مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت بیرجند با استفاده از G.M.S

بهزادی فر،ولی اله [1]، شهابی فرد، فاطمه [2]، اعتباری، بهروز [3]

۱- کارشناس ارشد هیدروژئولوژی، مهندسین مشاور طوس آب، مشهد Email: Behzadi.V @gmail.com

۲- کارشناس ارشد هیدروژئولوژی، شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان جنوبی Email: F.shahabifard@gmail.com

۳- کارشناس ارشد هیدروژئولوژی، شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان جنوبی Email: Behrooz.etebari@gmail.com

چکیده:

تغییر و تحولات آب‌های زیرزمینی در سالیان اخیر در بیشتر دشت‌های استان خراسان جنوبی به سمت کاهش ذخیره آبخوانها سوق پیدا نموده است. از این رو بررسی و شناسایی رفتار آبخوان‌ها امری ضروری بوده و برای دستیابی به این مهم، بهترین راه شبیه سازی آبخوانها می باشد. در این راستا شبیه‌سازی رفتار آبخوانها و اعمال تنش‌های مختلف با سناریوهای طراحی شده متفاوت، می تواند در مدیریت منابع آب زیرزمینی نقش تعیین کننده ای داشته باشد.

شهر بیرجند (مرکز استان خراسان جنوبی) با جمعیتی در حدود ۲۰۰ هزار نفر در شرق ایران قرار داشته و تنها منبع تامین کننده آب شرب این شهر، آب زیرزمینی می باشد. مرکز استان شدن شهر بیرجند، رشد سریع جمعیت، کسری مخزن دشت بیرجند (حدود ۱۱ میلیون متر مکعب در سال) و پایین بودن کیفیت آب شرب مورد استفاده (هدایت الکتریکی در حدود ۱۵۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر)، ضرورت تامین آب و مدیریت بهینه منابع آب زیرزمینی را می طلبد. یکی از راهکارهای تامین آب شهر بیرجند، انتقال آب از دشت های مجاور می باشد و بدین منظور هم اکنون پروژه انتقال آب به شهر بیرجند از دشتهای مرک و سربیشه در حال انجام است و پروژه انتقال آب از دشت مختاران نیز در دست بررسی است. همچنین طرح شبکه جمع آوری فاضلاب در این شهر در حال انجام می باشد که در سناریوهای مختلف در نظر گرفته شده است. لذا در این تحقیق ضمن شبیه سازی آبخوان دشت بیرجند با استفاده از نرم افزار G.M.S اثرات انتقال آب از دشتهای مجاور بر روی آبخوان دشت بیرجند پیش بینی شده است.

واژه‌های کلیدی: بیرجند، آب زیرزمینی، شبیه سازی، مدل، G.M.S

Abstract:

Groundwater changes in recent years in so many plains of Southern Khorasan province have caused reduction of aquifer storage. Sofar, evaluation of the behavior of aquifers is an essential parameter and to achieve this important criteria, the best solution is simulation of aquifers. In this manner modeling of aquifers with different scenarios may have an effective role in water resources management.

Birdjand City (Province capital of South Khorasan) with a population of about 200 thousand is located at the east of Iran. Its only resource of potable water belongs to groundwater. Passing to capital of the province, rapid population growth, water deficit in Birdjand plain's water table (about 11

MCM/year), low quality of consuming water (EC of about 1500 micromohos/cm), demands for the necessity of water supply and optimum ground water resources management. A way that water could be supplied to Birdjand city is water transfer from neighboring basins, therefor nowadays transfer project from Marak and Sarbisheh plains is performing and water transfer project from Mokhtaran plain is investigating. Also sewage collection project is performing in Birjand city, within which different scenarios have been considered. So in this investigation moreover simulation of Birjand aquifer by using G.M.S software, effects of water transfer from neighboring plains on Birjand aquifer is predicted.

