

بررسی تغییرات کمی سفره آب زیرزمینی متأثر از طرح پخش سیلاب سرچاهان با استفاده از مدل ریاضی

- ۱- سعید چوپانی، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان
S_choopani@yahoo.com
- ۲- حسین رستگار، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان
- ۳- حسین حسینی‌پور، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان

دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۲۸

پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۱۵

چکیده

آبخوان داری یکی از روش‌های تغذیه مصنوعی در آبخوان‌های غیر محصور است، که دارای بیش از ۲۰ ایستگاه تحقیقاتی در سطح کشور می‌باشد. ایستگاه آبخوان داری سرچاهان یکی از این ایستگاه‌ها است که بی شک بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی تأثیرگذار بوده و در توسعه پایدار منابع آب زیرزمینی منطقه طرح مفید می‌باشد. لذا بررسی مستمر این اثر گذاری به منظور ارائه راهکارهای مناسب اجرایی و مدیریتی این قبیل طرح‌ها در منطقه ضروری بوده و می‌تواند ما را در راه رسیدن به این اهداف کمک نماید. در این تحقیق، به منظور ارزیابی تغذیه مصنوعی و طبیعی سفره آب زیرزمینی دشت سرچاهان در استان هرمزگان و پیش بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی در دشت مذکور، از مدل آب‌های زیرزمینی Modflow استفاده شد. برای شناخت خصوصیات هیدروژئولوژیکی آبخوان، از اطلاعات لاگ‌های حفاری، آمار منابع آبی، اطلاعات چاه‌های مشاهده‌ای و آزمایشات پمپاژ استفاده شده است. با رسم هیدرو گراف واحد دشت، مهر ماه ۱۳۸۳ به علت نوسانات کمتر در تراز آب زیرزمینی، برای واسنجی در حالت ماندگار مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از مدل در حالت ماندگار، مبنای واسنجی در حالت غیر ماندگار قرار گرفت. در این تحقیق سفره آب زیرزمینی دشت سرچاهان از سال آبی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ الی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ به مدت ۵ سال در ۱۰ دوره زمانی مورد واسنجی قرار گرفت. صحت سنجی مدل از مهرماه ۱۳۸۸ لغایت شهریور ماه ۱۳۸۹ بیانگر مقبولیت مدل انجام شده است. لذا می‌توان از مدل فوق برای پیش بینی وضعیت آینده و مدیریت آبخوان استفاده نمود. نتایج مدل آب‌های زیرزمینی بیانگر آن است که عرصه‌های پخش سیلاب سرچاهان در دوره آبی ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۹، به طور متوسط باعث تغذیه آبخوان به میزان $\frac{3}{58}$ میلیون متر مکعب در سال شده است، که این مقدار می‌تواند $\frac{0}{25}$ متر از افت متوسط سالانه سفره ($\frac{0}{53}$ متر) را جبران نماید. یعنی با وجود عملیات پخش سیلاب طی سال‌های آتی، سفره آب زیرزمینی مذکور همچنان با افت سطح ایستابی مواجه خواهد بود.

واژگان کلیدی: ارزیابی پخش سیلاب، تغذیه مصنوعی، مدل آب زیرزمینی، شبیه‌سازی، دشت سرچاهان، ایران.

مقدمه

وجود دارند که محاسبات هیدروژئولوژی آنها یا به طور دقیق میسر نیست و یا خطاهایی در آن وجود دارد. مدل وسیله‌ای مناسب و معتبر برای مطالعه و بررسی منابع آب زیرزمینی است. از مدل برای کنترل نتایج بیلان، تخمین پارامترهای هیدروژئولوژی، پیش بینی وضعیت آینده این منابع، تعیین نقاط ضعف و قوت این منابع و

بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی باعث ایجاد تغییراتی در سفره آب زیرزمینی می‌شود که برای مدیریت سفره، بایستی روند این تغییرات و اثرات ناشی از آن را در حال و آینده مورد بررسی قرار داد. به طور کلی در اکثر بررسی‌های مرتبط با علوم زمین و از آن جمله بررسی منابع آب زیرزمینی، عوامل طبیعی و مصنوعی فراوانی

بنابراین اولین هدف این مطالعه شبیه‌سازی آبخوان دشت سرچاهان با استفاده از مدل ریاضی و سپس تعیین میزان تغذیه آبخوان در محدوده اجرای طرح پخش سیلاب با استفاده از مدل ساخته شده و در نهایت ارزیابی کمی عملکرد طرح پخش سیلاب می‌باشد. هدف دیگر این مطالعه ارزیابی تطابق مدل ریاضی با شرایط طبیعی آبخوان است تا مشخص گردد که آیا در این آبخوان مدل ریاضی می‌تواند جهت کمک به مدیریت آبخوان به کار رود یا خیر. این امر طی فرآیند صحت‌سنجی^۲ مدل بررسی می‌گردد. البته باید توجه داشت که زمانی می‌توان از مدل ریاضی ساخته شده جهت بررسی طرح تغذیه مصنوعی استفاده کرد که تطابق مدل با شرایط طبیعی آبخوان به اثبات رسیده باشد. برای مطالعه حاضر اهداف مهم دیگری نیز در نظر گرفته شده که از اهمیت خاصی برخوردارند. این اهداف عبارتند از:

- ۱- مطالعه روند تغییرات سطح آب زیرزمینی با استفاده از مدل ریاضی
 - ۲- محاسبه بیلان آبخوان در طول دوره‌های تنش
 - ۳- بهینه‌سازی برخی پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان مثل هدایت هیدرولیکی و آبدهی ویژه
 - ۴- پیش‌بینی وضعیت آبی آبخوان طی چند سال آینده جهت کمک به مدیریت آبخوان
 - ۵- تعیین مناطق بحرانی و حساس آبخوان به منظور کنترل جدی برداشت غیرمجاز
- کلیه اهداف این مطالعه مستلزم شناخت دقیقی از آب‌های زیرزمینی و ساخت یک مدل صحیح می‌باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ۱۲۰ کیلومتری شمال بندرعباس، در استان هرمزگان و در مسیر جاده اصلی بندرعباس سیرجان قرار دارد. این منطقه از نظر موقعیت جغرافیایی در بین طول جغرافیایی ۳۵'، ۵۵° تا ۵'، ۵۶° طول شرقی و ۲'، ۲۷° تا ۲'، ۲۸° عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). معدل بارندگی این منطقه طبق

مواردی دیگر استفاده می‌شود. مدل‌های آب‌های زیرزمینی اگر به نحو مطلوبی تنظیم یافته و ساخته شده باشند، می‌توانند به عنوان وسیله‌ای قابل قبول برای پیش‌بینی‌های لازم جهت مدیریت بهره‌برداری از منابع زیرزمینی در نظر گرفته شوند.

