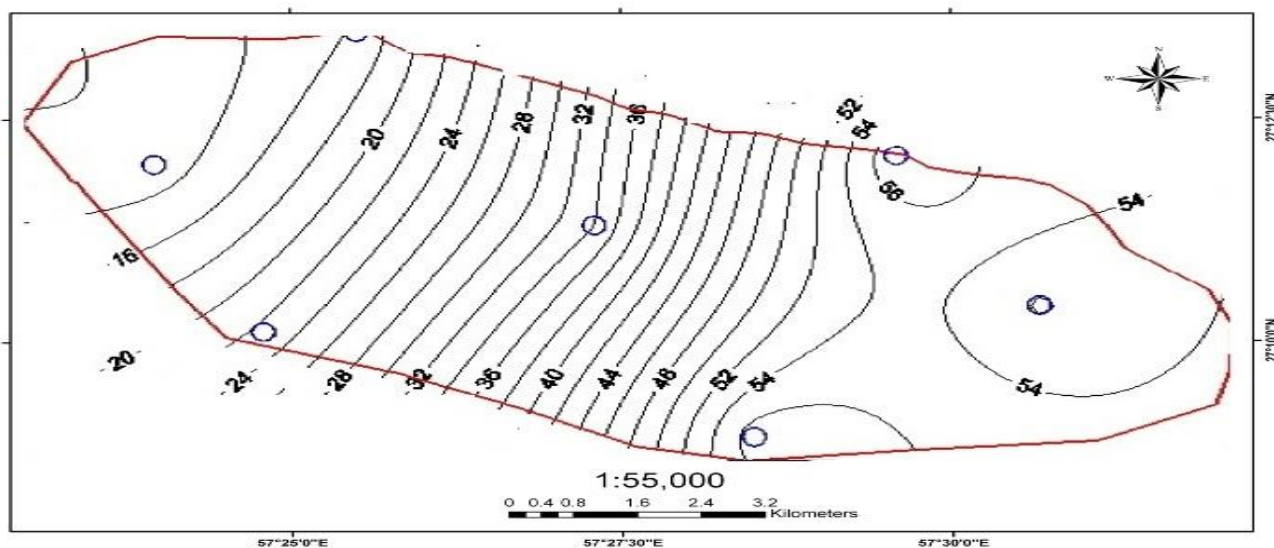
شکل ۴- آب‌نگار واحد آب زیرزمینی از مهر ۸۲ تا شهریور ۹۳.

#### هیدرولیک آبخوان زیرزمینی

الف) عمق تراز آب

با توجه به نقشه‌ی هم‌عمق (شکل ۵) که بر اساس میانگین تراز آب چاه‌های

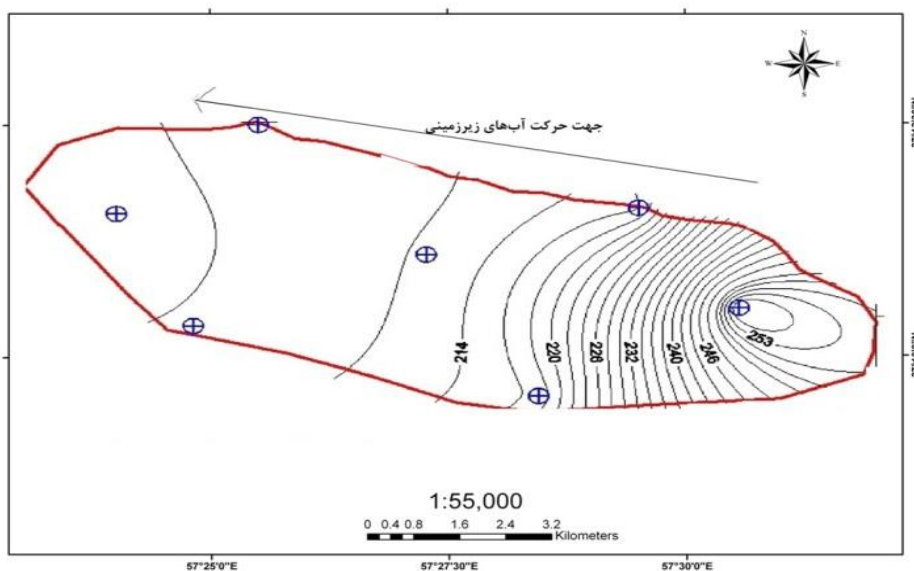
مشاهده‌ی در ماه‌های بیشینه و کمینه (اردیبهشت و مهر) در دوره‌ی ۱۱ ساله‌ی تراز تهیه شده، عمق تراز آب زیرزمینی در نقاط مختلف متفاوت است. بیش‌ترین عمق تراز آب در شمال شرقی است و مقدار آن به تدریج به سمت غرب و مرکز کم می‌شود.



شکل ۵- نقشه‌ی هم‌عمق آبخوان.

