Archive of SID

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره2، جلد9، خرداد - تیر 1394، ص. 390-381

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 9, May.-Jun. 2015, p. 381-390

مدیریت آب سدهای زیرزمینی بر پایه شبیه سازی عددی (مطالعه موردی : سد زیر زمینی راور کرمان)

محمدمحمد میرزایی[1]، سعید رضا خداشناس[2*]، محمد هادی داودی[3] و کامران داوری[4]

تاریخ دریافت: 1393/10/16 تاریخ پذیرش: 1394/3/6

چکیده

امروزه سدهای زیر زمینی کاربردهای قابل توجه ای برای ذخیره آب دارند. معمولا" این سدها ، دارای حجمی به مراتب کمتر از سدهای سطحی هستند. بنابر این مدیریت بهره برداری از این سدها دارای اهمیت خاصی است. در این تحقیق سعی شده با استفاده از مدل عددی PMWIN میزان آب قابل برداشت از مخزن سد زیرزمینی ده میان شهرستان راور در استان کرمان در قبال گزینه های مختلفی از شرایط پمپاژ مورد بررسی قرار گیرد، در همین راستا با اطلاعات جمع آوری شده از این منطقه، آبخوان توسط مدل سه بعدی با روش تفاضل محدود شبیه سازی و مورد واسنجی و صحت سنجی قرار گرفت. سپس مدل جهت شبیه سازی گزینه های مورد نظر استفاده شد. این مدل سازی نشان داد که همزمان با اولین آبگیری سد، نمی توان از چاهی که در مخزن ودر نزدیکی بدنه سد حفر شده حتی به میزان کم هم آبگیری کرد. اما از سال دوم امکان برداشت از همان چاه به میزان کم وجود دارد و در صورت استفاده از چاهی در فاصله دورتر امکان برداشت بیشتر وجود دارد. همچنین تاثیر ایجاد گالری زیر زمینی در حالتهای مختلف بررسی شد و مشخص شد که تاثیر چندانی بر نرخ برداشت ندارد.

واژه‌های کلیدی: راورکرمان ، سد زیرزمینی،مدل عددی ،استخراج آب،PMWIN.

مقدمه

امروزه بهره برداری از منابع آب زیرزمینی به دلایل فنی و اقتصادی بر اجرای سایر پروژه های آبی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. بطور کلی، برداشت بی رویه از آبهای زیرزمینی پیامد هایی از قبیل کاهش کیفیت آبهای زیرزمینی در اثر هجوم آب شور، نشست زمین در اثر پایین افتادن سطح آب زیرزمینی، کاهش سریع منابع آب زیرزمینی و خشک شدن قناتها، چشمه ها، چاههای کم عمق و نیمه عمیق و همچنین افزایش هزینه های استحصال و غیر اقتصادی شدن هزینه پمپاژ را به همراه خواهد داشت. از مجموع 223 دشت کشور بدلیل استخراج بی رویه از آبهای زیرزمینی، در 163 دشت سطح آب زیرزمینی افت پیدا کرده و مشکلاتی را برای ادامه حیات کشاورزی و توسعه اقتصادی این نواحی ایجاد کرده است (عاشوری، 1380). از روشهای نسبتا ساده ، می توان ذخیره سازی منابع آب ازطریق ایجاد سد در مسیر خروجی آب را نام برد . تکنولوژی جدید طراحی و ساخت سدهای زیرزمینی در بسیاری از نقاط جهان بکارگرفته شده و جوابگوی اهداف مورد نظر نیز بوده است.

یکی از موضوعات مورد توجه در احداث این سد ها که باید از مرحله مطالعات مورد دقت نظر قرار گیرد، مسئله بهره برداری از آب ذخیره شده در پشت سدهای زیر زمینی است. لذا مطالعه رفتار هیدرولیکی جریان در محیط متخلخل به هنگام آبگیری و برداشت آب امری ضروری و لازم است. از طرفی با توجه به اینکه این سدها اغلب در مناطقی که از نظر اقلیمی خشک و نیمه خشک با میزان بارندگی کم، اجرا می شوند، نحوه بهره برداری از سد از اهمیت فراوانی برخوردار است. برای نیل به این مطلوب نیازمند استفاده از ابزاری دقیق و کاربردی وجود دارد. امروزه با توجه به پیشرفت هایی که در زمینه علوم رایانه ای صورت گرفته بسیاری از این دست مسائل قابل شبیه سازی هستند که نتیجه آن پیش بینی قابل اعتماد از سیستم مدل شده تحت شرایط مختلف است.

با توجه به جدید بودن کاربرد سدهای زیر زمینی تحقیقات زیادی در این زمینه انجام نشده است. طباطبایی یزدی(1382) بهره برداری از ذخیره آب در مخزن یک سد زیرزمینی که با هدف تامین آب

1 - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
2 - دانشیار ، گروه مهندسی آب،دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
3 - دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
4 - دانشیار ، گروه مهندسی آب،دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: khodashenas@ferdowsi.um.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

برروی یک آبراهه فصلی احداث شده است را مورد توجه قرار دادند. منطقه مورد مطالعه آنها حوزه آبریز بهورد ورامین بود. جهت مطالعه رفتار هیدرولیکی جریان در محیط متخلخل به هنگام آبگیری و برداشت آب از طریق حفر چاه، شبیه سازی جریان را به کمک مدل ریاضی مادفلو نسخه پی ام وین5/1 انجام دادند که کلیه اطلاعات مورد استفاده در شبیه سازی از مطالعات میدانی انجام گرفته بدست آمد.

