کاربرد مدل ریاضی MODFLOW در بررسی گزینه‌های مختلف مدیریت منابع آب دشت رامهرمز

منوچهر چیت‌سازان و مسعود ساعت‌ساز

گروه زمین‌شناسی- دانشگاه شهید چمران اهواز

پست الکترونیکی: chitsazan_m@cua.ac.ir

چکیده

دشت رامهرمز از مهّمترین قطب‌های کشاورزی استان خوزستان به شمار می‌آید. عدم استفاده کامل از پتانسیل آب‌های زیرزمینی، کاهش نزولات جوی و عدم مدیریت در بهره‌برداری آب‌های سطحی باعث گردیده که قسمت عمدهٔ اراضی قابل کشت در دشت مذکور بلااستفاده باقی مانده و به تدریج بر اثر فرسایش خاک سطحی، به زمین‌های بایر تبدیل گردد. از طرفی، کمبود شدید آب برای مصارف کشاورزی مشکلاتی را برای توسعهٔ اقتصادی این مناطق فراهم آورده است. از آن جمله، می‌توان به بیکاری، فقر و مهاجرت روستائیان اشاره نمود. به همین دلیل برای غلبه بر مشکلات بهره‌برداری، طرح استفاده توأم منابع آب سطحی و زیرزمینی در دشت مطرح گردید. لذا مدل ریاضی MODFLOW به عنوان یک ابزار کارآمد و باصرفه جهت بررسی گزینه‌های مختلف مدیریتی مورد بررسی و استفاده واقع گردید. ابتدا داده‌های مختلف هواشناسی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و هیدروژئولوژیکی منطقه جمع‌آوری و مورد تجزیه تحلیل واقع شد. پس از تهیهٔ مدل مفهومی، داده‌های لازم در بسته‌های نرم‌افزاری مختلف V. MODFLOW. V.2.6 تعریف گردید. سپس واسنجی مدل توسط کد نرم‌افزاری PEST، مدل مذکور، صحت‌سنجی شد. نهایتاً گزینه‌های مختلف مدیریتی شامل: ادامهٔ روند کنونی برداشت، توسعهٔ آبخوان با حفر چاه‌های جدید، تأثیر زهکش‌ها در مناطق زهدار و بررسی عملکرد آبخوان با انجام عمل انتقال آب و آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که ادامهٔ روند کنونی برداشت از نظر مدیریتی گزینه قابل قبولی نمی‌باشد و برعکس حفر چاه‌های بهره‌برداری در مناطق شرقی و مرکزی و اعمال زهکشی در شمال و جنوب دشت گزینه مناسبی برای استفاده توام منابع آب سطحی و زیرزمینی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: *دشت رامهرمز، شبیه‌سازی، مدل ریاضی MODFLOW، مدیریت منابع آب، واسنجی دستی و کد PEST*

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

دشت رامهرمز در جنوب غربی ایران در فاصلهٔ ۹۰ کیلومتری شرق اهواز بین عرض‌های جغرافیایی ′۳۱°۲۵- ′۳۱°۳۰ شمالی و طول‌های جغرافیایی ′۴۹°۴۳- ′۴۹°۲۵ شرق واقع شده است. دشت رامهرمز از شمال و شمال شرقی به کوه پاگچی، از جنوب به رودخانهٔ مارون، از شرق به تپه‌های شهولی و کوه دوگوش و از غرب به روستای مربچه محدود می‌شود. شیب عمودی دشت از جهت شمال شرق به سمت جنوب غرب و در مواردی از سمت شرق به سمت غرب است. رامهرمز در مسیر اصلی اهواز- بهبهان واقع شده است. محدودهٔ مطالعاتی فوق شامل ۷۶ روستا می‌باشد که در شرق به صورت متمرکز و در جنوب و غرب شهرستان رامهرمز به صورت پراکنده واقع شده‌اند. این دشت برای اوّلین بار در سال ۱۳۷۷ توسط پیرهادی، با استفاده از مدل CUFEM به روش عناصر محدود مورد شبیه‌سازی قرار گرفت. پیرهادی[۲] پس از واسنجی اوّلیه از روش تلسکوپی برای برآورد نهایی مقادیر ضرایب هیدرودینامیک بهره می‌جوید ولی راهکارهای عملی چندانی برای مقابله با بحران کم آبی در دشت ارائه نمی‌نماید. علی‌رغم تحقیقات انجام شده توسط پیرهادی و دیگران، در راستای به روزدرآوری اطلاعات و استفاده کاربردی از نتایج حاصله، این تحقیق بار دیگر آبخوان دشت رامهرمز را به روش تفاضلات محدود توسط دو نرم افزار PMWIN و V.MODEFLOW.2.6 مورد شبیه‌سازی قرار می‌دهد. هدف اوّلیه در مدل‌سازی تعیین ضرایب هیدرودینامیک دشت از طریق واسنجی مدل و هدف نهایی استفاده کاربردی از مدل جهت بررسی گزینه‌های مختلف مدیریتی آبخوان در دشت رامهرمز بوده است.