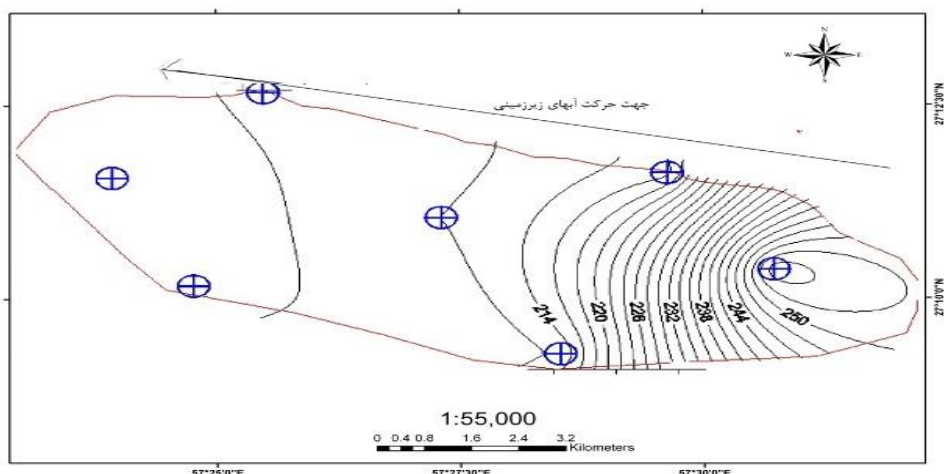
منوجان از شرق به غرب کشیده می‌شوند و آب‌های زیرزمینی این ناحیه از شرق به غرب دشت هماهنگ با جریان‌های سطحی به سمت کناره‌ی غربی جریان دارند. با توجه به وضعیت منحنی‌های تراز و خط‌های جریان آب زیرزمینی روی این نقشه یک جبهه‌ی ورودی نشان داده شده‌است. شکل ۷ از نحوه‌ی قرارگرفتن منحنی‌های تراز آب و گذرگاه‌های ورودی کاملاً مشابه نقشه‌ی تراز آب میانگین ماه‌های بیشینه است، و تنها جابه‌جایی‌های اندک در منحنی‌های تراز، و در نتیجه در طول و عرض جبهه‌ها مشاهده می‌شوند. در این شکل نیز جبهه‌ی ورودی و خروجی دیده نمی‌شود.

(ب) شرح نقشه‌ی تراز آب محدوددهی دشت براساس میانگین تراز آب ۷ چاه مشاهده‌ای در دوره‌ی ۱۱ ساله، دوره‌های کمینه و بیشینه مشخص شد و نقشه‌ی میانگین تراز آب در ماه‌های کمینه (مهر) و بیشینه (اردیبهشت) کشیده شد. شکل ۶ نشان‌دهنده‌ی منحنی‌های تراز آب زیرزمینی در ماه بیشینه (اردیبهشت) در دوره‌ی ۱۱ ساله‌ی تراز است. بیش‌ترین عدد منحنی‌های تراز در کناره‌ی شرقی است (۲۵۳ متر) یعنی جایی که تغذیه‌ی مصنوعی انجام می‌شود. این عدد به تدریج به سمت مرکز کم می‌شود تا سرانجام به ۲۰۹/۵۷ متر در کناره‌ی غربی می‌رسد. منحنی‌های تراز در ناحیه‌ی شمال شرقی در محل ورودی رودخانه‌ی اصلی



شکل ۶- نقشه‌ی تراز آب زیرزمینی میانگین در ماه‌های بیشینه.





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

زیرزمینی محدوده‌ی بررسی در دوره‌ی ۱۱ ساله (۸۳-۸۲ تا ۹۳-۹۲) نشان داده شده است.

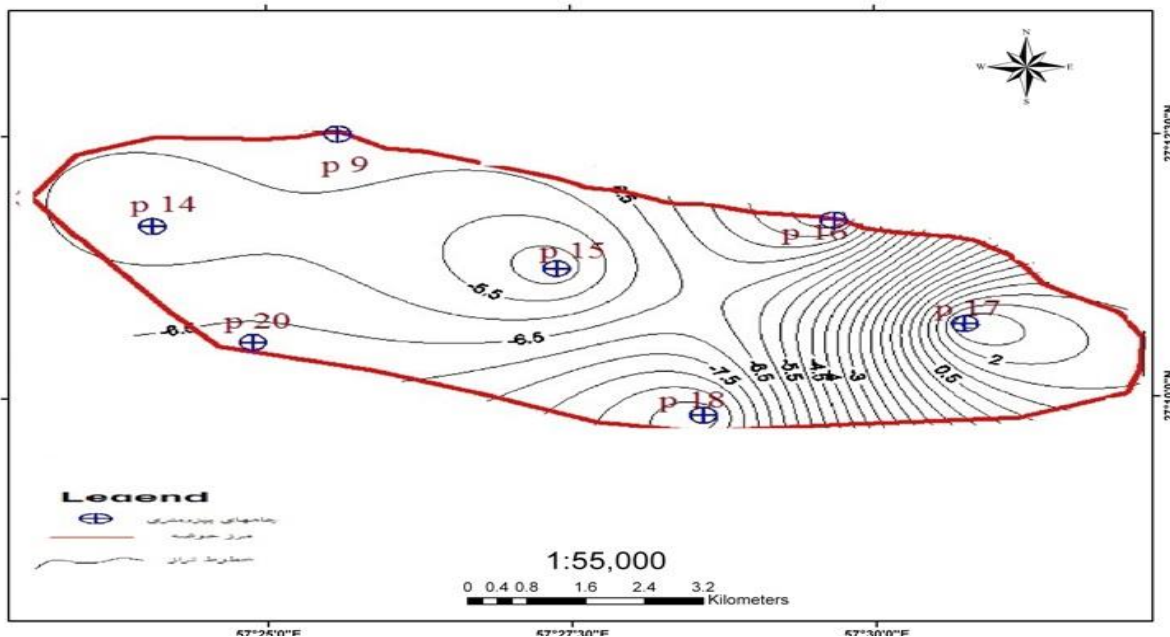
**تراز آب و زمین‌شناسی محدوده‌ی دشت**  
برای ارزیابی وضعیت آبخوان از نظر میزان آب ورودی و خروجی آبخوان تراز آب زیرزمینی در محدوده‌ی بررسی محاسبه شد. در جدول ۳ تراز آب

