



## Technical Note

### Evaluation of the Environmental Impacts of Aquifer Depletion in Jiroft Plain and Prediction of the Future Status

A.R. Shahidasht<sup>1\*</sup> and A. Abbasnejad<sup>2</sup>

#### Abstract

The main purpose of this Study is to recognize and evaluate the environmental impacts of aquifer depletion in Jiroft plain in Kerman Province, Iran, during several past years and Prediction of the future status. In this regard, all relevant data, including meteorological, hydrological, hydrogeological, geological, and geographical data have been gathered and evaluated. Isocheimal maps and groundwater table maps of this plain were drawn using ArcGIS software. Accordingly the over-extraction, water table decline rate, excess discharge, as well as chemical changes of aquifers has been determined. Assuming that the past and present trends would continue in the future, the status of aquifers for the next 10 years has been determined. Results indicated that the overdraft has led to several environmental impacts including groundwater quality variation, increase in energy consumption for groundwater extraction, enhancement of susceptibility to drought, ground subsidence, the occurrence of cracks and joints in buildings, etc. If no drastic actions are taken, the plain will not only be faced with much more severe environmental impacts, but will also encounter economical and social problems.

**Keywords:** Aquifer Depletion, Water table Decline, Jiroft Plain, Environmental Impacts.

Received: June 20, 2009  
Accepted: December 8, 2010

## یادداشت فنی

### ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تخلیه سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت و پیش‌بینی شرایط در آینده

علیرضا شاهی دشت<sup>۱\*</sup> و احمد عباس‌نژاد<sup>۲</sup>

#### چکیده

هدف اصلی این تحقیق شناخت و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تخلیه سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت طی چند سال اخیر و پیش‌بینی شرایط در آینده است. بدین منظور کلیه اطلاعات هواشناسی، هیدرولوژیکی، هیدروژئولوژیکی، زمین‌شناسی و جغرافیایی جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نقشه‌های کیفیت شیمیایی و هم‌عمق سطح آب زیرزمینی منطقه به کمک نرم افزار ArcGIS رسم و پس از آن اضافه‌برداشت، افت سطح ایستابی، کسری مخزن و تغییرات شوری آب زیرزمینی در قسمتهای مختلف دشت محاسبه شده است. در ادامه این تحقیق، با استفاده از اطلاعات چند سال اخیر مربوط به تغییرات کمی و کیفی آبهای زیرزمینی و با فرض ادامه روند کنونی تغذیه و تخلیه سفره، وضعیت ۱۰ سال آینده نیز مورد پیش‌بینی قرار گرفته است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد پمپاژ بیش از حد از سفره آب زیرزمینی، پیامدهای زیست‌محیطی فراوانی همچون تغییر کیفیت آب زیرزمینی، افزایش مصرف انرژی استحصال آب زیرزمینی، افزایش آسیب‌پذیری دشت نسبت به خشکسالی، نشست زمین و ایجاد درز و شکاف در سطح زمین و ابنیه و... را به دنبال داشته است. بنابراین چنانچه اقدام جدی و مؤثری در این زمینه صورت نگیرد، این دشت در آینده نه تنها با تشدید پیامدهای زیست‌محیطی، بلکه با مشکلات اقتصادی و اجتماعی نیز مواجه خواهد شد.

**کلمات کلیدی:** تخلیه سفره آب زیرزمینی، افت سطح آب، دشت جیرفت، اثرات زیست‌محیطی.

تاریخ دریافت مقاله: ۳۰ خرداد ۱۳۸۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۷ آذر ۱۳۸۹

1- MSc. Of environmental geology. E-mail: Ali.shahidasht@yahoo.com  
2- Assistant professor of Geology department, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. E-mail: aabbas@mail.uk.ac.ir  
\*- Corresponding Author

۱- کارشناس ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی  
۲- استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان  
\*- نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

