سال اول، شماره ۲، شهریور ۱۳۹۳، صفحات ۷۵ تا ۸۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2014, Vol.1, No.2, Pages 75 to 82
Journal of Water and Sustainable Development

بالاآمدگی موضعی سطح آب زیرزمینی کلان‌شهرها، فرصت‌ها و چالش‌ها

مطالعه موردی: شهر مشهد

احمد قندهاری[1*]، امیر گرد نوشهری[2]، رضا براتی[3] و خلیل حسنی[4]

۱- مدیر دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی.
۲- کارشناس منابع آب دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی.
۳ و ۴- کارشناس آب زیرزمینی دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی.
*(نویسنده مسئول، E-Mail: a_ghandhary@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲۵
تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۶

چکیده

طی سال‌های اخیر در شهر مشهد، یکی از اصلی‌ترین منابع تامین آب شرب، سد دوستی بوده که طبق آخرین آمار ۵۰۰ میلیون مترمکعب آب از خارج حوضه آبریز به این شهر انتقال داده شده است. با ورود این آب، چاه‌های شرب واقع در محدوده‌ی شهر از مدار بهره‌برداری خارج شده‌اند. از طرفی توسعه‌ی زیرساخت‌ها از جمله شبکه‌ی جمع‌آوری فاضلاب شهری همگام با توسعه‌ی شهری صورت نگرفته است. به این ترتیب در برخی نقاط شهر مشهد سطح آب زیرزمینی بالاآمده، که این امر مشکلاتی را در پی داشته است. در این مطالعه به منظور بررسی تغییرات مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی، آمار ۱۱۱ حلقه چاه مشاهده‌ای طی شش نوبت از آذر ماه ۱۳۹۲ تا مرداد ماه ۱۳۹۳ جمع‌آوری و سازماندهی شده، سپس نقشه‌های خطوط هم‌سطح آب زیرزمینی تهیه شده است. نتایج حاکی از افزایش موضعی سطح آب زیرزمینی در نقاط مختلف شهر مشهد می‌باشد. نتایج این بررسی‌ها طی جلساتی با حضور کارشناسان تمامی دستگاه‌های حاکمیتی مرتبط، اساتید دانشگاه و کارشناسان خبره و در قالب کارگاه مهندسی ارزش به نقد گذاشته شده، تصمیماتی در خصوص چگونگی برخورد با این پدیده اتخاذ شد. به منظور کاهش مخاطرات ناشی از بالاآمدگی، با بهره‌برداری از چاه‌های سطح شهر طی زمستان سال ۱۳۹۲ و بهار سال ۱۳۹۳، سطح آب به میزان چشم‌گیری پایین آمد. طی این مدت، هشدارهای فنی از طریق دستگاه‌های متولی حسب تصمیمات کارگروه جهت ساخت و سازها ابلاغ گردید و خوشبختانه گزارش خاصی در مورد هرگونه خرابی ساختمان و تاسیسات ناشی از بالاآمدگی گزارش نگردید. در ادامه نتایج حاصل از بررسی داده‌های میدانی و همچنین فرصت‌ها، چالش‌ها و مدیریت شرایط، مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: شهر مشهد مقدس، انتقال آب بین حوضه‌ای، شبکه‌ی جمع‌آوری فاضلاب شهری، بالا آمدگی سطح آب زیرزمینی، اقدامات مدیریتی.

Local groundwater rise under metropolitans; opportunities and challenges

Case study: Mashhad city

A.Ghandehary[1*], A.Gord Noshahri[2], R. Barati[3],K. Hasani[4]

1- Office Manager of Basic Studies of Water Resource, Khorasan Razavi Regional Water Co.
2- Water Resources Expert of Basic Studies of Water Resource Office Khorasan Razavi Regional Water Co. 3,4 - Groundwater Expert of Basic Studies of Water Resource Office Khorasan Razavi Regional Water Co.
* (Corresponding author Email: a_ghandhary@yahoo.com)

Received: 16-08-2014
Accepted: 28-08-2014

Abstract

In recent years, Dousti Dam has been one of the most important Mashhad's sources of drinking water. In this way, 500 million cubic meters of the outflow of the dam enter into the Mashhad watershed. With the arrival of this volume of water, the drinking water wells in the city were turned off. On the other hand, the development of some urban infrastructures such as the sewer collecting network did not construct along with other urban developments. As a consequence, the water entering the aquifer has caused the localized water level increasing, especially in the central areas of the city, which imposes some problems for other urban development. In the present study, more than 111 piezometric wells were selected to analyze the groundwater level fluctuations in the period between December 2013 to August 2014 and then groundwater level contours were generated in order to study the spatial and temporal changes in groundwater levels in the study area. The results showed that groundwater levels increase, locally, in some areas of the city. The results of these investigations were discussed during some meetings with the contribution of experts from all relevant government agencies, university professors and experts, which yielded important decisions for how to deal with this phenomenon. In order to reduce the risks of the groundwater level increasing, the drinking water wells were turned on during the winter of 1392 and spring of 1393. Therefore, the groundwater levels were controlled. Some notifications were made by considering the decisions of the aforementioned meetings, so fortunately any failures of buildings and facilities caused by the phenomenon were not reported. The results obtained from field data as well as the opportunities, challenges and management conditions are studied in the following sections.

Keywords: the holy city of Mashhad, inter-basin water transfer, sewage collection system, increase in underground water level, management actions.