Key words: Birjand, Groundwater, Simulation, Model, GMS

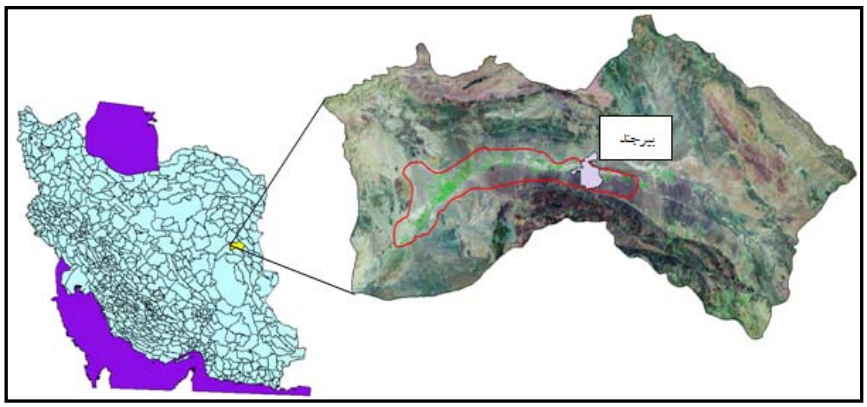
۱. مقدمه

تامین آب شرب مورد نیاز جوامع انسانی از مهمترین اولویت ها و دغدغه های مسئولین و مدیران منابع آب هر کشور بوده و کشور ما نیز از این قاعده مستثنی نیست. در شرق ایران به دلیل محدودیت های طبیعی اقلیم حاکم بر منطقه و وقوع خشکسالی های متوالی در سالهای اخیر و بهره برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی، مشکل بحران آب تشدید شده است. از این رو بررسی و شناسایی رفتار آبخوان‌ها امری ضروری بوده و برای دستیابی به این مهم بهترین راه شبیه سازی آبخوانها می باشد.

مدیریت آبخوان در واقع عبارت است از مجموعه عملیات و تدابیري که طي آن مي توان به نحوي مطلوب از امکانات و ظرفیتهاي موجود در جهت بهر ه برداري بهینه از آبخوان مورد نظر استفاده کرد[1]. در این راستا شبیه‌سازی رفتار آبخوانها و اعمال تنش‌های مختلف با سناریوهای طراحی شده متفاوت، می تواند در مدیریت منابع آب زیرزمینی نقش تعیین کننده ای داشته باشد. در این پژوهش ابتدا وضعیت هیدرولوژی، هواشناسی، زمین شناسی و هیدروژئولوژی منطقه به طور مختصر بیان شده، سپس طرز تهیه مدل و در نهایت پیش بینی های صورت گرفته با سناریوهای مختلف ارائه می شود.

۲. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی با مختصات تقریبی ´ ۳۴ و °۳۲ تا ´۸ و °۳۳ عرض جغرافیایی و´ ۴۱و °۵۸ تا ´۴۴و°۵۹ طول جغرافیایی قرار گرفته است. این دشت حالت کشیده داشته و تمامی پیرامون آن را ارتفاعات و بخش مرکزی را آبخوان آبرفتی تشکیل می‌دهد. وسعت کل حوضه آبریز بیرجند در حدود ۳۴۲۵ کیلومترمربع بوده که از این میزان حدود ۹۸۰ کیلومترمربع را دشت و مابقی را ارتفاعات تشکیل می‌دهد. شکل شماره (۲) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۳. هیدرولوژی و هواشناسی

حوضه آبریز رودخانه بیرجند (شاه رود) زهکش اصلی دشت بیرجند می باشد که از شرق به غرب جریان می یابد. این حوضه آبریز ۳۴۳۶ کیلومتر مربع وسعت دارد که سرشاخه های مهم ورودی به محدوده دشت بیرجند از شمال ۱۳ سرشاخه ورودی و از جنوب ۷ سرشاخه ورودی می باشد. ارتفاع حوضه از سطح دریا ۲۷۲۰ متر و حداقل ارتفاع ۱۱۸۰ متر می‌باشد. همچنین متوسط بارندگی دشت بیرجند ۱۷۲ میلیمتر، حداکثر و حداقل درجه حرارت به ترتیب ۴۳/۵ + و ۲۰/۵- درجه سانتیگراد و متوسط تبخیر سالانه از تشت و از سطح آزاد آب به ترتیب ۲۶۲۱ و ۲۱۱۸ میلیمتر می باشد.

۴. زمین شناسی و هیدروژئولوژی

حوضه آبریز بیرجند از نظر ساختاری جزئی از زون زمین ساختی ایران مرکزی بوده که در حاشیه زون فلیش شرق ایران قرار دارد. به طور کلی قدیمی ترین واحد شناخته شده در منطقه، رخساره های سنگی کرتاسه می باشند که عمدتاً از آمیزه های رنگین تشکیل شده و به طور وسیعی در ارتفاعات جنوبی منطقه وجود دارند. رسوبات نوع فلیش، سنگ‌های آذر آواری و رسوبات آبرفتی از دیگر واحدهای زمین شناسی منطقه می باشد.