افزایش جمعیت توأم با رشد صنایع، گسترش شهرنشینی و مصرف‌گرایی و بالارفتن بهداشت و رفاه عمومی سبب افزایش مصرف آب، بویژه از منابع آب زیرزمینی بدون توجه به میزان تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی شده است. ایران از جمله کشورهایی است که بالاترین سهم آب مصرفی را در تولیدات کشاورزی دارد و به دلیل کمبود منابع آب سطحی، بیشترین میزان آب مصرفی از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌گردد. بنابراین افت سطح آب زیرزمینی و پیامدهای حاصل از آن، یکی از معضلات حال حاضر کشور محسوب می‌گردد. در این مطالعه وضعیت منابع آبی و میزان بهره‌برداری آب در یکی از مهمترین دشتهای ایران و استان کرمان یعنی دشت جیرفت طی چند سال اخیر مورد بررسی قرار گرفته و به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تخلیه سفره آب زیرزمینی و پیش‌بینی وضعیت در آینده پرداخته می‌شود.

دشت جیرفت در جنوب خاوری استان کرمان و در محدوده طول‌های جغرافیایی  $57^{\circ} 15'$  تا  $58^{\circ} 17'$  و عرض جغرافیایی  $28^{\circ} 1'$  تا  $29^{\circ} 13'$  واقع شده است. این منطقه دارای اقلیمی خشک و بیابانی با متوسط دمای سالانه  $25/25$  درجه سانتی‌گراد و بارندگی سالانه حدود  $191/1$  میلی‌متر است (اداره کل هواشناسی کرمان، ۱۳۸۴). در این دشت رودخانه‌های دائمی شامل هلیل، رودخانه شور، زهکش چیل و چندین رودخانه فصلی وجود دارد. جایگاه کشاورزی این ناحیه از نظر استانی و کشوری بسیار حائز اهمیت است. این منطقه با دارا بودن  $265000$  هکتار اراضی کشاورزی در تولید محصولات زراعی و باغی در کشور رتبه سوم را داراست (سازمان جغرافیایی وزارت دفاع، ۱۳۸۲).

## ۲- روش تحقیق

در این تحقیق سعی شده است با بررسی وضعیت سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت در دو مقطع زمانی و مقایسه آنها با هم، نوسانات سطح آب زیرزمینی و پیامدهای ناشی از برداشت بی‌رویه از سفره آب زیرزمینی شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرد. بدین منظور از اطلاعات سال‌های آبی  $1380-81$  و  $1385-86$  بدلیل کامل‌تر بودن استفاده و با بکارگیری نرم افزار ArcGIS نقشه هم‌تراز سطح آب در این سالها و نقشه میزان افت سطح آب زیرزمینی دشت برای این دوره ۶ ساله تهیه گردید. سپس میزان شوری آب زیرزمینی دشت و تغییرات آن طی مدت مذکور بررسی شد. در ادامه با استفاده از نتایج بدست آمده و مطالعات میدانی، پیامدهای حاصل از تغییرات کمی و کیفی آنها زیرزمینی منطقه شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت ارائه

دورنمایی کلی از وضعیت منابع آب زیرزمینی دشت در سالهای آینده و شدت پیامدهای ادامه روند کنونی تخلیه سفره‌های آب زیرزمینی، به پیش‌بینی شرایط برای هریک از چاه‌های بهره‌برداری و سپس برای کل دشت اقدام گردید.

## ۳- بحث

### ۳-۱- هیدروژئولوژی و کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه

با اینکه سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت در بخش میانی دارای یک لایه ضخیم ناتراوا از جنس رس و سیلت است و به سفره تحت فشار تبدیل می‌شود، اما در شرایط حاضر به دلیل وجود حفاریهای بسیار زیاد و ناموزون، فشار آرتزین کاهش بسیار زیادی یافته است و بر اساس نقشه‌های عمق و تراز آب زیرزمینی، سفره یکپارچه در نظر گرفته می‌شود (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۸۷). ارتفاعات شمالی، شرقی و غربی دشت مهمترین نقش را در تغذیه این سفره داشته و بیشترین میزان تخلیه نیز در مناطق جنوبی صورت می‌گیرد. جهت کلی شیب هیدرولیکی و جریان آب زیرزمینی دشت از شمال و شمال‌شرق به سمت جنوب است ولی در مناطق جنوبی به دلیل برداشت زیاد، شیب هیدرولیکی معکوس شده است.

در بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دشت جیرفت، این نتیجه حاصل شد که نواحی شمالی دشت دارای آب با قابلیت شرب خوب بوده و از کیفیت عالی برخوردار است. آب نواحی مرکزی در ردیف خوب تا قابل قبول قرار دارند ولی کیفیت آب بطرف قسمت جنوبی دشت کاهش یافته و از قابل شرب خوب تا نامناسب متغیر است. از نظر آبیاری زمینهای کشاورزی نیز اکثر نمونه‌های آب دارای کیفیت خوب بوده و تنها آب برخی از نواحی جنوبی دارای کیفیت متوسط بد هستند.

### ۳-۲- تخلیه سفره آب زیرزمینی و پیامدهای آن

هیدروگراف ۲۰ ساله دشت جیرفت که بر اساس اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای کرمان (۱۳۸۷) و با استفاده از میانگین تراز سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای دشت طی دوره  $1366-67$  تا  $1385-86$  رسم شده است (شکل ۱)، نشان می‌دهد سطح آب زیرزمینی نه تنها طی ۶ سال گذشته، بلکه در سالهای قبل از آن نیز دارای سیر نزولی بوده است (به غیر از سالهای محدود پرآبی هیدرولوژیکی که در آن سالها نیز علی‌رغم بالاآمدگی کوتاه مدت، سطح آب نسبت به سالهای پر آبی قبلی مقداری افت را نشان می‌دهد).

سطح آب و کاهش حجم ذخایر آبی، عواقب نامطلوبی دیگری نیز در پی داشته است که خلاصه‌ای از آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

### ۳-۳- پیش‌بینی شرایط در آینده

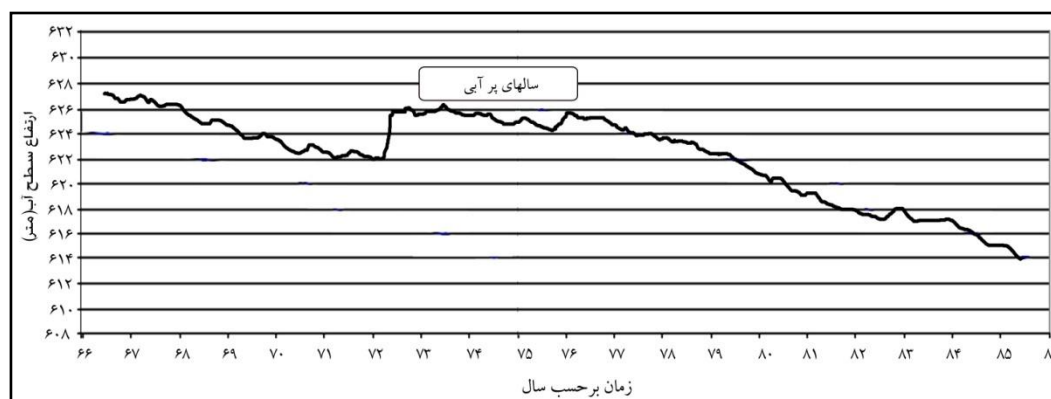
پیش‌بینی همواره یکی از بحث‌انگیزترین و مشکلترین اقدامات است ولی غیرممکن نیست. هرچه فرآیندهای حاکم بر تغییرات محیط‌زیست بیشتر شناخته شوند احتمال آنکه پیش‌بینی‌ها مفید واقع شود بیشتر است. با توجه به اینکه در همه پیش‌بینی‌ها پایه و اساس کار، اطلاعات و مشاهدات کسب شده از گذشته است، در این تحقیق نیز با استفاده از اطلاعات چند سال اخیر مربوط به سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای و کیفیت آب چاه‌های بهره‌برداری و با فرض ادامه وضع کنونی تغذیه و تخلیه، اقدام به پیش‌بینی وضعیت ۱۰ سال آینده (سال آبی ۹۶-۱۳۹۵) شده است. لازم به ذکر است معمولاً در مدل شبیه‌سازی سفره، این نتیجه حاصل می‌گردد که اکثر چاه‌های دشت با تشدید شیب افت سطح آب مواجه می‌باشند.

