٤٦٢٥٠

دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی

دانشکده منابع طبیعی

گروه آبخیزداری

عنوان

مدلسازی آبهای زیرزمینی با استفاده از مدل ریاضی MODFLOW

(مطالعه موردی دشت ناز ساری)

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی آبخیزداری

اساتید راهنما

دکتر محمّد رضا قنبرپور، دکتر محمود حبیب نژاد روشن

استاد مشاور

دکتر احمد فاتحی مرج

نگارش

پریسا جباری

دی ۱۳۸۶

۱۳۸۷/۷/۱۱

۴۶۲۵۰

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش پروردگار بی همتایی که ذات بی کرانش آکنده از علم و دانش است و چه با سخاوت انسان را موهبتی شگرف بخشید و دریای کمالات خود را به روی او گشود.

بر خود لازم می دانم تشکر و قدردانی نمایم:

ابتدا از خانواده مهربانم که همواره مشوق من بوده اند. تشکر فراوان و خالصانه خود را از اساتید راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر محمّد رضا قنبرپور و آقای دکتر محمود حبیب نژاد روشن صمیمانه ابراز داشته، موفقیت روزافزون این اساتید صبور را در تمام مراحل زندگی از خداوند متعال خواهانم. از استاد مشاور جناب آقای دکتر فاتحی سپاسگزارم.

از اساتید محترم داور آقایان دکتر ضیاء تبار احمدی و دکتر کریم سلیمانی به خاطر ارائه نقطه نظرات مفیدشان، همچنین از نماینده تحصیلات تکمیلی آقای دکتر پور مجیدیان کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از تمامی کارمندان دانشکده، از کارمندان بخش مطالعات آب های زیرزمینی و سطحی سازمان آب منطقه ای ساری بخصوص سرکار خانم محبوبی و همچنین بخش مطالعات آب زیرزمینی استان همدان بخصوص آقای مهندس یعقوبی تشکر می کنم. از جناب آقای مهندس سحاب بهشتی کارمند آب منطقه ای استان همدان و جناب آقای مهندس ندافیان نهایت سپاس و تشکر را دارم. از همکلاسی های خوبم بخصوص جناب آقای مهندس میر حسن میر یعقوب زاده به خاطر کمک و مساعدتشان، و در نهایت از دوستان عزیزم خانم ها سمیه رحمتی، پروین دولتی، مهشید امیری، صدیقه رضائیان، نصیبه رضوان طلب و تمامی دوستانی که در به ثمر رسیدن این تحقیق به طرق مختلف یاریگر این جانب بودند تشکر و قدردانی می نمایم.

۱۳۸۷ /۷/ ۱۱

تقدیم به

به همراه همیشگی ام علیرضا به پاس صبر و همدلی صادقانه اش

و خانواده مهربانم

چکیده

یکی از نیازهای رشد و توسعه هر کشور آب است. آب نه فقط برای گسترش شهرها و صنایع لازم است بلکه یکی از عوامل توسعه کشاورزی نیز به شمار می آید. شناخت دقیق منابع آب زیرزمینی مستلزم در اختیار داشتن آمار و اطلاعات کافی از آن است. برنامه ریزی صحیح و تخصیص آب برای مصارف مختلف رکن اصلی توسعه پایدار اقتصادی - اجتماعی کشور بشمار می رود. زمینه مطالعه آبهای زیرزمینی بسیار وسیع می باشد، که مطالعات هیدروژئولوژیکی، هیدروشیمی، هیدرولیک، بیلان، مطالعات طرح های تغذیه مصنوعی از مهمترین آنهاست. به منظور مطالعه موارد مذکور و به دلیل اینکه در مطالعه سفره آب زیرزمینی، آزمایش کل سفره، ممکن نمی باشد و از طرفی با دسترسی به برنامه های کامپیوتری جدید در زمینه مدلسازی عددی، کاربرد مدلسازی کمی و کیفی آبهای زیرزمینی، افزایش یافته و نیز جهت مدیریت منابع آب، مدل به ابزار توانایی تبدیل شده است. بنابراین در این تحقیق، مدل ریاضی با استفاده از کدMODFLOW به منظور شبیه سازی آبهای زیرزمینی در دشت ساری- نکا طراحی شده است. با توجه به هیدروگراف واحد و بیلان محاسبه شده، تغییرات حجم مخزن مثبت می باشد. و نتایج حاصل از مدل در این تحقیق نشان می دهد که مقادیر تراز سطح آب مشاهده ای و شبیه سازی شده توسط مدل با دقت خوبی محاسبه شده و مقدار واریانس در تمام ماهها در حد قابل قبولی است. همچنین ضرائب هیدرودینامیکی جهت آبخوان محاسبه و کالیبره گردیده است.