سعادتی (1382) با استفاده از مدل عددی مادفلو اقدام به شبیه سازی مخزن یک سد زیرزمینی و اثرات احداث آن برروی میزان آب قابل حصول از آبخوان ایجاد شده در تنگه حسین آباد واقع در 100 کیلومتری اصفهان کردند. آنها با استفاده از مطالعات میدانی و داده های حاصل از عملیات ژئوفیزیک و آمار چاه های مشاهداتی موجود در منطقه، مدل مفهومی برای محدوده مورد نظر تهیه کردند. در ادامه عملکرد آبخوان در حالتهای مختلف، بدون وجود مانع در خروجی و با ایجاد مانعی در داخل تنگه مورد بررسی قرار دادند .

امینی زاده بزنجانی و همکاران(1389) به منظور بررسی تاثیر اجرای سد زیرزمینی بر جریانات زیر قشری به صورت کمی و کیفی یک متدولوژی پایش سد زیرزمینی ارائه نمودند و بر روی سد راور کرمان مطالعه موردی انجام دادند.

Das Gupta (2000) به منظور ارزیابی سد زیرزمینی بر میزان آب قابل برداشت مطمئن با کیفیت مناسب از لایه آبدار یک جزیره ساحلی به نام فاکت در تایلند، مطالعه ای با استفاده از مدل تفاضل محدود مادفلو بر روی حوزه آب زیرزمینی در دو حالت وجود و عدم وجود سد انجام داد.

Ishida et al(2003) اثرات زیست محیطی سدهای زیر زمینی را تحقیق کردند.

Yilmaz (2003) با استفاده از مدل عددی مادفلو اقدام به مدل سازی یک آبخوان ساحلی ترکیه در 4 حالت مختلف کرد. Onder and Yilmaz, (2005) و Ishida et al(2011) اثر سدهای زیر زمینی را در توسعه پایدارمنابع زیرزمینی مورد بررسی قرار دادند.

صفاری و اجل لوئیان(1393) خصوصیات ژئوتکنیکی سدهای زیر زمینی را مطالعه کردند.

Ouerdachi et al(2012) مدل سد زیر زمینی برای استفاده در منطقه نیمه خشک الجزایر را بررسی کردند.

Hasan et al (2014) با استفاده از سه الگوریتم محاسباتی میزان انرژی مصرفی پمپاژ از سد زیر زمینی را با حالتهای مختلف بررسی کردند.

در تحقیقات گذشته بررسی سناریوهای مختلف کمتر مورد توجه قرار گرفته و اثر گالری زیر زمینی بر میزان آبدهی پمپاژ بررسی نشده است. در تحقیق حاضر با استفاده از شبیه سازی هیدرولیکی با استفاده از نرم افزار مادفلو نسخه پی ام وین5/3 به این مسائل پرداخته شد.

بصورت اختصار اهداف تحقیق حاضر می توان بصورت زیر بیان نمود:

- شبیه سازی جریان در مخزن
- تعیین مکان بهینه چاه بهره برداری
- بررسی اثر گالری های زیرزمینی در افزایش آبدهی چاه

این تحقیق با استفاده از سد زیرزمینی که مکان یابی شد و داده های مورد نیاز این تحقیق در آن فراهم بود انجام شد ودر آن بهترین سیستم آبگیری با ویژگیها مشخص طراحی شد.

مواد و روشها

حوضه آبخیز مشرف به سد زیرزمینی راور در محدوده شهرستان راور و از نظر جغرافیایی در محدوده "51 َ27 °56 "22 َ5 °57طول شرقی و "31 َ37 °31 تا "37 َ20 °31عرض شمالی واقع شده است.محل پیشنهادی جهت اجرای سدزیرزمینی برروی در نقطه ای به مختصات َ57 °56َ31°28 رودخانه میان رود واقع شده است. حوزه میانرود، قسمتی از حوزه آبریز راور می باشد که در 10 کیلومتری شرق شهر راور واقع شده است. مساحت کل حوزه برابر1720/455 کیلومتر مربع است. ارتفاع متوسط حوزه 1835/7 متر و آبراهه هایی که در سطح حوزه تخلیه رواناب را بعهده دارند، بصورت فصلی و فقط در ایام بارندگی آب در آنها جاری است. متوسط بارندگی سالانه حوزه 197 میلی متر و بارش نازل شده بر حوزه آبخیز در سال 339میلیون مترمکعب می باشد. که 271 میلیون مترمکعب آن در سال تبخیر، 17 میلیون مترمکعب بصورت روانآب از حوزه خارج، 50 میلیون مترمکعب در حوزه نفوذ کرده و 1 میلیون مترمکعب آن بصورت جریان زیرسطحی است (امینی زاده و همکاران، 1389). بمنظور شناخت منابع تامین کننده آبهای زیرزمینی حوزه، تعیین مشخصات لایه های آبدار منطقه و امکان توسعه و بهره برداری بهتر از آبخوان موجود ، بازدیدها و بررسی های صحرائی صورت گرفت و اطلاعات اولیه همراه با مطالعات ژئوفیزیک در این حوزه جمع آوری شد. همچنین موقعیت 4 چاه مشاهداتی بدست آمد. در ادامه سعی بر آن شد که از شواهد صحرائی، مطالعات زمین شناسی و ژئوفیزیک جهت تعیین ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان بهره گیری و اعدادی برای آن برآورد گردد. منابع تغذیه و تخلیه سفره آب زیرزمینی با توجه به آمار موجود و مطالعات صحرائی بررسی شد.