نقشه‌های تهیه شده برپایه داده‌های امور منابع آب جیرفت (۱۳۸۱ و ۱۳۸۶) و همچنین نتایج بررسی میزان و علت افت سطح آب زیرزمینی در قسمتهای مختلف دشت نشان می‌دهند طی دوره زمانی ۸۱-۱۳۸۰ تا ۸۶-۱۳۸۵، قسمت جنوبی دشت بدلیل برداشت زیاد و تغذیه کم نسبت به قسمت شمالی افت بیشتری داشته‌است، بطوریکه سطح آب در بعضی از چاه‌ها بیش از ۱۴ متر افت داشته‌است. تمرکز زیاد چاه‌های بهره‌برداری نیز یکی دیگر از عوامل تشدید افت سطح آب زیرزمینی در این مناطق است. البته در بخشهای کوچکی از دشت شاهد سطح آب زیرزمینی بالا آمده است که این موضوع احتمالاً مربوط به عملکرد گسل‌هاست، بدین صورت که حرکت گسل‌ها سبب غیرقابل نفوذ شدن یک طرف و بالآمدگی آب شده است (شکل ۲).

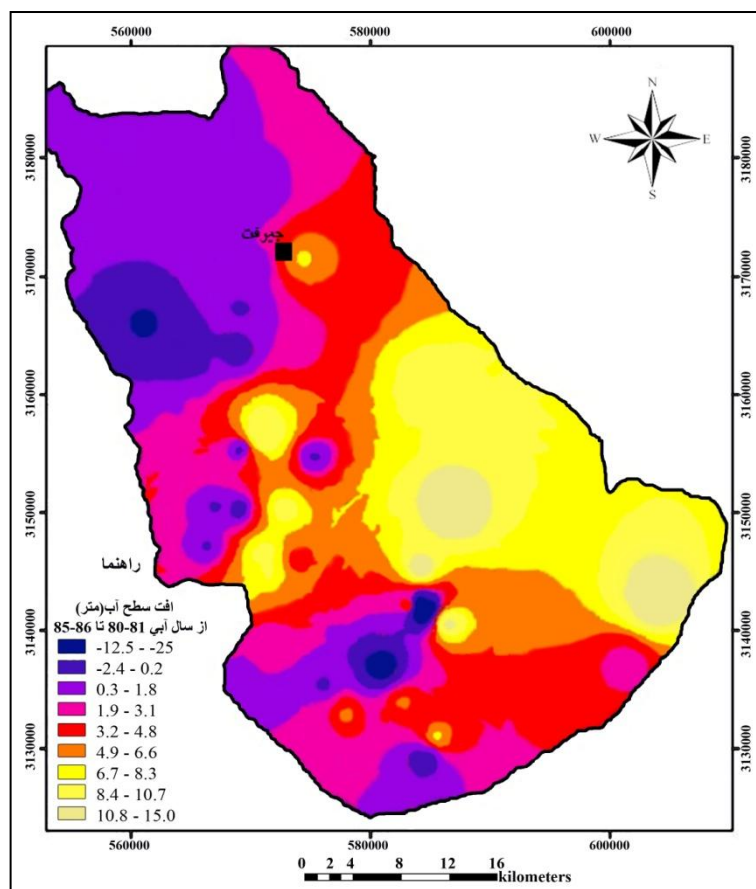
با شناسایی خصوصیات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی و ارزیابی میزان اضافه‌برداشتها و پیامدهای آن در دشت جیرفت این نتیجه حاصل گشت که برداشتهای بی‌رویه از آبهای زیرزمینی علاوه بر افت