مسئله‌ای که باید در استفاده از این مدل‌ها در نظر داشت این است که مدل بر اساس مفروضات گوناگونی در ارتباط با سیستم واقعی است. پارامترهای هیدروژئولوژیک و هیدرولوژیک مورد استفاده در مدل، تقریبی از پارامترهای واقعی روی زمین هستند که هرگز نمی‌توان آنها را با دقت ۱۰۰ درصد تعیین کرد. بنابراین ضروری است که هر نوع مدل آب زیرزمینی تفسیر شود و به طور مناسبی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین محدودیت‌های مدل نیز باید درک شود.

به هر حال پی بردن به ابعاد مشکلات منابع آب و پیش‌بینی وضعیت آینده آبخوان با توجه به میزان برداشت فعلی امری ضروری است. که برای دستیابی به این منظور مدل وسیله مناسبی برای ارزیابی فعلی و بررسی وضعیت آینده منابع آب زیرزمینی می‌باشد.

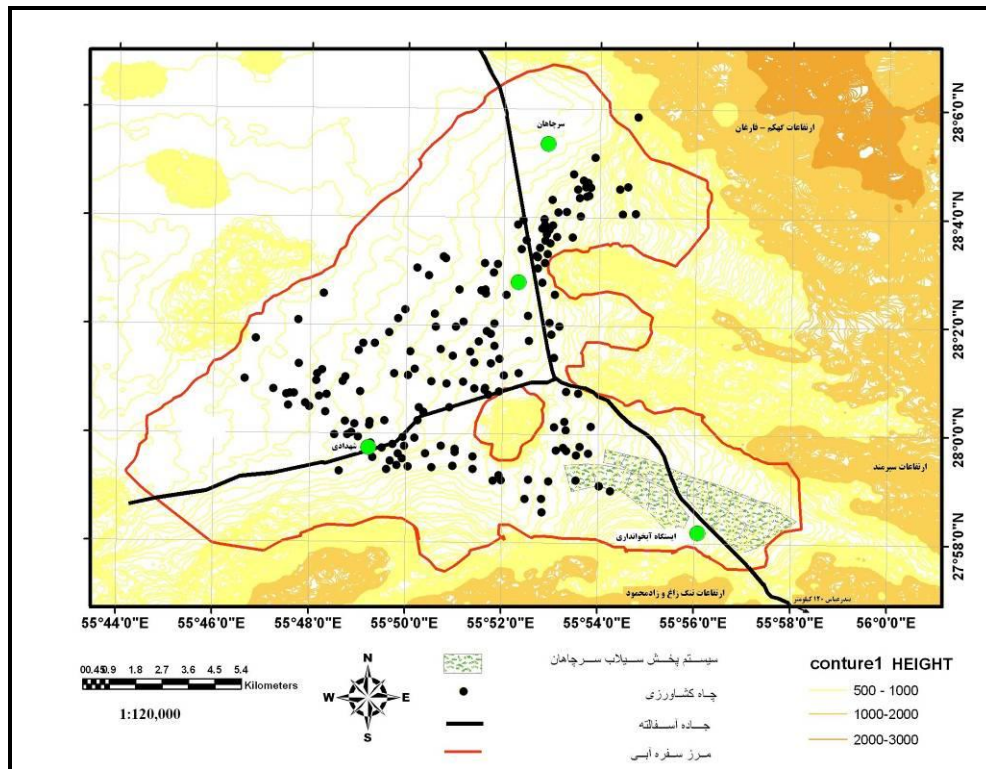
محققان علوم آب هزینه پروژه‌های سدسازی و تغذیه مصنوعی را در جهان مطالعه نموده و با رسم منحنی‌های لگاریتمی هزینه‌ها در مقابل حجم رواناب قابل ذخیره به این نتیجه رسیده‌اند که برای حجم‌های کم‌تر از ۳۰ میلیون متر مکعب اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی از نظر اقتصادی باصرفه‌تر از سدسازی است (بیز و همکاران، ۱۹۷۲). در کشور ما نیز همه ساله هزینه‌های زیادی صرف احداث پروژه‌های تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب می‌گردد. بررسی و ارزیابی اثرات کمی این طرح‌ها روی سفره‌های آب زیرزمینی از اهمیت خاصی برخوردار است تا در صورت مثبت بودن نتایج بر آبخوان اجرای این طرح‌ها افزایش یابد. عدم آگاهی از عملکرد کمی یک طرح تغذیه مصنوعی احداث شده می‌تواند سبب هدررفت هزینه‌های زیادی گردد. همچنین عدم آگاهی از میزان آب تغذیه شده سبب عدم تنظیم صحیح میزان مصرف آب جهت برنامه‌ریزی‌های آبی خواهد شد.

² -Verification

¹ -Bize

حداقل دما در ماههای بهمن و اسفند در حدود ۱ درجه سانتی گراد است. حداکثر دما ۴۷ درجه سانتی گراد در ماههای تیر و مرداد و متوسط دمای سالانه ۲۴ درجه سانتی گراد می باشد.

اطلاعات ۲۵ ساله (سال آبی ۶۴-۶۳ الی ۸۸-۸۷) ایستگاه سرچاهان ۱۹۱ میلیمتر می باشد. بارندگی ها بیشتر در فصل زمستان و تا حدودی در فصل بهار می بارد و از شدت بالایی برخوردار است. منطقه مورد مطالعه دارای تابستانهای گرم و زمستانهای معتدل می باشد.



شکل ۱- موقعیت آبخوان موقعیت آبخوان سرچاهان

ساخته است. رسوبات دوران های اول و دوم در سطوح نه چندان وسیع در ارتفاعات شمالی و شرقی حوزه آبریز منطقه مورد مطالعه گسترش دارند.