پس از بررسی های میدانی مقطعی که دارای دهانه باریک است از طریق داده های ژئوفیزیک جهت ایجاد سازه مشخص شد که درشکل 1 نشان داده شده است.

در مورد این سد از آمار و اطلاعات لازم از قبیل توپوگرافی سطح زمین، عمق سنگ کف، آمار پیزومتری، وضریب هدایت هیدرولیکی استفاده شد. لازم به ذکر است بدلیل عدم دقت کافی در این اطلاعات

www.SID.ir

Archive of SID

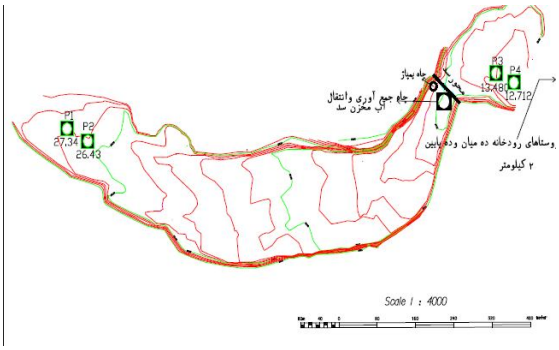
هر کدام از این اطلاعات در مراحل مختلف مدل سازی با توجه به شرایط مختلف تصحیح و بازسازی شدند، تا مدل حاصل بتواند شرایط آبخوان بوجود آمده در پشت سد را شبیه سازی کند و در نهایت بتوان به نتایج بدست آمده در مرحله پیش گویی اطمینان کرد.

برای سد زیرزمینی راور از نقشه توپوگرافی سطح زمین که توسط واحد نقشه برداری اداره کل منابع طبیعی استان کرمان با مختصات محلی تهیه شده بود استفاده شد (شکل2). سپس با کمک نرم افزار سورفر فایل با پسوند گرید آن تهیه و به مدل وارد گردید . عمق سنگ کف در محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش ژئوالکتریک و در 32 نقطه توسط اداره کل منابع طبیعی اندازه گیری شد.(شکل3)

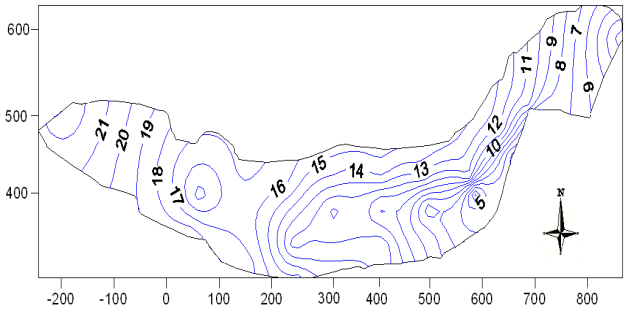
میانگین های مشاهده ای معیار محاسبات مدل و معیار سنجش مقبولیت آن می باشند. از اینرو دقت در آمار چاه های مشاهده ای و صحت اعمال آنها به مدل از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این راستا وبرای مدل سازی،از تعداد 29 ماه آمار برداشت از تراز آب زیر زمینی موجود استفاده شد. 23 ماه (80 درصد کل داده ها) برای مرحله مدلسازی و واسنجی و تعداد 6 ماه (20 درصد) برای مرحله اعتبار سنجی در نظر گرفته شد.

نرم افزار مورد استفاده: ازمیان مدل های عددی و کدهای رایانه ای موجود، با توجه به سازگاری مدل با سیستم ژئوهیدرولوژی، بعد جریان، قابلیت استفاده از مدل های کیفی، سهولت فهم مدل، حجم اطلاعات ورودی از نظر روش حل، قابلیت های ویژه مدل، قیمت مدل، قابلیت دسترسی به مدل و سال تکمیل مدل،مدل عددی مادفلو نسخه پی ام وین5/3 بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

شکل 1- تصویر ماهواری از محل احداث سد و مخزن آن



شکل2 -توپوگرافی سطح زمین در محل مخزن سد زیرزمینی و موقعیت چاههای پیزومتری



شکل3 -نقشه هم عمق سنگ کف در محدوده سدزیرزمینی

www.SID.ir

Archive of SID

لذا در این تحقیق با استفاده از این نرم افزار جریان آب زیرزمینی در آبخوان با روش تفاضل محدود و طی مراحلی شبیه سازی شد.

برای اینکه بتوان یک آبخوان را مدل کرد لازم است مراحل زیر تعیین شوند:

شبکه بندی محدوده مورد مطالعه، تعیین شرایط مرزی، تعیین شرایط اولیه و انتخاب گامهای زمانی، مقادیر ضرایب هیدرودینامیکی سفره و مقادیر تغذیه و تخلیه سفره.