مقدمه

آنچه در ارتباط با سطح آب زیرزمینی به طور معمول موجب نگرانی مهندسان مدیریت منابع آب می‌باشد، افت سطح آب زیرزمینی است. عمده مطالعات نیز در این زمینه انجام شده‌اند (لشگری‌پور و همکاران، ۱۳۸۴؛ اکبری و همکاران، ۱۳۸۸؛ عامریان و وثوقی، ۱۳۹۰). با توسعه شهرنشینی همچنان‌که تغذیه مستقیم کاهش می‌یابد منابع و مسیرهای جدیدی برای تغذیه آبخوان شامل نشت از لوله‌های آب، فاضلاب، چاه‌های جذبی و سایر مجاری آب‌بر ایجاد می‌شود. اثر این تغییرات اغلب، تغذیه را نسبت به قبل از توسعه شهر افزایش می‌دهد. در مناطق خشک و در شهرهای متراکم که آب معمولا از سایر نقاط جهت شرب تامین می‌شود، نرخ افزایش قابل توجه می‌باشد (Lerner، ۱۹۹۰). در دشت مشهد انتقال حدود ۵۰۰ میلیون متر مکعب آب از سد دوستی به شهر مشهد از شهریور ماه ۱۳۸۸ تا تابستان ۱۳۹۳ و به طور همزمان عدم برداشت آب از چاه‌های سطح شهر، منجر به افزایش سطح آب زیرزمینی خصوصاً در مناطق با تمرکز بالای جمعیتی و فاقد سیستم جمع‌آوری فاضلاب شده است. تجربه رخداد بالاآمدگی زیرزمینی در کشور برای اولین بار در دهه ۵۰ با ورود آب به منازل جنوب شهر تهران مشاهده گردید که برای کنترل آن شهرداری نسبت به حفاری چاه بهره‌برداری اقدام و آب استحصال شده به مصارف مختلف تخصیص داده شد و این حفاری‌ها در دهه‌ی ۸۰ نیز ادامه پیدا کرد. در حال حاضر با پایین رفتن سطح آب زیرزمینی به علت توسعه‌ی شبکه‌ی جمع‌آوری فاضلاب نگرانی در خصوص نشست زمین در بعضی مناطق به وجود آمده است. این پدیده در دیگر مناطق کشور از جمله کرمان و بجنورد نیز ثبت شده است. به رغم وجود این تجربیات، نبود یک سیستم مدیریت دانش و نشر تجربیات باعث شده است که با ایجاد چنین پدیده‌ای، برخورد افراد با آن به عنوان یک پدیده‌ی نو ظهور صورت پذیرد. با این حال آنچه دارای اهمیت می‌باشد، اثرات متفاوت، فرصت‌ها و چالش‌های مختلفی است که در بروز این پدیده مستتر است. بالاآمدگی موضعی آب در شهر کرمان به عنوان یکی از مناطق خشک و کویری ایران یک فرصت ارزیابی شده است. باقری و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تغییرات مکاني و زماني سطح آب زیرزميني دشت کرمان با استفاده از داده‌های دوره‌ی آماری ۱۰ ساله ۱۳۸۵-۱۳۷۵ پرداختند. نتایج بدست‌آمده از پهنه‌بندی زمانی و مکانی، حکایت از افت سطح آب زیرزميني (حداکثر به میزان ۳۲ متر) در بیشتر نقاط دشت دارد. با این حال بررسی نتایج نشان‌دهنده‌ی بالاآمدگي آب در محدوده‌ی شهر کرمان، حداکثر معادل ۷ متر بوده است. مطالعات مژگانی فر و رهنما (۱۳۸۸) بیانگر آن است که پایین‌رفتن آب زیرزمینی در چاله‌ی اختیارآباد و افت سطح آب زیرزمینی در این منطقه با بالاآمدن سطح آب زیرزمینی در بافت قدیم شهر کرمان مرتبط می‌باشد. همچنین پیش‌بینی شد که غارهای زیرزمینی ایجاد شده در مسیر جریان آب ریزش کرده و مسیر طبیعی حرکت آب را مسدود نموده و لذا به این دلیل و عدم امکان خروج جریان آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی در قسمت‌هایی از این شهر بالاآمده است.

از مهمترین مناطق کشاورزی جهان شهر لس بانوس -کتلمن[1] در دره سن ژوآکوین[2] کالیفرنیای آمریکا است. در یك نقطه از این منطقه در اثر کاهش سطح آب زیرزمینی، مقدار نشست ۸/۸ متر تا سال ۱۹۶۹ گزارش گردیده است (Poland، ۱۹۸۱). لذا برای جبران کمبود آب، از حوضه‌های مجاور آب به این منطقه انتقال داده شد. این انتقال آب منجر به کاهش حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد میزان نشست زمین شد. با این حال، مجدداً در خشکسالی‌های سال‌های ۱۹۷۶ تا ۱۹۷۷ و ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۴ به دلیل برداشت زیاد از آب‌های زیرزميني منطقه، میزان نشست در این سال‌ها افزایش یافت و به میزان قبل از پایان دهه‌ی ۱۹۶۰ رسید (Larson و همکاران، ۲۰۰۱).