از نظر هیدروژئولوژی سفره آب زیرزمینی دشت بیرجند از نوع آزاد بوده و نوسانات سطح آب زیرزمینی بوسیله ۱۲ حلقه چاه مشاهده ای (قابل استناد برای مدل) اندازه گیری می شود. از نظر منابع آبی، تعداد ۳۰۴ حلقه چاه، ۱۹۰ دهانه چشمه و ۸۰۷ رشته قنات با تخلیه کل ۱۲۰ میلیون متر مکعب در منطقه وجود دارد. بیشترین و کمترین دبی استحصالی از چاههای منطقه به ترتیب ۶۲ و ۰/۵ لیتر در ثانیه اندازه گیری شده است [۲].

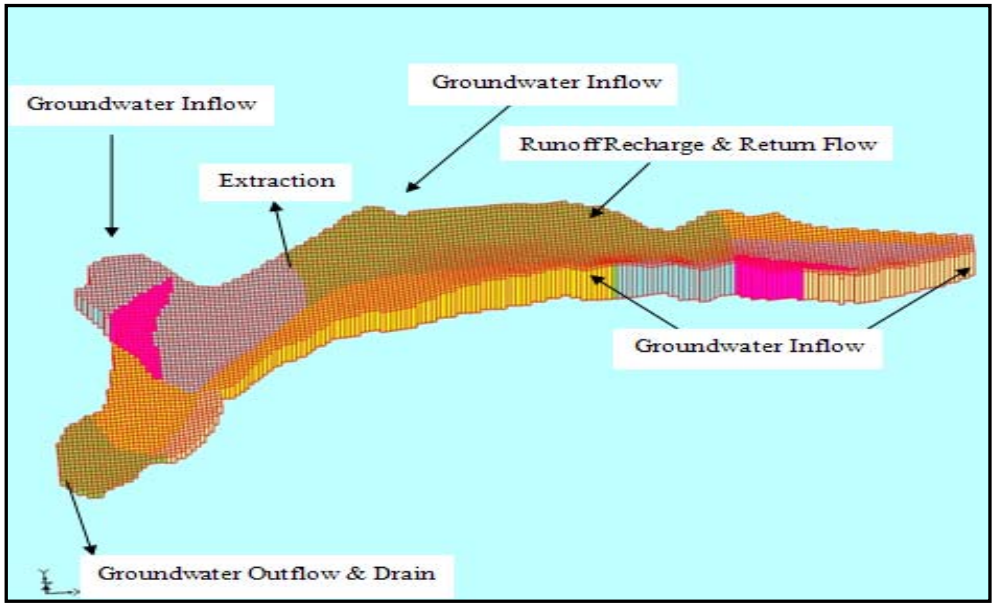
نتایج آزمایشات پمپاژ در منطقه نشان می دهد که بیشترین و کمترین میزان قابلیت انتقال به ترتیب ۸۹۴۷ و ۴۴۷ متر مربع بر روز و تغییرات ضریب ذخیره سفره بین۱۳ تا ۰/۵۲ درصد می باشد. همچنین بیلان محاسبه شده برای دشت بیرجند ۶/۵۷- میلیون متر مکعب برای سال ۸۷-۱۳۸۶ می باشد.

۵. تهیه مدل جریان آبخوان دشت بیرجند

مدل ابزاری طراحی شده برای ارائه نسخه ساده شده از واقعیت یک پدیده یا سیستم است[۳]. به منظور مدل‌سازی آبخوان دشت بیرجند از کد کامپیوتری Modflow 2000 و پروسسور قدرتمند GMS استفاده گردیده است. مراحل طی شده جهت برپایی مدل جریان دشت بیرجند شامل تعیین محدوده مدل‌سازی، شبکه‌بندی محدوده، تقسیم‌بندی مکانی و زمانی، تعریف مرزهای مدل و چگونگی تخصیص مقادیر پارامتری اولیه به گره‌های مختلف مدل می‌باشد. سپس مدل در دو حالت ماندگار و غیر ماندگار اجرا شده و در نهایت پیش بینی انجام گرفته است.