کلمات کلیدی: آب زیرزمینی، مدل سازی،MODFLOW، ضرائب هیدرودینامیکی، دشت ساری- نکا.

فهرست مطالب

فصل اول ۱
مقدمه ۱
بیان مسأله ۳
فرضیه تحقیق ۴
اهداف تحقیق ۴
ضرورت تحقیق ۴
تعاریف و مفاهیم ۵
آبهای زیرزمینی ۵
لایه های آبدار ۶
انواع لایه های آبدار ۷
ضریب ذخیره ۷
ضریب هدایت هیدرولیکی ۷
ضریب قابلیّت انتقال ۸
چاه آب ۸
لوگ چاه ۸
مدل ۹
روند تهیّه مدل ریاضی ۹
پروتکل مدلسازی ۱۰
توسعه مدل مفهومی سیستم ۱۰
مشخص کردن هدف ۱۰
انتخاب کد کامپیوتری ۱۲
طراحی مدل ۱۲
واسنجی(کالیبراسیون) ۱۳
آنالیز حساسیّت ۱۴
صحت سنجی مدل ۱۴
پیش بینی ۱۶
انواع مدلهای آب زیرزمینی ۱۶
مدلهای ریاضی ۱۹
انواع مدلهای ریاضی از نظر زمینه تحقیق ۱۹

روشهای عددی ۲۰
روش تفاضل محدود ۲۲
روش اجزاء محدود ۲۳
معادلات حاکم بر جریان آب زیرزمینی ۲۴
اصل بقاء جرم(معادله پیوستگی) ۲۵
مروری بر قانون دارسی ۲۷
اشتقاق معادله حاکم بر جریان آب زیرزمینی ۲۹
حل معادله آبهای زیرزمینی در حالت ناپایدار ۳۴
فصل دوم: سابقه تحقیق .....
پیشینه تحقیق ۳۶
بررسی تحقیقات صورت گرفته بر روی مدلMODFLOW ۴۰
منابع خارجی ۴۰
منابع داخلی ۴۷
جمع بندی نظرات ۴۹
فصل سوم: مواد و روش ها .....
موقعیت جغرافیائی منطقه مورد مطالعه ۵۰
هواشناسی ۵۱
مشخصات ایستگاههای هیدرومتری منطقه ۵۱
عوامل هواشناسی ۵۱
ریزشهای جوی ۵۲
درجه حرارت ۵۴
رطوبت نسبی ۵۶
تبخیر و تعرق ۵۷
اقلیم منطقه ۵۷
زمین شناسی منطقه ۵۸
مزوزوئیک ۵۹
واحدهای سنگی (ژوراسیک پسین) ۵۹
کرتاسه پسین ۶۰
سنوزوئیک ۶۰
واحد سنگی پالئوسن ۶۰