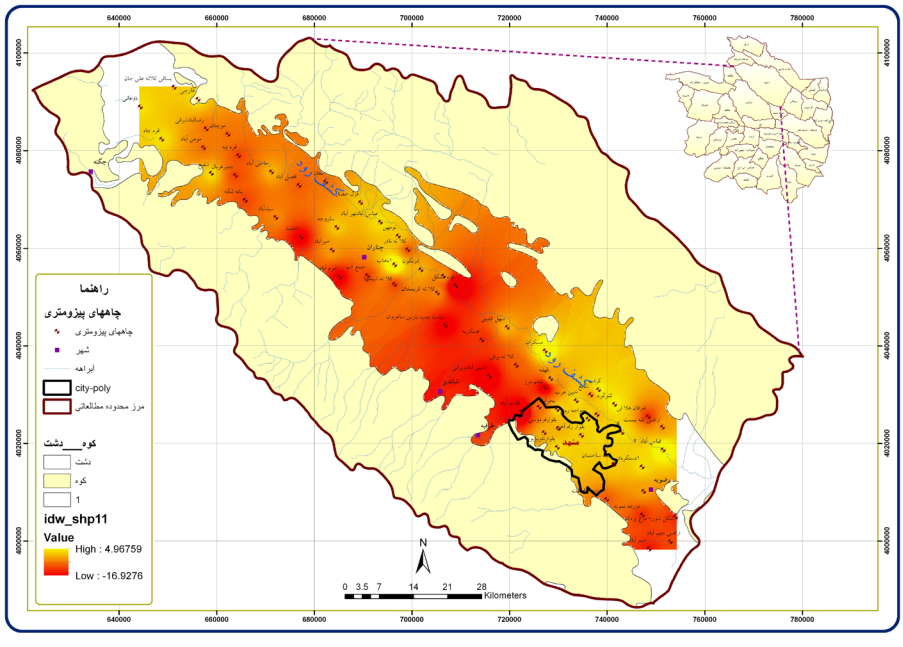
توانابي سیستم اطلاعات جغرافیایي در مدیریت، برنامه‌ریزی و همچنین تجزیه و تحلیل‌های قوی آماری باعث شده است که بسیاری از افراد در امور مختلف از آن به عنوان ابزاری قوی در تصمیم‌گیری‌ها استفاده نمایند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۸؛ مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰؛ Albertson و Hennington، ۱۹۹۵؛ Walker و همکاران، ۱۹۹۱).

در این مطالعه به منظور بررسي تغییرات مکاني و زماني سطح آب زیرزميني حوضه‌ی شهری مشهد، آمار ۱۱۱ چاه مشاهده‌ای در طی شش نوبت جمع‌آوری و سازماندهی شده است. پس از ورود داده‌ها به سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ نقشه‌های خطوط هم‌سطح و پهنه‌بندی افزایش سطح آب زیرزمینی تهیه شد. نتایج این بررسی‌ها طی جلساتی با حضور کارشناسان تمامی دستگاه‌های حاکمیتی مرتبط، اساتید دانشگاه و کارشناسان خبره و در قالب کارگاه مهندسی ارزش به نقد گذاشته شد و تصمیماتی در خصوص چگونگی برخورد با این پدیده اتخاذ شد. در همین مدت برخی از سازه‌های مرتفع در سطح شهر که با مشکل جدی بالاآمدگی آب مواجه بودند، طی اقدامات انجام شده‌ی مدیریتی به صورت مقطعی رفع مشکل گردیدند (گزارش بازدید تیم فنی، ۱۳۹۳). در ادامه نتایج حاصل از بررسی داده‌های میدانی و همچنین فرصت‌ها، چالش‌ها و مدیریت شرایط، مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهر مشهد، در شمال شرق ایران در طول شرقي ′۳۰-°۵۹ تا ′۴۰-°۵۹ و عرض شمالي ′۱۵-°۳۶ تا ′۲۰-°۳۶ قرار دارد. این شهر بین دو رشته کوه هزار مسجد و بینالود در منتهی‌الیه محدوده‌ی مطالعاتی دشت مشهد در ارتفاع متوسط ۹۸۰ متر از سطح دریا با وسعت حدود ۲۱۰ کیلومتر مربع قرار گرفته است. از جمله ویژگی‌های خاص شهر مشهد در مقایسه با سایر شهرهای کشور داشتن جمعیت ثابت حدود ۳ میلیون نفر و حضور حدود ۲۰ میلیون زائر به صورت سالانه در مقاطع زمانی کوتاه در مناسبت‌های ملی و مذهبی می‌باشد. این امر در کنار مشکلات دیگری چون وضعیت اقلیمی و کاهش نزولات جوی که به تبع آن کمبود منابع و محدودیت‌های تامین آب را فراهم می‌سازد، موجب شده که توجه ویژه‌ای به مسائل و مشکلات مرتبط با مدیریت منابع آب در آن معطوف گردد(شکل ۱)



شکل ۱- موقعیت دشت مشهد و تغییرات سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت مشهد در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۲(واحد بر حسب متر می‌باشد)

اقدامات صورت گرفته در خصوص مدیریت بالاآمدگی موضعی سطح‌آب‌زیرزمینی

موضوع بالاآمدگی موضعی سطح آب زیرزمینی در برخی نقاط محدوده‌ی شهر مشهد، از زمانی به عنوان چالش مطرح شد که سرمایه‌گذاری‌های عظیم مجتمع‌های تجاری و اقامتی (هتل‌ها و بازارهای تجاری) با گودبرداری‌های بیش از ۲۰ متر بدون هیچ‌گونه آمادگی قبلی با ورود حجم قابل توجهی آب به طبقات پایین مواجه گردیدند. سپس موضوع از طریق استانداری و شورای فنی استان به تمامی دستگاهای ذیربط ابلاغ و مدیریت آن به نماینده وزارت نیرو در استان محول گردید.

با شروع جلسات درون سازمانی در شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی و برون سازمانی شامل جلسات با شورای فنی استان، دانشگاه فردوسی مشهد، آستان قدس رضوی، آب و فاضلاب، شهرداری، سازمان نظام مهندسی و تیم کارشناسی مشاور، اندازه‌گیری‌های ماهانه عمق سطح آب آغاز شد. از ساختمان‌های که در معرض بالاآمدگی آب قرار گرفته بودند، بازدیدهای کارشناسی به عمل آمد.

در جلسات کارشناسی انجام شده علل محتمل بالاآمدگی مورد بحث و بررسی قرار گرفته و نتیجه‌گیری برای انجام اقدامات ضروری به قرار زیر مورد تایید قرار گرفت.

