بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی گرایش هیدروژئولوژی

عنوان:

شبیه‌سازی و ارزیابی اثرات انتقال آب از سد تالوار بر آبخوان دشت همدان – بهار

استاد راهنما:

دکتر ناصر اسدی

تحقیق و نگارش:

سعید فتحی

(این پایان‌نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره‌مند شده است)

تیر ۱۳۹۱

بسمه تعالی

این پایان‌نامه با عنوان **شبیه‌سازی و ارزیابی اثرات انتقال آب از سد تالوار بر آبخوان دشت همدان - بهار** قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی، گرایش هیدروژئولوژی توسط دانشجو **سعید فتحی** با راهنمایی استاد پایان‌نامه **دکتر ناصر اسدی** تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می‌باشد.

سعید فتحی

این پایان‌نامه ۶ واحد درسی شناخته می‌شود و در تاریخ ۱۳۹۱/۴/۱۰ توسط هیئت داوران بررسی و درجه عالی به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
استاد راهنما:	دکتر ناصر اسدی		۹۱/۴/۱۰
داور ۱:	دکتر مهدی اژدری مقدم		
داور ۲:	دکتر حمیدرضا سلوکی		۹۱/۴/۱۰
نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر علی اصغر مریدی		

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب **سعید فتحی** تعهد می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

سعید فتحی

تقدیم با عشق به

تکیه‌گاه استوار پدرم

اسطوره عشق و ایثار مادرم

سپاسگزاری

حمد و سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی‌مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به هم نشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت. پس از یاری خدا، پیمودن این راه ممکن نبود مگر در سایه راهنمایی استاد ارجمندم آقای دکتر ناصر اسدی که با راهنمایی‌های مفید و پیشنهادات سازنده خود، مرا در ارائه هر چه بهتر این رساله یاری نمودند. همچنین از کارمندان شرکت آب منطقه‌ای استان همدان، بخصوص از آقای مهندس ستوده، آقای مهندس معین، آقای مهندس نذافیان و آقای مهندس بداغیان که همکاری لازم را با بنده نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین از اساتید داور جناب آقای دکتر مهدی اژدری مقدم و آقای دکتر حمیدرضا سلوکی که قبول زحمت نموده و داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند سپاسگزاری می نمایم.

از تمامی دوستان عزیزم، آقایان زارعی، امیر محمودی، میرزایی، امیدی و هم کلاسی‌های عزیزم، کاکی، بخشی پور، ناروئی و ریکی، و همکاران گرامیم، خانم مهندس مسلمی، آقای مهندس قاسم مهدوی که به نحوی مرا در انجام این پایان نامه یاری نمودند تشکر می کنم.

در آخر نیز از خانواده عزیزم تشکر می کنم که سایه پر مهر پدرم و دعای خیر مادرم آرام بخش لحظات پر تلاطم زندگی و قوت قلب من بوده اند.

سعید فتحی

تیر۹۱

چکیده

دشت همدان – بهار با مساحت تقریبی ۲۵۰۰ کیلومتر مربع در دامنه‌ی شمالی ارتفاعات الوند واقع شده است. طی سال‌های اخیر در اثر برداشت‌های بیش از حد و خشکسالی، سطح آب زیرزمینی در این منطقه دچار افت گردیده است؛ در این راستا طرح آب‌رسانی از سد تالوار به این دشت در دست اجراست. هدف از اجرای این طرح تأمین بخشی از نیاز آبی منطقه، و جلوگیری از ادامه افت سطح آب در این منطقه می‌باشد. لذا در این تحقیق با استفاده از کد کامپیوتری مادفلو و رابط کاربری جی ام اس، به بررسی تأثیر اجرای این طرح بر آبخوان این دشت پرداخته شده است. برای این منظور با استفاده از داده و اطلاعات موجود از دشت، مدل ریاضی آبخوان اصلی دشت تهیه گردیده و از داده‌های سطح آب مهرماه ۱۳۸۷ در حالت پایدار و آبان‌ماه ۱۳۸۷ تا مهرماه ۱۳۸۸ در حالت ناپایدار برای واسنجی مدل استفاده شد. در مرحله واسنجی از کد کامپیوتری پِست برای تخمین مقادیر مجهول ضریب هدایت هیدرولیکی در حالت پایدار و مقادیر ضریب آبدهی ویژه در حالت ناپایدار استفاده گردید. سپس برای صحت‌سنجی مدل از داده و اطلاعات آبان‌ماه ۱۳۸۸ تا مهرماه ۱۳۸۹ بهره گرفته شد و بعد از تأیید اعتبار و صحت مدل تهیه شده، سه سناریوی مدیریتی ارائه و نتایج اجرای آنها توسط مدل مورد ارزیابی قرار گرفت.