شبکه بندی: محدوده مورد نظر با 230 ستون و 90 ردیف به 20700 سلول تقسیم شد،

شرایط مرزی: با توجه به شرایط فیزیکی منطقه، سلولهای مرزی یعنی وجود کوههای غیرقابل نفوذ در محیط حوزه، غیر فعال و سلولهای مرکز دشت و تنگه خروجی فعال معرفی شدند. در این مدل کف ودیواره های جانبی آبراهه از نوع فاقد جریان و مرزبالادست و پایین دست ازنوع مرز جریان یا فلاکس معلوم در نظر گرفته شد اما در ادامه برای لحاظ کردن دیواره سد مرز پایین دست نیز از نوع فاقد جریان برای مدل تعریف شد.

شرایط اولیه: از توپوگرافی سطح و تراز آب زیرزمینی اندازه گیری شد و از 4 چاه مشاهده ای موجود در منطقه شرایط اولیه بدست آمد که بعنوان تخمین اولیه در محاسبات در نظر گرفته شد. به علت تعداد محدود این چاهها تراز آب مورد نیاز در سلولها جهت مدل از طریق درونیابی محاسبه گردید. با عملیات ژئوالکتریک انجام گرفته در محدوده مورد نظر مقدار ضریب هدایت هیدرولیکی در محل چاههای مشاهداتی به روش لوفران اندازه گیری شد، اما بدلیل عدم دقت کافی، این مقادیر توسط کد PEST تخمین زده شده و واسنجی شد. برای این منظور منطقه به 4 زون تقسیم شد. جهت شرایط اولیه مدل در ابتدا به هر منطقه ضریب هدایت هیدرولیکی در محدوده 2 تا30 متر در روز داده شد که پس از واسنجی اعداد دقیقتری برای آن بدست آمد. با توجه به ضریب هدایت هیدرولیکی بدست آمده و همچنین عدم وجود اطلاعات کافی از بارش در منطقه میزان تغذیه با استفاده از کد PEST و با مقدار اولیه 0/0001 متر در روز(20% بارندگی روزانه) برای مدل محاسبه شد. برای وارد کردن رقوم سطح زمین از نقشه توپوگرافی منطقه و همچنین برای رقوم سنگ کف از داده های مربوط به 32 سوندژ ژئوالکتریک که در محدود مخزن سد انجام شده بود استفاده گردید. ضرایب هیدرو دینامیکی : ضریب ذخیره برابر 0/25، 0/27، 0/23 و 0/33 به ترتیب برای چاه های مشاهده ای 1 تا 4 بدست آمد و ضریب قابلیت انتقال چاه m^2/sec 0/00496 =T بدست آمد.

نتایج

نتایج واسنجی مدل : به منظور استفاده از مدل در جهت مدیریت بهره برداری از مخزن باید مدل را در منطقه مورد نظر واسنجی کرد. بدین صورت که مقادیر ضرایبی را که عدم قطعیت در آنها وجود دارد آنقدر تغییر داد تا مقادیر سطح آب محاسبه شده و مشاهده شده تقریبا یا در حد قابل قبولی منطبق برهم شوند. بطورکلی دو نگرش در واسنجی مدل آبهای زیرزمینی وجود دارد: الف) روشهای دستی مبتنی بر سعی و خطا ب) روشهای خودکار مبتنی بر بهینه سازی. معمولا سیستم آبهای زیرزمینی یک دشت با توجه به ورودی ها و خروجی های زیرزمینی و میزان برداشتها غیر پایدار است. مناسبترین روش پیشنهادی در واسنجی مدل انجام آن ابتدا در حالت پایدار و سپس در شرایط ناپایدار جریان است. برای این عمل از 29 ماه آمارتراز سطح آب (اسفند 83 تا تیر 86) استفاده شد. 23 ماه از این داده ها برای مرحله واسنجی و 6 ماه باقی مانده برای مرحله صحت سنجی مورد استفاده قرار گرفت. واسنجی در سه مرحله انجام پذیرفت : مرحله اول در شرایط ماندگار برای تخمین ضریب هدایت هیدرولیکی آبخوان، مرحله دوم در شرایط غیرماندگار برای تخمین آبدهی ویژه و مرحله سوم در شرایط غیرماندگار برای تخمین میزان تغذیه آبخوان. در دو مرحله اول از آمار سطح آب سه ماهه اسفند 84 تا اردیبهشت 85 به دلیل ثابت بودن سطح آب در این سه ماهه (جدول1) و برای واسنجی مدل در مرحله سوم از آمار تراز سطح آب اسفند 1383 تا آذر 1385 استفاده گردید.