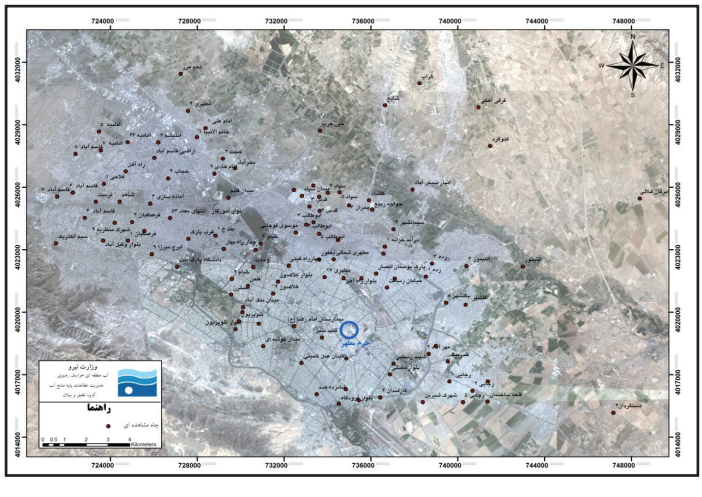
- انجام مطالعات اولیه و تبیین موضوع توسط شرکت آب منطقه‌ای.
- اعلام عمق حداکثر ۱۰ متر به عنوان عمق مطمئن حفاری و اعلام به شهرداری و نظام مهندسی حسب نتایج اولین اندازه‌گیری‌های سطح آب زیرزمینی.
- تاکید بر انجام مطالعات خشک‌اندازی برای کلیه‌ی ساختمان‌های

با عمق گودبرداری بیش از ۱۰ متر و ابلاغ آن توسط شهرداری به مالکین ساختمان‌های در شرف اخذ پروانه و هشدار به ساختمان‌های در حال ساخت.

- تاکید بر اجرای شبکه‌ی جمع‌آوری فاضلاب و اتصال فاضلاب منازل در مناطقی که شبکه توسعه پیدا کرده است، امّا به دلیل مسائل اجتماعی امکان بهره‌برداری از آن میسر نشده است.
- لزوم تشکیل کمیته‌ی ژئوهیدرولوژی در سازمان نظام مهندسی ساختمان استان.
- انجام مجدد عملیات نشت‌یابی توسط شرکت آبفای مشهد (که پس از عملیات مشخص شد نشت قابل ملاحظه‌ای در محدوده وجود ندارد).
- لزوم انتخاب مشاور و انجام مطالعات دقیق با تاکید بر مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی.
- همکاری تمامی دستگاه‌ها در اشتراک و ارائه آمار و اطلاعات (ایجاد شبکه آمار و اطلاعات).
- تشکیل کمیته‌ی مدیریت بهره‌برداری از چاه‌های آب شرب سطح شهر مشهد بین آبفا و آب منطقه‌ای و آغاز بهره‌برداری از چاه‌های محدوده شهری (بر این اساس از مجموع ۳۶۶ حلقه چاه موجود در محدوده شهری، تعداد ۲۴۷ حلقه روشن گردید و از ۱۱۶ حلقه به علت مسایل کیفی و یا عدم امکان فنی بهره‌برداری فیزیکی میسر نشد).
- از میزان آب انتقالی از سد دوستی به مشهد پس از تاریخ اولین جلسه حدود یک مترمکعب بر ثانیه کاسته شد (هر چند که با افزایش نیاز آبی این مقدار مجدداً افزایش یافته و به حدود ۳/۵ متر مکعب بر ثانیه رسیده است).
- بررسی نحوه و امکان انتقال آب از مرکز شهر به غرب مشهد توسط شرکت آبفا که پس از بررسی‌های فنی به لحاظ مشکلات زیرساختی مشخص شد این امکان وجود ندارد.
- اجازه به آستان قدس رضوی جهت حفاری ۴ حلقه چاه در اطراف حرم مطهر رضوی جهت حفظ سطح ایستابی.
- اجازه‌ی حفاری ۱۰ حلقه چاه شهرداری جهت تامین موقت آب فضای سبز در محدوده‌ی بالاآمدگی آب زیرزمینی.

جمع‌آوری داده و روش تجزیه و تحلیل

به منظور بررسي تغييرات مكاني و زماني سطح آب زيرزميني حوضه‌ی شهری مشهد، آمار ۱۱۱ چاه مشاهده‌ای (۹۴ چاه خاموش بهره‌برداری متعلق به شرکت آب و فاضلاب و ۱۷ چاه پیزومتر متعلق به شرکت آب منطقه‌ای) در طی شش نوبت از آذر ماه ۹۲ تا مرداد ماه ۹۳ با استفاده از عمق‌یاب الکترونیکی با دقت میلی‌متر جمع‌آوری، مرتب‌سازی و صحت‌سنجی شده است (شکل ۲). در اولین بازدید و اندازه‌گیری به تاریخ ۹۲/۰۹/۱۲، مختصات تمامی چاه‌های مشاهده‌ای با استفاده از GPS ثبت شدند. سپس با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ شهر مشهد که دارای رقوم ارتفاعی هستند و از دقت قابل قبولی برخوردار می‌باشند، تراز هر چاه مشخص گردید و با استفاده از این مقدار و عمق برخورد به سطح آب در هر چاه، مقدار تراز سطح آب زیرزمینی مشخص شد. در نهایت نقشه‌های مربوط به هر اندازه‌گیری ترسیم و با گزارش تفسیری آن در جلسات کارشناسی جهت بهره‌برداری کارشناسان و اظهار نظر ارائه گردید. خلاصه روند تغییرات عمق آب زیرزمینی در ایستگاه‌های منتخب محدوده‌ی مورد مطالعه –واقع در محدوده مرکزی شهر– برای دوره‌های متوالی (از آذر ماه ۱۳۹۲ تا مرداد ۱۳۹۳) در جدول(۱) ارائه شده است.