سناریوی اول با فرض ادامه روند برداشت کنونی از آبخوان، طراحی و اجرا گردید؛ که نتایج این سناریو حاکی از ادامه‌ی افت سطح آب در منطقه مورد مطالعه بوده، که تا مهرماه ۱۳۹۴ به بیش از ۲/۵ متر نیز می‌رسد. سناریوی دوم مدل با فرض اجرای طرح آب‌رسانی از سد تالوار و توقف برداشت آب زیرزمینی از چاه‌های آب شرب طراحی شد و مدل با این شرایط اجرا گردید. در پی اجرای این سناریو، یک سال پس از اجرای طرح آب‌رسانی، در قسمت‌های مرکزی آبخوان، افت سطح آب متوقف گردیده و میانگین سطح تراز آب زیرزمینی محدوده مدل‌سازی تا ۸۰ سانتی‌متر بهبود می‌یابد. سناریوی سوم با فرض استفاده تلفیقی به منظور تأمین آب شرب طراحی و اجرا گردید. نتایج نشان می‌دهد که با تأمین ۶۰ درصدی آب شرب از محل این طرح می‌توان انتظار داشت که افت سطح آب متوقف گردد. ولی در صورتی که سهم آب ورودی از محل طرح کمتر از این میزان باشد، فقط می‌تواند شیب افت هیدروگراف معرف سطح آب منطقه را کاهش دهد. در نهایت نیز یک روش نوین برای تحلیل روند هیدروگراف

معرف سطح آب زیرزمینی باکاربرد مدیریتی ابداع گردید و با استفاده از آن، وضعیت روند هیدروگراف معرف سطح تراز آب منطقه مطالعاتی، برای کمک به امر انتخاب سناریوهای مدیریتی، مناسب مورد ارزیابی قرار گرفت.

واژگان کلیدی:

تحلیل سری زمانی، دشت همدان – بهار، سد تالوار، مدل‌های آب زیرزمینی، ، هیدروگراف معرف سطح آب، GMS

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱. فصل اول (کلیات) ۱

۱-۱. مقدمه ۲
۱-۲.بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق ۳
۱-۳. فرضیه‌ها ۴
۱-۴. اهداف تحقیق ۴
۱-۵. سابقه تحقیق ۵
۱-۶. ساختار پایان نامه ۹

۲. فصل دوم (مبانی تحقیق) ۱۱

۲-۱. مقدمه ۱۲
۲-۲. مدل جریان آب زیرزمینی ۱۲
۲-۲-۱. تعریف مدل ۱۲
۲-۲-۲. انواع مدل‌های آب زیرزمینی ۱۳
۲-۲-۳. پروتکل مدل‌سازی آب زیرزمینی ۲۱
۲-۳. معرفی کد کامپیوتری "جی ام اس" ۳۹
۲-۳-۱. قطعات "جی ام اس" ۴۱
۲-۳-۲. ویژگی‌های "جی ام اس" ۴۴
۲-۴. تحلیل سری‌های زمانی ۴۵

۳. فصل سوم (منطقه مورد مطالعه) ۵۳

۳-۱. مقدمه ۵۴
۳-۲. مشخصات جغرافیایی دشت همدان - بهار ۵۴
۳-۳. هیدرولوژی و اقلیم منطقه ۵۶
۳-۳-۱. بارندگی ۵۶
۳-۳-۲. تبخیر ۵۸

عنوان صفحه

۳-۳-۳. دما ۵۸
۳-۳-۴. اقلیم منطقه ۵۸
۳-۳-۵. آب‌های سطحی ۵۹
۳-۴. زمین‌شناسی منطقه ۵۹
۳-۴-۱. چینه‌شناسی و لیتولوژی ۶۱
۳-۴-۲. تکتونیک ۶۶
۳-۴-۳. هیدروژئولوژی ۶۸
۳-۵. سیستم جمع‌آوری فاضلاب شهری و تصفیه‌خانه شهر همدان ۷۳
۳-۶. طرح آب‌رسانی همدان از سد تالوار ۷۵
۳-۶-۱. مشخصات کلی طرح ۷۶
۳-۶-۲. مخازن تعدیل و ذخیره ۸۰
۳-۶-۳. ایستگاه‌های پمپاژ ۸۰
۳-۶-۴. آبگیری از سد تالوار ۸۰
۳-۶-۵. تصفیه‌خانه طرح آب‌رسانی از سد تالوار به همدان ۸۱

۴. فصل چهارم (روش‌ها و یافته‌ها) ۸۲

۴-۱. مقدمه ۸۳
۴-۲. مطالعات کتابخانه‌ای ۸۳
۴-۲-۱. تصاویر و عکس‌های ماهواره‌ای ۸۴
۴-۲-۲. آمار و اطلاعات هواشناسی ۸۴
۴-۲-۳. آمار و اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری ۸۴
۴-۲-۴. نقشه توپوگرافی ۸۷
۴-۲-۵. نقشه سنگ کف ۸۸
۴-۲-۶. اطلاعات هیدروژئولوژی ۸۹
۴-۲-۷. نیاز آبی کشت‌های رایج محصولات کشاورزی دشت همدان – بهار ۹۷
۴-۲-۸. نیاز آب شرب شهر همدان و شهرها و روستاهای دشت همدان – بهار ۹۸
۴-۳. مطالعات میدانی ۱۰۰
۴-۳-۱. بازدیدهای صحرایی ۱۰۰
۴-۳-۲. بیان ویژگی‌های سیستم آب زیرزمینی ۱۰۲
۴-۳-۳. شبیه‌سازی آبخوان دشت همدان - بهار ۱۱۹