جدول ۱- اثرات تخلیه سفره طی دوره ۸۱-۸۰ تا ۸۶-۸۵

میزان	نوع اثر
۷/۷۶	افت سطح آب زیرزمینی (متر)
۳۴۳	کسری مخزن (میلیون مترمکعب)
$۷/۹۶ \times ۱۰^{۱۳}$	افزایش مصرف انرژی استحصال آب زیرزمینی (ژول)
۴	افزایش آسیب پذیری نسبت به خشکسالی (درصد)
۲۱۷/۶	افزایش میانگین شوری آب (میکروموس برسانتیمتر)
شواهد فرونشست زمین همچون بالا آمدگی ظاهری لوله جدار چاه‌ها و ایجاد درز و شکاف در سطح زمین و اینیه بوضوح قابل مشاهده است.	نشست زمین
متوسط آبدهی چاه‌های دشت حدود ۱۱ لیتر در ثانیه کاهش یافته است. اما میزان متوسط افزایش عمق چاه‌ها دقیقاً مشخص نیست.	کاهش آبدهی و افزایش عمق چاه‌ها
تعدادی از مزارع و باغات خشک شده و میزان تولیدات کشاورزی کاهش یافته‌است	میزان تأثیر بر کشاورزی منطقه



شکل ۱- آبخوان ۲۰ ساله دشت جیرفت



شکل ۲- نقشه افت سطح آب زیرزمینی از سال ۱۳۸۰-۸۱ تا ۱۳۸۵-۸۶

کاسته و میانگین شوری آب حدود ۶۴۰ میکروموس بر سانتی‌متر افزایش خواهد یافت. طی این مدت جهت استحصال آب زیرزمینی حدود ۱۱۳۰۰ گیگاژول انرژی بیش از مقدار فعلی باید مصرف شود. رقم تهی‌شدگی آبخوان نیز ۶٪ افزایش یافته و دشت نسبت به خشکسالی آسیب‌پذیرتر خواهد شد (جدول ۲).

تمامی این عوامل سبب خواهند شد روند روبه کاهش سطح زیرکشت و تولیدات کشاورزی این منطقه که یکی از قطب‌های مهم کشاورزی کشور محسوب می‌شود، همچنان ادامه داشته و اقتصاد منطقه دچار تزلزل گردد. لازم به ذکر است با توجه به اینکه یکی از مهمترین منابع تأمین آب تالاب جازموریان رودخانه هلیل است، افت سطح آب زیرزمینی و کم آبی این رود، حیات تالاب جازموریان و گونه‌های جانوری و گیاهی اطراف آن را در معرض خطر جدی قرار داده است و به همین دلیل در آینده قسمتی از اکوسیستم طبیعی منطقه از بین خواهد رفت.

ولی در این مطالعه علاوه بر توجه به عامل کاسه‌ای بودن سفره که سبب تشدید شیب افت خواهد شد، مواردی همچون کاهش ضرایب هیدرودینامیکی سفره، کاهش آبدهی چاه‌ها، خشک شدن منابع، اقدامات کنترلی محدود و... که روند برداشت آب را در آینده کندتر خواهد نمود نیز در نظر گرفته شده است. بنابراین در نظر گرفتن ادامه روند سالهای گذشته شیب افت سطح آب چاه‌ها، جهت پیش‌بینی شرایط آینده می‌تواند مفید واقع شود. بدیهی است که هیچ دلیلی وجود ندارد که روند فعلی تا ۱۰ سال بعد هم ادامه یابد ولی فرض فوق می‌تواند ابعاد مشکل را در صورت ادامه روند فعلی، تا حدی مشخص سازد. با توجه به روند کنونی تخلیه سفره، پیش‌بینی می‌شود متوسط سطح آب زیرزمینی دشت جیرفت طی ۱۰ سال آینده بیش از ۱۱ متر دیگر افت نموده و عمق متوسط برخورد به سطح آب چاه‌ها به حدود ۳۹ متر برسد. این افت سطح آب در قسمتهایی از نواحی جنوبی دشت از جمله غیک و جنوب کوه خرپشت بیش از ۲۰ متر خواهد بود که موجب خشک شدن بسیاری از چشمه‌ها، قنات و تعدادی از چاه‌های منطقه و یا کاهش آبدهی آنها خواهد شد. در اثر این افت حدود ۵۱۶ میلیون مترمکعب دیگر از حجم ذخایر آبی دشت