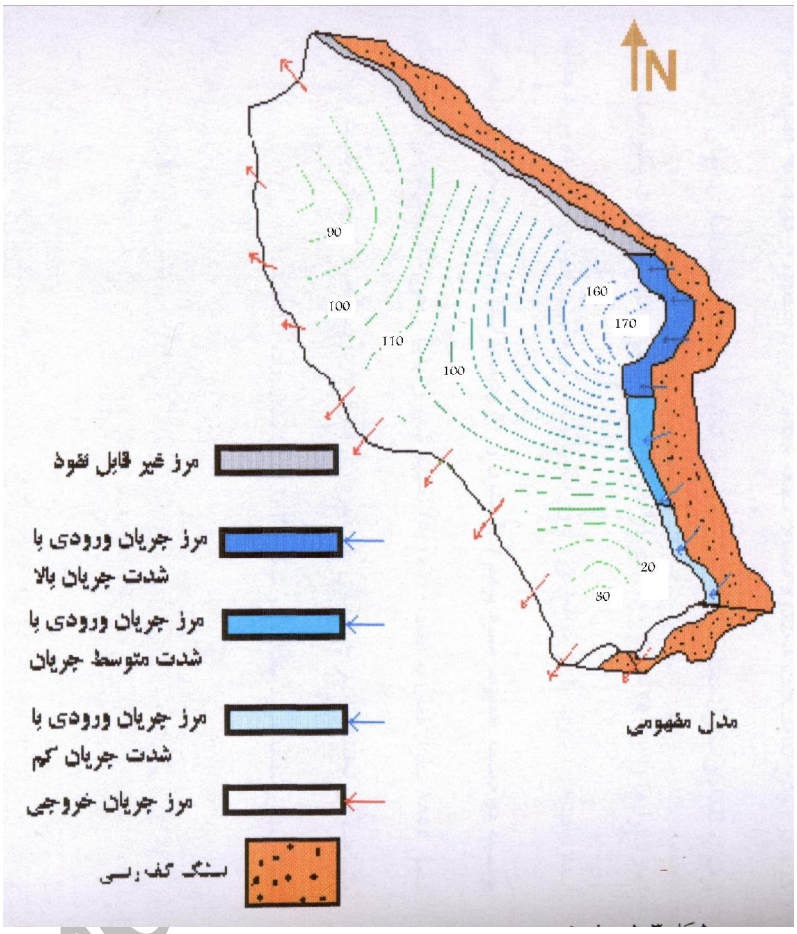
مدل مفهومی آبخوان و شرایط مرزی

آبخوان دشت رامهرمز یک آبخوان نامحصور و غیر همگن است که در بخش‌های مرکزی و شرق از مواد دانه درشت و در بخش‌های غرب و جنوب شرق از مواد دانه‌ریز تشکیل شده است، به صورتی که آبخوان در بخش‌های شمال غرب و جنوب شرق به رسوبات دانه ریز ختم می‌گردد. توپوگرافی سطح زمین با ارتفاع زیاد و از شرق دشت شروع شده و دارای شیبی به سمت غرب و جنوب دشت می‌باشد. حداکثر ارتفاع از سطح دریا ۲۳۵ متر در شرق دشت و حداقل ارتفاع ۷۵ متر در غرب دشت می‌باشد. از سوی دیگر تفسیر خطوط تراز آب زیرزمینی آبخوان نشان می‌دهد مرزهای شرقی خصوصاً در محل ورود رودخانه الله از نوع ورودی و مرزهای غربی و جنوبی از نوع خروجی می‌باشند. شکل ۱ مدل مفهومی آبخوان دشت رامهرمز را نشان می‌دهد که نقشهٔ تراز آب زیرزمینی بر روی آن نشان داده شده است. مطابق با تفسیر خطوط تراز آب زیرزمینی، مرزهای شمال شرقی از نوع نفوذناپذیر، مرزهای جنوب شرقی، خصوصاً در محل ورود رورخانه الله (رامهرمز) از نوع

Archive of SID

www.SID.ir

ورودی و مرزهای جنوبی و غربی از نوع خروجی می‌باشند.



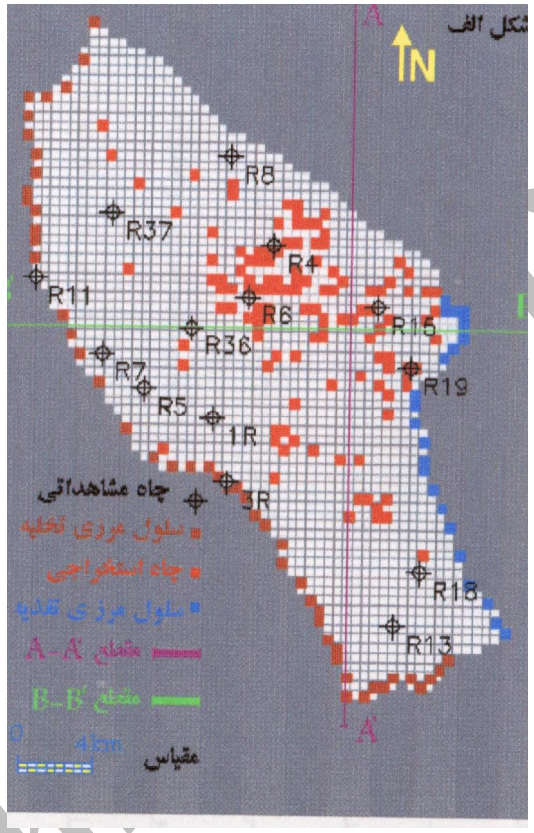
شکل ۱- مدل مفهومی آبخوان همراه با نقشهٔ تراز آب زیرزمینی

شبکه‌بندی مدل

مدل آب‌های زیرزمینی دشت رامهرمز به روش تفاضلات محدود با استفاده از نرم‌افزار Visual MODFLOW شبیه‌سازی گردید[۵]. از این رو ابتدا محدودهٔ مورد مطالعه توسط دو دسته خطوط عمود بر هم (۶۰ ستون و ۸۰ ردیف) به چهار ضلعی‌های مربع شکل شامل ۱۸۵۵ سلول فعال به ابعاد ۵۰۰×۵۰۰ متر تقسیم شد. نهایتاً برخی از سلول‌های فعال که در آن‌ها چاه‌های مشاهداتی و بهره‌برداری قرار دارند، جهت دستیابی به نتایج بهتر به

www.SID.ir

ابعاد کوچک‌تر تقسیم گردیدند. شبکه‌بندی منطقهٔ مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- شبکه مدل آب‌های زیرزمینی دشت رامهرمز، ضمن نمایش محل چاه‌های مشاهداتی و مرزهای تغذیه و تخلیهٔ آبخوان دشت

تقسیم‌بندی زمانی مدل

در دشت رامهرمز با استناد به آمار اطلاعات موجود و با توجّه به شکل هیدروگراف واحد، دورهٔ زمانی واسنجی از مهر ۷۳ الی مرداد ۷۵ به مدت ۶۷۳ روز انتخاب و بر اساس دوره‌های مرطوب و خشک به ۴ دورهٔ تنش تقسیم گردید و سپس با توجّه به ماهانه بودن آمارهای سطح آب منطقه، هر دوره تنش به گام‌های زمانی یک ماهه تقسیم و اطلاعات مورد نیاز برای چاه‌های بهره‌برداری، چشمه‌ها، مربوط به خود در بسته‌های نرم‌افزاری تعریف گردید.