۵-۱. تهیه مدل مفهومی آبخوان دشت بیرجند

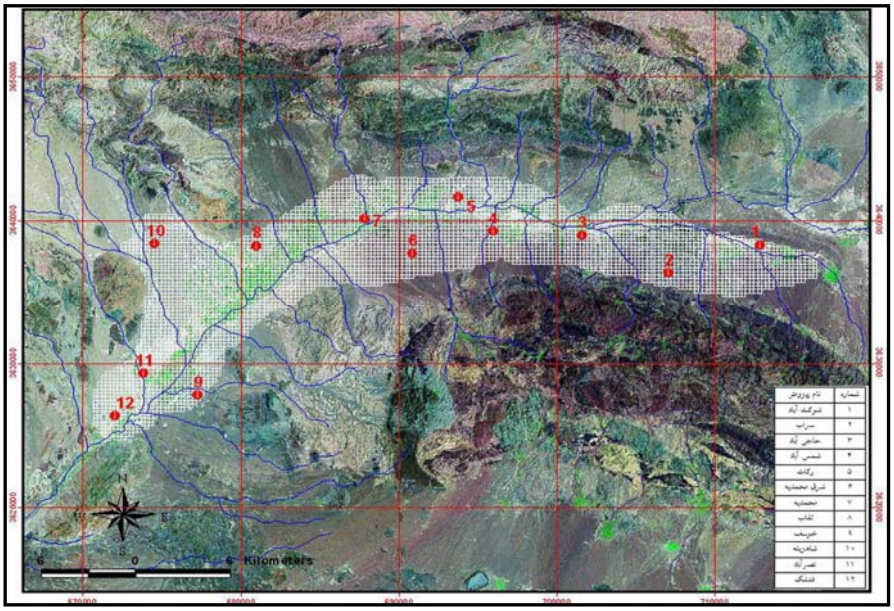
بعد از جمع‌آوری آمار و اطلاعات و ارزیابی داده‌های موجود، نیاز به تهیه مدل تفهیمی آبخوان و یا به عبارت دیگر تهیه زیربنا و طرح اولیه شبکه مدل با استفاده از داده‌های موجود می‌باشد. مدل تفهیمی در واقع تفسیر کاملی از شرایط واقعی محدوده مدل‌سازی می‌باشد. در مدل تفهیمی، باید منابع تغذیه و تخلیه، مرز محدوده مدل‌سازی، زون‌های تغذیه، تبخیر و تعرق و همچنین استراتیگرافی آبخوان بطور کامل تشریح گردند و به عبارت دیگر کلیه عوامل و شرایط تاثیرگذار بر آبخوان مد نظر قرار گیرند. البته به دلیل پیچیدگی شرایط واقعی، انجام ساده‌انگاری در تهیه مدل تفهیمی ضروری می‌باشد شکل شماره (۵-۱) چارچوب مدل مفهومی آبخوان بیرجند را نشان می دهد



شکل ۵-۱ چارچوب مدل مفهومی آبخوان بیرجند

۵-۲. مرز محدوده مدل‌سازی و شبکه‌بندی آبخوان

مرزهای محدوده مدل با استفاده از داده‌های ژئوفیزیک و چاه‌های مشاهده‌ای آبخوان تعیین گردیده است. کلیه مرزهای مدل آبخوان دشت بیرجند شامل مرزهای شرقی، غربی، شمالی و جنوبی از نوع هیدرولیکی می‌باشند. در مورد آبخوان دشت بیرجند، با توجه به ابعاد آبخوان، اطلاعات موجود از آبخوان و اهداف مورد انتظار از مدل، ابعاد سلولی ۲۵۰ مترمربع انتخاب گردیده است. سپس مرزهای فوقانی، تحتانی، ضرایب هیدرودینامیک (هدایت هیدرولیکی) اولیه، چاههای مشاهده ای، منابع آبی و نقشه های لازم وارد مدل گردید. شکل(۵-۲) شبکه‌بندی منطقه و موقعیت چاههای مشاهده ای محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد.