عنوان صفحه

۵. فصل پنجم (بحث و تحلیل نتایج) ۱۶۲

۵-۱. مقدمه..... ۱۶۳
۵-۲. بحث پیرامون سیستم جریان آب زیرزمینی دشت همدان - بهار ۱۶۳
۵-۳. بحث پیرامون فرآیند مدل‌سازی ۱۶۶
۵-۳-۱. بحث پیرامون پارامترهای به کار رفته در مدل‌سازی ۱۶۶
۵-۳-۲. بحث پیرامون شبکه‌بندی مدل ۱۶۹
۵-۳-۳. بحث پیرامون فرآیند واسنجی ۱۷۰
۵-۳-۴. بحث پیرامون فرآیند حساسیت‌سنجی ۱۷۱
۵-۳-۵. بحث پیرامون فرآیند صحت‌سنجی..... ۱۷۲
۵-۳-۶. بحث پیرامون پیش‌بینی وضعیت آینده آبخوان ۱۷۳
۵-۴. مکان‌یابی مناطق مستعد برای استحصال مطمئن آب از آبخوان ۱۸۷
۵-۵. تحلیل روند هیدروگراف معرف سطح آب زیرزمینی (شیوه ابداعی این تحقیق) ۱۸۸

۶. فصل ششم (نتیجه‌گیری و پیشنهادات) ۲۰۲

۶-۱. مقدمه..... ۲۰۳
۶-۲. نتایج اصلی ۲۰۳
۶-۳. نتایج فرعی ۲۰۴
۶-۳-۱. نتایج حاصل از مرحله واسنجی مدل ۲۰۴
۶-۳-۲. نتایج حاصل از مرحله حساسیت‌سنجی مدل ۲۰۵
۶-۴. نتایج متفرقه ۲۰۵
۶-۵. پیشنهادات ۲۰۷

منابع ۲۰۹
پیوست‌ها..... ۲۱۳

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱. داده‌های ورودی برای ساخت مدل مفهومی و تعدادی از آرایه‌های مدل‌سازی ۲۳
جدول ۳-۱. مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری، تبخیرسنجی و باران‌سنجی ۵۶
جدول ۳-۲. مقادیر بارندگی سالیانه ایستگاه‌های باران‌سنجی ۵۷
جدول ۳-۳. آمار چاه‌های بهره‌برداری و نوع مصرف ۶۹
جدول ۳-۴. مشخصات پروژه‌های تغذیه مصنوعی دشت همدان – بهار ۷۲
جدول ۳-۵. جمعیت و نیاز آبی در سال هدف ۷۷
جدول ۳-۶. جمعیت و نیاز آبی روستاهای در طول مسیر خط انتقال آب ۷۹
جدول ۴-۱. نمونه از برگه تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی در دشت همدان – بهار ۹۷
جدول ۴-۲. درصد میزان نیاز آبی کشت‌های رایج محصولات کشاورزی در دشت همدان – بهار ۹۸
جدول ۴-۳. نیاز آب شرب شهرهای واقع در دشت همدان – بهار ۹۸
جدول ۴-۴. میانگین ماهیانه بارندگی و سطح تراز آب ۱۰۵
جدول ۴-۵. مقادیر ضرایب آکائیک مدل‌های احتمالی برای داده‌های سری زمانی ۱۱۴
جدول ۴-۶. مقادیر مشاهداتی و محاسباتی بار هیدرولیکی و آنالیز باقیمانده‌ها ۱۳۷
جدول ۵-۱. میزان نوسانات سطح آب چاه‌های پیزومتری موجود در منطقه مورد مطالعه ۱۶۵
جدول ۵-۲. مقادیر ضریب تعیین، ضریب همبستگی و مقادیر پی بار هیدرولیکی محاسباتی و مشاهداتی ۱۷۱
جدول ۵-۳. مقادیر نوسانات ماهیانه و مجموع سالیانه سطح تراز آب در مدل، طی سناریوهای طراحی شده..... ۱۸۷
جدول ۵-۴. تعیین حدود آستانه تحولات و نوع رژیم سالانه ۱۹۲
جدول ۵-۵. نتایج تحلیل روند هیدروگراف معرف سطح آب زیرزمینی منطقه مطالعاتی طی سناریوهای پیش‌بینی ۲۰۰