بیلان آب‌های زیرزمینی دشت

به منظور تهیهٔ اطلاعات لازم جهت اجرای مدل لازم است، بیلان منطقه مورد بررسی قرار گیرد. دورهٔ زمانی انتخاب شده جهت تهیهٔ مدل از مهر ۷۳ الی

Archive of SID

www.SID.ir

مهر ۷۵ می باشد. علّت انتخاب این دوره کامل‌تر بودن داده‌های هیدرولوژیکی آن نسبت به دوره‌های قبل است. بر این اساس، اطلاعات جمع‌آوری شده در طی دوره مطالعات مبادرت به تهیهٔ بیلان گردیده که در برقراری این تعادل یا موازنه بین داده‌های تغذیه و تخلیه از رابطهٔ کلی بیلان به صورت زیر استفاده شده است:

مجموع عوامل تغذیه- مجموع عوامل تخلیه= تغییرات حجم مخزن

اجزاء بیلان آب‌های زیرزمینی دشت رامهرمز در دورهٔ واسنجی مدل از مهر ۷۳ الی پایان شهریور ۷۴ در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- اجزای بیلان آب زیرزمینی دشت رامهرمز [۱]

منابع تغذیه	میزان تغذیه Milion m^3/Year	منابع تخلیه	میزان تخلیه Milion m^3/Year
تغذیهٔ ناشی از جریان‌های ورودی	۶۰/۲۴	تخلیهٔ ناشی از جریان‌های خروجی	۲۵/۵۳
تغذیهٔ حاصل از نزولات جوی	۳۴/۰۸	تخلیهٔ ناشی از چاه‌های کشاورزی	۳۲/۵
تغذیهٔ حاصل از رودخانه	۵۴/۸۳	تخلیهٔ ناشی از چاه‌های شرب	۲/۳۳
تغذیهٔ آب برگشتی چاه‌های کشاورزی	۹/۵	تخلیهٔ ناشی از چاه‌های صنعتی	۱/۹۶
تغذیهٔ آب برگشتی چاه‌های شرب	۱/۳۹	تخلیهٔ ناشی از تبخیر	۴۲/۷۱
تغذیهٔ آب برگشتی چاه‌های صنعتی	۱/۱۷	تخلیهٔ ناشی از چشمه‌ها	۳۴/۱۳
تغذیهٔ حاصل از برگشت آب چشمه‌ها	۱۰/۲۳		
مجموع عوامل تغذیه	۱۷۱/۴۴	مجموع عوامل تخلیه	۱۳۹/۱۷
مجموع عوامل تغذیه- مجموع عوامل تخلیه = ۳۲/۲۷			

واسنجی مدل

از آن‌جا که طی تحقیقات انجام گرفته در سال ۱۳۷۳ توسط پیرهادی، حدود اوّلیهٔ مقادیر هدایت هیدرولیکی در دشت رامهرمز مشخص گردیده بود [۲] و با توجّه به این که شرایط حاکم بر آبخوان اساساً شرایط ناماندگار است، واسنجی مدل در شرایط ناماندگار و به دو صورت دستی و اتوماتیک صورت گرفت. در ابتدا با توجّه به شرایط هیدروژئولوژیکی، نتایج آزمایش پمپاژ و لاگ چاه‌ها[۱]، واسنجی دستی مدل جهت مدل منطقه‌بندی اوّلیه مدل با استفاده از نرم‌افزار Visuial MODFLOW صورت گرفت و طی آن چهار منطقهٔ هیدروژئولوژیکی مشخص گردید (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقادیر هدایت هیدرولیکی مناطق مختلف دشت رامهرمز با استفاده از واسنجی دستی

نام منطقه	هدایت هیدرولیکی (متر به روز)
۱	۳
۲	۱۷
۳	۱۶
۴	۱۴

سپس برای منطقه‌بندی دقیق‌تر خصوصیات هیدروژئولوژیکی آبخوان از نرم‌افزار PMWIN جهت واسنجی اتوماتیک آبخوان استفاده گردید[۶].

برای انجام واسنجی اتوماتیک بر روی مدل دشت رامهرمز، ابتدا داده‌های حاصل از آخرین اجرای واسنجی دستی برای نرم‌افزار PMWIN تعریف شد. بدین ترتیب، با ساخته شدن یک فایل با پسوند "Nam" که حاوی اطلاعاتی از داده‌های مدل MODFLOW می‌باشد، نرم‌افزار PMWIN قادر گردید از طریق منوی فایل گزینه "Convert" فایل‌های ورودی را تبدیل و شناسایی کند. در مرحلهٔ بعد فایل‌هایی همانند مختصات مدل، تبخیر تعرق، مختصات چاه‌های مشاهداتی و داده‌های سطوح آب دوره‌های زمانی مختلف، مجدداً برای PMWIN تعریف گردیدند. لازم به توضیح است که در مرحلهٔ تبدیل، این فایل‌ها توسط PMWIN شناسایی نمی‌گردند. پس از تبدیل و ورود داده‌های لازم با استفاده از نرم‌افزار PEST به برآورد پارامترها پرداخته شد[۷] و [۱]. در شکل ۳ منطقه‌بندی هدایت هیدرولیکی(K) و آبدهی ویژه (Sy) پس از پایان واسنجی اتوماتیک نشان داده شده است. مطابق با واسنجی اتوماتیک، مناطق جدید کوچک‌تر که زیر مجموعهٔ مناطق قبلی بودند، تشکیل گردیدند و خطای ناشی از سطح آب مشاهداتی و محاسباتی نیز کاسته شد و واریانس خطا از ۱/۴ به ۵۹٪ کاهش یافت.

صحت‌سنجی مدل

صحت‌سنجی در واقع آزمون ضرایب هیدرودینامیکی Kو Sy به دست آمده از واسنجی مدل در زمان‌های متفاوت از زمان واسنجی مدل است[۳]. به همین جهت برای اطمینان از مدل ساخته شده در آبخوان دشت رامهرمز، نتایج واسنجی اتوماتیک دشت برای مدت ۳۹۵ روز از مرداد ۷۵ الی شهریور۷۶ مورد صحت‌سنجی قرار گرفت. ریشهٔ متوسط مربع خطاها، متوسط قدر مطلق و متوسط خطای باقیمانده سطوح آب، حاصل از صحت‌سنجی به ترتیب ۰/۶۴، ۰/۴۹ و ۰/۰۵ متر به دست آمد که مقبولیت مدل را به عنوان یک ابزار مدیریتی جهت بررسی گزینه‌های مختلف مدیریت آبخوان نشان می‌دهد.