شکل ۲– پراکندگی چاه‌های مشاهداتی در سطح شهر مشهد

جدول۱- خلاصه ی روند تغییرات عمق آب زیرزمینی در ایستگاه‌های منتخب محدوده‌ی مورد مطالعه واقع در محدوده مرکزی شهر

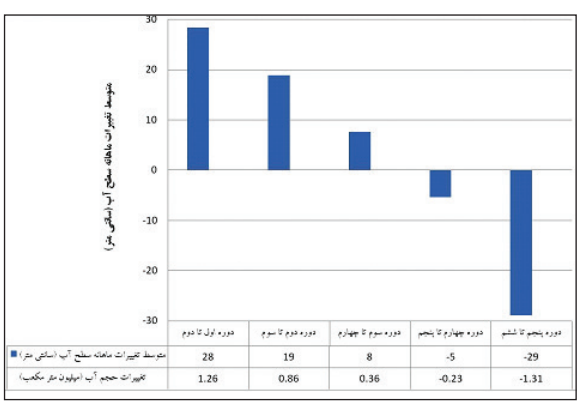
محل چاه	کد	تراز سطح زمین	عمق سطح آب زیرزمینی (متر)						نرخ‌تغییرات‌ماهانه‌سطح‌آب‌زیرزمینی(سانتی‌متر)				
			نوبت اول[1]	نوبت دوم[2]	نوبت سوم[3]	نوبت چهارم[4]	نوبت پنجم[5]	نوبت ششم[6]	دوره اول تا دوم	دوره دوم تا سوم	دوره سوم تا چهارم	دوره‌چهارم تا پنجم	دوره پنجم تا ششم
انبار مرکزی (غریسی)	۵۱۴۶۵۰	۹۸۰/۶۲	۲۵/۵۵	۲۵/۳۶	۲۴/۷۵	۲۴/۸۹	۲۴/۸	*	۱۲/۷	۶۱/۰	-۷/۰	۶/۰	--
میدان عدل خمینی	۵۱۴۶۵۱	۹۸۷/۲۱	۲۳/۸۸	۲۳/۶۵	*	۲۲/۵۳	*	*	۱۵/۳	--	--	--	--
میدان کوشه ای	۵۱۵۰۴۳	۱۰۰۶/۴۷	۳۹/۴۱	۳۹/۲	*	۳۹/۴۳	۳۹/۴۳	۴۰/۵۷	۱۴/۰	--	--	۰/۰	-۳۸/۰
گنبد سبز	۵۱۵۷۵۸	۹۷۹/۴۸	۱۸/۸۷	۱۸/۴	۱۸/۶۲	۱۸/۴	۱۸/۴۷	۱۹/۳۶	۳۱/۳	-۲۲/۰	۱۱/۰	-۴/۷	-۲۹/۷
شانزده ضد	۵۱۵۷۶۲	۹۹۶/۹۵	۳۷/۱۵	۳۶/۷۱	۳۶/۶۷	۳۶/۶۳	۳۶/۷۳	۳۷/۳۹	۲۹/۳	۴/۰	۲/۰	۶/۷	-۲۲/۰
پارک میرزا کوچک خان	۵۱۵۷۶۳	۹۷۳/۸۹	۲۰/۲۱	۱۹/۹۵	۱۹/۷۸	۱۹/۴۲	۱۹/۳۲	۱۹/۶۸	۱۷/۳	۱۷/۰	۱۸/۰	۶/۷	-۱۲/۰
بلوار فرودگاه	۵۱۵۷۶۴	۹۹۱/۴	۳۶/۵۵	۳۵/۸۷	۳۵/۴۹	۳۵/۲	۳۵/۳۱	۳۶/۴۸	۴۵/۳	۳۸/۰	۱۴/۵	-۷/۳	-۳۹/۰
رده ۴	۵۱۵۸۱۴	۹۴۹/۵۵	*	*	۲۳/۳۶	*	۲۶/۳۵	*	--	--	--	--	--
رده ۱	۵۱۵۸۴۲	۹۵۴	*	*	۲۰/۲	۲۰/۱۵	*	*	--	--	۲/۵	--	--
گاز شرقی مقابل مخابرات	۵۱۷۳۳۵	۹۶۴/۳۵	۲۱/۶۳	۲۰/۵۶	۲۰/۴۴	۲۰/۴	۲۰/۸۸	۲۱/۸۶	۷۱/۳	۱۲/۰	۲/۰	-۳۲/۰	-۳۲/۷
بلوار راه آهن	*	۹۷۹/۶	۲۳/۸۱	۲۳/۵۴	۲۳/۳۲	۲۲/۹۷	*	*	۱۸/۰	۲۲/۰	۱۷/۵	--	--
متوسط			۲۷/۵	۲۷/۰	۲۴/۷	۲۶/۰	۲۷/۷	۲۹/۲	۲۸	۱۹	۸	-۵	-۲۹

۱- مورخ ۱۳۹۲/۰۹/۱۲ ۲- مورخ ۱۳۹۲/۱۰/۲۳ ۳- مورخ ۱۳۹۲/۱۱/۲۶ ۴- مورخ ۱۳۹۳/۰۱/۱۸ ۵- مورخ ۱۳۹۳/۰۲/۲۹ ۶- مورخ ۱۳۹۳/۰۵/۲۲ * عدم اندازه گیری سطح آب

