

اثرات برداشت آب از آبخوان ایرانشهر بر روی دبی پایه رودخانه بمپور

دکتر غلامرضا لشکری پور
دانشیار زمین‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

دکتر محمد زارع
استادیار زمین‌شناسی دانشگاه شیراز

فاطمه شهابی فرد
کارشناس ارشد آب‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

چکیده

آبخوان ایرانشهر یکی از آبخوان‌های تقریباً متعادل استان سیستان و بلوچستان محسوب می‌گردد. وجود رودخانه دائمی بمپور که زهکش سفره‌ی آب زیرزمینی ایرانشهر است موید این مطلب می‌باشد. با این وجود با توجه به خشکسالی‌های اخیر دبی پایه‌ی رودخانه بمپور با روند نزولی روبرو شده است. از این رو ارزیابی هیدروژئولوژیکی و مدیریت این آبخوان ضروری به نظر می‌رسد. در این مقاله علاوه بر تهیه‌ی مدل آبخوان، پیش‌بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی و تأثیر آن روی دبی پایه‌ی رودخانه‌ی بمپور در شرایط متفاوت با استفاده از مدل، مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور ابتدا با توجه به اطلاعات موجود و بازدیدهای صحرایی، ارزیابی هیدروژئولوژیکی دشت انجام گرفت و سپس مدل آبخوان طراحی گردید. برای تهیه‌ی مدل آذرماه ۱۳۷۸ به‌عنوان شرایط پایدار حاکم بر آبخوان مشخص شده است. سپس با در نظر گرفتن مدل مفهومی آبخوان و تهیه‌ی کلیه‌ی فایل‌های ورودی به مدل، واسنجی مدل با نرم‌افزار Processing MODELOW Windows (PMWIN) برای شرایط پایدار به منظور بهینه‌نمودن مقادیر پارامتر K و فاکتور Conductance کف زهکش و مرزهای جریان، صورت گرفته است. در ادامه واسنجی برای شرایط ناپایدار ابتدا مقادیر پارامتر S بهینه و با ثابت بودن آن در دوره‌های بعدی، مقادیر پارامتر تغذیه ناشی از بارندگی و آب برگشتی چاه‌ها بهینه شده است. در نتیجه واسنجی مدل به مدت یک سال (دی ماه ۱۳۷۸ تا آذر ماه ۱۳۷۹) و صحت‌سنجی آن نیز به مدت یک سال (دی ماه ۱۳۷۹ تا آذر ماه ۱۳۸۰) انجام شد. نتایج حاصل توانایی مدل را برای انجام کارهای مدیریتی تأیید می‌کند. بر اساس نتایج خروجی مدل در دو سال واسنجی، میزان خروجی سالانه نسبت به ورودی آن بیشتر می‌باشد که با سیر نزولی هیدروگراف واحد دشت مورد مطالعه و چاه‌های مشاهده‌ای واقع در محدوده‌ی مدل، مطابقت دارد.

کلیدواژه‌ها: آبخوان، مدل، زهکش، رودخانه، دبی پایه، بمپور.