واحد سنگی میوسن ۶۰
واحد سنگی میوسن میانی تا بالایی ۶۰
واحد سنگی میوسن پسین- پلیوسن ۶۰
پلیوسن ۶۰
واحد سنگی پلیوسن ۶۰
واحد مارنی آغچه گیل(گل سفید) ۶۰
واحد مارنی آپشوران ۶۱
زمین شناسی کواترنری ۶۱
واحد نهشته های بادبزنی بین کوهستانی ۶۱
واحد دامنه آبرفتی ۶۱
واحد نهشته های بادبزن آبرفتی ۶۱
واحد لس ۶۱
واحد نهشته های سرریز رودخانه ای ۶۲
پهنه های ساحلی و نهشته های دریایی ۶۳
واحد نهشته های کاسپین قدیمی ۶۳
واحد نهشته های پهنه های ساحلی قدیمی ۶۳
واحد نهشته های باتلاق پس دریایی ۶۴
تکتونیک و زمین ساخت ۶۴
شکستگی ها ۶۴
چین خوردگی ۶۵
زمین شناسی اقتصادی ۶۵
هیدروژئولوژی منطقه مورد مطالعه ۶۶
مقطع زمین شناسی سفره آب زیرزمینی ۶۶
نوسانات سطح آب زیرزمینی ۶۷
رفتار سنجی پیزومترها ۷۳
پراکندگی پیزومترها ۷۳
عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی ۷۴
جهت جریان و گرادیان هیدرولیکی آبخوان ۷۴
شبکه جریان ۷۶
ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان ۷۷
ضریب قابلیّت انتقال ۷۷

آبدهی ویژه ۷۸
بیلان آب زیرزمینی محدوده مورد مطالعه ۸۰
عوامل تغذیه ۸۱
تغذیه ناشی از جریانهای ورودی زیر زمینی ۸۱
تغذیه ناشی از ریزشهای جوی ۸۲
تغذیه ناشی از سیلابها و جریانهای سطحی ۸۲
تغذیه ناشی از برگشت آب چاههای کشاورزی ۸۳
تغذیه ناشی از برگشت آب چاههای شرب و صنعت ۸۳
عوامل تخلیه آبخوان ۸۳
جریانهای خروجی آب زیرزمینی ۸۳
تخلیه ناشی از چاهها، چشمه ها و قنوات ۸۴
حجم آب زیرزمینی زهکشی شده ۸۴
حجم آب زیرزمینی تبخیر شده از سطح سفره ۸۴
نتایج حاصل از مطالعات ژئوفیزیکی ۸۵
مقاومت عرضی ۸۶
نقشه ضخامت رسوبات آبرفتی ۸۷
فصل چهارم: شبیه سازی جریان .....
هدف از مدلسازی ۸۹
جمع آوری آمار و اطلاعات و تهیّه مدل آبخوان ۹۰
انتخاب معادله حاکم و کد کامپیوتری ۹۱
خصوصیات عمومی مدل ۹۲
ورودی داده های آبخوان ۹۴
طراحی مدل جریان آب زیرزمینی ۹۴
شبکه بندی آبخوان ۹۶
شرایط مرزی ۹۶
شرایط اولیه و انتخاب گام های زمانی ۹۷
پارامترهای هیدرودینامیکی سفره ۹۸
تخلیه و تغذیه ۹۸
رودخانه ۹۹
بررسی عدم قطعیت های مقادیر ورودی مدل جریان ۱۰۰

واسنجی(کالیبراسیون)..... ۱۰۱
بررسی میزان خطا..... ۱۰۲
بررسی علل و عوامل ایجاد خطا ۱۰۴
صحت سنجی..... ۱۱۸
آنالیز حساسیت..... ۱۳۱
فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری .....
مقایسه تحقیق با دیگر نتایج ۱۳۶
بحث در مورد رد یا قبول فرضیات تحقیق..... ۱۳۷
پیشنهادات..... ۱۳۸
منابع..... ۱۴۰