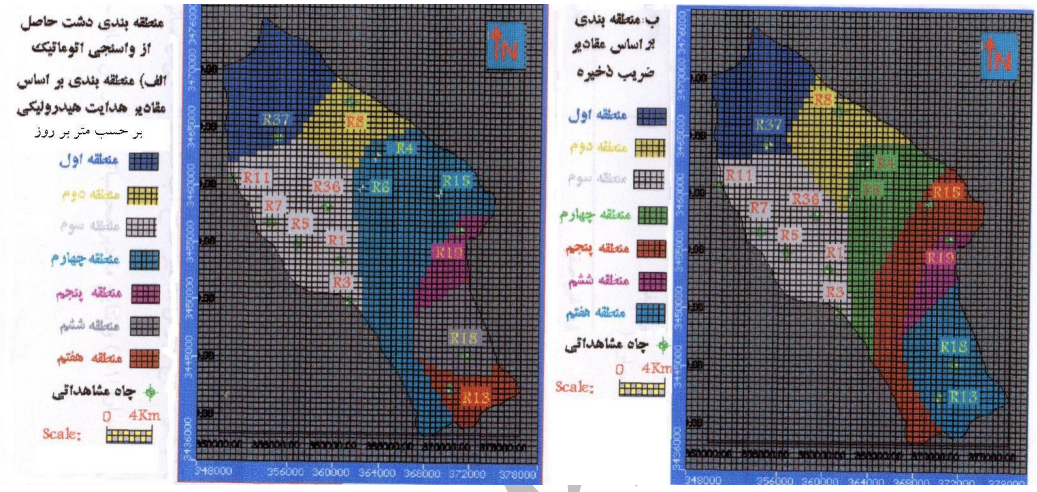
مدیریت منابع آب دشت رامهرمز با استفاده از مدل شبیه سازی آبخوان

عدم بهره‌برداری از پتانسیل موجود آبخوان و بالا بودن سطح آب در مناطق وسیعی از دشت و زهدار شدن اراضی مهّمترین مشکلات موجود در دشت رامهرمز می‌باشد[۴]. در این تحقیق سعی گردید با

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از مدل شبیه‌سازی شدهٔ آبخوان نسبت به بهره‌برداری آب زیرزمینی و تلفیق آن با آب‌های سطحی در قالب گزینه‌های مختلف مدیریتی اقدام شود.



شکل ۳- منطقه‌بندی نهایی هدایت الکتریکی و آبدهی ویژهٔ دشت رامهرمز حاصل از واسنجی اتوماتیک

صحت‌سنجی مدل

صحت‌سنجی در واقع آزمون ضرایب هیدرودینامیکی K و Sy به دست آمده از واسنجی مدل در زمان‌های متفاوت از زمان واسنجی مدل است[۳]. به همین جهت برای اطمینان از مدل ساخته شده در آبخوان دشت رامهرمز، نتایج واسنجی اتوماتیک دشت برای مدت ۳۹۵ روز از مرداد ۷۵ الی شهریور۷۶ مورد صحت‌سنجی قرار گرفت. ریشهٔ متوسط مربع خطاها، متوسط قدر مطلق و متوسط خطای باقیمانده سطوح آب، حاصل از صحت‌سنجی به ترتیب ۰/۶۴، ۰/۴۹ و ۰/۰۵ متر به دست آمد که مقبولیت مدل را به عنوان یک ابزار مدیریتی جهت بررسی گزینه‌های مختلف مدیریت آبخوان نشان می‌دهد.

مدیریت منابع آب دشت رامهرمز با استفاده از مدل شبیه سازی آبخوان

عدم بهره‌برداری از پتانسیل موجود آبخوان و بالا بودن سطح آب در مناطق وسیعی از دشت و زهدار شدن اراضی مهّمترین مشکلات موجود در دشت رامهرمز می‌باشد[۴]. در این تحقیق سعی گردید با استفاده از مدل شبیه‌سازی شدهٔ آبخوان نسبت به بهره‌برداری آب زیرزمینی و تلفیق آن با آب‌های سطحی در قالب گزینه‌های مختلف مدیریتی اقدام شود.

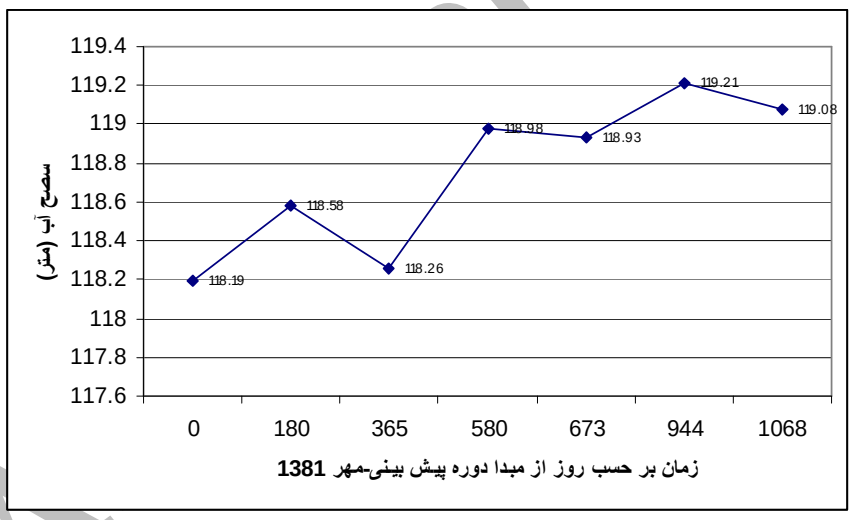
Archive of SID

www.SID.ir

گزینهٔ الف: ادامهٔ روند کنونی بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی

از مدل واسنجی شدهٔ آب‌های زیرزمینی دشت برای پیش‌بینی وضعیت سطح آب در سه سال آینده استفاده گردید. در این گزینه سطح ایستایی مهر ۸۱ به عنوان شرایط اوّلیه به مدل داده شده و فرض گردید که میزان بارندگی برابر میزان متوسط سی ساله در ایستگاه آب‌سنجی دشت (ایستگاه پاگچی رامهرمز) و برابر ۳۱۷/۸۳ میلی‌متر باشد. پس از در نظر گرفتن آخرین شرایط موجود، مدل برای مدّت سه سال از مهر ۸۱ الی مهر ۸۴ اجرا و مقادیر سطح آب در پایان هر دوره و گام زمانی محاسبه گردید.