شکل۵-۲. شبکه‌بندی آبخوان و موقعیت چاههای مشاهده ای

۵-۳. دوره تطابق مدل و بازه های زمانی

پس از ارزیابی آمار و اطلاعات موجود، مهر ماه ۱۳۸۱ بعنوان بازه زمانی حالت ماندگار و فاصله زمانی سال‌های آبی ۸۵-۱۳۸۱ بعنوان دوره ناماندگار مدل انتخاب گردید. همچنین طول دوره‌های تنش شش‌ماه (فروردین- شهریور، مهر- اسفند) و گام‌های زمانی یک ماهه انتخاب گردید.

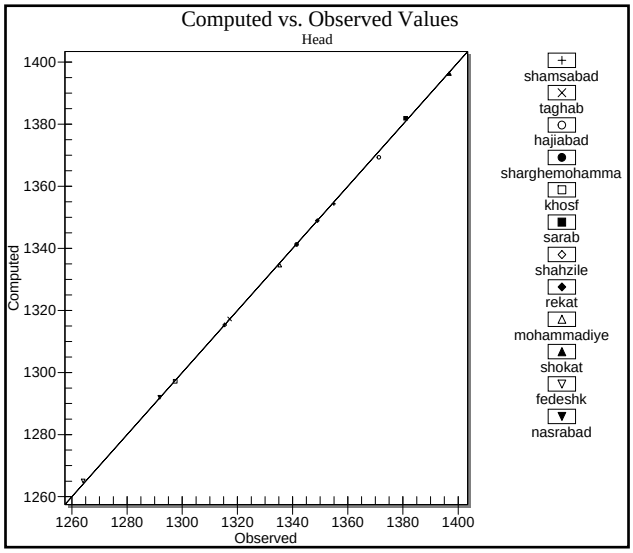
۵-۴. شرایط مرزی مدل

تنظیم شرایط مرزی مرحله ای در طراحی مدل می باشد که شدیداً تحت تاثیر خطای زیاد قرار دارد [۴]. در مرحله برپاسازی مدل و در انتخاب مرزهای مدل سعی شده است با توجه به داده‌های ژئوفیزیک و سطح آب آبخوان، مرز محدوده مدل‌سازی تا حدود طبیعی آبخوان گسترش پیدا کند. با در نظر گرفتن شرایط مرزی حاکم بر آبخوان دشت بیرجند، شرایط مرزی بصورت مرز جریان وابسته به بار (General Head Boundary) در نظر گرفته شد که میزان جریان عبوری از مرز، با توجه به دو فاکتور اختلاف بار هیدرولیکی و ضریب رسانایی مرز محاسبه می‌شود.

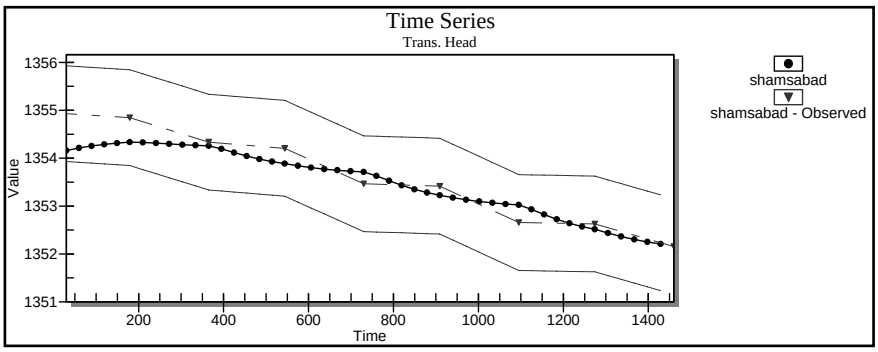
۵-۵. کالیبراسیون و صحت سنجی مدل

برای کنترل روند واسنجی و کالیبراسیون مدل می توان از آمار داده های مربوط به سطح آب زیرزمینی استفاده نمود. داده های مذکور می توانند به صورت کنترل نقطه ای و با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده و شبیه سازی شده سطح آب زیرزمینی در محل چاههای مشاهده ای چک گشته و بعد از اتمام عمل کالیبراسیون، صحت سنجی (Varification) گردند.