فهرست جداول

جدول۱-۱: انواع مدلهای آب زیرزمینی ۱۸
جدول۲-۱: انواع مدلهای ریاضی از دیدگاههای مختلف ۱۹
جدول۱-۳: موقعیت ایستگاههای هیدرومتری منطقه ساری- نکا..... ۵۲
جدول۲-۳: دبی ایستگاه آبلو ۵۲
جدول۳-۳: موقعیت ایستگاههای تبخیر سنجی..... ۵۳
جدول۴-۳: موقعیت ایستگاههای باران سنجی..... ۵۴
جدول۵-۳: پارامترهای مهم دمائی در ایستگاههای مختلف(از سال ۷۹تا ۸۴) ۵۵
جدول۶-۳: پارامترهای پنجگانه دما در ایستگاه منتخب(از سال ۷۹تا ۸۴)..... ۵۶
جدول۷-۳: مقادیر متوسط، حداقل و حداکثر رطوبت نسبی ایستگاه منتخب(از سال ۷۹تا ۸۴) ۵۶
جدول۸-۳: میزان تبخیر از تشتک(از سال ۷۹ تا ۸۴) ۵۷
جدول۹-۳: مشخصات چاه های پیزومتری واقع در محدوده مدل..... ۱۰۳
جدول۱۰-۳: خلاصه ارقام هیدروگراف یکساله منطقه مورد مطالعه..... ۱۱۰
جدول ۱۱-۳: سطح تحت پوشش هر پیزومتر..... ۱۱۴
جدول۱۲-۳: خلاصه ارقام بیلان..... ۱۱۸
جدول۱-۴: سطح آب مشاهده ای و محاسبه ای چاهها در انتهای حالت پایدار(متر) ۱۱۸

فهرست اشکال

شکل۱-۱: مدل مفهومی از نوع بلوک دیاگرام(میدلمیز۲۰۰۱) ۱۱
شکل۲-۱: نمائی از سطح توپوگرافی و سنگ کف آبخوان محدوده مورد مطالعه(مدل مفهومی)..... ۱۵
شکل۳-۱: شمای تقریب به روش تفاضل محدود ۲۴
شکل۴-۱: تحلیل مقدار جریان در واحد زمان از داخل المان ۲۵
شکل۵-۱: آزمایش قانون دارسی برای جریان یک بعدی افقی..... ۲۸
شکل۶-۱: آزمایش قانون دارسی برای جریان یک بعدی دارای شیب ۲۸
شکل۷-۱: REV برای جریان عبوری از میان سفره تحت فشار..... ۳۰
شکل۱-۳: موقعیت محدوده مورد مطالعه در ایران ۵۰
شکل۲-۳: نقشه زمین شناسی ۶۲
شکل۳-۳: موقعیت پیزومترهای منطقه مورد مطالعه ۶۹
شکل۴-۳: شبکه تیسن..... ۷۰
شکل۵-۳: هیدروگراف واحد ۶۸
شکل۶-۳: نقشه حداقل عمق برخورد به آب زیرزمینی(آبان ۸۳)..... ۷۰
شکل۷-۳: نقشه حداکثر عمق برخورد به آب زیرزمینی(مرداد ۸۴)..... ۷۱
شکل۸-۳: سطح ایستابی(مهرماه ۸۳)..... ۷۱
شکل۹-۳: حداکثر سطح ایستابی(آبان ۸۳)..... ۷۲
شکل۱۰-۳: حداقل سطح ایستابی(مرداد۸۴)..... ۷۲
شکل۱۱-۳: موقعیت چاههای بهره برداری ۷۵
شکل۱۲-۳: مقاطع جریان ورودی و خروجی زیرزمینی که مقاطع بوسیله حروف مشخص شده است ۷۷
شکل۱۳-۳: موقعیت چاههای اکتشافی..... ۷۹
شکل۱۴-۳: نقشه ضریب قابلیّت انتقال ۷۹
شکل۱۵-۳: نقشه مقاومت عرضی و موقعیت خطوط سونداژ..... ۸۷
شکل۱۶-۳: نقشه هم ضخامت رسوبات آبرفتی ۸۸
شکل۱-۴: نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه..... ۹۵
شکل۲-۴: نقشه هم تراز سنگ کف منطقه مورد مطالعه..... ۹۵
شکل۳-۴: شبکه بندی محدوده مورد مطالعه و موقعیت چاههای پیزومتری..... ۹۷
شکل۴-۴: پراکندگی چاههای بهره برداری در محدوده مدل..... ۹۹
شکل۵-۴: موقعیت رودخانه در محدوده مورد مطالعه..... ۱۰۰
شکل۶-۴: میزان همبستگی سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در حالت پایدار..... ۱۰۳