جدول1-تراز آب زیرزمینی چاه های مشاهداتی در زمانهای مختلف

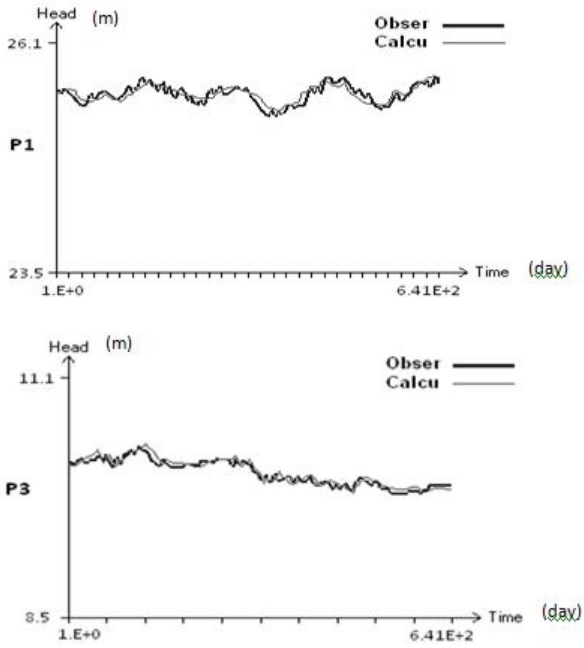
تاریخ	چاه 1	چاه 2	چاه3	چاه 4
1384/12/20	24/89	24/33	8/81	8/51
1385/1/19	24/91	24/08	8/98	8/61
1385/2/25	24/89	24/23	8/83	8/51

منظور از واسنجی مدل، ایجاد همبستگی بین ترازهای مشاهداتی و محاسباتی توسط مدل تحت شرایط طبیعی است که نتایج واسنجی مدل در شکل 3 نشان داده شده است.

اما سوال اساسی اینست که در مرحله واسنجی چه عامل یا عواملی را باید تغییر داد تا سریعتر و با دقت بیشتر به نتیجه رسید؟ پاسخ به این سوال با انجام آنالیز حساسیت مشخص می شود. یعنی ابتدا باید مدل نسبت به عوامل ورودی تحلیل حساسیت شده و عوامل حساس و رتبه بندی آنها مشخص شوند، سپس با تغییر عوامل حساس در جهت موردنظر مدل را واسنجی نمود. از بین عوامل موثر باید ابتدا از عواملی شروع کرد که دقت کمتری دارند.

www.SID.ir

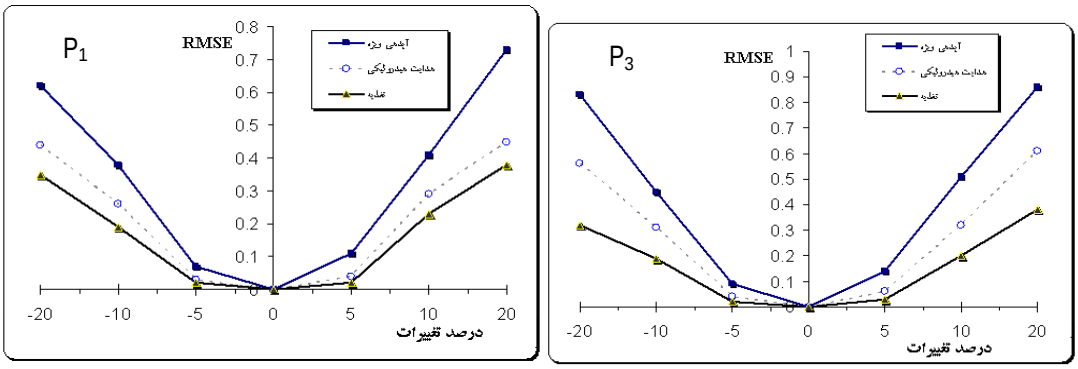
Archive of SID



شکل3 - نمودار تراز آب محاسباتی و مشاهداتی در برابر زمان در چاه های 1و3

زیرا با تغییرات کمتر در این پارامترها می توان گام بزرگتری در جهت نزدیکتر شدن به مقادیر مشاهده ای برداشته و خطاها را به حداقل رسانید. به منظور شناسایی حساسیت بخشهای مختلف آبخوان نسبت به عوامل ورودی، ابتدا منطقه مورد مطالعه به زون هایی تقسیم شد به نحوی که در هر ناحیه فقط یک چاه مشاهده ای وجود داشته باشد. سپس با تغییر عوامل ورودی از قبیل ضریب هدایت هیدرولیکی، آبدهی ویژه و میزان تغذیه، میزان بار آبی محاسبه شدو توسط مدل با مقادیر مشاهداتی مقایسه گردید و مقادیر خطای RMSE محاسبه گردید. تغییر عوامل ورودی برای میزان افزایش و کاهش 5، 10 و 20 درصد انجام گردید. نمودارهای آنالیز حساسیت مربوط به دو ناحیه که پیزومترهای شماره (1) و (3) در آنها قرار داشتند در شکل 4 آورده شده است.

نتایج صحت سنجی مدل : پس از واسنجی و آنالیز حساسیت، برای تأمین اعتبار مدل و سنجش دقت آن و اثبات اینکه مدل قابلیت پیش گویی های صحیح را خواهد داشت، صحت سنجی مدل صورت می گیرد. مدلی که با دقت مناسبی واسنجی شده باشد چنانچه تحت استرسهای مختلفی غیر از استرسهای دوره واسنجی قرار گیرد، باید نتایج قابل قبولی را ارائه کند، یعنی بدون تغییر منطقه بندی های بدست آمده برای مقادیر هدایت هیدرولیکی، آبدهی ویژه مدل باید بتواند شرایط جدید را شبیه سازی کند. بنابراین آمار دوره صحت سنجی باید مربوط به دوره ای غیر از دوره زمانی واسنجی باشد.