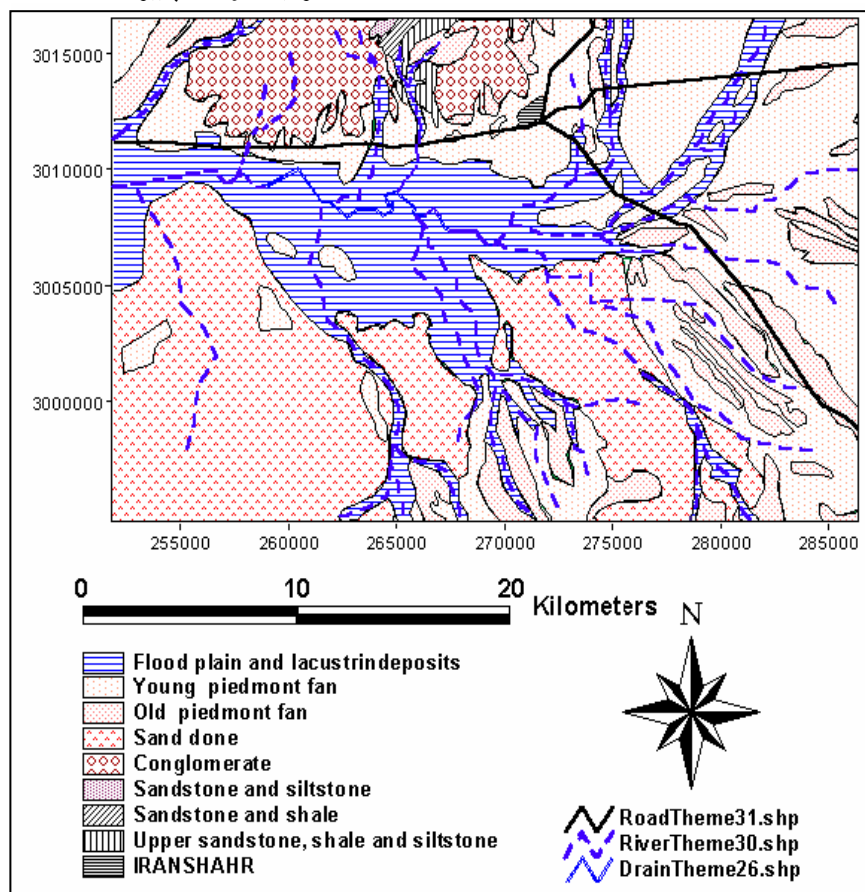
مقدمه

در چند دهه‌ی اخیر به دلیل پیشرفت تکنولوژی در نحوه‌ی استخراج آب‌های زیرزمینی و همچنین به دلیل رشد سریع جمعیت استحصال و برداشت بی‌رویه از آبخوان‌های کشور انجام گردیده است. در نتیجه اهمیت برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح، جهت بهره‌برداری بهینه از این منابع احساس شده است. در این راستا مدل‌های ریاضی می‌توانند به عنوان ابزاری مفید و کارآمد در جهت شناسایی سیستم هیدروژئولوژیکی، مشاهده‌ی عکس‌العمل آبخوان نسبت به تنش‌های وارده مورد استفاده قرار گیرند. در واقع سعی مدل‌های آب زیرزمینی بر آن است که مسائل پیچیده‌ی جریان آب زیرزمینی را حل نماید (Prickett, 1975: 1-143). مدل ریاضی MODFLOW یکی از مدل‌های معروف ارایه شده در زمینه‌ی بررسی آب‌های زیرزمینی است که توسط مک‌دونال و هاریوف معرفی گردید (McDonald and Harbaugh, 1988). تا کنون در نقاط زیادی از جهان جهت بررسی و مدیریت آبخوان‌های زیرزمینی از این مدل استفاده شده است (Al-Thani et al. 2004: 271-276, Facchi et al. 2004: 1053-1063, Dahan et al. 2004: 115-136). حوضه‌ی آبریز ایران‌شهر در منتهی‌الیه شرقی حوضه‌ی آبریز جازموریان شرقی در استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرق ایران قرار دارد. این محدوده در بین طول‌های جغرافیایی ۲۵° ۶۰ تا ۲۵° ۶۱ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۴۹° ۲۶ تا ۴۸° ۲۷ شمالی احاطه شده است. وسعت این حوضه حدود ۸۰۱۸ کیلومتر مربع بوده که از این مقدار حدود ۶۸۸۲ کیلومتر مربع توسط ارتفاعات و مابقی مناطق آبرفتی دشت پوشیده شده است. دشت ایران‌شهر به‌عنوان جزئی از حوضه آبریز ایران‌شهر محسوب شده و آبخوان ایران‌شهر در آن قرار دارد.

این آبخوان از نظر بیلان آب‌های زیرزمینی، یکی از آبخوان‌های تقریباً متعادل این استان می‌باشد. وجود رودخانه‌ی دائمی بمپور که زهکش سفره آب زیرزمینی دشت ایران‌شهر می‌باشد مؤید این مطلب است. در سال‌های اخیر به دلیل خشکسالی و افزایش برداشت از آبخوان ایران‌شهر، رودخانه‌ی بمپور با روند نزولی دبی مواجه شده است. از آنجا که آب این رودخانه توسط روستاهای زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد لازم است که اثرات برداشت آب از این آبخوان بر روی دبی پایه‌ی رودخانه‌ی بمپور با ارایه‌ی مدل کمی آبخوان مورد بررسی قرار گیرد. با این روش می‌توان با اعمال راهکارهای مختلف بر روی این آبخوان از جمله کنترل برداشت و یا تغذیه‌ی مصنوعی، دبی پایه‌ی رودخانه‌ی بمپور را در حد مطلوب حفظ نمود.

متوسط ارتفاع دشت ایرانشهر حدود ۶۰۰ متر از سطح دریا است. شیب توپوگرافی از شمال، شرق و جنوب منطقه به طرف مرکز دشت می‌باشد. این منطقه با توجه به عرض کم جغرافیایی جزء مناطق خشک محسوب شده و دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل می‌باشد. ریزش‌های جوی در این حوضه کم و بسیار نامنظم است. به طور متوسط حدود ۷۰ درصد بارندگی سالیانه در زمستان و اوایل بهار روی می‌دهد، ضمن اینکه در ماه‌های تیر و مرداد متأثر از جبهه‌های اقیانوس هند نیز بارندگی‌هایی به صورت رگبارهای پراکنده مشاهده می‌شود. میانگین سالانه‌ی بارندگی دشت ایرانشهر با توجه به آمار ایستگاه‌های موجود ۹۷/۲ میلی‌متر و میزان تبخیر سالانه زیاد و حدود ۳۳۴۳ میلی‌متر گزارش شده است (شهبازی فرد، ۱۳۸۳).

از لحاظ زمین‌شناسی قدیمی‌ترین سازه‌هایی که در ارتفاعات حاشیه دشت رخنمون دارند متعلق به دوران دوم می‌باشند. جنس سازندها از سنگ‌های رسوبی و سنگ‌های آذرین درونی و بیرونی بازیک می‌باشد. حداکثر گسترش تشکیلات رسوبی در نواحی شمالی منطقه و تشکیلات آذرین بیرونی در نواحی شرقی و جنوبی دشت قابل رویت می‌باشد (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۵). این ناحیه تحت تأثیر یکسری حرکات کوهزایی آلپ قرار گرفته به طوری که حداکثر مظاهر این فعالیت‌ها را می‌توان در قسمت‌های شمالی ایرانشهر مشاهده نمود. آثار فعالیت‌های ولکانیکی دوران چهارم در این ناحیه به چشم نمی‌خورد. در شکل (۱) نقشه‌ی زمین‌شناسی محدوده‌ی مورد مطالعه نشان داده شده است.



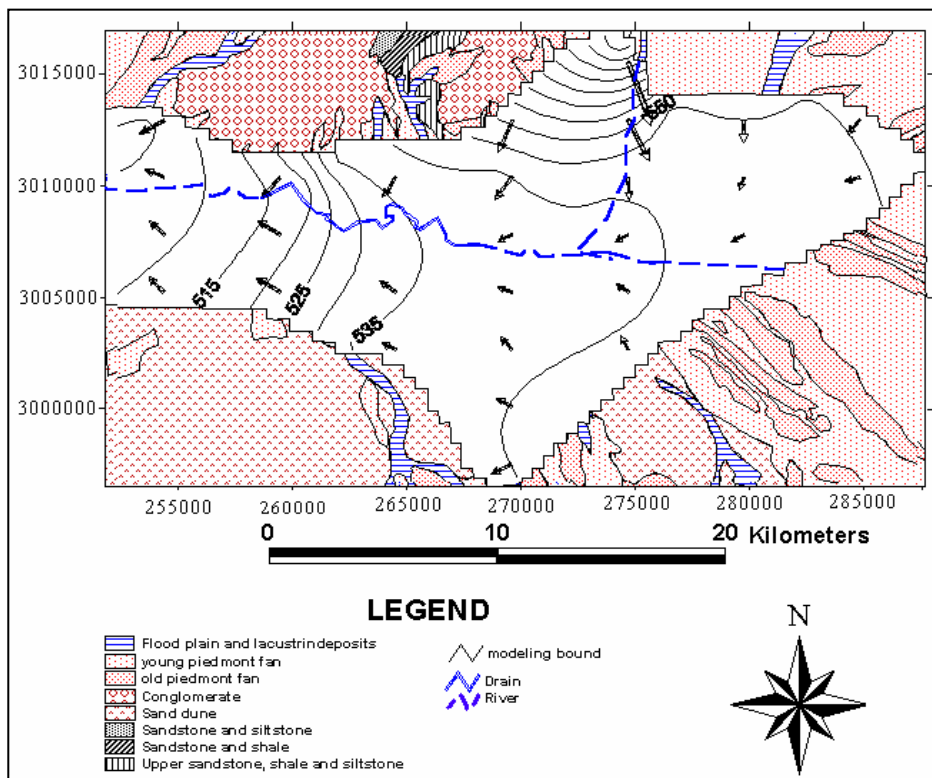
شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

هیدرولوژی و هیدروژئولوژی دشت

مهمترین رودخانه‌ی این منطقه رودخانه‌ی بمپور می‌باشد که از به هم پیوستن رودخانه کارواندر- دامن واقع در شمال منطقه و شاخه‌های متعدد دیگر تشکیل شده و در جهت شرقی- غربی جریان می‌یابد. رودخانه‌ی بمپور زهکش اصلی آبخوان ایرانشهر می‌باشد. زهکش این رودخانه در جنوب شرقی ایرانشهر در ۹ کیلومتری قبل از سد بمپور شروع شده و تا ۲ کیلومتر بعد از سد بمپور ادامه دارد.