نتایج و بحث

براساس مطالعات و اظهارنظرهای کارشناسی مختلف کارشناسان خبره طی جلسات مختلف، بالاآمدگی سطح آب در حوضه‌ی شهری مشهد مربوط به زمان حال نمی‌باشد و در مقطع کنونی این موضوع تشدید یافته است. مطالعات سیادتی مقدم (۱۳۸۳) نشان می‌دهد با توجه به اطلاعات پیزومترهای موجود در داخل شهر مشهد از شهریور ۱۳۷۵ تا شهریور ۱۳۸۲ تراز سطح آب زیرزمینی از ارتفاع ۹۵۲/۱۳ متر نسبت به سطح دریا به ۹۴۸/۱۲ متر نسبت به سطح دریا کاهش یافته (در این زمان به طور متوسط سطح آب زیرزمینی هر ساله ۵۳ سانتی‌متر افت داشته است) اما در نواحی شرقی به علت تغذیه توسط چاه‌های فاضلاب منازل، تقریباً ثابت مانده و در محدوده‌ی قلعه ساختمان به میزان حدود ۹۲ سانتیمتر بالاآمده است (سیادتی مقدم، ۱۳۸۳).

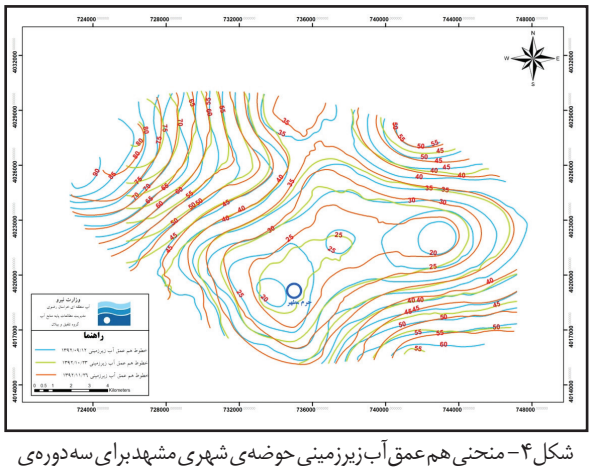
متوسط تغییرات سطح آب زیرزمینی محدوده‌ی مرکزی شهر مشهد به مساحت تقریبی ۱۲ کیلومتر مربع برای دوره‌های متوالی (از آذر ماه ۱۳۹۲ تا مرداد ۱۳۹۳) بیانگر نوسانات حدود ۶۰ سانتی‌متری سطح آب در یک دوره ۸ ماهه می‌باشد (شکل ۳). با توجه به روند نزولی قابل مشاهده فصل زمستان (با حضور سایر عوامل موثر بر بالاآمدگی) می‌توان نتیجه گرفت که بهره‌برداری از چاه‌های محدوده شهر به عنوان تنها اقدام عملی صورت گرفته در راستای مدیریت سطح آب، تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر روند کاهشی سطح آب داشته است.



شکل ۳- متوسط تغییرات سطح آب محدوده مرکزی شهر مشهد بر حسب سانتی متر (آذر ماه ۱۳۹۲ تا مرداد ۱۳۹۳)

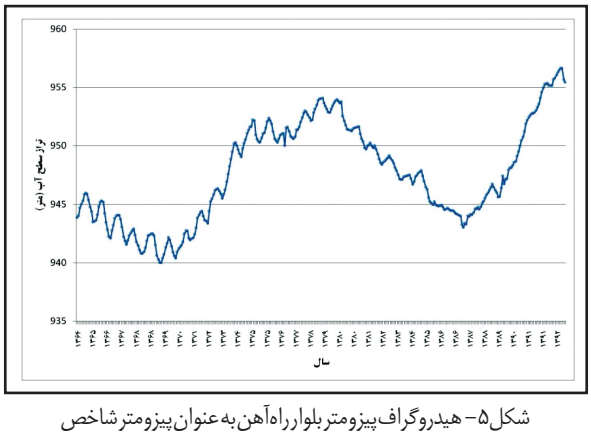
منحنی‌های هم‌عمق آب زیرزمینی برای سه دوره‌ی اول آماربرداری در شکل (۴) با هم مقایسه شده‌اند. وسعت منحنی‌های هم‌عمق در هر دوره نسبت به دوره‌ی قبلی افزایش پیدا کرده، بدین معنا که دامنه‌ی محدوده‌ی تحت تاثیر بالاآمدگی آب، افزایش قابل توجهی داشته است.

در یکی از پیزومترهای شاخص در محدوده‌ی مطالعاتی (پیزومتر بلوار راه آهن) شاهد چهار دوره تغییرات طی بازه‌ی زمانی سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ هستیم (شکل ۵). به طور کلی از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۰ کاهش، از سال ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۸۰ افزایش و مجدداً تا سال ۱۳۸۷ کاهش و سپس افزایش مجدد مشاهده می‌شود.



شکل ۴- منحنی هم عمق آب زیرزمینی حوضه‌ی شهری مشهد برای سه دوره‌ی اول آماربرداری

نکته‌ی دارای اهمیت، حذف نوسانات کوتاه مدت در آخرین افزایش سطح آب زیرزمینی می‌باشد که یک روند افزایشی طی ۵ سال و بدون نوسان فصلی می‌باشد. از سال ۱۳۸۷ تا حال حاضر در این پیزومتر با وجود خشکسالی موجود، افزایش تراز سطح آب زیرزمینی ملاحظه می‌شود؛ به طوری که طی ۶۸ ماه، تراز سطح آب به میزان ۳۶/۲۳ متر (به طور متوسط ماهانه ۰/۵۳ متر) افزایش یافته است. لذا می‌توان نتیجه گرفت که از عوامل اصلی بالاآمدگی سطح آب، ورود آب سد دوستی و عدم بهره‌برداری چاه‌های آب شرب می‌باشد.