شکل 4-نتایج آنالیز حساسیت مربوط به پیزومترهای شماره (1) و (3)

www.SID.ir

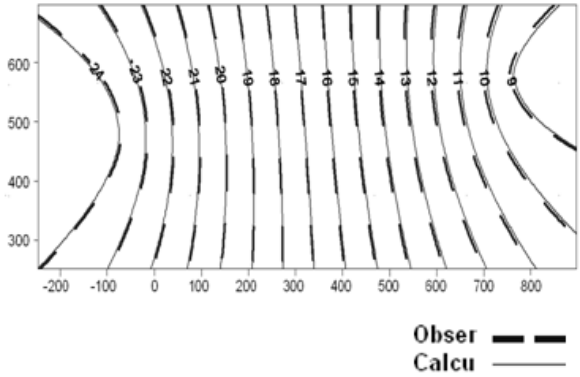
Archive of SID

برای اطمینان از مدل ساخته شده در آبخوان لایه های اطلاعاتی مورد نیاز برای 6 ماه بعد (دی 1385 تا خرداد 1386) با فرض اینکه روند تغییرات تنش در سیستم مثل سالهای قبل باشد، به مدل وارد گردید. برای مقایسه نتایج پیش بینی تغییرات تراز سطح آب در این 6 ماه با مقادیر مشاهداتی جذر میانگین مربعات خطا محاسبه گردید که مقدار آن برابر 0/8823 بدست آمد. مقایسه نتایج حاصل از پیش بینی و مقادیر اندازه گیری شده نشان داد که این دو مقدار از همبستگی بالائی برخوردارند(شکل 5). در مجموع مدل واسنجی شده به خوبی توانست شرایط حاکم بر آبخوان را شبیه سازی کند، بنابراین از مدل ساخته شده می توان برای پیش بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی استفاده کرد، همچنین می توان با تعریف کردن شرایط مختلف تغذیه و برداشت نتایج حاصل از اعمال گزینه های مدیریتی گوناگونی را براحتی بررسی کرد.

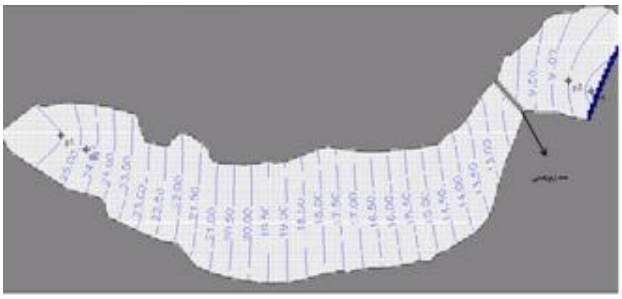
نتایج پیش بینی مدل برای بهینه سازی برداشت: برای پیش بینی وضعیت آبخوان و تحقیق در رفتار سیستم با توجه به احداث سد در محل مورد نظر، سد بعنوان یک مرز نفوذناپذیر برای مدل تعریف شد و پس از اجرای مدل بصورت غیرماندگار برای یکسال مشخص شد که سطح آب در مخزن سد به میزان یک متر بالا می آید. (شکل6) و با توجه به حجم مخزن اقدام به تعیین میزان آب قابل برداشت از چاه به نحوی که سلول چاه دچار خشکی نگردد، شده است . در این شرایط بار هیدرولیکی اولیه مشابه قبل از احداث سدزیرزمینی منظور می گردد تا پس از شبیه سازی معلوم شود که آیا هنگام احداث سد و در حین آبگیری اولیه نیز می توان از مخزن برداشت نمود یا خیر

بمنظور تعیین میزان برداشت آب از مخزن سد در این مرحله چاهی در مخزن ودر نزدیکی بدنه سد در نظر گرفته شد و سناریوهای های مختلفی تحت شرایط گوناگون برای آن تعریف شد.

سناریوی 1: دوره بهره برداری تمام سال و بار هیدرولیکی اولیه مشابه قبل از احداث سدزیرزمینی منظور گردید تا پس از شبیه سازی معلوم شود که آیا هنگام احداث سد و در حین آبگیری اولیه نیز می توان از مخزن برداشت نمود یا خیر؟ شبیه سازی نشان داد که برداشت از چاه به هنگام اولین آبگیری مخزن حتی به میزان بسیار ناچیز



شکل 5 - منحنی هم پتانسیل سطح آب زیرزمینی مشاهده ای و محاسبه ای بهمن 1385



شکل 6 - نقشه هم پتانسیل سطح آب زیرزمینی بعد احداث سد

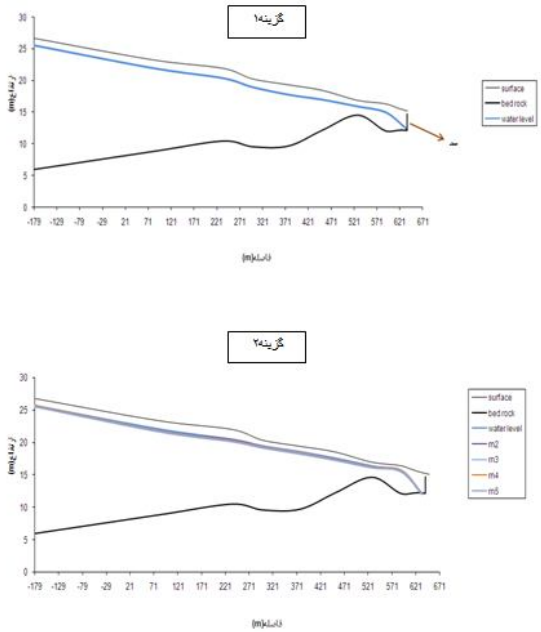
www.SID.ir

Archive of SID

$4\ \frac{m^3}{day}$ در روز ممکن نخواهد بود و سلول چاه بسرعت دچار خشکی می گردد.(شکل 7)