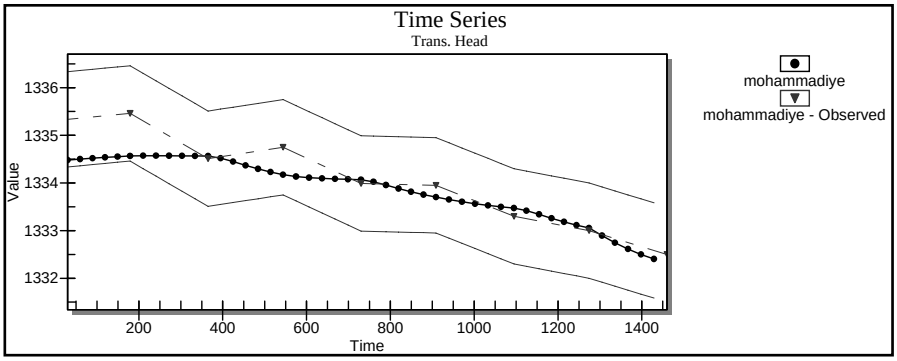
شکل (۵-۵-الف) نمودار مقایسه مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده سطح آب زیرزمینی در محل چاههای مشاهده ای آبخوان بیرجند را نشان می دهد. همچنین در شکلهای (۵-۵-ب و ج) منحنی سری زمانی سطح آب اندازه گیری و شبیه سازی شده برای چاههای مشاهده ای شمس آباد و محمدیه ارائه شده است.



شکل (۵-۵-الف) نمودارمقایسه مقادیرمشاهده شده ومحاسبه شده سطح آب زیرزمینی در محل چاههای مشاهده ای



شکل شماره (۵-۵-ب) منحنی سری زمانی سطح آب اندازه گیری و شبیه سازی شده درچاه مشاهده ای شمس آباد

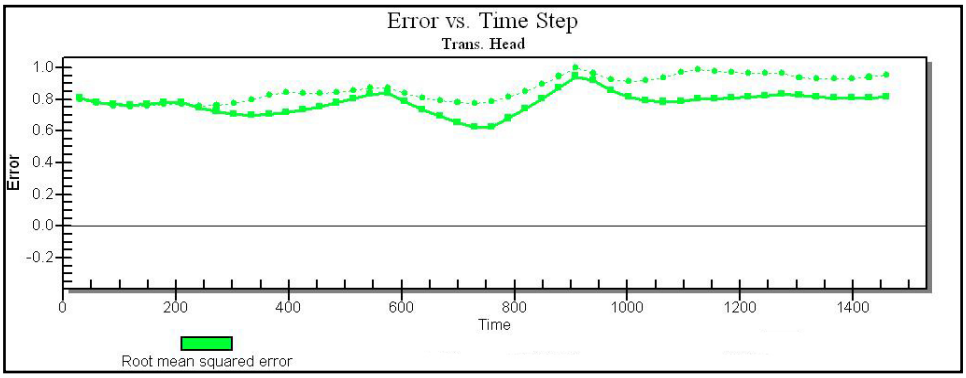


شکل شماره (۵-۵-ج) منحنی سری زمانی سطح آب اندازه گیری و شبیه سازی شده درچاه مشاهده ای محمدیه

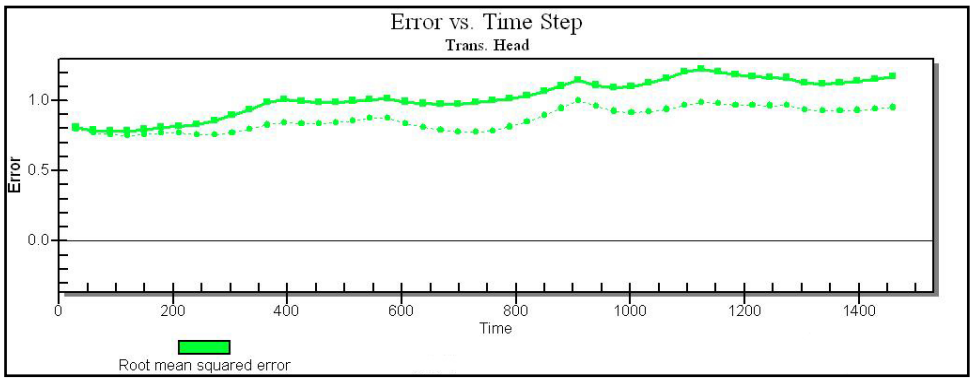
۵-۶. حساسیت مدل

یکی از گام‌های ضروری هر مدل‌سازی، تحلیل حساسیت است که بصورت تشخیص واکنش‌های مدل به ازای تغییرات پارامترهای نامطمئن در بازهٔ احتمالی عدم قطعیتشان انجام می‌گیرد.