شکل ۴ هیدروگراف واحد سطح آب پیش بینی دشت رامهرمز(مهر ۸۴) نسبت به هیدروگراف واحد سطح اوّلیه دورهٔ(مهر ۸۱) را نشان می‌دهد. در این صورت با ادامهٔ روند کنونی بهره‌برداری در مهر ۸۴ حدوداً نیمی از سطح دشت دارای تراز آبی کمتر از سه متر خواهد بود و انتظار می‌رود در این مناطق که شمال و جنوب دشت را پوشش می‌دهند مشکلات ناشی از بالا بودن سطح آب مشاهده گردد.



شکل ۴- مقایسهٔ هیدروگراف واحد سطح آب پیش‌بینی شدهٔ دشت در مهر ۸۴ با هیدروگراف سطح آب در مهر ۸۱

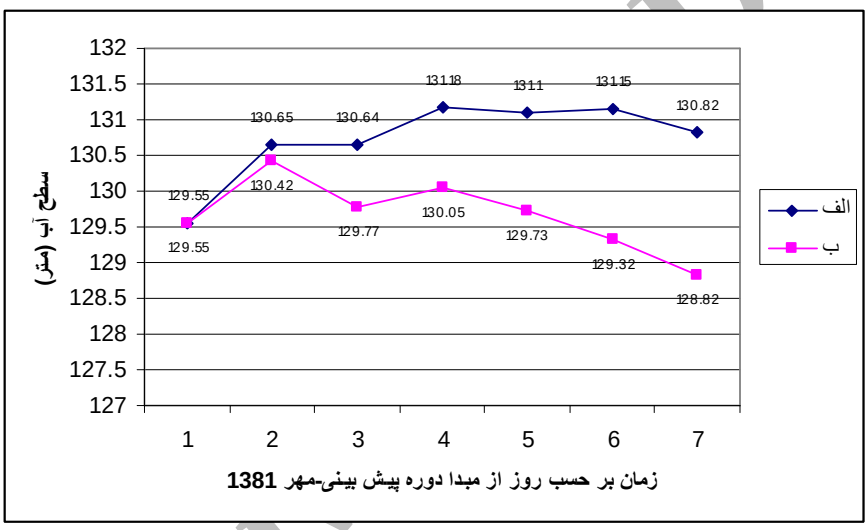
گزینهٔ ب: احداث چاه‌های بهره‌برداری جدید

شرایط هیدروژئولوژیکی دشت و بیلان مثبت آن نشان می‌دهد که منطقه برای توسعهٔ بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی به خصوص از نظر حفر چاه‌های جدید دارای پتانسیل خوبی باشد. به همین جهت چاه‌های جدید جزء گزینه‌های مدیریتی قرار گرفت. قبل از بررسی احداث چاه‌های جدید، تعیین محل چاه‌های جدید از لحاظ ضخامت آبخوان، عمق سطح ایستایی، وضعیت هیدروژئولوژیکی آبخوان (مقادیر

Archive of SID

www.SID.ir

K و Sy) و کیفیت شیمیایی آبخوان مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس تعداد ۳۳ حلقه چاه مجازی با دبی ۸/۹ لیتر در ثانیه و با احتساب دوازده ساعت کارکرد در روزهای آبیاری و بر اساس الگوی کشت در مدل تعریف گردید. به این ترتیب با حفر چاه‌های مذکور حدود ۹ میلیون متر مکعب آب در سال از آبخوان استحصال می‌شود. (شکل ۵) هیدروگراف چاه‌های مشاهده‌ای R_4 و R_6 (واقع در منطقهٔ حفر چاه‌های جدید)، قبل و بعد از تعریف چاه‌های بهره‌برداری جدید در طی گام‌های زمانی دوره پیش‌بینی سه ساله را نشان می‌دهد.



الف) روند تغییرات سطح آب نقاط کنترل قبل از توسعهٔ آبخوان

ب) روند تغییرات سطح آب نقاط کنترل بعد از توسعهٔ آبخوان

شکل ۵- هیدروگراف چاه‌های مشاهداتی **R_4** و **R_6** قبل و بعد از احداث چاه‌های بهره‌برداری جدید

همان‌گونه که در شکل نشان داده شده است، بر اثر این گزینه، سطح آب زیرزمینی به میزان زیادی افت می‌نماید (منحنی ب).

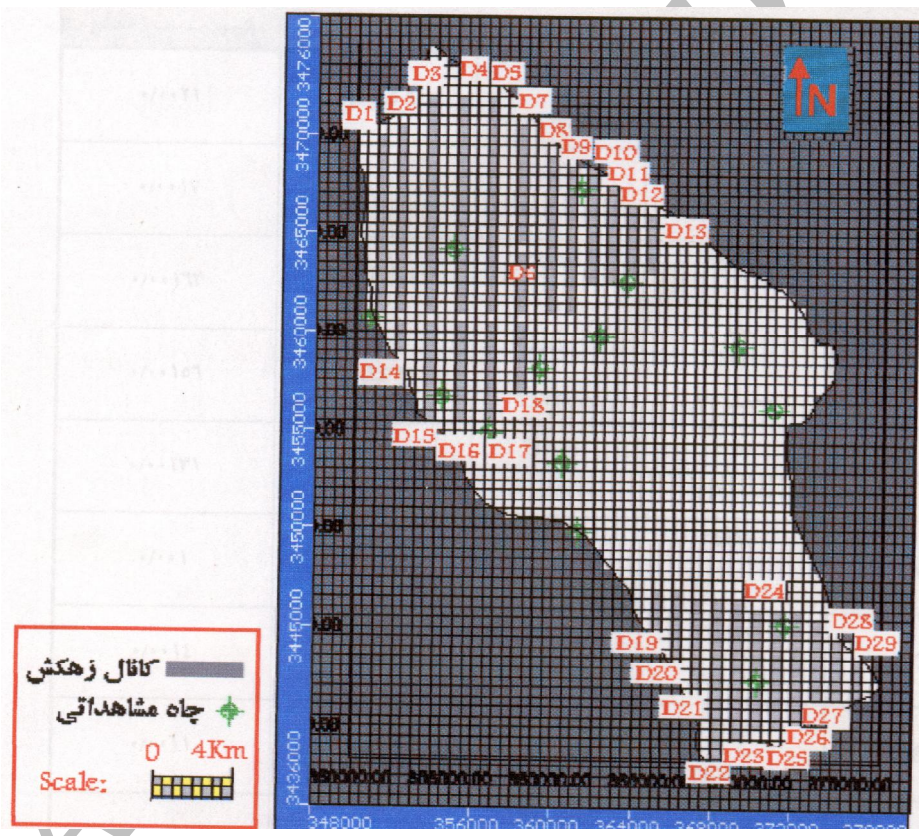
گزینهٔ ج: ایجاد زهکش در مناطق شمالی و جنوبی دشت