رسوبات دوران سوم بیشتر در حاشیه دشت سرچاهان و در بخش شرقی، جنوب و جنوب شرقی منطقه مشاهده می گردد. رسوبات آئوسن جهرم پوشش خارجی طاقدیس- های شمالی، جنوبی و جنوب شرقی را در سطح نسبتاً وسیع تر تشکیل داده اند. رسوبات کنگلومرای دوران چهارم با سن پلیو - پلیستوسن بنام تشکیلات کنگلومرای بختیاری که معرف فاز آلپین پسین و چین خوردگی زاگرس در پلیوسن می باشد با گسترش قابل توجهی درون دره ها و حاشیه دشت ها را پوشانده است. این تشکیلات

زمین شناسی عمومی و تکنوتیک منطقه

منطقه مورد مطالعه در محل رورانگی اصلی زاگرس واقع شده که به دلیل عملکرد گسل های تراستی، چین هایی در ارتباط با گسل ها تشکیل شده است. از جمله می توان به چین های حاصل از خمیدگی گسل، چین های حاصل از توسعه گسل و همچنین انفصالی اشاره نمود. منطقه مورد مطالعه دارای طیف گسترده ای از نظر زمین شناسی ساختمانی و چینه ای می باشد. به طوری که تشکیلات زمین شناسی منطقه مورد نظر از پرکامبرین تا کواترنری گسترش زمانی دارند.

قدیمی ترین سازند موجود در منطقه سازند نمکی هرمز است که با رخنمون در سطح لایه های خود را جابجا و خرد نموده و رسوبات دوران های مختلف را در سطح ظاهر

شرایط مرزی

تعیین شرایط مرزی یک مرحله بسیار مهم در طراحی مدل می‌باشد. در حقیقت در شبیه‌سازی در شرایط یکنواخت (Steady State) مرزها کاملاً بر اساس شکل جریان تعیین می‌شوند. در این تحقیق مرزها به صورت زیر مشخص شده‌اند (شکل ۲).

- ۱- در قسمت‌های شمالی و جنوبی و شرقی مرزهای فاقد جریان (No Flow Boundary)
- ۲- در قسمت غربی، رودخانه شور به عنوان مرز با ارتفاع ثابت^۳ در نظر گرفته شده است.
- ۳- ورودی از جریان پایه رودخانه پرعابدين به صورت یک جریان ثابت در شرقی‌ترین قسمت حوزه در نظر گرفته شده است.

واسنجی مدل

ابتدا مدل فوق در شرایط ماندگار برای مهرماه سال ۱۳۸۳ اجرا و میزان هدایت هیدرولیکی با استفاده از کد Pest تخمین زده شد. در معادله حاکم بر آبخوان برای حالت غیر ماندگار ضریب ذخیره نیز اعمال اثر می‌نماید. پس از آنکه واسنجی مدل در حالت ماندگار انجام شد و پارامتر هدایت هیدرولیکی مشخص گردید می‌توان مدل را برای شرایط غیرماندگار واسنجی نمود. با توجه به اینکه میزان تغذیه آبخوان و آبدهی ویژه مجهول می‌باشند. پس ابتدا مدل برای ماه‌های مهر، آبان و آذر ۱۳۸۳ که میزان تغذیه و تخلیه آبخوان تقریباً در تعادل بودند، واسنجی شد و پارامتر آبدهی ویژه توسط کد Pest تخمین زده شد.

برای انجام محاسبات در مدل آب‌های زیرزمینی، نخست باید کل زمان مورد مطالعه (t) را به اجزای کوچک‌تر (Δt) تقسیم کرد. هر چه Δt کوچک‌تر باشد، دقت محاسبات بیشتر می‌شود، اما حجم محاسبات نیز زیادتر خواهد شد. معمولاً برای مدل آب‌های زیرزمینی، Δt را بین ۳ تا ۶ ماه در نظر می‌گیرند (آندرسون ۱۹۹۲).

در این تحقیق هر دوره تنش معادل یک دوره زمانی انتخاب شد و هر سال به دو دوره تنش ۶ ماهه تقسیم گردید. به این ترتیب که دوره اول از اول مهر ماه تا پایان اسفند ماه و دوره تنش دوم از اول فروردین ماه تا آخر

توسط رسوبات کواترنری که سفره آب زیرزمینی دشت مذکور را تشکیل می‌دهد پوشیده شده است.

تهیه نقشه های مورد نیاز به صورت رقومی

ابتدا مرز آبخوان مورد نظر با استفاده از عکس‌های هوایی، عملیات صحرایی و تصاویر ماهواره‌ای، به صورت رقومی در محیط نرم افزار Ilwis تهیه گردید. برای این منظور از عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. سپس کلیه نقشه‌های مورد نیاز با توجه به نقشه مرز آبخوان به صورت رقومی در محیط مذکور به صورت لایه‌های اطلاعاتی جداگانه‌ای تهیه شد. جهت تهیه نقشه توپوگرافی سطح آبخوان از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ با فاصله ارتفاعی ۵ متر استفاده گردید. سپس نقشه DEM فوق تهیه و مستقیماً به مدل فراخوانی شد. ارتفاع سنگ کف آبخوان نیز با توجه به نتایج برداشت‌های ژئوفیزیکی انجام شده و مقاطع ترسیم شده و موقعیت هر یک از گمانه‌های ژئوالکتریک و با استفاده از نقشه‌های ارتفاعی رقومی و با توجه به ارتفاع رقوم سطحی و کف در مقاطع ژئوالکتریک و عمق مشاهده شده در چاه‌های اکتشافی، عمق سنگ کف از سطح دریا در محل هر گمانه بدست آمد. سپس با استفاده از روش دورن‌یابی کریچینگ و با استفاده از نرم افزار سورفر، اقدام به تهیه نقشه سنگ کف گردید. سپس نقشه ارتفاع سنگ کف از سطح دریا مستقیماً در مدل مورد استفاده قرار گرفت. سطح پیزومتری ثبت شده توسط شرکت آب منطقه ای در چاه‌های پیزومتری، از مهر ماه ۱۳۸۳ تا شهریور ماه ۱۳۸۹ و سطح پیزومتری ثبت شده چاه‌های پیزومتری و اکتشافی حفرشده در عرصه طرح در زمان اجرای طرح تحقیقاتی برای کالیبراسیون مورد استفاده قرار گرفت.