آبخوان دشت ایرانشهر از نوع آبخوان آزاد می‌باشد. با توجه به نتایج لوگ چاه‌های اکتشافی حفر شده می‌توان نتیجه گرفت که هدایت هیدرولیکی رسوبات دشت نسبتاً بالا است و این امر به‌نوع آبرفت‌های آن بسنگی دارد. این دشت از یک‌سری مواد آبرفتی

نسبتاً دانه درشت همراه با باندهای متناوب رسی و ماسه‌ای و قطعات سنگی درشت تشکیل شده و این مواد حاصل از فعالیت‌های رسوب‌گذاری سیلابی رودخانه‌های حواشی دشت است. به‌طور کلی از سمت شمال شرق و شرق به سمت غرب و مرکز دشت درصد مواد رسی در آبرفت منطقه افزایش می‌یابد. عمق سطح آب در شرق شهرستان ایرانشهر بین ۳۰-۵۰ متر است که به تدریج به طرف غرب از عمق آن کاسته می‌شود و در جنوب بمپور به کمتر از ۱۰ متر می‌رسد. جهت جریان آب‌های زیرزمینی با توجه به نقشه‌ی تراز آب‌های زیرزمینی تهیه شده از آمار چاه‌های پیزومتریک عموماً از شرق به سمت غرب می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲: نقشه تراز آب‌های زیرزمینی تهیه شده از آمار چاه‌های پیزومتریک در آذر ماه ۱۳۷۸

طراحی و اجرای مدل

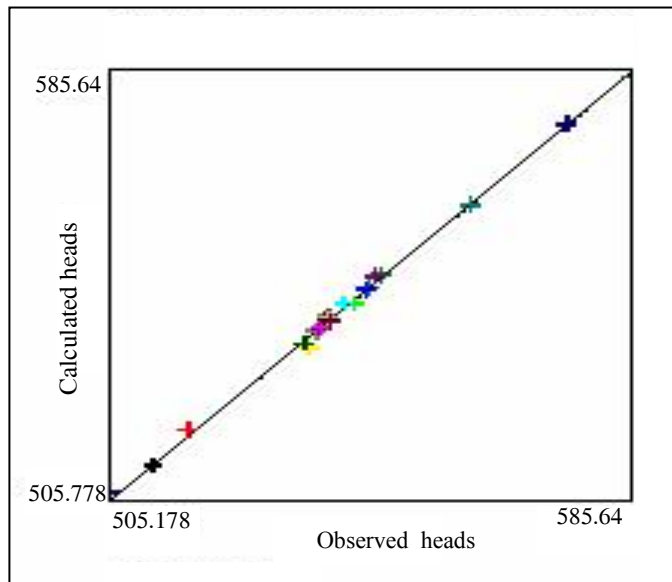
آبخوان ایرانشهر از شمال تا ۳ کیلومتری روستای گنروکا، از جنوب تا ۵ کیلومتری ارتفاعات جنوبی دشت، از شرق تا ۷ کیلومتری روستای افتر و از غرب تا ۴ کیلومتری بمپور ادامه دارد. برای مدل‌سازی دشت ایرانشهر از مدل عددی PMWIN MODFLOW که توسط سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده تهیه گردیده، استفاده شده است (Chiang and Kinzeibach, 2000: 115-136). ابعاد سلول‌ها نا برابر انتخاب شده و دارای ۷۷ ستون با عرض ۵۰۰ متر و ۵۲ ردیف با عرض‌های متفاوت ۲۵۰ متری در مرکز و ۵۰۰ متری در بالا و پایین دشت می‌باشد. تعداد کل سلول‌ها ۴۰۰۴ عدد می‌باشد که از این تعداد ۱۸۳۵ سلول فعال بوده و بقیه سلول‌ها غیر فعال است. تنظیم شرایط مرزی، مرحله‌ای در طراحی مدل است که تحت تأثیر خطای زیاد قرار دارد (Franke et al, 1987: 15).

مرزهای موجود در محدوده مطالعاتی آبخوان از نوع هیدرولیکی با جریان معین می‌باشند و جریان ورودی و خروجی مرزها، توسط چاه‌های تغذیه و تخلیه در سلول‌های حاشیه‌ای شبیه‌سازی شده‌اند. مقادیر تخلیه و تغذیه توسط بسته نرم‌افزاری Well و Recharge و رودخانه بمپور نیز توسط بسته نرم‌افزاری Drain شبیه‌سازی شده است.