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۱-۱. نحوه توزیع آب در کره زمین ۳
شکل ۲-۱. شبکه تفاضل محدود ۱۹
شکل ۲-۲. شبکه عناصر محدود ۲۰
شکل ۲-۳. پروتکل مدل‌سازی ۲۱
شکل ۳-۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه ۵۵
شکل ۳-۲. نقشه زمین‌شناسی دشت همدان – بهار ۶۰
شکل ۳-۳. توده گرانیتوئید الوند و هاله دگرگونی اطراف آن ۶۳
شکل ۳-۴. کنگلومرای پایه‌ای ۶۴
شکل ۳-۵. رسوبات الیگو- میوسن تپه شمالی سد اکباتان ۶۵
شکل ۳-۶. رسوبات قرمز زیرین، کنگلومرای پایه‌ای همراه با آهک‌های الیگو- میوسن ۶۶
شکل ۳-۷. موقعیت پروژه تغذیه مصنوعی هارون آباد ۷۱
شکل ۳-۸. یک نمونه از رودخانه‌های موجود در دشت که فاضلاب شهری در آن تخلیه می‌گردد ۷۴
شکل ۳-۹. استفاده غیر مجاز از آب فاضلاب برای کشاورزی ۷۵
شکل ۳-۱۰. سد تالوار ۷۶
شکل ۳-۱۱. مسیر قطعه ۴ طرح انتقال آب از سد تالوار به همدان ۷۸
شکل ۴-۱. تصویر ماهواره‌ای دشت همدان – بهار ۸۵
شکل ۴-۲. موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری، بارانسنجی و تبخیرسنجی ۸۶
شکل ۴-۳. نقشه توپوگرافی محدوده مدل‌سازی ۸۷
شکل ۴-۴. نقشه ضخامت رسوبات آبرفتی ۸۸
شکل ۴-۵. نقشه سنگ کف محدوده مدل‌سازی ۸۹
شکل ۴-۶. نقشه موقعیت چاه‌های کشاورزی موجود در دشت همدان – بهار ۹۱
شکل ۴-۷. نقشه موقعیت قنوات موجود در دشت همدان – بهار ۹۲
شکل ۴-۸. نقشه موقعیت چشمه‌های موجود در دشت همدان – بهار ۹۳
شکل ۴-۹. نمونه از برگه مشخصات فنی مغزه‌گیری از آبرفت‌ها در دشت همدان – بهار ۹۵
شکل ۴-۱۰. موقعیت نقاط مغزه‌گیری شده و جهت مقاطع عرضی ۹۶
شکل ۴-۱۱. مقطع عرضی از رسوبات آبرفتی جورقان – دهپیاز ۹۶
شکل ۴-۱۲. نقشه موقعیت چاه‌های آب شرب روستایی و شهری موجود در دشت همدان – بهار ۹۹
شکل ۴-۱۳. یک نمونه از چاه‌های پیزومتری موجود در منطقه همراه با دستگاه دیتالاگر ۱۰۰
شکل ۴-۱۴. یک نمونه چاه پیزومتری معمولی موجود در منطقه ۱۰۱