جدول ۲- مقایسه وضعیت آب زیرزمینی دشت جیرفت در سالهای مختلف

سال آبی	متوسط ضخامت سفره (متر)	حجم ذخایر آبی (میلیون متر مکعب)	متوسط عمق برخورد به سطح آب (متر)	تعدادچاه (حلقه)	متوسط شوری آب (میکروس بر سانتی متر)
۱۳۸۰-۸۱	۱۷۴/۹۴	۷۷۳۲/۳	۲۰	۲۳۰۱	۱۰۳۲/۳
۱۳۸۵-۸۶	۱۶۷/۱۸	۷۳۸۹/۳۵	۲۷/۸	۵۱۲۹	۱۲۵۰
۱۳۹۵-۹۶	۱۵۶	۶۸۹۵/۲	۳۹	نامشخص	۱۸۹۰

#### ۴- نتیجه گیری

طی سال‌های گذشته اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی سبب افت سطح آب و کاهش آبدهی چاه‌ها و قنوت دشت شده است که علاوه بر کاهش دسترسی به آب شیرین، خسارات و معضلات محیطی فراوانی نیز در پی داشته است. در صورت ادامه روند کنونی تخلیه سفره، طی ۱۰ سال آینده سطح آب زیرزمینی دشت به مقدار بیشتری سقوط نموده و علاوه بر استخراج بخش عظیمی از آب با کمیت و کیفیت مطلوب، بر شدت خسارات زیست‌محیطی 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 این مسئله خواهد بود. با توجه به اینکه بیشترین میزان آب برداشتی در این دشت برای آبیاری زمینهای کشاورزی مصرف می‌گردد، با حفاظت آب در کشاورزی و بهبود روشهای آبیاری به علاوه انجام اقداماتی همچون بیان مشکلات و افزایش سطح دانش بهره‌برداران، عدم صدور مجوزهای حفاری جدید، حفاظت از سفره و تغذیه مصنوعی آن، استفاده حداکثری از آبهای سطحی بویژه رودخانه‌های دائمی دشت و تصفیه و استفاده مجدد از فاضلابها و پسابها، می‌توان میزان افت سطح آب زیرزمینی و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از آن را به حداقل رساند.

#### ۵- مراجع

اداره کل هواشناسی کرمان (۱۳۸۴)، آمار هواشناسی ایستگاههای سینوپتیک استان کرمان.

امور مطالعات منابع آب جیرفت (۱۳۸۱)، گزارش ادامه مطالعات دشت جیرفت، ۱۰۶ ص.

امور مطالعات منابع آب جیرفت (۱۳۸۶)، گزارش ادامه مطالعات دشت جیرفت، ۸۰ ص.

سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح (۱۳۸۲)، فرهنگ جغرافیایی آبادیهای استان کرمان، شهرستان جیرفت، ۱۵۵ ص.

شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان (۱۳۸۷)، معاونت مطالعات پایه منابع آب، سیمای آب استان، ۳۱۵ ص.

مهندسین مشاور یکم (۱۳۸۷)، طرح مطالعات زیست محیطی، منابع و مصارف حوضه غرب جازموریان با رویکردی سیستمی و جامع‌نگر، مطالعات آب زیرزمینی، جلد ۳- ۵: مطالعات آب زیرزمینی هلیل میانی، ص ۸۹- ۱۱۷.