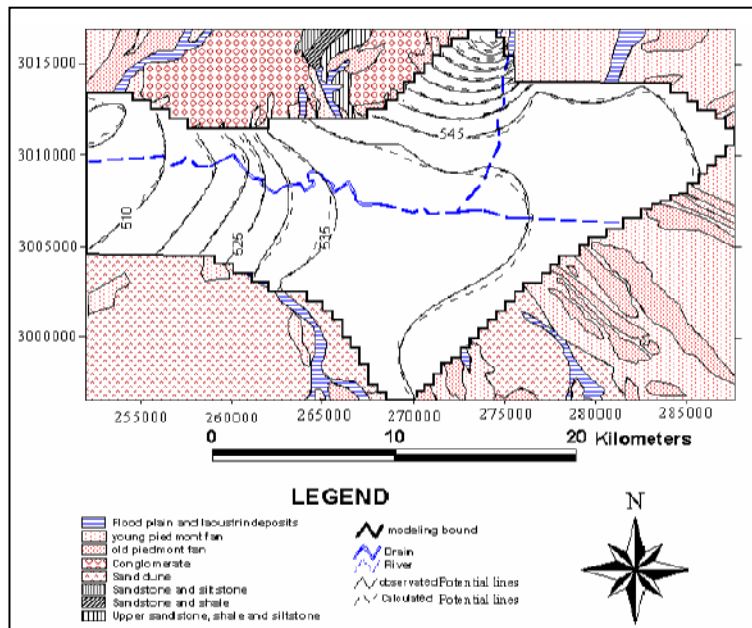
واسنجی مدل در حالت پایدار و ناپایدار

به‌طور کلی واسنجی در حالت پایدار، به‌منظور بهینه‌سازی پارامتر هدایت هیدرولیکی و رسانایی هیدرولیکی رسوبات کف زهکش بوده شکل (۳) بیانگر مقایسه مقادیر مشاهده شده بار آبی در برابر مقادیر شبیه‌سازی شده است، در این شکل معیاری برای اندازه‌گیری خطاهای بین مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده می‌باشد که از آن برای کاهش خطاها در هنگام واسنجی استفاده می‌شود که در این تحقیق برای حالت ماندگار ۰/۶۳۰ به دست آمده است. شکل (۴) نقشه‌ی همتراز آب زیرزمینی را در دو حالت مشاهده شده و محاسبه شده نشان می‌دهد.

بعد از واسنجی کردن مدل در حالت پایدار، واسنجی در حالت ناپایدار نیز انجام می‌شود. در این مرحله سایر ضرایب هیدرو دینامیکی از قبیل ضریب ذخیره و مقدار تغذیه بهینه می‌شود. برای واسنجی مدل در حالت ناپایدار از داده‌های سطح آب مربوط به سال ۷۹-۱۳۷۸ استفاده شده است.



شکل ۳: مقایسه مقادیر مشاهده شده و واسنجی شده بارهای آبی در چاه‌های مشاهده‌ای



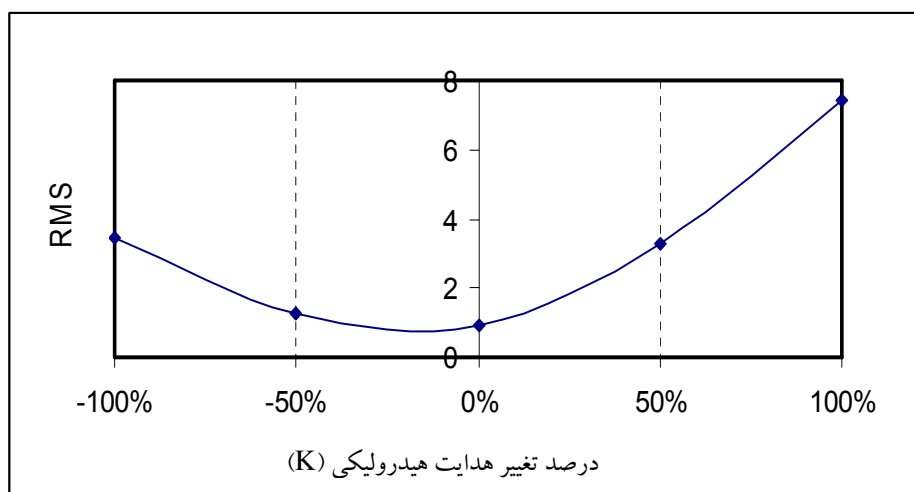
شکل ۴: مقایسه‌ی نقشه‌ی هم‌تراز سطح آب زیرزمینی در دو حالت مشاهده شده و شبیه‌سازی شده در حالت پایدار (آذرماه ۱۳۷۸)

تحلیل حساسیت

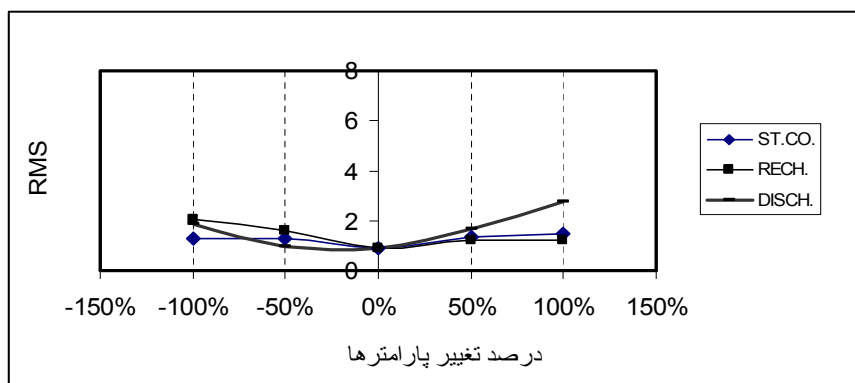
بر اساس این تحلیل مدل بیشترین حساسیت را به تغییر در هدایت هیدرولیکی دارد. بعد از هدایت هیدرولیکی ضریب ذخیره و میزان تخلیه و تغذیه در رده‌های بعدی قرار دارند. هر چه شیب تغییرات بیشتر باشد حساسیت مدل نسبت به آن تغییرات بیشتر است در نتیجه می‌توان با تغییر اندک در پارامترهایی که حساسیت زیادی دارند مدل را به درستی واسنجی نمود. در شکل (۵) میزان حساسیت مدل به پارامترهای مختلف نشان داده شده است.

مقایسه‌ی هیدروگراف واحد مشاهده شده و محاسبه شده

در شکل (۶) مقایسه‌ی هیدروگراف واحد مشاهده شده و شبیه‌سازی شده منطقه مورد مطالعه از دی ماه ۱۳۷۸ لغایت آذر ماه ۱۳۸۰ نشان داده شده است. همان‌طوری که در این شکل مشخص شده، دو هیدروگراف تطابق نسبتاً قابل قبولی را نشان می‌دهند که نشان‌دهنده‌ی شبیه‌سازی رفتار کلی آب زیرزمینی می‌باشد.