عنوان صفحه

شکل ۴-۱۵. نمایی از نحوه انتقال آب فاضلاب همدان به تصفیه‌خانه ۱۰۲
شکل ۴-۱۶. حدود آبخوان اصلی دشت و شبکه تیسن ترسیمی برای محدوده هر پیزومتر ۱۰۳
شکل ۴-۱۷. هیدروگراف معرف سطح آب زیرزمینی ۱۰۴
شکل ۴-۱۸. روند میانگین ماهیانه بارندگی در محدوده مورد مطالعه طی سال‌های ۷۹-۱۳۸۹ ..... ۱۰۷
شکل ۴-۱۹. روند سری میانگین ماهیانه سطح تراز آب در محدوده مورد مطالعه طی سال‌های ۷۹- ۱۳۸۹ ..... ۱۰۷
شکل ۴-۲۰. حذف روند از داده‌های میانگین ماهیانه سطح تراز آب در محدوده مورد مطالعه طی ۱۰ سال اخیر ... ۱۰۸
شکل ۴-۲۱. مقادیر نوسانات سطح تراز آب زیرزمینی در مقابل بارندگی در محدوده مورد مطالعه ۱۰۹
شکل ۴-۲۲. آزمون نیکویی برازش داده‌های سری زمانی سطح آب ۱۱۰
شکل ۴-۲۳. آزمون باکس – کاکس برای داده‌های سطح آب ۱۱۱
شکل ۴-۲۴. نمودار خود همبستگی سری زمان ۱۱۱
شکل ۴-۲۵. نمودار خود همبستگی جزئی..... ۱۱۱
شکل ۴-۲۶. نتایج برازش مدل آریما بر روی داده‌های سطح آب و برآورد پارامترهای آن ۱۱۲
شکل ۴-۲۷. آنالیز ناهمگنی، ثبات در واریانس و نرمال بودن باقیمانده‌های حاصل از برازش مدل آریما ۱۱۳
شکل ۴-۲۸. نوسانات سطح آب زیرزمینی و پیش‌بینی ۵ سال آینده ۱۱۵
شکل ۴-۲۹. هیدروگراف معرف سطح تراز آب زیرزمینی از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۴ ..... ۱۱۵
شکل ۴-۳۰. خطوط تراز سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت همدان – بهار..... ۱۱۶
شکل ۴-۳۱. نقشه خطوط هم‌عمق سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت همدان – بهار ۱۱۷
شکل ۴-۳۲. جهت عمومی جریان آب زیرزمینی آبخوان دشت همدان – بهار ۱۱۸
شکل ۴-۳۳. جهت محلی جریان آب زیرزمینی آبخوان دشت همدان – بهار..... ۱۱۹
شکل ۴-۳۴. محیط نرم‌افزار "جی ام اس" و اعمال شرایط اولیه..... ۱۲۱
شکل ۴-۳۵. محیط نرم‌افزار "جی ام اس" و اعمال شرایط مرزی آبخوان و ورودی و خروجی محدوده مدل‌سازی . ۱۲۲
شکل ۴-۳۶. تصویر گوگل ارث از شهر همدان و مناطقی که فاضلاب شهری در آن تخلیه می‌شود ۱۲۴
شکل ۴-۳۷. لایه اطلاعاتی تغذیه ناشی از فاضلاب شهری ۱۲۵
شکل ۴-۳۸. رودخانه‌ها و پروژه‌های تغذیه مصنوعی موجود در محدوده مدل‌سازی..... ۱۲۶
شکل ۴-۳۹. مقادیر اولیه ضریب هدایت هیدرولیکی محدوده مدلسازی..... ۱۲۷
شکل ۴-۴۰. پراکندگی منابع آبی (چشمه، چاه و قنات) موجود در محدوده مدل‌سازی ۱۲۸
شکل ۴-۴۱. تراز سطح فوقانی محدوده مورد مطالعه ۱۲۹
شکل ۴-۴۲. تراز سطح تحتانی محدوده مورد مطالعه..... ۱۲۹
شکل ۴-۴۳. شبکه‌بندی محدوده مدل‌سازی و سلول‌های فعال (آبی) و غیر فعال (قرمز)..... ۱۳۰
شکل ۴-۴۴. استفاده از ابزار چک کننده قبل از اجرای مدل ۱۳۲
شکل ۴-۴۵. وضعیت سطح تراز آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی، پس از اولین اجرای مدل در حالت پایدار ۱۳۳
شکل ۴-۴۶. مدل واسنجی شده در حالت پایدار..... ۱۳۵
شکل ۴-۴۷. برازش مقادیر بار هیدرولیکی محاسباتی و مشاهداتی ۱۳۶