شکل۷-۴: خطوط هم پتانسیل آبهای زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه بر اساس داده های مشاهده ای و شبیه سازی شده در مهر۸۳(خطوط سیاه تراز مشاهده ای و آبی، تراز شبیه سازی شده)..... ۱۰۵
شکل۸-۴: تراز سطح آب زیرزمینی مشاهده ای و شبیه سازی شده(بر حسب متر) در مهرماه۸۳..... ۱۰۶
شکل۹-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۰۶
شکل۱۰-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده درآبان ماه ۸۳..... ۱۰۷
شکل۱۱-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۰۷
شکل۱۲-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در آذرماه۸۳..... ۱۰۸
شکل۱۳-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۰۸
شکل۱۴-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در دی ماه۸۳..... ۱۰۹
شکل۱۵-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۰۹
شکل۱۶-۴: برازش بین ترازسطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در بهمن ماه۸۳..... ۱۱۰
شکل۱۷-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۱۰
شکل۱۸-۴: برازش بین ترازسطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در اسفند ماه۸۳..... ۱۱۱
شکل۱۹-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۱۱
شکل۲۰-۴: برازش بین ترازسطح آب چاههای مشاهده ای وشبیه سازی شده درفروردین ۸۴ ..... ۱۱۲
شکل۲۱-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۱۲
شکل۲۲-۴: برازش بین ترازسطح آب چاههای مشاهده ای وشبیه سازی شده دراردیبهشت ماه۸۴..... ۱۱۳
شکل۲۳-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۱۳
شکل۲۴-۴: برازش بین ترازسطح آب چاههای مشاهده ای وشبیه سازی شده در خرداد ماه۸۴..... ۱۱۴
شکل۲۵-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۱۴
شکل۲۶-۴: برازش بین ترازسطح آب چاههای مشاهده ای وشبیه سازی شده درتیر ماه۸۴..... ۱۱۵
شکل۲۷-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۱۵
شکل۲۸-۴: برازش بین ترازسطح آب چاههای مشاهده ای وشبیه سازی شده درمرداد ماه۸۴ ..... ۱۱۶
شکل۲۹-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۱۶
شکل۳۰-۴: برازش بین ترازسطح آب چاههای مشاهده ای وشبیه سازی شده در شهریور ماه۸۴..... ۱۱۷
شکل۳۱-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی..... ۱۱۷

شکل۳۲-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در مهرماه۸۴..... ۱۱۹
شکل۳۳-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۱۹
شکل۳۴-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در آبان۸۴..... ۱۲۰
شکل۳۵-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۰
شکل۳۶-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در آذر۸۴ ..... ۱۲۱
شکل۳۷-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۱
شکل۳۸-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در دی۸۴..... ۱۲۲
شکل۳۹-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۲
شکل۴۰-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در بهمن۸۴ ..... ۱۲۳
شکل۴۱-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۳
شکل۴۲-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در اسفند۸۴..... ۱۲۴
شکل۴۳-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۴
شکل۴۴-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در فروردین ۸۴..... ۱۲۵
شکل۴۵-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۵
شکل۴۶-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده دراردیبهشت ۸۵..... ۱۲۶
شکل۴۷-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۶
شکل۴۸-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده درخرداد ۸۵ ..... ۱۲۷
شکل۴۹-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۷
شکل۵۰-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده درتیر۸۵..... ۱۲۸
شکل۵۱-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۸
شکل۵۲-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده درمرداد۸۵..... ۱۲۹
شکل۵۳-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۲۹
شکل۵۴-۴: برازش بین تراز سطح آب چاههای مشاهده ای و شبیه سازی شده در شهریور۸۵..... ۱۳۰
شکل۵۵-۴: میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده ای و محاسباتی ۱۳۰

فصل اول

- مقدمه
- هدف از مدلسازی
- روند تهیه مدل ریاضی
- انواع مدلهای آب زیرزمینی
- روشهای عددی

۱-۱: مقدمه

یکی از نیازهای رشد و توسعه هر کشور آب است. آب نه فقط برای گسترش شهرها و صنایع لازم است بلکه یکی از عوامل توسعه کشاورزی نیز به شمار می آید. از آنجائی که جمعیّت ایران نیز مانند سایر نقاط دنیا رو به افزایش است باید از منابع موجود آب و خاک بهره برداری بیشتری بشود. بدین منظور لازم است که از آبهای زیرزمینی نیز استفاده بیشتری به عمل آید. استخراج آبهای زیرزمینی به روشهای گوناگون مانند چاه، قنات، چشمه و زهکش انجام می گیرد(شمسایی ۱۳۸۱).