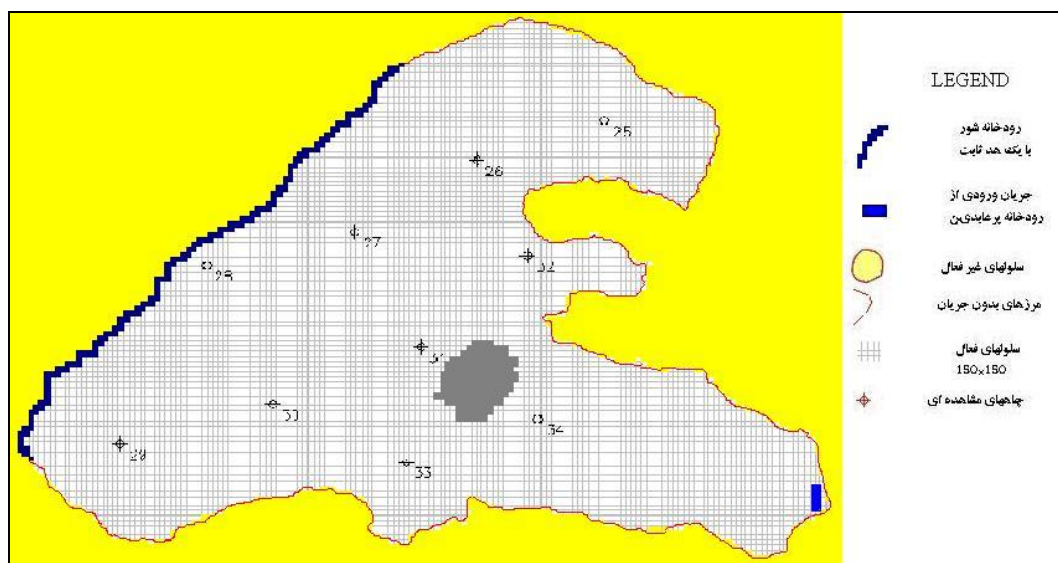
ساختمان مدل

در طراحی مدل اولین مرحله تعیین ابعاد سلول‌ها است. در این تحقیق ابعاد سلول‌ها ۱۵۰×۱۵۰ متر در نظر گرفته شده اند (شکل ۲).

³ - Constant Head

زمان شبیه‌سازی ۵ سال تمام از مهر ماه ۱۳۸۳ تا پایان شهریور ماه ۱۳۸۸ در نظر گرفته شد که به ۱۰ دوره ۶ ماهه با گام‌های زمانی یک ماهه تقسیم شده است.

شهریور ماه سال بعد در نظر گرفته شد. علت این تقسیم و انتخاب دوره‌های مذکور بررسی هیدروگراف واحد دشت و بررسی‌های هیدروژئولوژی در دشت مذکور بوده است.

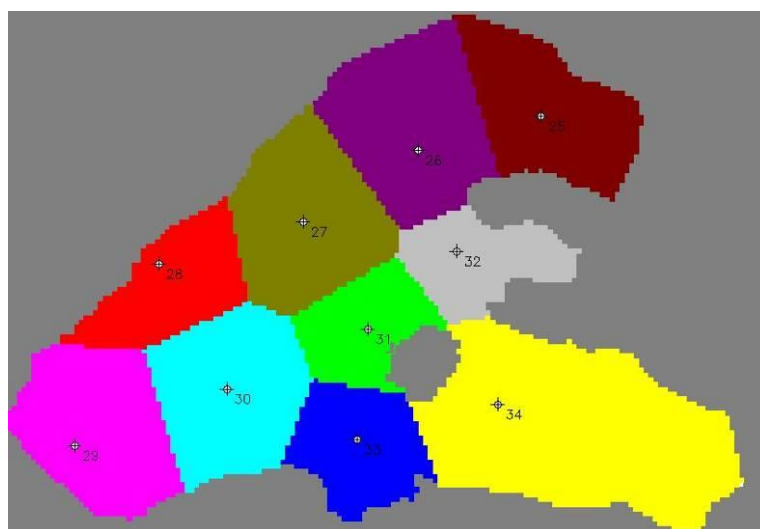


شکل ۲- شرایط مرزی سفره و ساختمان مدل

هر سلول انتخاب و در طول کالیبراسیون مورد استفاده قرار گرفت.

میزان تغذیه برای هر یک از محدوده‌های ده‌گانه با استفاده از بسته Recharge، با حدس اولیه $0/0001$ متر بر روز برای مدل تعریف و میزان تغذیه در پریودهای مختلف به وسیله کد PEST تخمین زده شد.

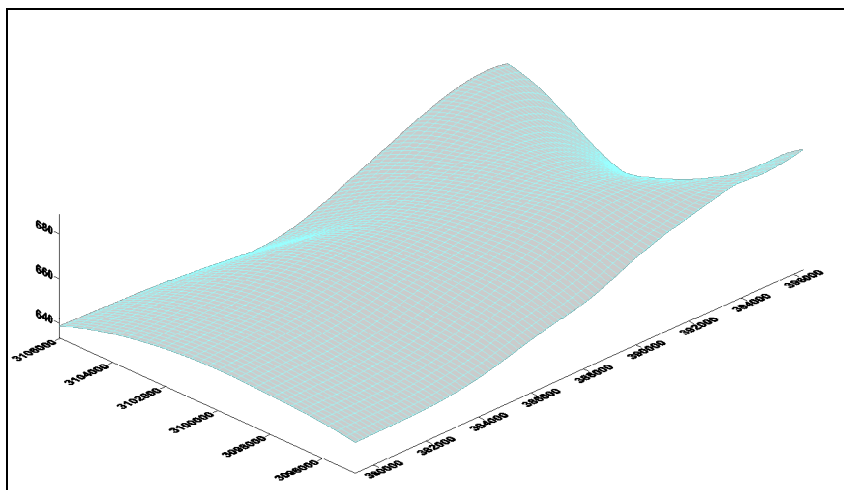
جهت ورود میزان تخلیه، ابتدا اقدام به تهیه نقشه پلیگون تیسن چاههای پیزومتری (شکل ۳) گردید. برای این منظور از اطلاعات ۱۰ حلقه چاه مشاهده‌ای که در محدوده تخلیه قرار دارند، استفاده گردید. سپس بر اساس آمار و اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای استان هرمزگان و تعداد چاه‌های موجود در هر پلیگون، میزان تخلیه برای



شکل ۳- نقشه پلیگون تیسن چاههای مشاهده‌ای در دشت سرچاهان

سازی لازم است. سطح ایستابی مهر ماه سال ۱۳۸۳ به عنوان بار هیدرولیکی اولیه در محل گره‌ها انتخاب شد و به صورت میانبایی شده وارد سیستم گردید (شکل ۴).