عنوان صفحه

شکل ۴-۴۸. مقادیر بهینه ضریب هدایت هیدرولیکی ۱۳۶
شکل ۴-۴۹. مقادیر شاخص ضریب هدایت هیدرولیکی برای رسوبات مختلف ۱۳۸
شکل ۴-۵۰. گسسته‌سازی زمانی مدل در حالت ناپایدار ۱۳۹
شکل ۴-۵۱. وضعیت سطح تراز آب بعد از اجرای مدل در حالت ناپایدار ۱۴۰
شکل ۴-۵۲. مدل واسنجی شده در حالت ناپایدار ۱۴۱
شکل ۴-۵۳. مقادیر بهینه ضریب آبدهی ویژه محدوده مدل‌سازی ۱۴۱
شکل ۴-۵۴-الف تا -ل. برازش مقادیر بار هیدرولیکی محاسباتی و مشاهداتی ۱۴۴تا ۱۴۱
شکل ۴-۵۵-الف تا -ه. هیدروگراف مشاهداتی بار هیدرولیکی در مقابل محاسباتی چاه‌ها پیزومتری .....۱۴۶ تا ۱۴۵
شکل ۴-۵۶. حساسیت مدل نسبت به شرایط مرزی، مقادیر ضریب هدایت هیدرولیکی و نرخ پمپاژ چاه‌ها ۱۴۸
شکل ۴-۵۷. حساسیت‌سنجی مدل نسبت به پارامترها آن بعد از واسنجی ۱۴۹
شکل ۴-۵۸. حساسیت‌سنجی مدل نسبت به نرخ پمپاژ ۱۴۹
شکل ۴-۵۹. حساسیت مدل به ضریب آبدهی ویژه در آبخوان دشت همدان - بهار ۱۵۰
شکل ۴-۶۰. حساسیت‌سنجی مدل به ضریب هدایت هیدرولیکی در آبخوان دشت همدان – بهار ۱۵۱
شکل ۴-۶۱. حساسیت مدل به ضریب هدایت هیدرولیکی و ضریب آبدهی ویژه در آبخوان دشت همدان – بهار... ۱۵۱
شکل ۴-۶۲. تراز سطح آب مهرماه ۱۳۸۹ آبخوان دشت همدان – بهار ۱۵۳
شکل ۴-۶۳-الف- تا -ه. تراز سطح آب مهرماه ۱۳۹۴- ۱۳۹۰ آبخوان دشت همدان – بهار ۱۵۴تا ۱۵۲
شکل ۴-۶۴. تراز سطح آب مهرماه ۱۳۹۴ با در نظر گرفتن اجرای طرح آبرسانی ۱۵۶
شکل ۴-۶۵-الف تا -ط. تراز سطح آب مهرماه ۱۳۹۴با فرض سناریوی سوم ۱۶۱تا ۱۵۸
شکل ۵-۱. نوسانات سطح آب در محدوده چاه‌های پیزومتری در منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۷۹-۱۳۸۹ ....۱۶۶
شکل ۵-۲. تأثیر تغییر اندازه سلول‌ها و بررسی میزان میانگین مجذور مربع خطاها ۱۶۹
شکل ۵-۳. پیش‌بینی سطح تراز آب زیرزمینی مهرماه ۱۳۹۴ توسط تحلیل سری زمانی ۱۷۵
شکل ۵-۴. پیش‌بینی سطح تراز آب زیرزمینی مهرماه ۱۳۹۴ توسط مدل آب زیرزمینی ۱۷۵
شکل ۵-۵. میزان نوسانات سطح تراز آب زیرزمینی آبخوان از مهرماه ۱۳۹۰ تا مهرماه ۱۳۹۴ ..... ۱۷۸
شکل ۵-۶. میزان تأثیر اجرای طرح تالوار بر آبخوان طی یک سال آبی از مهرماه ۱۳۹۳ تا مهرماه ۱۳۹۴ ..... ۱۸۰
شکل ۵-۷. میزان نوسانات سطح تراز آب آبخوان از مهرماه ۱۳۹۰ تا مهرماه ۱۳۹۴ با توجه به سناریوی دوم ۱۸۰
شکل ۵-۸-آ تا –ل. میزان نوسانات سطح آب طی یک سال با فرض روش تلفیقی ۱۸۶تا ۱۸۲
شکل ۵-۹. مکان‌های مستعد برای استحصال مطمئن آب از آبخوان ۱۸۸
شکل ۵-۱۰. مراحل انجام شیوه ابداعی برای تحلیل روند هیدروگراف معرف سطح آب زیرزمینی ۱۸۹
شکل ۵-۱۱. هیدروگراف معرف سطح تراز آب و تعیین میانگین حداقل‌ها و حداکثرها ۱۹۱
شکل ۵-۱۲. تعیین حدود آستانه و نوع رژیم سالیانه در هیدروگراف سطح آب منطقه مطالعاتی ۱۹۳
شکل ۵-۱۳. پیش‌بینی هیدروگراف سطح آب محدوده مورد مطالعه تا سال ۱۴۰۰ با فرض استمرار روند کنونی... ۱۹۴
شکل ۵-۱۴. پیش‌بینی هیدروگراف سطح تراز آب تا سال ۱۴۰۷ با توجه به اجرای سناریوی دوم..... ۱۹۵
شکل ۵-۱۵. پیش‌بینی هیدروگراف تراز آب تا سال ۱۴۱۲ با فرض تأمین ۹۰ درصد آب شرب توسط طرح تالوار ...۱۹۶