شناخت دقیق منابع آب زیرزمینی مستلزم در اختیار داشتن آمار و اطلاعات کافی از آن است. برنامه ریزی صحیح و تخصیص آب برای مصارف مختلف رکن اصلی توسعه پایدار اقتصادی- اجتماعی کشور بشمار می رود. در جلگه سرسبز مازندران علیرغم نزولات جوی نسبتاً خوب و وجود رودخانه های دائمی متعّدد بهره برداری از آبخوان های آبرفتی برای مصارف مختلف از قدیم الایام رواج داشته است. با افزایش سطح زیر کشت و نیز رشد رو به تزاید جمعیّت در دهه های اخیر با توجه به عدم وجود آبهای سطحی تنظیم شده، بهره برداری از منابع آب زیرزمینی از رشد چشمگیری برخوردار شده است، بنحوی که میزان بهره برداری از آب زیرزمینی توسط چاهها از رقم ۱۶۵ میلیون متر مکعب در سال ۵۰ به بیش از یک میلیاود متر مکعب در سال ۷۲ رسید(بی نام ۱۳۷۶). پس برداشت اضافه تر موجب افت مستمر سطح ایستابی، و تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی را بدنبال خواهد داشت. همچنین برداشت بی رویه در بسیاری از مناطق موجب نفوذ و پیشروی آبهای شور، نشست زمین و افزایش هزینه های استحصال آب خواهد شد که ادامه چنین روندی منجر به تهی شدن آبخوان ها و پیامدهای ناگوار

اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی خواهد شد. با توجه به جایگاه و اهمیّت آب زیرزمینی بعنوان یکی از منابع پایه و اصلی تولید در کشورمان، لزوم مطالعه کمی و کیفی دقیق و مستمر این منابع به منظور مدیریت صحیح بهره برداری و حفاظت از آنها بر اساس نتایج مطالعات بدست آمده ضرورت دارد. مطالعات منابع آب زیرزمینی نه تنها به لحاظ بهره برداری مطلوب و حفاظت از آنها قابل اهمیّت است، بلکه بنا به ضرورتهای دیگر مثل نقش آب زیرزمینی در تعدیل سیلابها، دفع پسابهای شهری و صنعتی، زهدار شدن اراضی و... نیز اجتناب ناپذیر می باشد(بی نام ۱۳۸۳). پیش نیاز مدیریت منابع آبهای زیرزمینی شناخت عملکرد سفره در شرایط طبیعی در وهله اوّل و سپس پیش بینی اثرات برداشت و یا تغذیه می باشد. بدون شک بهترین حالت شناخت رفتارهای یک سیستم سفره آبهای زیرزمینی، انجام یک سری تحقیقات طویل المدت برای هر منطقه خاص می باشد که با توجه به وضعیت کنونی و سقف محدود بودجه ها عملاً امکان پذیر نیست. در این میان با ابزاری مانند شبیه سازها و یا مدلها می توان شرایطی مشابه آنچه در طبیعت موجود است بوجود آورد(بی نام ۱۳۸۳). با توجه به مواردی که ذکر شد موضوع آب نیاز به توجه بیشتری دارد. زمینه مطالعه آبهای زیرزمینی بسیار وسیع می باشد، که مطالعات هیدروژئولوژیکی، هیدروشیمی، هیدرولیک، بیلان، مطالعات طرح های تغذیه مصنوعی از مهمترین آنهاست. به منظور مطالعه موارد مذکور و به دلیل اینکه در مطالعه سفره آب زیرزمینی، آزمایش کل سفره، ممکن نمی باشد و از طرفی با دسترسی به برنامه های کامپیوتری جدید در زمینه مدلسازی عددی، کاربرد مدلسازی کمی و کیفی آبهای زیرزمینی، افزایش یافته و نیز جهت مدیریت منابع آب، مدل به ابزار توانایی تبدیل شده است. بنابراین در این تحقیق، مدل ریاضی با استفاده از کدMODFLOW طراحی شده است.