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

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

که بیش‌ترین افزایش تراز آب زیرزمینی در چاه مشاهده‌ی شماره‌ی ۱۷ بود که نزدیک تغذیه‌ی مصنوعی و سد خاکی است، بنابراین افزایش آب آن را می‌توان به تأثیر عملیات تغذیه‌ی مصنوعی نسبت داد و بقیه‌ی چاه‌ها افت داشته‌اند.

**بررسی نقشه‌های هم‌افت آب زیرزمینی**  
با کم کردن تراز آب در سال ۱۳۸۲ از ۱۳۹۳ افت تراز آب در هفت چاه مشاهده‌ای به‌دست آمد، و منحنی‌های هم‌افت دشت با استفاده از نرم‌افزار سورفر تهیه شد (شکل ۸). بررسی منحنی‌های هم‌افت دشت نشان می‌دهد



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

$$\text{رقم تهی‌شدگی} = (1 - H/H_m)$$

که در آن  $H$  میانگین ضخامت سفره 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 در صورت خالی بودن سفره این رقم یک خواهد بود. در نتیجه، هرچه این رقم بزرگ‌تر باشد شرایط بدتر، و سفره در برابر عواملی همچون خشک‌سالی آسیب‌پذیرتر خواهد بود. برای محاسبه‌ی رقم تهی‌شدگی سفره و تغییرات آن در سال‌های گذشته، به اطلاعات میانگین عمق سفره و عمق سنگ کف نیاز است. از آن‌جاکه تمام ضخامت آبرفت‌های سفره‌ی دشت هشت‌بندی امکان آبار شدن دارند، در این سفره میانگین عمق سنگ کف در نظر گرفته می‌شود، که ۱۲۵ متر است. در سال ۱۳۸۲-۱۳۸۳ میانگین ضخامت اشباع سفره‌ی آب زیرزمینی دشت ۱۸/۹۵ متر بود، که در سال ۹۲-۹۳ به ۱۳/۵۸ متر رسید. بنابراین با گذشت ۱۱ سال رقم تهی‌شدگی سفره با چهار درصد افزایش از ۰/۸۵ به ۰/۸۹ رسید.

ج- نشست زمین

تاکنون تحقیقاتی در باره‌ی فرونشست سطح زمین انجام نشده است، اما با در نظر گرفتن فرونشست‌های مختلفی که بر اثر افت تراز آب به‌وجود آمده است (تصویر ۹ و ۱۰)، ادامه‌ی برداشت‌ها و افت آب در آینده باعث نشست دشت خواهد شد، و دشت را با مشکل تأمین آب از سفره‌های زیرزمینی روبه‌رو خواهد کرد.

#### تخلیه‌ی سفره‌ی آب زیرزمینی و پی‌آمدهای آن

نتایج این تحقیق نشان داد که برداشت بی‌رویه از سفره‌ی آب زیرزمینی دشت، علاوه بر افت تراز آب زیرزمینی پی‌آمدهای 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 ۱۳۸۲-۱۳۸۳ برابر بود که در شهریور سال آبی ۹۲-۹۳ به ۱۳/۳۱ متر رسید (جدول ۴). با توجه به این‌که وسعت سفره‌ی آب زیرزمینی دشت ۵۸/۸ کیلومترمربع و ضریب ذخیره‌ی آن ۴٪ است، حجم آب ذخیره در این سال در اندازه‌های زیر است:

میلیون مترمکعب  $18/95 \times 0.04 \times 58/8 = 44/57$  = ذخیره‌ی سفره در سال ۱۳۸۲-۱۳۸۳

میلیون مترمکعب  $13/31 \times 0.04 \times 58/8 = 31/30$  = ذخیره‌ی سفره در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳

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

ب- افزایش آسیب‌پذیری در برابر خشک‌سالی

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



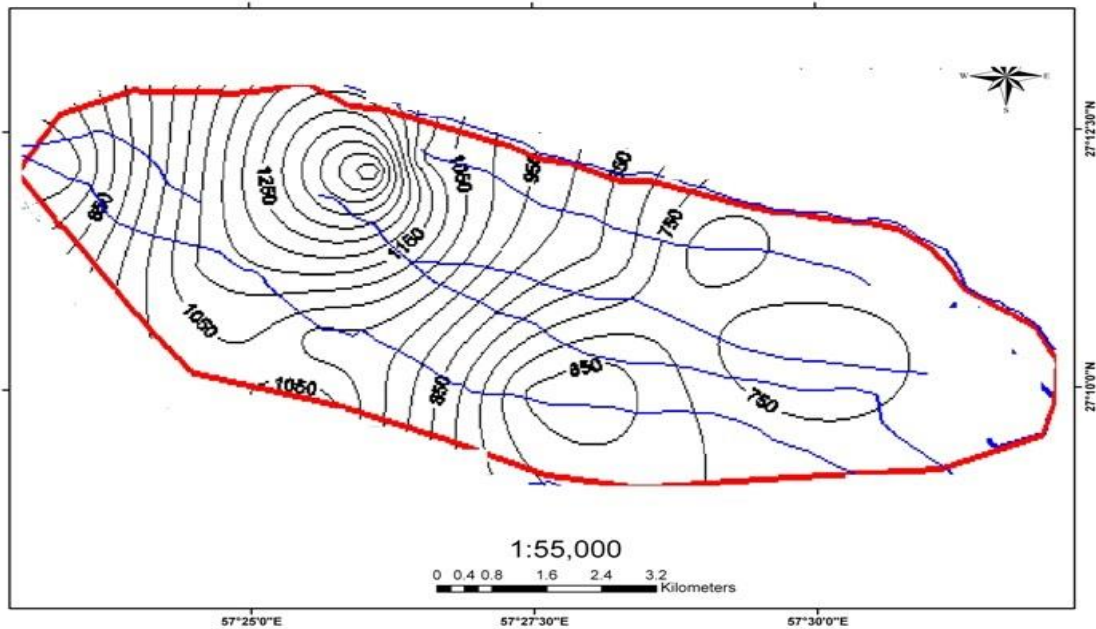
شکل ۹- بالا آمدگی چاه پیزومتری شماره ۱۴.



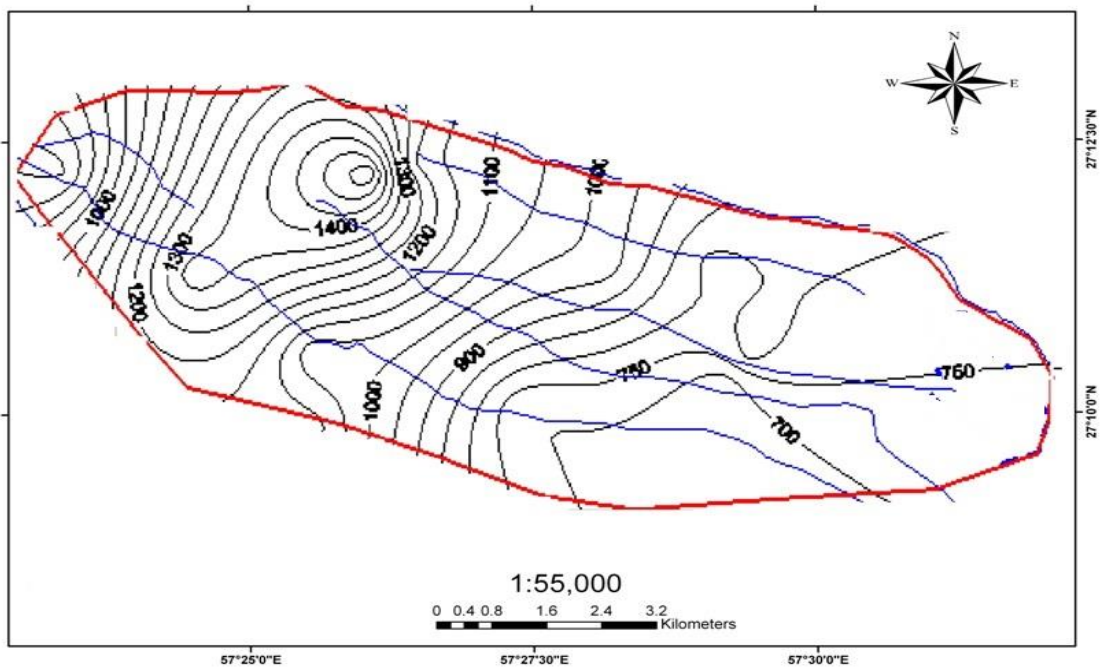
شکل ۱۰- آثار پدیده‌ی فرونشست زمین در دشت هشتبندی.