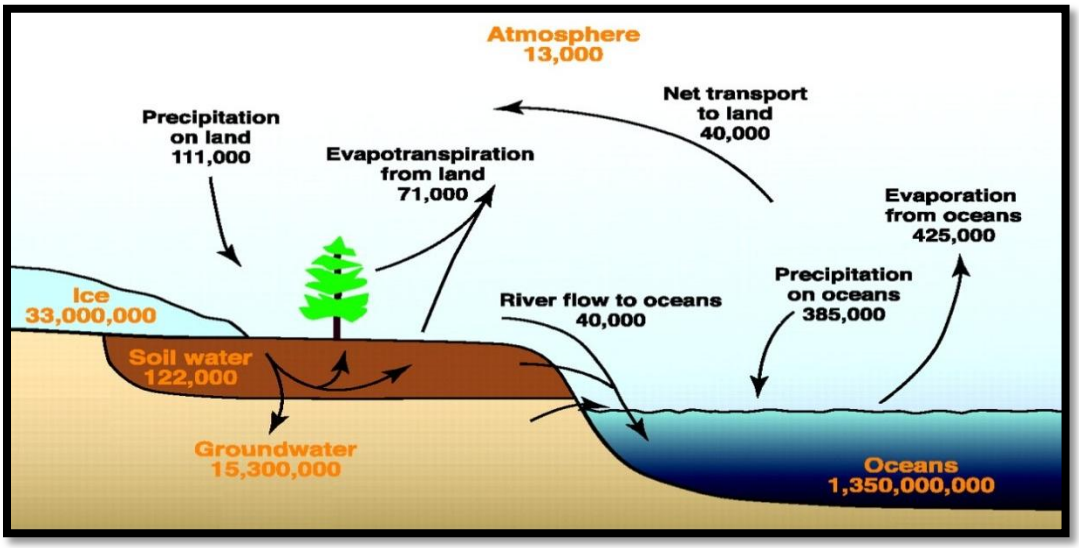
فصل اول

کلیات

۱-۱. مقدمه

حیات تمام موجودات زنده به آب وابسته است. در قرن اخیر تأمین این ماده حیاتی مهم‌ترین موضوع مطرح در سطح جهانی است؛ به صورتی که پیش‌بینی شده است در قرن بیست و یکم، وقوع جنگ بین کشورها به دلیل کمبود منابع آب خواهد بود [۱]. از کل آب‌های موجود در سطح کره زمین، حدود ۹۷/۲ درصد به صورت آب‌های شور در اقیانوس‌ها واقع شده‌اند. کلاهک‌های قطبی و یخچال‌ها، ۲/۱۴ درصد از آب‌ها را به صورت منجمد در خود جای داده‌اند. آب موجود در رطوبت خاک‌ها، ۰/۰۰۵ درصد، آب شیرین دریاچه‌ها ۰/۰۰۹ درصد بود؛ رودخانه‌ها نیز حدود ۰/۰۰۰۱ درصد را در خود جای داده‌اند، و حدود ۰/۶۱ درصد از آب‌ها در زیرزمین و جز منابع آب زیرزمینی می‌باشند، که بیش از ۹۸/۸ درصد از آب شیرین قابل استفاده را تشکیل می‌دهند [۲]. شکل ۱-۱ نحوه توزیع آب در کره زمین را نشان می‌دهد.

سرزمین ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی، دارای میزان نزولات جوی ناچیزی است. متوسط بارندگی در سطح کره زمین حدود ۸۶۰ میلی‌متر می‌باشد، اما در ایران، حدود ۲۴۰ میلی‌متر است؛ که حدود یک سوم متوسط بارندگی در سطح کره زمین می‌باشد [۱]. به همین دلیل در اغلب مناطق ایران، منابع آب سطحی کافی وجود ندارد و آب مورد نیاز برای مصارف کشاورزی، صنعتی و شرب، محدود به آب‌های زیرزمینی می‌باشد. در سال‌های گذشته محدودیت منابع آب‌های سطحی و برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، باعث وارد آمدن خسارت جبران ناپذیری به منابع آب کشور شده است، که علاوه بر افت شدید سطح آب در آبخوان‌ها، باعث وارد شدن آلاینده‌های مختلف کشاورزی، شهری و صنعتی به آبخوان‌ها نیز شده است؛ لذا حفاظت از منابع آب زیرزمینی و مدیریت بهره‌برداری به عنوان یک اصل ضروری در برنامه‌ریزی‌های کشوری برای جلوگیری از ادامه افت کمّی و کیفی این منابع می‌باشد. مدل‌های برگرفته از قوانین فیزیک و ریاضی برای شبیه‌سازی یک سامانه هیدروژئولوژیکی می‌توانند به عنوان ابزاری کارآمد در اختیار مدیران برای مدیریت بهتر منابع آب زیرزمینی و همچنین پیش‌بینی عکس‌العمل آبخوان تحت تأثیر عوامل تغذیه و تخلیه باشند.



شکل ۱-۱. نحوه توزیع آب در کره زمین (اعداد به کیلومتر مکعب) [۳]

۱-۲. بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق

در استان همدان طی سال‌های اخیر، خشکسالی‌ها، برداشت‌های بیش از حد و حفر چاه‌های غیر مجاز باعث خسارات جبران ناپذیر بر منابع آب زیرزمینی شده است؛ به طوری که سطح آب زیرزمینی در اکثر دشت‌های استان افت شدیدی پیدا کرده است. از ۷ دشت موجود در این استان، ۶ دشت آن از نظر حفر چاه‌های جدید در وضعیت ممنوعه و ۱ دشت آن ممنوعه بحرانی می‌باشد [۴]. دشت همدان – بهار که در شمال کوه‌های الوند واقع شده است نیز جزء دشت‌های ممنوعه استان می‌باشد که به لحاظ واقع شدن ۳ شهرستان همدان، بهار و لاله جین در آن و همچنین به واسطه توسعه و رونق خیلی زیاد کشاورزی، توجه زیادی به آن می‌شود. با توجه به نیاز آب در منطقه و جلوگیری از ادامه روند افت کمّی و کیفی منابع آبی در این دشت، شرکت آب منطقه‌ای استان همدان طرح آب‌رسانی از سد تالوار به این دشت را در دست اجرا دارد. هدف از اجرای این طرح، جلوگیری از ادامه روند افت سطح آب زیرزمینی و همچنین تصفیه و انتقال آب جهت جبران کمبود آب شرب شهر همدان و شهرها و روستاهای واقع در طول مسیر خط لوله می‌باشد. با توجه به این موضوع که در حال حاضر عمده آب مصرفی آب شرب در این دشت از طریق آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود (حدود ۷۰ درصد) [۵]، اجرای طرح آب‌رسانی می‌تواند تأثیر بسزایی در کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی داشته و در مقابل، تغذیه این منابع توسط فاضلاب‌های شهری و روستایی گردد.