سناریوی 2: شروع دوره ی بهره برداری از ابتدای سال دوم در نظر گرفته شد. نرخ پمپاژ بر اساس یافته های قبلی حدود $4\frac{m^3}{day}$منظور شد. در این مرحله نرخ پمپاژ را می توان حداکثر به $10\ \frac{m^3}{day}$ افزایش داد و بیش از آن سلول چاه خشک می شود. که علت آن می تواند محدود شدن شبکه جریان به دلیل نزدیکی چاه به بدنه سد باشد.(شکل 7)

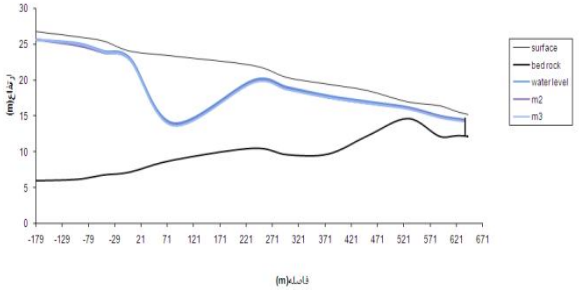
سناریوی 3: با توجه به نتایج قبل محل چاه به 20 متری بالادست سد منتقل شد. در این حالت امکان برداشت آب حداکثر $30\ \frac{m^3}{day}$ برآورد شد. با محدود کردن برداشت آب به 5 ماه پایانی سال آبی میزان برداشت آب به $45\frac{m^3}{day}$ افزایش یافت. اما از آنجایی که بیشتر نیاز آبی در سه ماهه تابستان است دوره برداشت به این دوره محدود تر می شود که نتایج شبیه سازی حداکثر میزان برداشت را $57\ \frac{m^3}{day}$ نشان داد.



شکل7- حداکثر میزان برداشت آب در گزینه های 1و2 که در آن سلول چاه دچار خشکی می شود

سناریوی 4: در این مرحله امکان بهره گیری از گالری های زیرزمینی به منظور افزایش آبدهی چاه بهره برداری مورد بررسی قرار می گیرد . در این گزینه گالری هایی به قطر 110 میلی متر و به موازات و عمود بر محور سد با طولهای متفاوت در نظر گرفته شد و افزایش آبدهی چاه مورد سنجش قرار گرفت. میزان برداشت در سه ماهه پایانی سال آبی $63\ \frac{m^3}{day}$ برآورد شد.

سناریوی 5: با توجه به شیب معکوس سنک کف و برای استفاده از حجم قابل توجهی از مخزن که در500 متری بالادست سد قرار داشت چاه بهره برداری به500 متری بالادست در مخزن سد زیرزمینی منتقل شد. در این حالت حداکثر میزان برداشت آب از چاه $123\ \frac{m^3}{day}$ در سه ماه تابستان بدست آمد.(شکل 8)



شکل 8- حداکثر نرخ قابل بهره برداری طی دوره حداکثر مصرف از چاهی درون مخزن برابر با $123\ \frac{m^3}{day}$

نتیجه گیری

هدف از این تحقیق مدل سازی عددی جریان در پشت سد زیرزمینی راور انجام شد. بدین منظور ضمن شبیه سازی جریان در مخزن، مکان بهینه چاه بهره برداری تعیین شد و

اثر گالری های زیرزمینی در افزایش آبدهی چاه مورد بررسی قرار گرفت.

گزینه های مختلف بهره برداری از سد بوسیله پمپاژ از چاه مورد بررسی قرار گرفت تا روش مناسب بهره برداری در شرایط مختلف بدست آید.

مراحل مختلف مدل سازی نتایج زیر را نشان داد:

الف) با توجه به شرایط موجود همزمان با اولین آبگیری سد نمی توان از چاهی که در مخزن ودر نزدیکی بدنه سد حفر شده به دلیل محدود شدن شبکه جریان حتی به میزان کم هم آبگیری کرد.

ب) آبگیری در سال دوم از همان چاه به میزان کم یعنی $4\ \frac{m^3}{day}$ امکان پذیر است اما با افزایش نرخ برداشت از چاه بدلیل نزدیک بودن چاه به بدنه سد شبکه جریان محدود می شود و آبگیری را با

www.SID.ir

Archive of SID

مشکل مواجه می کند به همین دلیل چاه به داخل مخزن ودر فاصله دورتری از سد منتقل شد.در این حالت امکان برداشت آب در طول سال با نرخ $30 \frac{m^3}{day}$ امکان پذیر می شود.

ج) با محدود کردن دوره برداشت به دو دوره میزان برداشت آب بدست آمد که در اولین دوره که فقط به پنج ماه پایانی سال آبی محدود شد میزان برداشت $45 \frac{m^3}{day}$ بدست آمد و در دوره دوم که مربوط به سه ماهه پایانی سال آبی بود میزان برداشت $57 \frac{m^3}{day}$ تعیین شد.