افزایش به  $962 \mu\text{S}/\text{cm}$  رسید. براساس نقشه‌های نقشه‌های ۱۱ و ۱۲ روند کلی افزایش هدایت الکتریکی هماهنگ با جریان‌های سطحی از کناره‌ی شرقی به سمت مرکز دشت، و سرانجام جنوب غربی است. دامنه‌ی تغییرات در داده‌های برداشته در دشت  $1660 - 635 \mu\text{S}/\text{cm}$  است.

د- کاهش کیفیت آب زیرزمینی نمودار میانگین هدایت الکتریکی آب زیرزمینی دشت هشتبندی در سال‌های ۹۲-۸۴ در شکل ۱۳ نشان داده شده است. در مجموع، میانگین شوری آب زیرزمینی دشت در این دوره‌ی ۸ ساله با ۶۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر

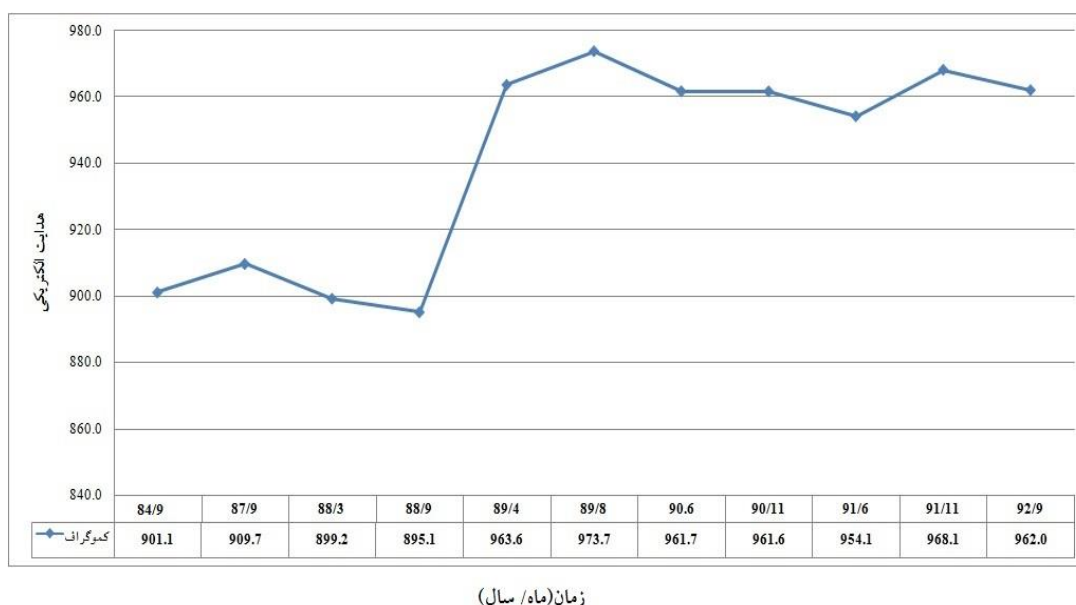


شکل ۱۱- پراکنش هدایت الکتریکی در آذر ۱۳۸۴.



شکل ۱۲- نقشه‌ی پراکنش هدایت الکتریکی در آذر ۱۳۹۲.





زمان (ماه/ سال)

شکل ۱۳- کموگراف معرف دشت.

در سال ۱۴۰۳-۱۴۰۲ به ۸/۶۹ متر خواهد رسید، و حدود ۱۱/۵ میلیون مترمکعب دیگر از حجم ذخایر آن کاسته خواهد شد. بنابراین، با افت تراز آب زیرزمینی و کاهش حجم ذخایر آبی شاهد تشدید پی آمدهای آن از جمله کاهش کیفیت آب، کاهش توان انتقال سفرهها به دلیل کاهش بیش از پیش ضخامت آنها، خشک شدن بسیاری از منابع آبی، و افزایش اجباری عمق چاهها، نیاز به افزایش مصرف انرژی برای دسترسی به آب زیرزمینی، افزایش آلودگی های زیست محیطی ناشی از سوزاندن سوخت های سنگواره ای، افزایش آسیب پذیری دشت در برابر خشک سالی، تداوم نشست زمین و پی آمدهای آن (ایجاد درز و شکاف در سطح زمین و بناها، خسارت به تأسیسات چاهها و کاهش ظرفیت ذخیره ای دوباره ای آب در سفره) و حتی در مواردی فرسایش خاک و افزایش سیل خیزی خواهیم بود. با توجه به این موارد، پیش بینی می شود که کشاورزی منطقه پس از رونق زودگذر فعلی، به دلیل رعایت نکردن مسائل زیست محیطی و برداشت بی رویه از آب های زیرزمینی، با آسیب های زیادی روبه رو شود. بنابراین، بحران در وضعیت اقتصادی مناطقی که وابستگی زیادی به محصولات کشاورزی از جمله صیفی جات دارند با جدی تر خواهد بود. در ارزیابی آسیب های اقتصادی برداشت بی رویه از سفرهها، باید علاوه بر محاسبه میزان خسارات به زمین های کشاورزی و کاهش تولید و تلف شدن دام، طیور و حیات وحش، به خسارت های ناشی از نشست زمین، افزایش سیل خیزی، افزایش مصرف انرژی، هزینه های دستیابی به آب، انتقال آب آشامیدنی و کشاورزی، و افزایش بیماری بر اثر استفاده از آب های ناسالم نیز توجه شود. از نظر آسیب های اجتماعی، پیش بینی می شود که با کاهش تولید کشاورزی و رکود اقتصادی در منطقه، درگیری بر سر آب افزایش یابد، هزینه های زندگی روزانه ای مردم کم شود، و فقر، بیکاری و بزه کاری افزایش یابد.