دشت رامهرمز از جمله مناطقی است که با مشکل بالا بودن سطح آب مواجه می‌باشد. عدم بهره‌برداری صحیح از پتانسیل منابع دشت رامهرمز مهّمترین عامل بالا بودن سطح آب در دشت می‌باشد. به همین جهت گزینهٔ ایجاد زهکش در مناطق شمالی و جنوبی دشت به عنوان یک گزینهٔ مدیریتی مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از بسته زهکش نرم‌افزار MODFLOW در مدل تعریف گردید. طراحی سیستم‌های زهکشی بر اساس، خصوصیات زمین‌شناسی، توپوگرافی، شیب زمین و تغییرات هیدرولیکی صورت گرفت. از این

Archive of SID

www.SID.ir

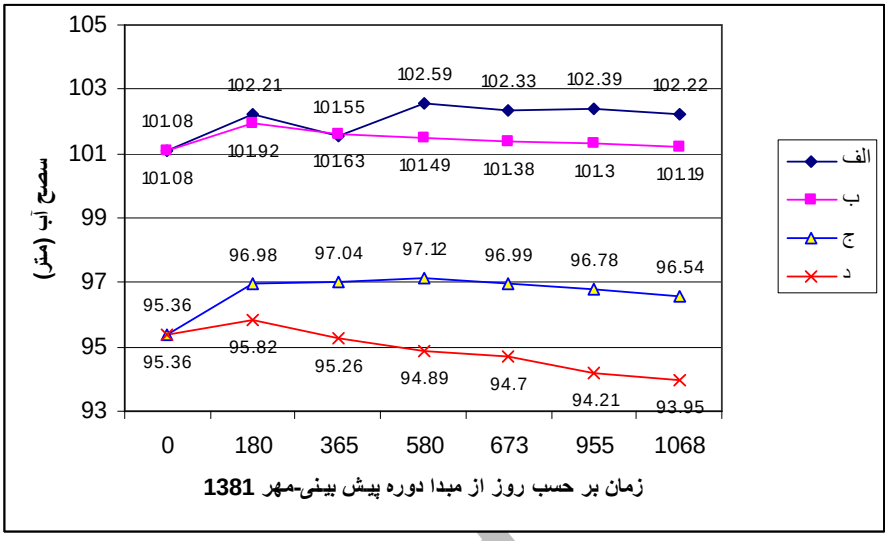
رو مسیر زهکش‌ها به گونه‌ای تعیین گردید که شیب زمین کمک به تخلیهٔ ثقلی آب‌های زهکشی شده نماید تا باعث کاهش هزینه‌ها گردد. نقطه خروجی سیستم‌های زهکشی محلی است که زهکش‌های جمع کننده، زه آب‌ها را وارد یک زهکش طبیعی می‌کنند. شکل ۶ تعریف زهکش را در شبکه مدل آب‌های زیرزمینی دشت رامهرمز نشان می‌دهد. محل پیشنهادی زهکش‌ها به صورت D_1 تا D_{29} در شکل مشخص گردیده است.



شکل ۶- وضعیت تعریف زهکش‌ها در شبکهٔ مدل آب زیرزمینی دشت رامهرمز

برای بررسی تأثیر زهکش‌ها در مناطق شمالی دشت از چاه‌های مشاهداتی R_7، R_8، R_{11} و R_{37} استفاده گردید و در مدّت سه سال از مهر ۸۱ الی مهر ۸۴ روند تغییرات سطح آب زیرزمینی به صورت هیدروگراف بررسی گردید(شکل ۷). به همین ترتیب روند تغییرات ایجاد شده در اثر اعمال زهکش‌ها در بخش جنوبی از چاه‌های مشاهداتی R_{13} و R_{18} به عنوان نقاط نشانه استفاده گردید.

www.SID.ir



الف) روند تغییرات سطح آب چاه‌های شمال دشت قبل از اعمال زهکش‌ها

ب) روند تغییرات سطح آب چاه‌های شمال دشت بعد از اعمال زهکش‌ها

ج) روند تغییرات سطح آب چاه‌های جنوب دشت قبل از اعمال زهکش‌ها

د) روند تغییرات سطح آب چاه‌های جنوب دشت بعد از اعمال زهکش‌ها

شکل ۷- هیدروگراف چاه‌های مشاهداتی شمال و جنوب دشت، قبل و بعد از تعریف زهکش‌ها در مدل آب‌های زیرزمینی دشت رامهرمز

همان‌طور که مشاهده می‌شود تأثیر افت ایجاد شده توسط زهکش‌ها با گذشت زمان بیشتر شده و گمان می‌رود که زهکش‌ها سطح ایستایی آبخوان را با گذشت زمان به یک حالت تعادل برسانند. ضمناً در مناطق جنوبی افت حاصل شده از اعمال زهکش‌ها نسبت به مناطق شمالی بیشتر است که این امر ناشی از تفاوت ضرایب هیدرودینامیک در این دو ناحیه از آبخوان است.

گزینهٔ د: انجام انتقال آب و آبیاری اراضی کشاورزی در مناطق مورد نیاز

بررسی منابع تأمین کننده نیاز آبی کشاورزان نشان می‌دهد که مناطق غرب و شمال غرب دشت از نظر تأمین آب در شرایط بحرانی به سر می‌برند، زیرا منابع تأمین کنندهٔ آب در این مناطق ریزش‌های جوی و تعداد بسیار معدودی چشمه و چاه می‌باشد. به همین جهت کشاورزانی که در بخش‌های غربی و شمال غربی قرار دارند از نظر تأمین آب مورد نیاز در

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط بحرانی بسر می‌برند و از احداث شبکه آبیاری و زهکشی در منطقه استقبال می‌نمایند. لذا تأثیر انتقال آب این مناطق بـه آبخـوان دشـت جـزء گزینـه‌هـای مدیریتی محسوب و به صورت زیر مورد بررسی قرار گرفت:

گزینه د-۱: بررسی واکنش آبخوان بدون اجرای طرح توسـعه و اعمـال زهکـش‌هـا و بـا انجـام عملیات آبیاری به صورت سنتی.