یکی از شرایط حل معادلات دیفرانسیل جزئی در آب زیرزمینی وجود شرایط اولیه است تا مدل بتواند به وسیله اعداد و ارقام آن از یک نقطه محاسبات را شروع کرده و ادامه دهد. شرایط اولیه از نظر مکانی و زمانی در مدل-



شکل ۴- سطح ایستابی مهر ماه سال ۱۳۸۳ به عنوان بار هیدرولیکی اولیه

تعیین میزان تغذیه در محدوده پخش سیلاب سرچاهان از دیگر قابلیت‌های مدل Modflow، امکان محاسبه خلاصه بیلان آبی برای یک ناحیه خاص از محدوده شبکه مورد بررسی می‌باشد. بدین مفهوم که علاوه بر تعیین خلاصه بیلان آبی برای کل منطقه مورد بررسی می‌توان محدوده‌های کوچک‌تری را در شبکه مدل تعیین کرد و از نرم افزار خواست که این محدوده را به عنوان یک سیستم مجزا در نظر بگیرد. سپس پارامترهای ورودی و خروجی را برای این محدوده در هر دوره زمانی محاسبه و مقادیر آن را تعیین کند. این قابلیت، امکان بررسی دقیق‌تر محدوده‌های دارای اهمیت بیشتر را میسر می‌سازد.

در قسمت شرقی محدوده مورد مطالعه آبخوان سرچاهان، وزارت جهاد سازندگی سابق، در سال ۱۳۷۵ اقدام به ایجاد یک عرصه پخش سیلاب نموده است که عملیات تکمیلی آن تا سال ۱۳۸۸ نیز ادامه داشته است. این سیستم توسط خشکه رود پرعابدین که از حوضه‌های آبخیز شرقی منطقه طرح سرچشمه می‌گیرد، تغذیه می‌شود.

یکی از اهداف این تحقیق، تعیین مقدار آبی است که بر اثر پخش سیلاب به سفره آب زیرزمینی رسیده است.

صحت‌سنجی^۴

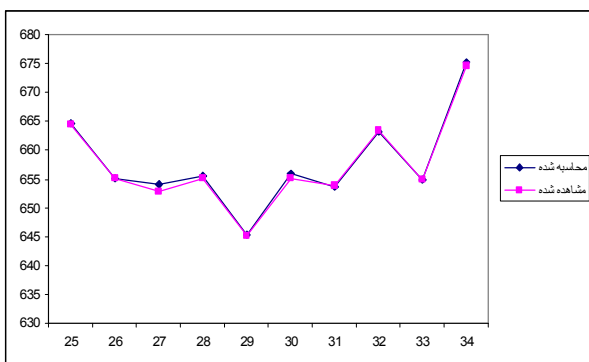
دقت یک مدل زمانی قابل قبول است که مدل بتواند یک دوره زمانی که در مرحله واسنجی وارد مدل نشده را با دقتی مشابه دقت دوره واسنجی شبیه‌سازی کند. اگر یک مدل بتواند علاوه بر تنش‌های دوره واسنجی، تنش دوره‌هایی غیر از دوره واسنجی را با همان دقت دوره واسنجی شبیه‌سازی نماید، صحت مدل تأیید می‌گردد (آندرسن و وسنر ۱۹۹۲). بعد از واسنجی مدل طی مهر ماه ۱۳۸۳ تا پایان شهریور ماه ۱۳۸۸ (۱۰ پریرود زمانی)، جهت صحت‌سنجی مدل آبخوان دشت سرچاهان، سال آبی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ که ترازهای مشاهداتی آن موجود بود، مورد استفاده قرار گرفت. بدین صورت که لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای این ۱۲ ماه، با فرض این که روند تغییرات تنش مشابه سال‌های قبل باشد، وارد مدل گردید. ولی ترازهای مشاهده‌ای در این ۱۲ ماه به مدل داده نشد و مدل بر اساس اطلاعات داده شده، تراز آب را شبیه‌سازی و محاسبه کرد.

بین داده‌های محاسباتی و مشاهداتی بسیار پائین می‌باشد و حداکثر این اختلاف حدود ۰/۰۲۶ متر در پیزومتر شماره ۳۱ و حداقل آن ۰/۰۴۶ در پیزومتر شماره ۲۹ است. این خود مؤید آن است که مدل به خوبی واسنجی شده و ورودی‌های اولیه مدل نسبتاً خوب تخمین زده شده‌اند.

برای مقایسه نتایج پیش‌بینی تغییرات سطح آب با مقادیر مشاهداتی، در دوره صحت‌سنجی، از روش‌های گوناگونی می‌توان استفاده کرد. در این تحقیق، از روش رگرسیون و بدست آوردن ضریب همبستگی برای مقایسه استفاده شده است.

ضریب همبستگی بین مقادیر مشاهداتی و محاسباتی، نشان می‌دهد که این دو مقدار از همبستگی بسیار بالایی برخوردارند. بیشترین میزان همبستگی مربوط به آبان ماه ۸۸ با ضریب رگرسیون ۰/۹۹۶۷. (شکل ۷ و ۸) و کمترین آن مربوط به شهریور ماه ۸۹ با ضریب رگرسیون ۰/۹۸۸۷ می‌باشد.

در مجموع مدل واسنجی شده به خوبی توانسته است شرایط حاکم بر آبخوان را شبیه‌سازی کند، بنابراین از مدل ساخته شده می‌توان برای پیش‌بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی در آینده استفاده کرد، همچنین می‌توان با تعریف کردن شرایط مختلف تغذیه و برداشت، نتایج حاصل از اعمال گزینه‌های مدیریتی گوناگونی را به راحتی بررسی کرد.