س- آثار اقتصادی

رونق اقتصادی این دشت بر کشاورزی صیفی جات است، و سبب شده است که حدود ۹۸٪ از کل آب برداشته از سفره ای آب زیرزمینی منطقه صرف کشاورزی شود. توسعه ای سطح زیرکشت تنها هزینه های بیش تر برای دستیابی به آب و انتقال آن به باغها و کشتزارهای صیفی در پی داشته است، اما پی آمدهای جبران ناپذیر برداشت بی رویه از آب های زیرزمینی و افت تراز آن را در کنار عوارض ناخواسته ای دیگر بر کشاورزی و اقتصاد منطقه از دید مردم پنهان کرده است، اما رونق فعلی کشاورزی منطقه به معنی ازدست رفتن بخش عظیمی از منابع آبی است، و با کاهش بیش تر کمیت و کیفیت آب، اقتصاد این منطقه با بحران جدی مواجه خواهد شد.

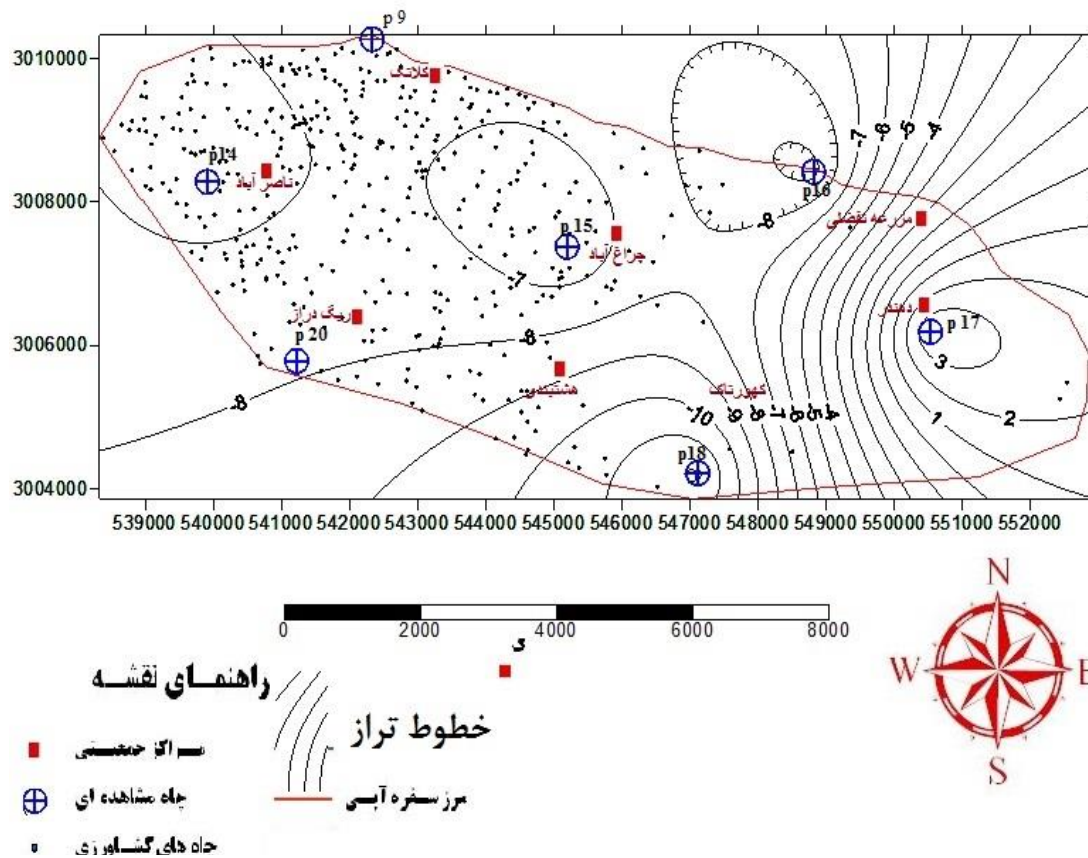
#### پیش بینی شرایط آینده

با استفاده از اطلاعات تراز آب زیرزمینی چاه های مشاهده ای منطقه در ۱۱ سال گذشته، و با فرض ادامه ای روند کنونی تغذیه و تخلیه ای سفرهها، وضعیت ۱۰ سال آینده ای دشت (سال آبی ۱۴۰۳-۱۴۰۲) پیش بینی شد. بدیهی است که دلیلی نیست که ثابت کند روند کنونی تا ۱۰ سال بعد هم ادامه یابد، ولی این فرض می تواند اندازه های مشکل را در صورت ادامه ای روند فعلی، تا حدی مشخص سازد. نتایج پیش بینی بیانگر آن است که اگر روند کنونی شرایط تغذیه و تخلیه ادامه یابد، و اقدام های جدی و عملی برای کاهش برداشت بی رویه انجام نشود، در ۱۰ سال آینده تراز آب زیرزمینی به میانگین 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). پیش بینی می شود 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 سفره ای آب زیرزمینی



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

تعداد چاه‌ها	میانگین عمق برخورد به آب (متر)	حجم ذخایر آبی (میلیون متر مکعب)	میانگین ضخامت سفره	سال آبی
۳۷۵	۳۳/۰۵	۴۴/۵۷	۱۸/۹۵	۸۳-۸۲
۳۸۰	۳۵/۱۲	۳۹/۷۰	۱۶/۸۸	۸۴-۸۳
۳۸۵	۳۵/۰۵	۳۹/۸۶	۱۶/۹۵	۸۵-۸۴
۳۹۵	۳۶/۰۴	۳۷/۵۳	۱۵/۹۶	۸۶-۸۵
۴۰۳	۳۵/۷۵	۳۸/۲۲	۱۶/۲۵	۸۷-۸۶
۴۱۴	۳۵/۶۵	۳۸/۴۵	۱۶/۳۵	۸۸-۸۷
۴۱۴	۳۶/۰۵	۳۷/۵۰	۱۵/۹۵	۸۹-۸۸
۴۱۵	۳۶/۰۹	۳۷/۴۲	۱۵/۹۱	۹۰-۸۹
۴۱۶	۳۶/۰۲	۳۷/۵۸	۱۵/۹۸	۹۱-۹۰
۴۱۷	۳۷/۵۲	۳۴/۰۵	۱۴/۴۸	۹۲-۹۱
۴۲۱	۳۸/۴۲	۳۱/۹۴	۱۳/۵۸	۹۳-۹۲
نامشخص	۴۳/۳۰	۲۰/۴۶	۸/۷	۱۴۰۲-۱۴۰۳