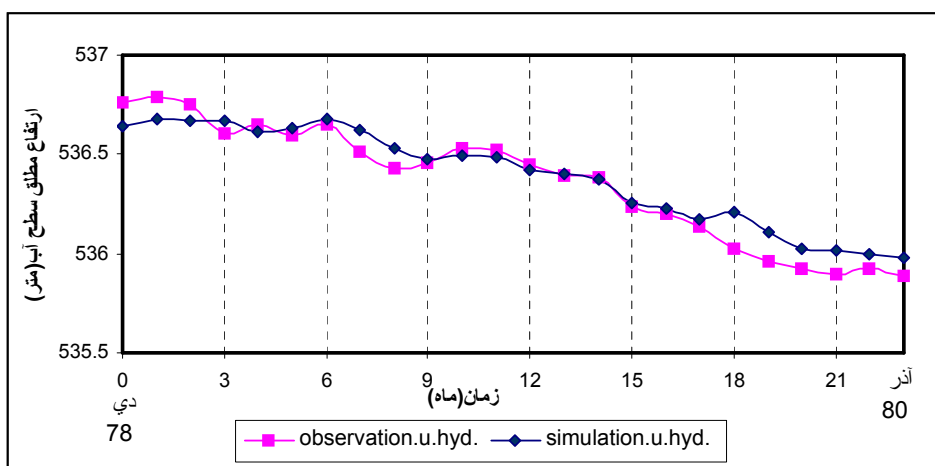


(الف)



(ب)

شکل ۵: تحلیل حساسیت، الف) هدایت هیدرولیکی، ب) ضریب ذخیره، تغذیه و تخلیه



شکل ۶: مقایسه‌ی هیدروگراف واحد مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده‌ی آبخوان از دی ماه ۱۳۷۸ تا آذرماه ۱۳۸۰

اثرات برداشت آب بر روی دبی پایه‌ی رودخانه

مهمترین مشکل موجود در این راه، عدم دسترسی به استرس‌های وارده به آبخوان در آینده است. به طور مثال میزان تغذیه‌ی سیستم از طریق بارندگی و میزان برداشت از چاه‌ها از این‌گونه استرس‌ها می‌باشد (جدول ۱). به همین منظور با در نظر گرفتن شرایط متفاوت بارندگی و برداشت، پیش‌بینی دبی پایه‌ی رودخانه به مدت دو سال

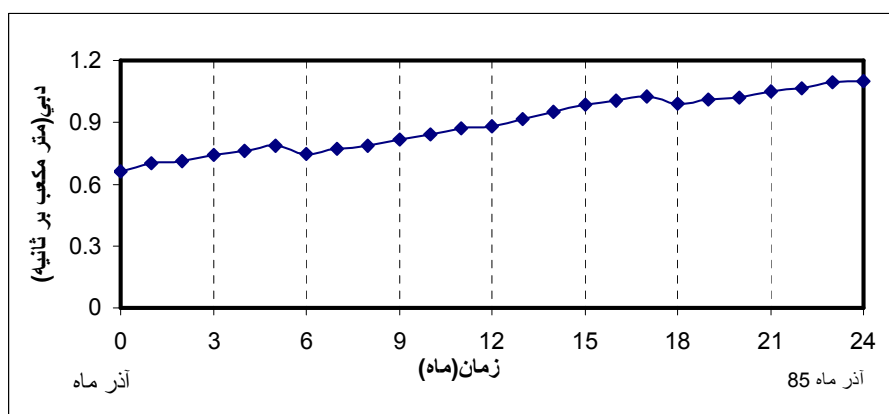
(آذر ماه ۸۳ لغایت آذر ماه ۸۵) انجام گرفته تا بتوان به نتایج قابل قبولی دست یافت که در ذیل توضیح آنها ارایه شده است.

جدول ۱: استراتژی‌های وارده به آبخوان

شرایط آب و هوایی دشت ایرانشهر	شرایط برداشت از چاه‌ها
افزایش ۵۰ درصدی بارندگی	برداشت روند کنونی
بارندگی متوسط	
کاهش ۵۰ درصدی بارندگی	
نبود بارندگی	
افزایش ۵۰ درصدی بارندگی	برداشت دو برابر برداشت کنونی
بارندگی متوسط	
کاهش ۵۰ درصدی بارندگی	
نبود بارندگی	

- شرایط روند کنونی برداشت و افزایش ۵۰ درصدی بارندگی

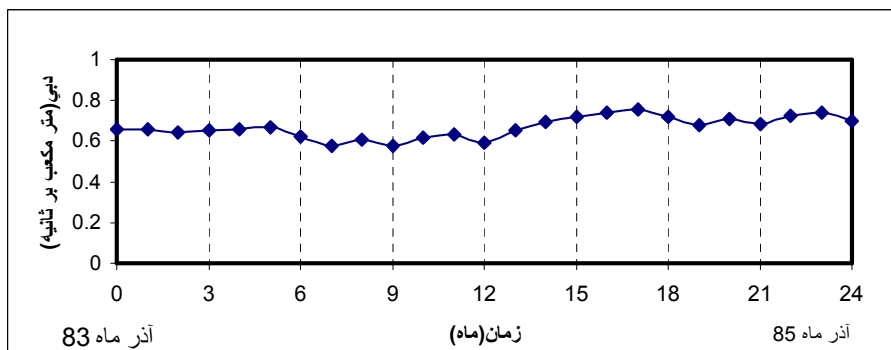
در شکل (۷) نتایج حاصل از این واسنجی به صورت نمودار ارایه شده است. همان‌طور که در شکل (۷) مشاهده می‌گردد دبی رودخانه در پایان دوره به مقدار قابل توجه ۱/۱ متر مکعب بر ثانیه رسیده است.



شکل ۷: نمودار تغییرات دبی پایه رودخانه نسبت به زمان در شرایط روند کنونی برداشت و افزایش ۵۰ درصدی بارندگی

- شرایط برداشت روند کنونی و متوسط بارندگی

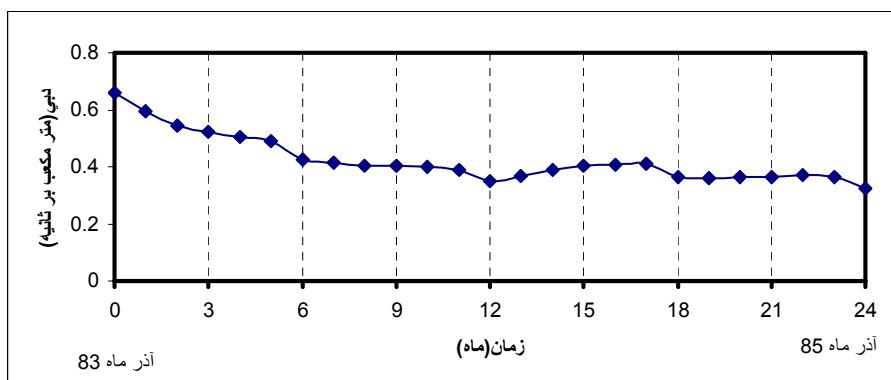
شکل (۸) نتایج حاصل از این واسنجی را به صورت نمودار نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۸) مشاهده می‌گردد نه تنها کاهش دبی پایه مشاهده نمی‌گردد بلکه روند تقریباً افزایشی در دبی پایه رودخانه نیز مشاهده می‌گردد.