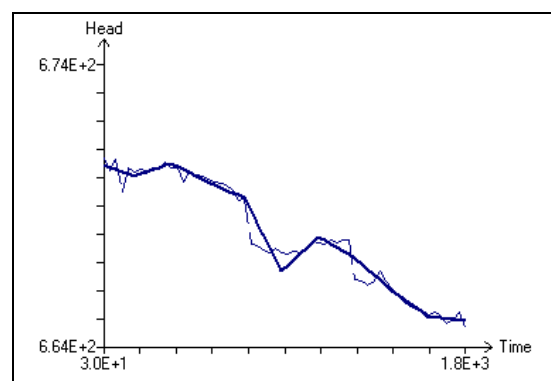


شکل ۷- مقایسه هیدروگراف محاسباتی و مشاهداتی در دوره صحت‌سنجی آبان ماه ۸۸

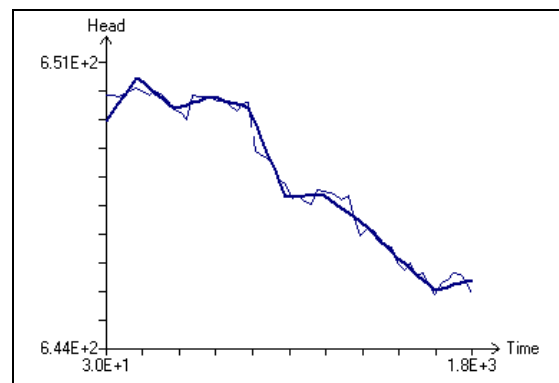
برای این منظور نقشه عرصه پخش سیلاب به وسیله یک دستگاه GPS با مختصات دقیق تهیه شد و سپس محدوده آن بر روی شبکه مدل تعریف گردید. پس از خاتمه شبیه‌سازی، خلاصه بیلان این ناحیه از مدل استخراج شد.

نتایج و بحث

نتایج کالیبراسیون به صورت مقایسه هیدروگراف‌های محاسباتی و مشاهداتی به عنوان نمونه در دو چاه ۲۵ و ۲۹ در شکل‌های ۵ و ۶ آورده شده است.



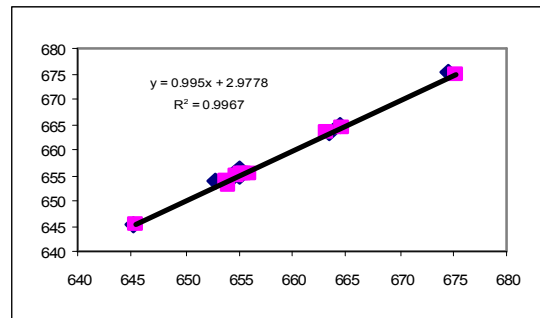
شکل ۵- مقایسه هیدروگراف محاسباتی و مشاهداتی در چاه مشاهده‌ای ۲۵



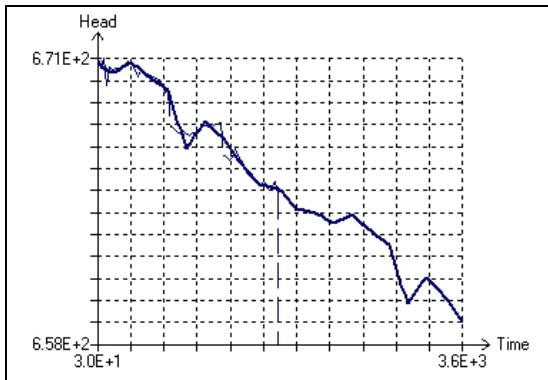
شکل ۶- مقایسه هیدروگراف محاسباتی و مشاهداتی در چاه مشاهده‌ای ۲۹

همان‌طور که در شکل‌ها مشخص است، سطح آب مشاهداتی و شبیه‌سازی شده از هماهنگی خوبی برخوردارند (خط پررنگ هیدروگراف محاسباتی و خط کم‌رنگ هیدروگراف مشاهداتی) و مدل به خوبی شرایط طبیعی آبخوان را شبیه‌سازی کرده است. نتایج مقایسه بار آبی محاسباتی و مشاهداتی نشان می‌دهند که واریانس

می‌شود، روند نزولی سطح آب در چند سال آینده نیز ادامه خواهد یافت.



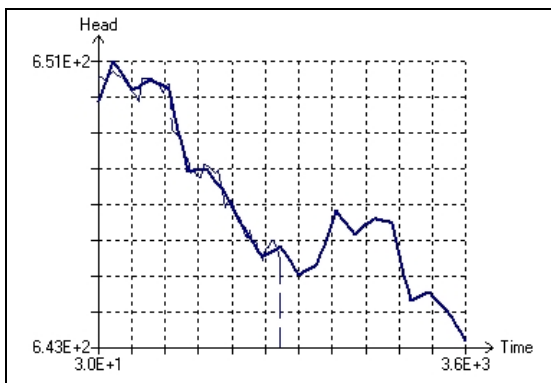
شکل ۸- برازش مقادیر هد محاسباتی و مشاهداتی در دوره صحت سنجی آبان ماه ۸۸



شکل ۹- پیش بینی تراز سطح آب زیرزمینی در پیزومتر ۲۵

پیش بینی نوسانات سطح آب آبخوان

مدلی که مراحل واسنجی و صحت‌سنجی را پشت سر گذاشته باشد برای پیش‌بینی وضعیت آینده آبخوان مناسب بوده و قادر است با اعمال استرس‌های مورد نظر وضعیت آینده آبخوان را مشخص کند. برای پیش‌بینی وضعیت آبخوان ابتدا باید شرایط احتمالی را به صورت لایه‌های اطلاعاتی برای مدل تعریف کرد. این شرایط را می‌توان با در نظر گرفتن اهداف ویژه یا وضعیت عادی ایجاد کرد. در این تحقیق رفتار سیستم تا شهریور ماه ۱۳۹۳ پیش‌بینی شده است. لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز بر اساس روند تغییرات ۵ سال گذشته تهیه شده است. اما باید به این نکته توجه داشت که به علت در دست نبودن تغییرات اطلاعات هیدرودینامیکی و سطح آب آبخوان به ناچار برای پیش‌بینی روند تغییرات سطح آب از اطلاعات سال‌های قبل استفاده می‌شود. نتایج پیش‌بینی به عنوان نمونه به صورت نمودارهای تراز سطح آب نسبت به زمان (بر حسب روز) از زمان شروع شبیه‌سازی یعنی مهر ماه ۱۳۸۳ تا پایان شهریور ماه ۱۳۹۳ در چاه‌های مشاهده‌ای شماره ۲۵ و ۲۹ در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ آمده است. همان‌طور که از مقایسه هیدروگراف چاه‌های مختلف نتیجه‌گیری