گزینهٔ د-۲: بررسی واکنش آبخوان بدون اجرای طرح توسـعه و اعمـال زهکـش‌هـا و بـا انجـام عملیات آبیاری به صورت شبکه.

د-۱: بررسـی واکـنش آبخـوان بـدون اجـرای طـرح توسعه و اعمال زهکش‌هـا و بـا انجـام عملیـات آبیاری به صورت سنتی.

د-۲: بررسـی واکـنش آبخـوان بـدون اجـرای طـرح توسعه و اعمال زهکش‌هـا و بـا انجـام عملیـات آبیاری به صورت شبکه.

د-۳: روند کنونی، بدون انجام اجرای طرح توسعه و زهکشی.

گزینهٔ د-۳: روند کنونی، بـدون انجـام اجـرای طـرح توسعه و زهکشی.

گزینهٔ د-۴: بررسی واکنش آبخـوان بـا اجـرای طـرح توسـعه و اعمـال زهکـش‌هـا و بـا انجـام عملیات آبیاری به صورت سنتی.

گزینهٔ د-۵: بررسی واکنش آبخـوان بـا اجـرای طـرح توسـعه و اعمـال زهکـش‌هـا و بـا انجـام عملیات آبیاری به صورت شبکه.

در شـکل ۸ رونـد تغییـرات آبخـوان بـا اسـتفاده از هیدروگراف چاه‌هـای مـشاهداتی R_4 و R_{37} در اثـر اعمال گزینه‌های مذکور نشان داده شده است.

د-۴: بررسی واکنش آبخوان با اجرای طرح توسـعه و اعمال زهکش‌ها و با انجام عملیات آبیاری به صورت سنتی.

د-۵: بررسی واکنش آبخوان با اجرای طرح توسـعه و اعمال زهکش‌ها و با انجام عملیات آبیاری به صورت شبکه.

نتیجه‌گیری

استفاده از مدل ریاضی MODFLOW و PMWIN بررسی لازم انجام و تأثیر گزینه‌های مختلف مـدیریتی بر آبخوان دشت مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج زیر حاصل گردید.

مدل واسنجی شـده دشـت نـشان مـی‌دهـد چنـان‌چـه میـزان تغذیـه و تخلیـهٔ آبخـوان از نظـر پارامترهای هواشناسی برابر متوسط سی ساله دشت و از نظر سایر پارامترها تغذیه و تخلیه بر اساس آخـرین آمار موجود باشد، ادامهٔ روند کنونی بهره‌برداری باعث

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود هیدروگراف واحد آبخوان از مهر ۸۰ الی مهر ۸۳، ۰/۸۸ متر صعود نماید، که این امر مشکلات ناشی از بالاآمدگی آب را تشدید خواهد نمود.

شبیه‌سازی آبخوان نشان می‌دهد چنان‌چه ۳۳ حلقه چاه عمیق با دبی ۱۵۵۵ متر مکعب در روز حفر شود با توجّه به ضخامت آبخوان، عمق سطح ایستایی، خصوصیات هیدرودینامیکی و هیدروشیمیایی، ضمن استحصال ۸/۸۹ میلیون متر مکعب آب در سال می‌توان بالاآمدگی سطح آب در پائین دست مسیر جریان (شمال غرب و غرب دشت) را کاهش یا متوقف نمود. هیدروگراف پیزومترهای R_4 و R_6 به عنوان نقاط کنترل نشان می‌دهد که پایان دوره سه ساله پیش‌بینی توسعهٔ آبخوان در مناطق شرقی و مرکزی موجب کاهش ۲/۲۱ متری سطح آب در این مناطق می‌گردد.

خراب شدن ساختمان خاک، شوری و تجمع نمک، کاهش رشد گیاهان و نهایتاً بایر شدن اراضی از مهّمترین مشکلات ناشی از بالا بودن سطح آب زیرزمینی در دشت است[۲]. طراحی زهکش‌ها در مساحتی بالغ بر ۲۷۰ کیلومتر مربع از دشت با در نظر گرفتن استقرار عمق ۲/۵ تا ۳ متر در فواصل ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری نشان می‌دهد که اعمال زهکش‌ها در مدت ۳ ساله پیش‌بینی باعث افتی معادل با ۱/۰۲ متر در هیدروگراف پیزومترهای شمال و افتی معادل با ۲/۵۸ متر در هیدروگراف پیزومترهای جنوب دشت می‌شوند. متفاوت بودن مقادیر افت حاصله ناشی از متفاوت بودن جنس رسوبات و در نتیجه متفاوت بودن ضرایب هیدرودینامیکی در این مناطق است.

تأمین آب مورد نیاز و انتقال آب به مناطق بحرانی مهّمترین مسئله در امر توسعه کشاورزی به شمار می‌رود. از آن‌جا که مناطق غرب و شمال غربی دشت از نظر تأمین آب در شرایط بحرانی بسر می‌برند، تأمین و آبرسانی به این مناطق در محدوده‌ای بالغ بر ۷۵ کیلومتر مربع بررسی و مشخص گردید که بر اساس الگوی کشت مختلط حداکثر نیاز آبی کشاورزی از اسفندماه الی شهریور بوده در حالی که آبدهی رودخانه الله در این دوره به حداقل می‌رسد. توسعهٔ آبخوان و تشویق زارعین نواحی شرقی و مرکزی در استفاده از آب چاه‌های بهره‌برداری، انتقال آب چشمه‌ها با دبی بالا به رودخانه و اعمال طرح زهکشی به همراه مدیریت و ساماندهی مسیر رودخانه امکان تأمین آب را برای این مناطق فراهم می‌آورد.