معمولاً تحلیل حساسیت هم در ضمن واسنجی و هم پس از تخمین پارامترها صورت می‌گیرد. تحلیل حساسیت پس از واسنجی می‌تواند میزان اعتبار مدل را معین سازد. بررسی حساسیت مدل دشت بیرجند نشان می دهد که مدل ابتدا به هدایت هیدرولیکی و سپس به تغییرات سنگ کف آبخوان حساس می باشد. در اشکال شماره (۵-۶-الف و ب) نتایج حساسیت مدل به ضریب هدایت هیدرولیکی ارائه شده است.



شکل شماره (۵-۶-الف) نتایج تحلیل حساسیت مدل با اعمال ضریب تغییر۰/۷۵ درضریب هدایت هیدرولیکی



شکل شماره (۵-۶-ب) نتایج تحلیل حساسیت مدل با اعمال ضریب تغییر ۱/۲۵ درضریب هدایت هیدرولیکی

۵-۷. پیش بینی مدل

از پارامترهای بدست آمده از واسنجی مدل می توان به ضرائب هیدرودینامیکی، وضعیت سنگ کف، میزان تغذیه، زهکش، میزان آب برگشتی از چاهها و غیره اشاره نمود، اما مهمترین کاربرد مدل پیش بینی وضعیت آینده آبخوان با اعمال سناریوهای مختلف می باشد. در این قسمت پیش بینی برای آبخوان بیرجند با دو سناریو انجام پذیرفته است.

۵-۷-۱. سناریوی اول:

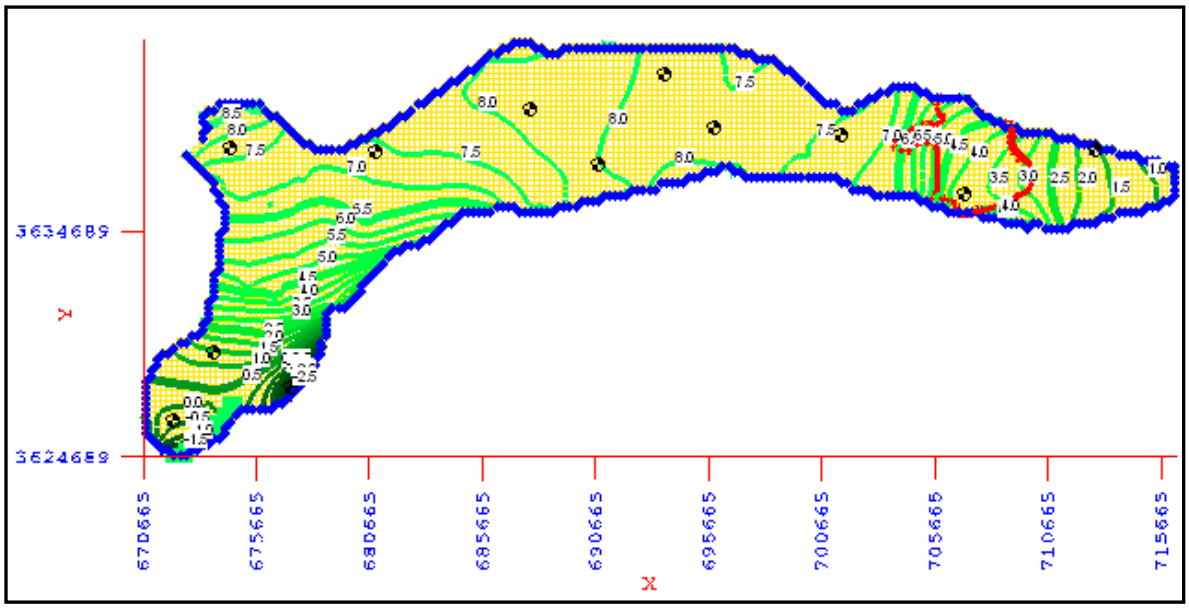
با توجه به اینکه حدود ۲۰۰ لیتر در ثانیه آب (۷۰ لیتر در ثانیه از دشت مرک و حدود ۱۳۰ لیتر در ثانیه از دشت سربیشه) از سال ۱۳۸۷ به شبکه بهره برداری شهر بیرجند افزوده شده است، در این سناریو پیش بینی وضعیت آبخوان برای سال ۱۳۹۰ انجام گرفته است.