شکل ۸: نمودار دبی پایه رودخانه بمپور در شرایط متوسط آب و هوایی و روند کنونی برداشت

- شرایط روند کنونی برداشت و کاهش ۵۰ درصدی بارندگی

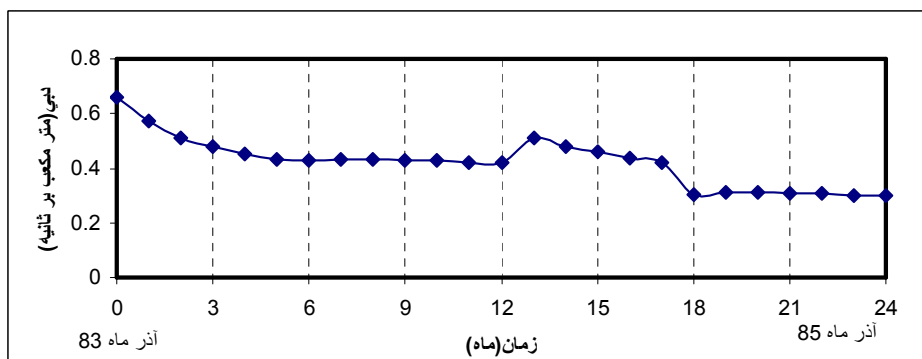
در شکل (۹) نتایج حاصل از این مرحله نشان داده شده است. همان‌طوری‌که در این شکل مشاهده می‌گردد در ماه‌های اول کاهش دبی پایه وجود دارد ولی بعد از آن به متوسط حدود ۰/۳۵ متر مکعب در ثانیه رسیده است.



شکل ۹: نمودار تغییرات دبی پایه رودخانه نسبت به زمان در شرایط کاهش ۵۰ درصدی بارندگی و روند کنونی برداشت

– شرایط برداشت روند کنونی و فقدان بارندگی

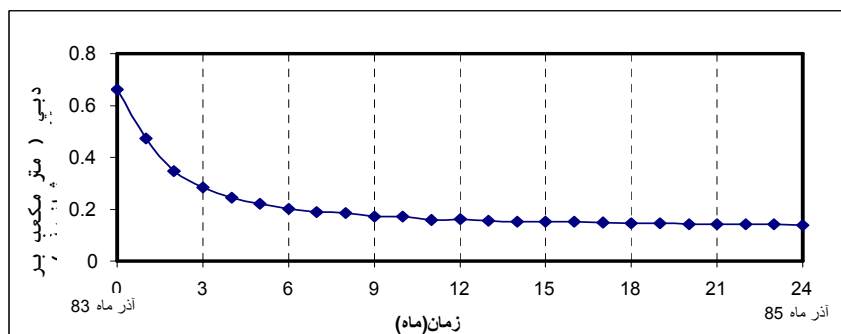
در شکل (۱۰) نتایج حاصل از شرایط برداشت با روند کنونی و بدون بارندگی نشان داده شده است. همان طوری که ملاحظه می‌گردد در ماه‌های اول کاهش دبی پایه وجود دارد ولی بعد از آن متوسط حدود $0/3$ متر مکعب در ثانیه مشاهده می‌گردد.



شکل ۱۰: نمودار تغییرات دبی پایه‌ی رودخانه نسبت به زمان در شرایط فقدان بارندگی و روند کنونی برداشت

– شرایط برداشت دو برابر و افزایش ۵۰ درصدی بارندگی

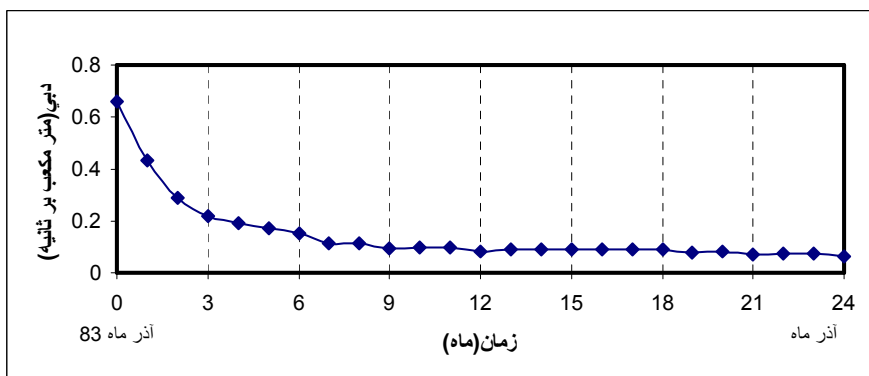
نتایج حاصل از واسنجی برای برداشت دو برابر روند کنونی و افزایش بارندگی به میزان ۵۰ درصد به صورت نمودار شکل (۱۱) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد دبی رودخانه در پایان دوره به مقدار تقریباً ثابت $0/14$ متر مکعب بر ثانیه کاهش یافته است.



شکل ۱۱: نمودار تغییرات دبی پایه‌ی رودخانه نسبت به زمان در شرایط افزایش ۵۰ درصدی بارندگی و برداشت دو برابر برداشت کنونی

– شرایط متوسط آب و هوایی، برداشت دو برابر برداشت فعلی

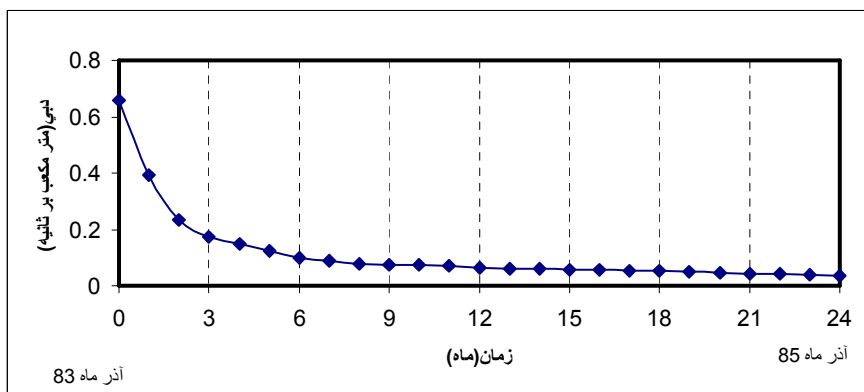
شکل (۱۲) نتایج حاصل از این مرحله را نشان می‌دهد. همان‌طوری که ملاحظه می‌گردد در ماه‌های اول افت بسیار شدید بوده بعد از آن روند افت کاهش پیدا کرده و در نهایت به مقدار ۰/۰۶ متر مکعب بر ثانیه رسیده است.