شکل ۱۳- نقشه‌ی پیش‌بینی میزان افت تراز آب از سال ۹۲-۹۳ تا ۱۴۰۲-۱۴۰۳.

## راه کارهای مدیریتی

برای انتخاب راه کارهای مدیریتی ابتدا باید به عوامل اصلی افت تراز آب زیرزمینی توجه کرد. بهره برداری بیش از حد تعادل سفره و حفر چاه های غیرمجاز از جمله عامل های مهم افت تراز آب زیرزمینی دشت هشتبندی است، که خود معلول ناآگاهی بهره برداران از پی آمدهای تپه شدن سفره، و روش های حفظ منابع با کمترین هزینه، و نیز وجود نگرش رسیدن به سود بیش تر بی توجه به حفاظت از محیط زیست و منابع است. برای مدیریت منابع

آبی می توان روش هایی مانند جلوگیری از هدررفت آب های سطحی، حفاظت از سفره های آب زیرزمینی و صرفه جویی و حفاظت آب در مصرف را به کار برد. از آن جاکه در این دشت رود دائمی نیست، راهی نیز برای جلوگیری از هدررفت آب های سطحی نیست. خلاصه یی از راه کارهای اجرایی به همراه مقایسه ی اهمیت و امکان استفاده از آن ها برای دشت هشتبندی، با توجه به شرایط زمین شناسی و اقلیمی این دشت در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵- راه کارهای مدیریتی برای رویارویی با افت تراز آب زیرزمینی و امکان پذیر بودن آن ها در دشت هشتبندی.

راه کار مدیریتی و راه رسیدن به آن	امکان اجرا شدن در دشت
حفاظت از سفره ی آب زیرزمینی:	
تمرکززدایی از چاه های بهره برداری	کم
ادامه ی ممنوعیت در دشت و صدور نکردن مجوزهای حفاری جدید	بسیار
نصب آب شمارهای هوشمند و قیمت گذاری آب کشاورزی	بسیار
جلوگیری از ساخت و ساز در مناطق تغذیه ی سفره	کم
استفاده از چاه های تزریقی	کم
نفوذ آب از بستر رودهای فصلی و مسیل ها	میانه
ساخت بریدگی برای نفوذ سیلاب ها	بسیار
ساخت سد های خاکی کوتاه و انجام طرح های پخش سیلاب	بسیار
اقدام های کاهش تولید آلودگی:	
کشاورزی: استفاده از کودهای گیاهی و جانوری و روش های زیستی دفع آفت ها	بسیار
صرفه جویی و حفاظت آب در مصرف:	
بیان کاستی ها و افزایش دانش بهره برداران	بسیار
تصفیه و استفاده ی دوباره از فاضلاب ها و پساب ها	کم
بهبود شرایط خاک و استفاده از روش های نوین آبیاری و کاهش تبخیر	بسیار
تهیه ی الگوی کشت بهینه و تولید نژادهای پرمحصول	بسیار
ترویج و توسعه ی آب کشت ها	میانه