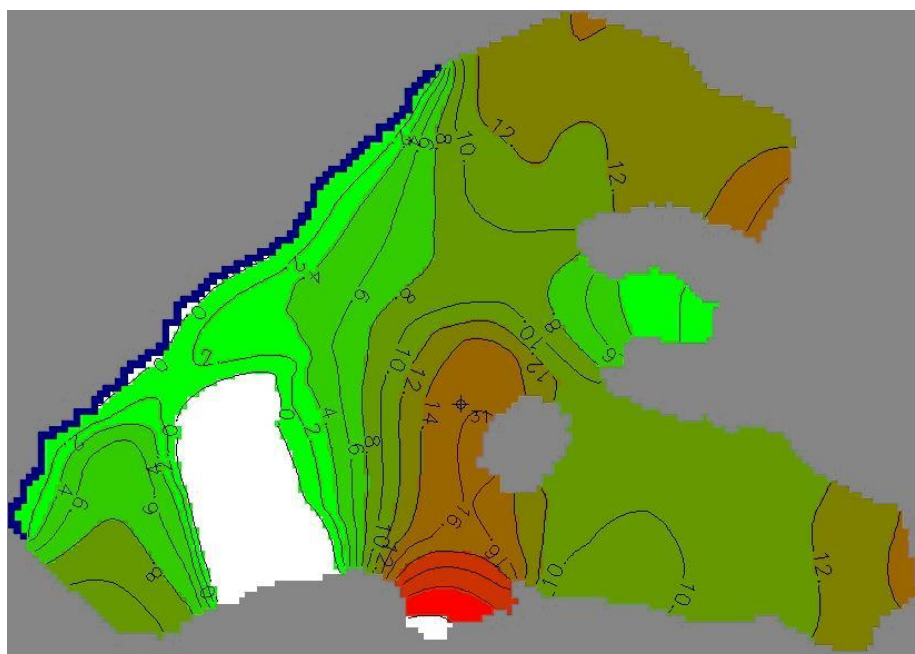


شکل ۱۰- پیش بینی تراز سطح آب زیر زمینی در پیزومتر ۲۹

همچنین پیش‌بینی می‌شود به علت رشد و توسعه منطقه، این روند با سرعت بیشتری ادامه پیدا کند. جدول شماره ۱ پیش‌بینی بیلان آبی آبخوان، تا سال آبی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. همچنین نقشه هم‌افت سطح آب زیرزمینی در شهریور ماه ۱۳۹۳ در شکل ۱۱ آمده است.

جدول ۱- پیش بینی بیلان آبی آبخوان تا سال آبی ۱۳۹۳-۱۳۹۲

سال آبی	۱۳۸۹-۱۳۹۰	۱۳۹۰-۱۳۹۱	۱۳۹۱-۱۳۹۲	۱۳۹۲-۱۳۹۳
تغذیه به میلیون متر مکعب	۱۸/۷۴	۱۶/۲۲	۱۶/۲۰	۱۸/۶۴
تخلیه به میلیون متر مکعب	۲۳/۵۵	۲۱/۶۶	۲۲/۲۴	۲۴/۱۰
اختلاف به میلیون متر مکعب	-۴/۸	-۵/۴۳	-۶/۰۴	-۵/۴۶



شکل ۱۱- نقشه پیش‌بینی افت سطح ایستابی در شهریور ۱۳۹۳ توسط مدل

پخش سیلاب به آب زیرزمینی افزوده شده است (جدول ۲).

تعیین میزان تغذیه در محدوده پخش سیلاب سرچاهان نتایج حاصل از اعمال تغذیه مصنوعی توسط مدل از سال ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۸ موید این است که به طور متوسط در هر سال ۳/۵۷ میلیون متر مکعب آب از عرصه‌های

جدول ۲- مقادیر تغذیه آبخوان از سیستم پخش سیلاب در هر دوره زمانی

سال آبی	۱۳۸۳-۱۳۸۴	۱۳۸۴-۱۳۸۵	۱۳۸۵-۱۳۸۶	۱۳۸۶-۱۳۸۷	۱۳۸۷-۱۳۸۸
دوره تنش	۱	۲	۳	۴	۵
تغذیه مصنوعی	۳/۶۲	۰	۳/۴۶	۰/۴۵۹	۱/۸۰
جمع سالانه به میلیون متر مکعب	۳/۶۲	۳/۹۱	۳/۰۴	۳/۶۲	۳/۶۵

نتیجه گیری

نتایج حاصل از مدل در ارزیابی کمی تأثیر طرح تغذیه مصنوعی موجود در دشت سرچاهان روی میزان تغذیه آبخوان و نیز واکنش این میزان تغذیه روی سطح تراز آب نشان داد که طرح تغذیه مصنوعی دشت سرچاهان باعث افزوده شدن سالانه ۳/۵۸ میلیون متر مکعب آب به آبخوان گردیده است که با توجه به محاسبات بیلان کل آبخوان در این دوره، رقمی حدود ۲۰ درصد از کل تغذیه سالانه دشت را در بر می‌گیرد. با توجه به این نتیجه می‌توان به فرضیه اصلی اول تحقیق پاسخ مثبت داد و بیان داشت که

در این تحقیق به کمک مدل MODFLOW، جریان آب زیرزمینی آبخوان دشت سرچاهان طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ شبیه‌سازی گردید. واسنجی مدل با تخمین برخی پارامترهای لایه آبدار و شرایط مرزی و مقایسه هیدروگراف‌های مشاهداتی و محاسباتی در تمامی پیژومترهای دشت انجام گرفت. صحت مدل ساخته شده در مرحله تصدیق مدل به اثبات رسید و نتیجه گردید که مدل ساخته شده با دقت کافی رفتار آبخوان دشت سرچاهان را شبیه‌سازی می‌کند.

پایین رفتن سطح آب و گسترش مخروط افت به سمت غرب، ورود آب شور از نواحی غربی به شدت منطقه را تهدید می‌کند. برای مقابله با این معضل، بایستی از سوی اداره آب شهرستان حاجی آباد، ممنوعیت دشت برای صدور پروانه حفاری ادامه یابد. همچنین در صورت امکان بایستی از برداشت آب به وسیله چاه‌های غیر مجاز جلوگیری و برداشت فعلی توسط چاه‌ها در این ناحیه کاهش داده شود.