شکل ۱۲: نمودار دبی پایه‌ی رودخانه‌ی بمپور نسبت به زمان در شرایط متوسط بارندگی و دو برابر برداشت کنونی

– شرایط دو برابر برداشت کنونی و کاهش ۵۰ درصدی بارندگی

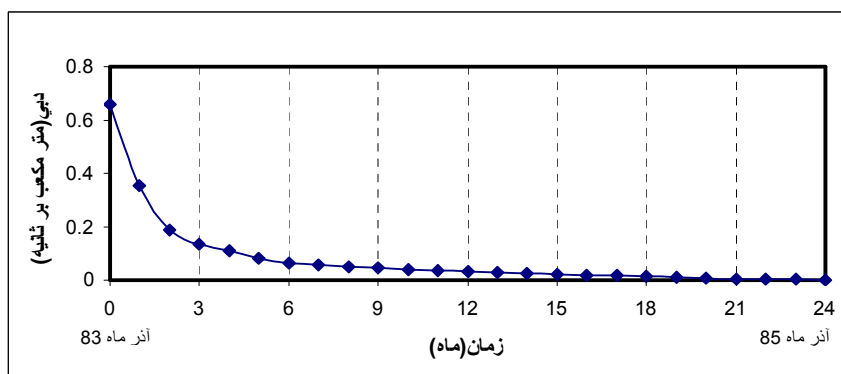
در شکل (۱۳) نتایج حاصل از شرایط دو برابر برداشت کنونی و کاهش ۵۰ درصدی بارندگی نشان داده شده است. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود در ماه‌های اول با کاهش دبی پایه ولی بعد از آن دبی به متوسط حدود ۰/۰۳ متر مکعب در ثانیه رسیده است.



شکل ۱۳: نمودار تغییرات دبی پایه‌ی رودخانه نسبت به زمان در شرایط کاهش ۵۰ درصدی بارندگی و برداشت دو برابر برداشت کنونی

– شرایط بدون بارندگی و برداشت دو برابر برداشت کنونی

در شکل (۱۴) نتایج حاصل از شرایط بدون بارندگی و برداشت دو برابر برداشت کنونی نشان داده شده است. همان طوری که ملاحظه می‌گردد در ماه‌های اول کاهش شدید دبی پایه و بعد این کاهش با روند کمتری ادامه داشته و تا بالاخره در تیر ماه ۸۵ به مقدار تقریباً صفر رسیده و دبی پایه رودخانه قطع گردیده است.



شکل ۱۴: نمودار تغییرات دبی پایه‌ی رودخانه نسبت به زمان در شرایط بدون بارندگی و دو برابر برداشت کنونی

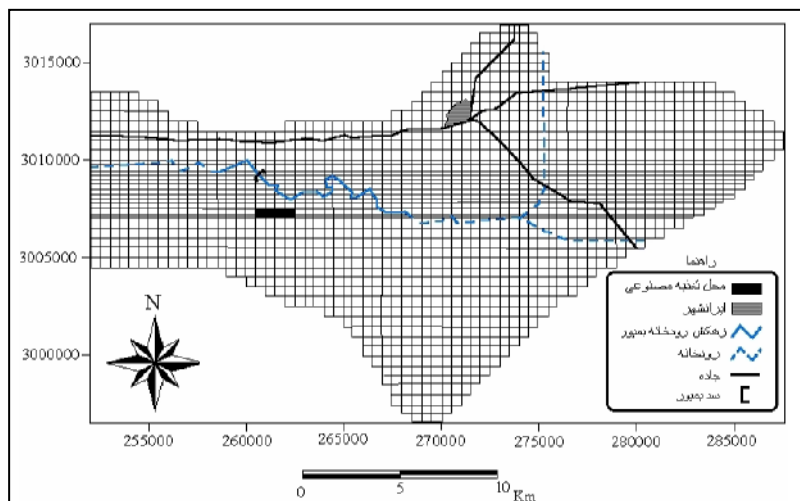
با بررسی موارد بالا مشخص می‌شود که برداشت از چاه‌ها و بارندگی دو عامل اصلی تأثیرگذار بر روی دبی پایه رودخانه هستند. کاهش بارندگی و یا افزایش برداشت از چاه‌ها باعث کاهش دبی پایه رودخانه شده است. اگر این دو عامل با یکدیگر بر سیستم اعمال گردند باعث وارد آمدن صدمات جبران‌ناپذیری بر دبی رودخانه خواهد شد، به طوری که بعد از مدتی خشک شدن دبی پایه اتفاق خواهد افتاد. همچنین در مواردی که برداشت بیش از حد باشد، کاهش دبی پایه به حدی خواهد بود که دیگر بارندگی نیز جبران این کاهش را نخواهد کرد. علاوه بر موارد بالا اثرات برداشت از چاه‌ها در موقعیت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت این نتیجه مشاهده گردید که اثر برداشت از چاه‌های نزدیک زهکش (رودخانه) به مراتب بیشتر از دیگر چاه‌ها می‌باشد.

بررسی تغذیه‌ی مصنوعی در دشت برای تقویت دبی پایه‌ی رودخانه

با توجه به این که آب رودخانه بمپور تأمین‌کننده آب مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی و شرب ۱۳ روستا در منطقه می‌باشد، کاهش یا قطع دبی پایه‌ی این رودخانه باعث خسارات جبران‌ناپذیر و تغییرات زیست محیطی گسترده‌ای در منطقه خواهد شد.

لذا جهت حفظ و صیانت از این رودخانه تغذیه‌ی مصنوعی آبخوان با توجه به شرایط موجود باید مورد توجه قرار گیرد. از آذرماه تا فروردین‌ماه و همچنین در تیرماه، در رودخانه مقداری آب جاری است که کل آن مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و در نتیجه می‌توان از آن جهت تغذیه مصنوعی آبخوان برای بهبود دبی پایه‌ی رودخانه استفاده نمود. میزان روان‌آب در ماه‌های آذر، دی و تیر به‌طور یکسان ۱۲۹۶۰۰۰ متر مکعب در ماه می‌باشد. این میزان در بهمن و اسفندماه به ۱۰۳۶۸۰۰۰ متر مکعب در هر ماه می‌رسد. کل آبی که برای تغذیه‌ی سالانه منظور گردیده برابر با ۲۴۶۲۴۰۰ متر مکعب می‌باشد که در محدوده‌ای به مساحت یک کیلومتر مربع اعمال خواهد شد.