پیش بینی مذکور نشان می دهد که افت سطح آب زیرزمینی در محدوده شهر حدود ۲ متر در اوایل سال ۱۳۸۷ می باشد که بعد از انتقال آب به شبکه شهری، افت سطح آب زیرزمینی در محدوده شهر روند کندتری گرفته و در سال ۱۳۹۰ میزان افت سطح آب زیرزمینی در محدوده شهر به ۱/۵ متر می رسد. باید توجه داشت که میانگین افت سطح آب زیرزمینی در دشت بیرجند هر ساله حدود ۰/۴ متر می باشد و با اعمال طرح انتقال آب، افت سطح آب زیرزمینی در محدوده شهر زیادتر نشده و به میزان ۰/۵ متر نیز بالا آمدگی داشته است. بیشترین افت سطح آب زیرزمینی در سال ۱۳۸۵ مربوط به مرکز دشت بوده (۲/۵ متر) که در سال ۱۳۹۰ به ۵/۲ متر رسیده است.

۵-۷-۲. سناریوی دوم:

با توجه به اینکه طرح شبکه جمع آوری فاضلاب شهر بیرجند در حال اجرا می باشد و با فرض کامل شدن حدود ۵۰ درصد شبکه جمع آوری فاضلاب در سال ۱۳۹۰ و همچنین با فرض انتقال کامل آب در سال ۱۳۹۲ از دشتهای مرک و سربیشه به میزان ۲۹۰ لیتر در ثانیه (۱۴۰ و۱۵۰ لیتر در ثانیه به ترتیب از دشت مرک و دشت سربیشه)، پیش بینی برای سال ۱۳۹۵ صورت گرفته است. (لازم به ذکر است بیان گردد مطالعات انتقال آب به میزان ۳۰۰ لیتر در ثانیه از دشت مختاران در دست بررسی است و بعید به نظر می رسد که تا سال ۱۳۹۵ این طرح کامل گردد، لذا در پیش بینی لحاظ نگردیده است).

مدل اجرا شده با فرضیات ذکر شده فوق نشان می دهد که در سال ۱۳۹۵ سطح آب زیرزمینی در محدوده شهر بالا نیامده و تنها افت سطح آب زیرزمینی در محدوده شهر بیرجند کاهش داشته است. بر این اساس بطور متوسط در سال ۱۳۹۵ افت سطح آب زیرزمینی در محدوده شهر و در قسمت میانی دشت بترتیب به ۴ و ۸/۲ متر خواهد رسید.



نقشه شماره (۵-۷-۲) نتایج حاصل از پیش بینی مدل برای سال ۱۳۹۵

لازم به ذکر است که بیان گردد دو سناریوی فوق بر اساس وضعیت حاکم بر آبخوان دشت بیرجند در طول دوره نامانداگار بوده و تنها فرضیات ذکر گردیده در مدل اعمال گردیده است.

۶. نتیجه گیری و پیشنهادات

نتایج مدل نشان می دهد که افت مداوم سطح آب زیرزمینی در آبخوان بیرجند ادامه داشته و انتقال آب به شهر بیرجند تنها روند افت سطح آب زیرزمینی در محدوده شهر بیرجند را کندتر نموده است و تاثیری بر نواحی دیگر آبخوان نداشته است. همچنین برای بالابردن دقت مدل موجود در بحث پیش بینی پیشنهاد میگردد ابتدا مدل کنونی بازنگری مجدد (post audit) گردیده و سپس پیش بینی بارش برای سالهای آینده صورت گیرد و از آمار مدل پیش بینی بارش برای مدل موجود استفاده گردد.

مراجع

[1] Sharifi, F. & R. A. Ghafouri, “Floodwater Spreading in Iran an Integrated Approach”, Raindrope, Series 2, Vol. 7: i-iii,1997

[۲] "گزارش هیدروژئولوژی دشت بیرجند"، آرشیو کتابخانه شرکت مهندسی طوس آب، ۱۳۸۶.

[3] Wang,H.F.,Anderson,M.P.,“ Introduction to groundwater modeling”, W.H.Freeman and company.Sanfransisco,1992.

[4] Franke, O.I., Reilly,T.F., and Bennete, G.D., “Definition of boundary and initial condition in the analysis of saturated groundwater flow system”,1987.