همچنین نتایج حاصل از بررسی های انجام شده توسط چوپانی ۲۰۰۰، میزان ضریب قابلیت انتقال سفره را از ۵۰ مترمربع تا ۲۰۰۰ مترمربع بر روز برآورد نموده و بیشترین مقدار آن را مربوط به نواحی شرقی دشت و در زیر دست محدوده طرح می‌داند که با نتایج حاصل از واسنجی توسط مدل کاملاً مطابقت دارد. به طوری که مدل این مقدار را برای نواحی شرقی دشت بسیار بیشتر از نواحی غربی دشت که ریزدانه می باشد برآورد نموده است. همچنین نتایج حاصل از مدل حاکی از آن است که میزان آبدهی ویژه بین ۰/۰۳ تا ۰/۱۱ در سطح کل دشت تغییر می‌کند که میزان آن در نواحی شرقی به دلیل درشت‌دانه بودن تشکیلات آبرفتی و قرار داشتن در مسیر مخروط‌افکنه‌ها و سیل‌ها بیش‌تر است.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر در این زمینه با نتایج تحقیق توسط کتیبه و حافظی (۱۳۸۳)، میر عباسی و رهنما (۱۳۸۶)، پورجنایی (۱۳۹۰) و چوپانی (۲۰۰۰) مطابقت دارد.

«تغذیه مصنوعی دشت سرچاهان بر تغییرات کمی سفره آب زیرزمینی تأثیر مثبت دارد».

میزان تغذیه مصنوعی آبخوان به طور متوسط سالانه باعث افزایش سطح تراز آب آبخوان به میزان ۰/۲۵ متر طی دوره زمانی مورد بررسی شده است. در صورتی که هیدروگراف واحد آبخوان طی این دوره سالانه افتی بالغ بر ۰/۵۳ متر را نشان می‌دهد. پس طرح پخش سیلاب بر آبخوان دشت سرچاهان نتوانسته است تمام افت ناشی از برداشت‌ها را جبران کند. گرچه طرح پخش سیلاب سرچاهان باعث توقف روند افت آبخوان نگردیده است، اما تا حدودی از شدت افت آبخوان کاسته است.

با بررسی نقشه‌های افت خروجی مدل، روشن می‌شود که آبخوان نسبت به سال ۱۳۸۳ دچار افت شدیدی شده است. میزان این افت در حوالی تل سرخ در قسمت مرکزی سفره به حداکثر خود می‌رسد. مقدار افت در این ناحیه در شهریور ۱۳۸۹ به بیش از ۱۰ متر بالغ می‌گردد. پیش‌بینی می‌شود در صورت ادامه این روند، افت سطح آب در شهریور ۱۳۹۳ به بیش از ۱۶ متر برسد (شکل ۱۱). در ناحیه حداکثر افت، لایه آبدار تقریباً دارای ضخامت بیشتری نسبت به قسمت‌های غربی و شمالی بوده و تراکم چاه‌ها در این ناحیه بسیار بیشتر از نواحی دیگر آبخوان می‌باشد. مخروط افت ایجاد شده در این ناحیه دارای شعاع تأثیر بزرگی است و بخش بزرگی از آبخوان را در بر می‌گیرد. این ناحیه تقریباً حاصل‌خیزترین قسمت دشت را تشکیل می‌دهد. از طرفی این ناحیه از سمت شرقی در مجاورت یک مرز نفوذ ناپذیر واقع شده است. در صورت

References

- [1] Choopani, S., (2000). Groundwater Investigation In the Sarchahan Plain (in the framework of the Sarchahan flood spreading evaluation), Hormozgan, Iran. pp80.
- [2] Gieske, A. and M. Miranzadeh. (2000). Groundwater Resources Modeling of the Lenjenat. Aquifer System. IAERI-IWMI Research Reports 15. pp28.
- [3] Katibeh, H. (2004). Using Modflow model in ground water management and evaluation of Ab-barik plan in Bam, water and wastewater Journal, No. 50, 45 pp.
- [4] Kav-Ab Engineering group (2009). Hidrology and balance and water cycle report in Gahkom region, 201 p.
- [5] Mirabbasi najaf-abadi, R. & Rahnema, M. B. (2007). Simulation of Sirjan plain watertable using Modflow model & evaluation of bulding Tanguieh dam, water research journal, Vol. 1, No. 1, 1-9 p.
- [6] Pourjenahi, A., (2011). Using Modflow Model in mathematic modeling in order to evaluation of quantitative effects in sarze-rezvan plain, MSc. Thesis, Hormozgan University, 104 p.

Evaluation of quantitative changes in ground water table affected by Sarchahan's Flood spreading plan by mathematical model

- 1- S. Choopani, Research Institute of Natural Resources & Agriculture, Hormozgan
S_choopani@yahoo.com
- 2- H. Rastegar, Research Institute of Natural Resources & Agriculture, Hormozgan
- 3- H. Hoseinipoor, Research Institute of Natural Resources & Agriculture, Hormozgan

Received: 19 Jul 2013

Accepted: 05 May 2014

Abstract

Aquifer management is one of the methods of artificial recharge in unconfined aquifers that consist more than 20 stations in our country. Sarchahan floodwater spreading station is one of these stations, that indubitable impressed to quantity, quality and stable development of groundwater resources in the project area. Because, continuator investigation of this efficacy is essential with purpose exposure executives meet growth and managing and can help to us for attainment to our purposes. In this research for evaluating the natural and artificial recharge of Sarchahan aquifer (located in Hormozgan province, Iran) and for predicting its water table fluctuations in the future years, a three dimensional groundwater numerical model (MODFLOW) were used. Hydro-geological aspects of the observation and exploration wells, Geo-electrical studies and field observation. Steady state condition had been considered in Oct. 2004 since there was low fluctuation in groundwater level in this period, which showed good agreement. In the next stage of the calibration, based on the output of the first stage, the unsteady state of the calibration was carried out for 5 years in 10 periods (2004-2008). The sensitivity analysis related to a few parameters and verification for mentioned period had also been examined. The model was applied to predict water table in the aquifer for Sept.2009. The results showed that in spite of recharging the aquifers, because of high rate of exploitation, the aquifer will not come to a steady state and the water table in many piezometric wells continue to fall. Sensitivity analysis of the model showed that recharge is the most sensitive factor on the fluctuation of water table.

Keywords: Flood spreading evaluation, Artificial recharge, Numerical model, Simulation, Sarchahan plain, Iran.