د) برای تعیین اثر گالری های زیرزمینی برروی آبدهی چاه، گالری های به موازات محور سد وعمود بر آن با طول های مختلفی در نظر گرفته شد و بعد از تعیین میزان برداشت آب از چاه در حالت به این نتیجه منجر شد که این گالری ها اثر چندانی در آبدهی چاه ندارند و می توانند حداکثر نرخ پمپاژ را تا $63 \frac{m^3}{day}$ افزایش دهند.

و) برای استفاده از حجم ذخیره ای که به دلیل شیب معکوس سنگ کف در فاصله 500 متری بالادست مخزن سد به وجود آمده است چاه بهره برداری به این فاصله منتقل شد و حداکثر میزان برداشت آب از آن $123 \frac{m^3}{day}$ و برای دوره محدود به سه ماهه ی پایانی سال آبی بدست آمد.

منابع

امینی زاده بزنجانی، م.ر، لشگری پور، غ، غفوری، م.، 1389، متدولوژی پایش سد های زیر زمینی (مطالعه موردی پایش سد زیرزمینی راور کرمان)، فصلنامه علمی و پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال اول، شماره 2، 57-43

سعادتی ، م. 1382، تعیین شاخص های مکان یابی جهت ایجاد سدزیرزمینی و شبیه سازی مدل ریاضی جریان در سد زیرزمینی ،پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه صنعتی اصفهان

صفاری ، ع.، اجل لوئیان، ر. ،1393، ارزیابی خصوصیات ژئوتکنیکی سدهای زیر زمینی، نشریه زمین شناسی ایران، دوره 8 ، شماره 4، 2413-2434

طباطبایی یزدی ، ج. 1382، بهره برداری از جریان آب زیرسطحی در آبراهه های فصلی با استفاده از سدهای زیرزمینی ، گزارش نهایی ، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

عاشوری،ا. 1380. مهندسی آبهای زیرزمینی، انتشارات کوشک

همتی نژاد،ح.، 1376، استفاده از مدل‌های آبهای زیرزمینی جهت تهیه طرحهای جامع آبهای زیرزمینی ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

Das Gupta, A. 2000, Assessment of Groundwater Potential with Underground Dam In Phuket Island Of Thalaud ,http://www.iwra.siu.edu/pdf/Gupta.pdf

Hasan, A.N. , Twala, B. , Marwala, T., 2014, Underground water dam levels and energy consumption prediction using computational intelligence techniques, Proceeding of Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA), ,IEEE International Conference , 94 - 99

Ishida.S, Kotok .M, Abe.E . 2003, Construction of Subsurface Dams and their Impaction the Environment "Materials and Geo environment, Vol .50, 149-152

Ishida, S., Tsuchihara, T., Yoshimoto, S., Imaizumi, M., 2011, Sustainable Use of Groundwater with Underground Dams, JARQ, Vol. 45, 51 - 61

Onder, H., Yilmaz, M., 2005, Underground dams, A tool of sustainable development and management of ground water resources, European Water journal, Vol. 11, 35-45

Ouerdachi, L., Boutaghane H., Hafsi R., Boulmaiz Tayeb T., Bouzahar F. 2012, Modeling of Underground Dams Application to Planning in the Semi Arid Areas (Biskra, Algeria), Energy Procedia, Vol. 18, 426–437

Yilmaz, M. 2003, Control of Groundwater by Underground Dams, A thesis Submitted to the Graduate School of Natural and Applied Sciences of the Middle Technical University

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 9, May.-Jun. 2015, p. 381-390

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره2، جلد9، خرداد - تیر 1394، ص. 390-381

Underground Dams Management by Numerical Simulation (Case Study: Ravar Underground Dam in Kerman)

M. Mohammad Mirzaee[1], S.R. Khodashenas[2*], M.H. Davoudi[3] and K. Davari[4]

Recived: Jan.06, 2015 Accepted: May.27, 2015

Abstract

Today, underground dams have very popular application for water storage. These dams due to special circumstances which require the choice of the construction site, surface dams are far less than the amount that will be important for the operational management of the dam .aquifer modeling and simulation with finite difference method was used for calibration and verification. The model was used to simulate the desired options. This modeling showed that with regard to the existing conditions at the time the first dam can corpse was in the reservoir and in near dam body dug due to limited network of the even to low as well as refilling possibility from the second year of the same wells and there is low in case the corpse was in distance possible harvesting more. Also the impact of underground gallery in different weird things was examined and it was clear that had no effect on the rate of harvest.

The modeling showed that with the first dam and reservoir near the dam can't be drilled a well that even the low level of the water. But the second year the possibility to withdraw from there as well as low in the case of a well in the distance, there is the possibility of further withdrawals. The effect of underground galleries in different states was investigated and it was found that there is little impact on the harvest rate.

Keywords: Ravar-e-Kerman, Underground dam, Numericel model, water extraction, PMWin

1- MSc.. in Water Structures., Ferdowsi University of Mashhad
2- Associate Professor, Water Engineering Deptartment, Ferdowsi University of Mashhad
3- Associate Professor., Soil Conservation and Watershed Manag. Res. Institute
4- Associate Professor., Water Engineering Deptartment, Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding Author Email: khodashenas@ferdowsi.um.ac.ir)

www.SID.ir