با توجه به بررسی‌های مقدماتی استفاده از لوگ چاه‌های مشاهده‌ای حفر شده، مناطقی که دارای رسوبات ماسه بادی تا عمق حدود ۲۰ متری و عدم وجود طبقات با نفوذپذیری کم تا سطح ایستابی می‌باشند به عنوان بهترین گزینه‌ها جهت تغذیه مصنوعی در نظر گرفته شده‌اند. مقدار نفوذ در محدوده‌های تغذیه حدود یک متر در روز است و تأسیساتی که برای تغذیه مصنوعی لازم است هزینه زیادی ندارد. در نتیجه سه منطقه در حول وحوش این چاه‌ها به عنوان مناطق پیشنهادی تغذیه به مدل داده شده است که در نهایت با توجه به نتایج حاصله محدوده‌ی مشخص شده در شکل ۱۵ با توجه به این‌که باعث تقویت دبی پایه شده و از طرفی شیب توپوگرافی در این ناحیه مناسب بوده، به عنوان بهترین گزینه برای تغذیه‌ی مصنوعی معرفی گردید (شکل ۱۵).



شکل ۱۵: محل انتخابی تغذیه مصنوعی

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این تحقیق مهمترین نتایج به دست آمده به شرح زیر می‌باشند:

۱- به طور کلی آبخوان ایرانشهر از نظر وضعیت بهره‌برداری در حد تقریباً متعادل بوده، وجود زهکش بمپور مؤید این مطلب است. به منظور حفظ دبی پایه‌ی رودخانه‌ی بمپور که تأمین‌کننده آب ۱۳ پارچه آبادی بوده و در خشکسالی‌های اخیر نیز مقدار آن کاهش یافته است، لزوم شناسایی دقیق خصوصیات هیدروژئولوژیکی آبخوان و مدیریت آن در جهت حفظ دبی پایه رودخانه ضروری به نظر می‌رسد.

۲- نتایج مدل تهیه شده برای آبخوان نشان می‌دهد که کاهش دبی پایه کاملاً وابسته به نزولات جوی بوده و برداشت با روند فعلی بر روی آن اثر قابل ملاحظه‌ای ندارد ولی در صورتی که برداشت از حد معمول بیشتر شود مثلاً به دو برابر مقدار کنونی برسد، دیگر بارندگی در حد متوسط دشت نیز جبران کاهش دبی پایه را نکرده نهایتاً موجب خشک شدن رودخانه می‌شود.

۳- تأثیر افزایش برداشت تا دوبرابر برداشت کنونی، در مناطق نزدیک زهکش اثرات جبران‌ناپذیری به دبی پایه وارد کرده باعث خشک شدن آن می‌گردد، در صورتی که این افزایش برداشت در مناطق شرقی و میانی دشت باعث کاهش دبی پایه تا حد تقریباً ۰/۳ متر مکعب بر ثانیه می‌شود.

۴- جهت بهبود دبی پایه رودخانه، تغذیه مصنوعی آبخوان به وسیله‌ی آب اضافی رودخانه در برخی ماه‌ها به عنوان یکی از راه‌حل‌های مناسب پیشنهاد می‌گردد. در این خصوص انتخاب گزینه‌ی مناسب برای تغذیه از جمله عوامل مهم در جهت تأثیر بهینه‌ی تغذیه‌ی مصنوعی روی دبی پایه می‌باشد. از نظر زمانی ماه‌های آذر، دی، بهمن، اسفند و تیرماه بهترین ماه‌ها برای این منظور می‌باشند، زیرا با توجه به متوسط دبی رودخانه در ۱۰ سال اخیر، در این زمان‌ها مقداری آب در رودخانه جاری است که مورد استفاده قرار نمی‌گیرد در نتیجه می‌توان از این آب برای تغذیه استفاده نمود. از نظر مکانی محدوده تغذیه در جنوب رودخانه انتخاب گردید زیرا این محدوده از نقوذپذیری، شیب توپوگرافی و خصوصیات زمین‌شناسی مناسب برخوردار است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند تا از شرکت سهامی آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان، خصوصاً معاونت مطالعات پایه منابع آب و کارشناسان مربوطه و همچنین کارشناسان دفتر ایرانشهر به دلیل حمایت مالی و همکاری صمیمانه تشکر نمایند.

منابع و مأخذ

- ۱- سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۵. نقشه زمین شناسی دشت ایرانشهر. مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۲- شهابی فرد، فاطمه. (۱۳۸۳). «اثرات برداشت آب از آبخوان ایرانشهر بر روی دبی پایه‌ی رودخانه بمپور». پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۳- مهندسین مشاور آب و خاک. (۱۳۵۲). «طرح توسعه بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی حوضه‌های جازموریان و تفتان».
- 4- Al-Thani A.A., Beaven, R.P., White, J. K. (2004). Modeling flow to leachate well in landfills, Waste Management, 24.
- 5- Anderson, M.P., Woessner, W.W. (1992). Applied groundwater modeling Academic Press, Inc., San Diego, CA.
- 6- Chiang, W.H., Kinzeibach, W. (2000). 3D groundwater flow and transport modeling with processing modflow: U.S. Geological Survey.
- 7- Dahan, O., McGraw, D., Adar, E., Pohil, G. Boham, B., Thomas, J. (2004). Multi-variable mixing cell model as a calibration and validation tool for hydrogeologic groundwater modeling, Journal of Hydrology, 293.
- 8- Fracchi, A. Ortuani, B., Maggi, D. Gandolfi, C. (2004). Coupled SVAT-groundwater model for water resources simulation in irrigated alluvial plains, International Modeling & Software, 19.
- 9- Franke, O.L., Reilly, T.E, Bennete, G.D. (1987). Definition of boundary and initial conditions in the analysis of saturated ground-water flow systems: and introduction, USGS, Techniques of Water-Resources Investigations 03-B5.
- 10- McDonald, M.G., Harbaugh, A. W. (1988). Techniques water resource investigations of the United States Geological Survey.-A modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model, US Government Printing Office, Washington, (Chapter, A1).
- 11- Prickett, T.A. (1975). Modeling techniques for groundwater evaluation. In Advances in Hydroscience, Vol. 10, Chow, V.T., (ed.), New York. Academic Press.