عملکرد آبخوان در مقابل اجرای طرح انتقال آب و آبیاری در محدودهٔ غرب و شمال غرب دشت نشان می‌دهد که آبخوان بسته به اجرای یا عدم اجرای طرح توسعه و زهکشی، انجام عملیات آبیاری به صورت سنتی یا شبکه، عملکردهای مختلفی دارد. از این رو عکس‌العمل آبخوان در شرایط مختلف مدیریتی در امر آبرسانی و آبیاری با مشاهدهٔ تغییرات سطح آب در هیدروگراف پیزومترهای محدودهٔ طرح (R_{37}, R_4) مورد بررسی قرار گرفت. با در نظر گرفتن سطح آب اوّلیه ۱۰۵/۶۱ متر در هیدروگراف این دو چاه مشاهداتی به عنوان نقاط کنترل، در آغاز دوره پیش‌بینی (مهر ۱۳۸۱) روند تغییرات هیدروگراف این دو پیزومتر به شرح زیر می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

سطح آب هیدروگراف پیزومترهای R_4 و R_{37} در آغاز دورهٔ پیش‌بینی: ۱۰۵/۶۱ متر

سطح آب هیدروگراف پیزومترهای R_4 و R_{37} در مهر ۸۴ در پایان دورهٔ پیش‌بینی با ادامهٔ روند کنونی برداشت: ۱۰۷/۱۱ متر

سطح آب هیدروگراف پیزومترهای R_4 و R_{37} در مهر ۸۴ در صورت اجرای طرح آبیاری سنتی: ۱۱۱/۴۱ متر

سطح آب هیدروگراف پیزومترهای R_4 و R_{37} در مهر ۸۴ در صورت اجرای طرح آبیاری شبکه: ۱۱۱/۶۷ متر

سطح آب هیدروگراف پیزومترهای R_4 و R_{37} در مهر ۸۴ در صورت اجرای طرح آبیاری سنتی و اجرای طرح توسعهٔ آبخوان و شبکهٔ زهکشی: ۱۰۶/۶۸ متر

سطح آب هیدروگراف پیزومترهای R_4 و R_{37} در مهر ۸۴ در صورت اجرای طرح آبیاری شبکه و اجرای طرح توسعهٔ آبخوان و شبکهٔ زهکشی: ۱۰۶/۴۶ متر

نتایج فوق نشان می‌دهد که اجرای طرح توسعه و زهکشی قبل از اجرای آبیاری بسیار ضروری بوده و می‌توان ضمن تأمین آب مورد نیاز کشاورزی خطرات بالاآمدگی سطح آب آبخوان را کاهش داده و در این میان اجرای طرح به صورت شبکه در کاهش تلفات آب و کاهش بالاآمدگی نقش بیشتری نسبت به روش سنتی خواهد داشت، هر چند که اجرای طرح آبیاری شبکه متحمل هزینه‌های بالاتری نسبت به شیوه‌های سنتی خواهد بود.

پیشنهادات

از آن‌جا که آنالیز داده‌های هیدروشیمیایی دشت بسیار ضروری به نظر می‌رسد می‌بایست ضمن نمونه‌برداری مستمر اقدام به تهیّهٔ مدل کیفی آبخوان و ادغام نتایج مدل کمی و مدل کیفی نمود.

صحّت نتایج یک طرح تحقیقاتی تابع صحت داده‌های اوّلیهٔ آن طرح می‌باشد. به همین جهت اندازه‌گیری دقیق سطوح آب زیرزمینی نقش بسیار مهّمی در مطالعات آتی آبخوان دارد. پیشنهاد می‌گردد ضمن آموزش متصدیان امر، دستگاه‌های مجهز و دارای حساسیت بالا برای اندازه‌گیری و قرائت سطح آب پیزومترها در اختیار آنان قرار داد.

انجام آزمایش پمپاژ به صورت دقیق توسط کارفرمای مجرب و اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری سطحی در مناطق مختلف دشت می‌توان در برآورد پارامترهای هیدروئولوژیکی بسیار مؤثر واقع گردد. از سوی دیگر پیشنهاد می‌گردد برای تعیین دقیق میزان تغذیهٔ آبخوان از طریق رودخانه و انهار، نفوذپذیری بستر آبراهه‌ها و انهار سنتی اندازه‌گیری و در صورت امکان در مسیر رودخانه الله چندین پیزومتر حفر گردد.

از آن‌جا که بسیاری از چاه‌های موجود در دشت کار کرد بسیار پایین داشته می‌بایست با اعطای وام‌های کم بهرهٔ مالکین چاه‌ها را تشویق به حفر چاه‌های جدید نموده و حتّی می‌توان در فصول گرم که با کاهش آبدهی رودخانه همراه هستیم با عقد قرارداد با مالکین چاه‌ها، ساعت کارکرد چاه‌ها را افزایش داده و بخش مازاد آب استحصالی را به سمت

Archive of SID

www.SID.ir

کانال‌های آبرسانی هدایت نموده تا نیاز کشاورزان در پایین دست مسیر کانال‌ها برآورد شود.

مراجع

[۱] ساعت‌ساز، مسعود، مطالعهٔ استفاده توام از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی دشت رامهرمز جهت توسعهٔ کشاورزی با استفاده از مدل ریاضی عددی، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۸۱.

[۲] پیرهادی، علی، مطالعات منابع آب دشت رامهرمز بررسی‌های مختلف مدیریتی با استفاده از مدل ریاضی، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۷۷.

[۳] کرسیک، نون، مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی و حل مسائل هیدروژئولوژی، ترجمهٔ منوچهر چیت‌سازان و حیدرعلی کشکولی، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۸۱.

[۴] شرکت مهندسین مشاور دزآب، طرح تلفیق آب‌های سطحی و زیرزمینی دشت رامهرمز، ۱۳۷۹.

[5] Mc Donald, M.C. and Harbough, A.W., MODFLOW: A modular 3D finite difference ground water flow model. US Geological survey, open-File Report 83-875 (Chapter A1). (1988).

[6] Chiang, W.H. and Kinzelbach, W., PMWIN: Processing MODFLOW for Windows-a simulation system for modeling groundwater flow and pollution. Distributed by C vision Pty Ltd. 185 Elizabeth suite 320, Sydney NSW 2000, Australia, (1996).

[7] Doherty, J., Brebber, L. and Whyte, P., PEST: Model independent Parameter Estimation user's Manual Water Computing, Australia, (1994).

Archive of SID

www.SID.ir