از آنجایی که محیط طبیعی دارای پیچیدگی‌های خاصی می‌باشد و با توجه به اینکه پیش‌بینی در مورد تأثیر عوامل و استرس‌های وارده بر محیط در شرایط طبیعی عملاً غیر ممکن می‌باشد؛ لذا مدل‌سازی محیط زمین‌شناسی یکی از بهترین شیوه‌ها به منظور تفسیر سیستم، اعمال تغییرات، وارد نمودن استرس و پیش‌بینی می‌باشد.

در این تحقیق با استفاده از مدل‌سازی آب زیرزمینی به بررسی تأثیر طرح آب‌رسانی از سد تالوار بر منابع آب زیرزمینی دشت همدان – بهار پرداخته شده است و با سناریوهای مختلف به ارزیابی تأثیر این طرح بر منابع آب زیرزمینی دشت مبادرت گردیده است.

۱-۳. فرضیه‌ها

با توجه به مشاهدات مذکور فرضیه‌های اصلی تحقیق عبارتند از:

۱. انتقال آب از سد تالوار می‌تواند باعث بهبود شرایط آبخوان دشت همدان - بهار گردد،

۲. در محدوده‌های شهری، نفوذ فاضلاب شهری به آبخوان می‌تواند باعث تشدید بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در این مناطق گردد.

۱-۴. اهداف تحقیق

هدف از انجام این تحقیق می‌تواند در سه بخش خلاصه گردد:

۱. شبیه‌سازی آبخوان و تهیه مدل ریاضی آبخوان اصلی دشت همدان - بهار با استفاده از کد مادفلو[1]،

۲. بررسی تأثیر انتقال آب سد تالوار بر منابع آب زیرزمینی دشت همدان - بهار،

۳. مکان‌یابی مناطق مستعد برای استحصال مطمئن آب از آبخوان.

[1] . Modflow

۱-۵. سابقه تحقیق

دوره جدید هیدروژئولوژی از سال ۱۹۳۵ با معادله تایس[۱] آغاز گردید. در اواسط قرن ۲۰، ژاکوب[۲] و هانتوش[۳] روابطی را در زمینه حل مسائل هیدرولیک چاه‌ها ارائه نمودند. از همین زمان بود که روش‌های نظری در حل مسائل آب‌های زیرزمینی بسیار متداول شد و اکثر فرمول‌ها و روش‌های تجربی در قالب معادلات ریاضی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. ریاضی‌دانان و مهندسین مخازن نفت روش‌های حل عددی را در سال ۱۹۵۰ برای معادلات جریان در صنعت نفت مورد آزمایش قرار دادند و از آن زمان به بعد این روش نیز به مجموعه مدل‌ها مورد استفاده پیوست. از دهه ۸۰ قرن ۲۰ به بعد، مدل‌های فیزیکی تقریباً کنار گذاشته شدند و روش‌های عددی در حل مسائل آب‌شناسی بسیار متداول گردید و برنامه‌های زیادی با زبان‌های برنامه‌نویسی مختلف نوشته شد [۶]. امروزه مدل‌سازی و شبیه‌سازی آب‌های زیرزمینی دامنه وسیعی از امور مربوط به تصمیم‌گیری و اهداف مدیریتی منابع آبی را در برمی‌گیرد. بررسی‌های انجام گرفته توسط لی[۴] و ژائو[۵] [۷] نشان می‌دهد که مدل‌سازی و شبیه‌سازی منابع آب زیرزمینی در دهه اخیر برای نیل به سه هدف اصلی انجام گرفته است:

الف) تعیین بیلان آبی منطقه،

ب) پیش‌بینی وضعیت آبخوان طی شرایط خاص،

ج) بهینه‌یابی بهره‌برداری منابع آب زیرزمینی.

در زیر به طور خلاصه نمونه‌هایی از شبیه‌سازی‌ها و مدل‌سازی آب زیرزمینی در داخل و خارج از کشور بیان شده است:

- میلر[۶] (2000) با استفاده از کد رایانه‌ای "مادفلو" در نیویورک آبخوان کورتلند[۱] را شبیه‌سازی کرد. هدف از شبیه‌سازی این آبخوان تعیین هدایت هیدرولیکی، تهیه بیلان و تعیین مناطق تغذیه آبخوان به منظور کاهش میزان آلودگی در منطقه بوده است [۸].

---

[1] .*Theis*
[2] . Jacob
[3] . Hantush
[4] . Li
[5] . Zhou
[6] . Miller