اقتصادی هم نیستند، باعث به هدر رفتن سرمایه های آب و خاک شده است. به همین دلیل، کشت کنجد، ذرت، گندم، جو، کلزا، پنبه، عدس و لوبیا که کم آب بر و اقتصادی تر اند باید جای گزین پیاز و گوجه فرنگی و هندوانه شود. جوان و فال سلیمان (۲۰۰۸) در دشت بیرجند، و اسماعیل نژاد و همکاران (۲۰۱۴) در دشت بردسکن جنوبی به همین نتیجه رسیدند و پیشنهاد کردند که برای جلوگیری از بحران آب باید الگوی کشت منطقه تغییر کند.

## نتیجه گیری

تغییرات حجم ذخیره دینامیک آبخوان طی دوره ۱۱ ساله تراز معادل منفی ۱۳/۲۶ میلیون مترمکعب بوده و یا سالانه به طور میانگین ۱/۲ میلیون مترمکعب کاهش نشان می دهد که افت میانگین سالیانه برابر ۰/۵۱۲ متر در تراز سفره آب زیرزمینی را به همراه دارد. نتایج تراز نشان می دهد که از ۴۲۷/۸ میلیون آب ورودی آبخوان در دوره ۴۴۱/۰۶ میلیون مترمکعب آب به وسیله ی چاه های کشاورزی برداشت شده است. توسعه ی روزافزون سطح زیر کشت صیفی جات عامل اصلی استفاده بی رویه از منابع آب زیرزمینی و افت

روش دیگر مدیریت منابع آبی، روش انفعالی است. بدین معنا که توصیه می شود هیچ کاری انجام نشود تا با افت تراز آب های زیرزمینی و کاهش آب دهی یا خشک شدن بعضی منابع، تعادل جدید به دست آید. از آن جاکه روش های دیگر که مفید تر اند و آثار بد کمتری دارند معمولاً نادیده گرفته می شوند، پیش بینی می شود که به احتمال زیاد روش انفعالی پی گرفته شود، و بر اثر آن چاه های زیادی خشک شود و همراه با آن باغ ها و کشتزارهای فراوانی از میان بروند.

## تغییر الگوی کشت در زمین های کشاورزی دشت هشتبندی

در سال های گذشته تولید پیاز و گوجه فرنگی افزایش زیادی در منطقه داشته است، که به دلیل هم زمانی با برداشت محصول در استان های خوزستان، بوشهر، فارس و جنوب استان کرمان باعث اشباع بازار فروش شده و در نتیجه کشاورزان منطقه زیان بسیاری دیدند. به همین دلیل باید با برنامه ریزی مناسب ابتدا تولید محصول های آب بر مانند گوجه فرنگی، هندوانه و پیاز را نظام مند کرد، و سپس محصول های کم آب بر با بازده اقتصادی زیاد را در طرح الگوی کشت جای گزین کرد. گسترده بودن سطح زیر کشت گوجه، پیاز و هندوانه که

به نظر می‌رسد، به‌علاوه، انجام اقداماتی همچون عدم صدور مجوزهای جدید حفاری، حفاظت از آبخوان‌ها و تغییر الگوی کشت (کشت‌های با مصرف بالا و بازده اقتصادی پایین همانند گوجه و پیاز از الگوی کشت منطقه حذف و به جای آن کشت‌های 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 توسعه بی‌رویه و مهار دقیق در برداشت از منابع آب زیرزمینی با نصب آب‌شمارهای هوشمند و قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی می‌توان میزان افت تراز آب زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن را به کمینه رساند.

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 استخراج بخش عظیمی از آب با کمیت و کیفیت مطلوب، بر شدت خسارات ناشی از آن نیز افزوده می‌گردد. اختلال در رفاه و بهداشت عمومی، ایجاد بحران در کشاورزی و دامداری، گسترش بیکاری، کاهش درآمدهای عمومی و احتمال بروز ناآرامی‌ها و بحران‌های اقتصادی و اجتماعی از دیگر پیامدهای برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در این منطقه خواهد بود. بنابراین با توجه به این‌که بیش‌ترین میزان آب برداشتی در آبیاری زمین‌های کشاورزی منطقه مصرف می‌گردد، افزایش دانش بهره‌برداران در جهت مصرف بهینه آب در کشاورزی و بهبود روش‌های آبیاری ضروری

## 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. *Toloo 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*

- Economics Research. 5(3) :137–154. (In Persian).
- Paidar A. Hajinejad A. Darini J. 2015. Prioriting of implementatins of exploitation from groundwates 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
- Rodriguez – Estrella T. 2012. The problems of over-exploitation 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).