شکل ۵- هیدروگراف پیزومتر بلوار راه‌آهن به عنوان پیزومتر شاخص

- بررسی عوامل موثر بر افزایش موضعی سطح آب زیرزمینی

با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و گزارش‌های مختلف موجود در آب منطقه‌ای و نیز تغییراتی که در نحوه‌ی مدیریت تامین و تقاضای آب در دشت و حوضه‌ی شهری مشهد شکل گرفته است، بر اساس نتایج کارشناسی طی جلسات مختلف کارگروه، علل احتمالی زیر به عنوان پارامترهای اثرگذار بر بالاآمدگی آب شناسایی شده‌اند.

۱- انتقال بیش از ۵۰۰ میلیون مترمکعب آب خارج از حوضه (سد دوستی) به یک محدوده‌ی کوچک جهت تامین آب شرب و قطع بهره‌برداری از چاه‌های آب شرب محدوده شهر مشهد به طور همزمان.

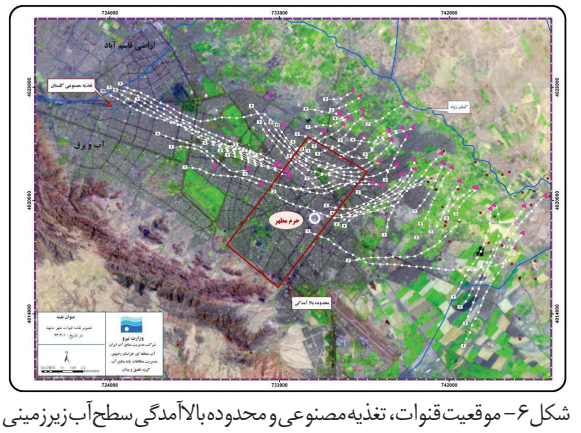
۲- وجود قنوات متعدد که آب زیرزمینی را از مناطق مختلف به حوضه مرکزی مشهد زهکشی می‌کنند (شکل ۶).

۳- وجود تغذیه مصنوعی گلستان در قسمت بالادست حوضه آبریز و در مسیر قنوات و لذا انتقال آب به حوضه مرکزی.

۴- تحکیم خاک به واسطه خروج آب زیرزمینی طی برداشت‌ها در سال‌های گذشته و کاهش ظرفیت ذخیره خاک، و به تبع آن افزایش سرعت بالاآمدگی آب ورودی از چاه‌های جذبی.

۵- وجود لایه‌های رسی با عمق کم (حداکثر ۴۰ متری) در زیر شهر مشهد و ایجاد یک آبخوان کم عمق.

۶- گودبرداری‌های عمیق (بیش‌تر از ۲۰ متر) و ظهور آب در ترانشه‌ها و تقویت بعد روانی- اجتماعی موضوع



شکل ۶- موقعیت قنوات، تغذیه مصنوعی و محدوده بالاآمدگی سطح آب زیرزمینی

جمع‌آوری داده و روش تجزیه و تحلیل

افزایش بی‌رویه جمعیت در سال‌های اخیر، محدودیت منابع آب‌های سطحی و بهره‌برداری بیش از اندازه از آب‌های زیرزمینی باعث به وجود آمدن خسارات جبران‌ناپذیری به منابع ملی کشور در سال‌های گذشته شده است. افزایش سطح آب زیرزمینی در حوضه‌ی شهری مشهد می‌تواند فرصتی مناسب جهت تغذیه‌ی آبخوان شهر مشهد را فراهم آورد. پس از ورود آب از سد دوستی کسری مخزن ۲۵۰ میلیون متر مکعبی سال ۱۳۸۹ به ۸۸ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۹۲ کاهش یافته است. مطالعات انجام شده طی سال‌های گذشته نشان می‌دهد که فرونشست زمین می‌تواند مخاطرات جدی برای شهر مشهد در پی داشته باشد (تندیسه، ۱۳۸۳). بالاآمدگی آب می‌تواند عاملی بازدارنده برای این پدیده به حساب آید تا اثرات مخرب آن کاهش پیدا کند. در مواردی که نیاز به منابع آب غیرشرب وجود دارد، می‌توان از این منبع جدید جهت تامین آب استفاده کرد، هر چند که ملاحظات زیست محیطی و کیفی آب باید مد نظر قرار گیرد.

یکی از چالش‌های اصلی که موضوع بالاآمدگی ایجاد کرده، مساله نفوذ آب به گودبرداری‌های عمیق (بیش از ۲۰ متر) موجود در محدوده مرکزی شهر می‌باشد. با توجه به اینکه تمهیدات لازم طی سال‌های اخیر (با توجه به افت سطح آب زیرزمینی) برای این موضوع در نظر گرفته نشده است، مشکلات جدی را ایجاد کرده است. چالش دیگر مربوط به فضای روانی و اجتماعی حاکم بر این پدیده می‌باشد که با ورود آب به ساختمان‌های با گودبرداری زیاد بروز می‌نماید. مشکل قابل تصور دیگر مربوط به ساختمان‌های قدیمی می‌باشد که در معرض نوسانات سطح آب زیرزمینی قرار می‌گیرند.

جمع‌آوری داده و روش تجزیه و تحلیل

به طور کلی با توجه به تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته، اقدامات و پیشنهادهای زیر در ارتباط با مساله بالاآمدگی آب زیرزمینی حوضه شهری مشهد قابل تامل می‌باشد:

- کمبود جدی در مطالعات شناسایی دشت‌ها بویژه مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی.
- اهمیت مدیریت جنبه روانی–اجتماعی پدیده بالاآمدگی سطح آب زیرزمینی به‌ویژه در مراکز عمومی و تجاری زیاد است.
- چاه‌های بهره‌برداری می‌تواند تاثیر به سزایی در کنترل سطح آب در محدوده داشته باشند.
- احتمال بروز مجدد این شرایط در زمستان‌ها (به ویژه اینکه بهره‌برداری از چاه‌های آب شرب و فضای سبز کاهش پیدا خواهد کرد و منابع تغذیه طبیعی افزایش می‌یابد) وجود دارد.
- از نتایج مطالعات ژئوتکنیک که توسط سازمان‌های مرتبط با ساختمان انجام می‌شوند به صورت کاربردی استفاده شوند.
- توجه دستگاه‌های مربوطه در خصوص پیش‌بینی وضعیت پویای آب زیرزمینی و لذا پیش‌بینی لازم در خصوص ساختمان‌های مرتفع و همچنین قدیمی و نیز حرم مطهر رضوی.
- لزوم تعیین کیفیت آب استحصالی از چاه‌ها و تبیین محل مصرف آن‌ها.
- لزوم ایجاد بستری مناسب جهت اشتراک اطلاعات میان دستگاه‌های دخیل برای مدیریت چنین پدیده‌هایی و نشر تجربیات به دست آمده.

پی نوشت

1- Los Banos Kettleman City

2- San Joaquin Valley

منابع

ابراهیمی، ع.، محمدی، ف.، کاوه، ن. و ملک محمدی، م. ۱۳۸۸. تحلیل و ارزیابی تأثیر خشکسالی بر کاهش سطح آب تالاب‌های استان چهار محال و بختیاری با استفاده از تکنیک‌های GIS و RS. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

اکبری، م.، جرگه، م. ر. و مدنی سادات، حمید. ۱۳۸۸. بررسی

افت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیای (GIS) (مطالعه موردی: آبخوان دشت مشهد). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۶(۴): ۶۳-۷۸.

تندیسه، م.۱۳۸۳. فرونشست زمین در اثر برداشت آب از دشت مشهد. گزارش پروژه تحقیقاتی توسط شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی.

سیادتی مقدم، ج. ۱۳۸۳. مدل کیفی آب زیرزمینی مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده‌ی فنی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

عامریان، ی. و وثوقی، ب.۱۳۹۰. کنترل فرونشست دشت مشهد و نیشابور بر مبنای روش تجزیه و تحلیل تغییر اخنا با استفاده از میدان جابه‌جایی حاصل از مشاهدات GPS. نشریه علوم زمین، ۲۱(۸۲):۱۳۳-۱۳۸.

گزارش بازدید فنی از هتل الماس ۲. ۱۳۹۳. شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی، آرشیو مرکزی.

لشگری‌پور، غ.، غفوری، م.، سویزی، ز. و پیوندی، ز.۱۳۸۴. افت سطح آب زیرزمینی و نشست زمین در دشت مشهد. مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ۸ و ۹ شهریور ماه ۱۳۸۴، ۱۳۱-۱۲۳.

محمدی، ص.، سلاجقه، ع.، مهدوی، م. و باقری، ر.۱۳۹۱. بررسی تغییرات مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی دشت کرمان با استفاده از روش زمین‌آماری مناسب (طی یك دوره آماری ۱۰ ساله، ۱۳۸۵ -۱۳۷۵). فصلنامة علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۹(۱):۶۰-۷۱.

مخدوم‌فرخنده، م.، درویش‌صفت، ع.ا.، جعفرزاده، ه. و مخدوم، ع. ۱۳۹۰. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۰۴.

مژگانی‌فر، ن.، و رهنما، م.ب. ۱۳۸۸. بررسی چاه‌های مشاهده‌ای محدوده کرمان و اختیارآباد در ارتباط با بالاآمدگی سطح آب زیرزمینی در قسمت‌هایی از شهر کرمان. دهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، ۲۱-۱۹ بهمن ماه ۱۳۸۸.

نیک‌پیمان، و. و محمدزاده، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت مشهد با استفاده از شاخص GQI. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی اکتشاف منابع زیرزمینی، ۲۰-۱۹ آذر ماه ۱۳۹۲.

Albertson P.E., and Hennington G.W. 1995. Groundwater Analysis Using a Geographic Information System Following Finite-Differenced and Element Techniques. Engineering Geology. U.S.A. 42:167 - 173.

Appelo C.A.J., and Postma D. 2005. Geochemistry, Groundwater and Pollution. 2D edition, A.A.BALKEMA Publishers. 265 pp.

Ebrahimi A.A., Mohammadi F., Kaveh N., and Malekmohamadi M. 2009. Effect of drought on Wetlands using RS and GIS. 5th conference on watershed management (Natural Hazards Sustainable Management). Gorgan, Golestan, Iran.

Larson K. J., Basagaoglu H., Marino M. A. 2001. Prediction of optimal safe ground water yield and land subsidence in the Los Banos-Kettleman City area using a calibrated numerical simulation model, Vol. 242, PP.79 - 102.

Lerner D. N. 1990. Groundwater recharge in urban areas. Hydrological process and water management in urban areas. IAHS pub. No. 198.

Nairizi S., and Janparvar M. 2004. Mashhad Plain Groundwater Management under Drought Condition. Groundwater for emergency situations, 82 - 101.

Poland J.F. 1981. The occurrence and control of land subsidence due to groundwater withdrawal with special reference to the San Joaquin and Santa Clara Valleys, California, PhD Dissertation, Stanford University, Palo Alto, California.

Todd D.K. 2005. Groundwater Hydrology. Third Edition, John Wiley & Sons.

Walker W.R., Hrezo M.S., Haley C.J. 1991. Management of Water resources For Drought Condition. National Water Summery. Geological Survey Water Supply Paper2375, U.S.A. PP: 147 - 156.