۲-۱ : بیان مسأله

در کشوری با شرایط آب و هوایی نیمه خشک چون ایران، استفاده بهینه و مفید از ذخائر آب زیرزمینی که در بسیاری از نقاط مهمترین و بعضاً تنها منبع تأمین نیازهای آبی است از اهمیّت ویژه ای برخوردار می باشد. منابع آب یک کشور ثروتی ملی است و کمتر فعالیّت اجتماعی را می توان در نظر گرفت که بنحوی با این منبع ارزشمند ارتباط نداشته باشد. رشد سریع جمعیت و متناسب با آن افزایش نیازهای جامعه به فرآورده های کشاورزی و صنعتی با توجه به تشدید روز افزون آن، محدودیت منابع آب با کیفیّت مناسب و عدم تکافوی منابع تغذیه کننده بعلت کمبود بارندگی ناشی از موقعیّت خاص جغرافیائی کشور، مدیریت بهره برداری و حفاظت از آبهای زیرزمینی می بایست به عنوان یک اصل و پایه در برنامه ریزی های مدیریت منابع آبهای زیرزمینی قرار گیرد. تحقیق حاضر نیز تلاشی در همین راستا می باشد. در این تحقیق درصدد یافتن پاسخ سوالات زیر بوده ایم:

۱-۲-۱: آیا مدل مذکور به منظور شبیه سازی جریان آبهای زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه از کارائی لازم برخوردار است؟

۲-۲-۱: تا چه میزان همخوانی و مشابهت نتایج شبیه سازی حاصل از مدل با واقعیت مشاهداتی از لحاظ آماری قابل قبول است؟

۳-۲-۱: آیا امکان تحلیل و استخراج خطوط همزمان پیمایش با کاربرد مدل و ماژول های مرتبط با آن وجود دارد؟

۳-۱: فرضیه ها

۱-۳-۱: با کاربرد مدل ریاضی MODFLOW و برخی از ماژول های مرتبط با آن ضمن مدل سازی جریان آب زیرزمینی در سفره مورد مطالعه می توان خطوط همزمان پیمایش را شبیه سازی نمود.

۲-۳-۱: مدل می تواند شبیه سازی قابل قبولی را ارائه دهد و بین مقادیر مشاهداتی و محاسباتی تراز سطح آب تفاوت معنی داری وجود ندارد.

۴-۱: اهداف

۱-۴-۱: بررسی قابلیّت مدل MODFLOW در شبیه سازی آبهای زیرزمینی.

۲-۴-۱: بررسی نحوه شبیه سازی حرکت و سرعت جریان آب زیرزمینی و تعیین خطوط همزمان پیمایش.

۳-۴-۱: درک بهتر از فرآیند پیچیده جریان آبهای زیرزمینی.

۵-۱: ضرورت تحقیق

مطالعه آبهای زیرزمینی در سراسر جهان همواره در حال افزایش است. اهداف این مطالعات متفاوت است بطوریکه به منظور حفاظت از آبهای زیرزمینی، تأثیر توسعه آبهای زیرزمینی و نتایج اضافه برداشت انجام می گیرد. گرچه ممکن است هیدروژئولوژیست ها و مهندسین آب که در این پروژه ها کار می کنند، به طور مستقیم از روشهای تحلیلی و عددی استفاده نکنند ولی درک جامع چگونگی توسعه مدلهای مفهومی و مدلهای عددی جریان آب زیرزمینی، برای آنها خیلی مهّم است(نوبر و همکاران ۲۰۰۷).

به طور واضح این امکان وجود ندارد که به منظور شناخت انعکاس سفره، پیشنهاد فعالیّت ها در آینده و پیش بینی اثرات فعالیّتهای مختلف، کل سفره را مورد آزمایش قرار دهیم. نظیر کلیه رشته های علوم و مهندسی، بحث و بررسی سیستمها و پدیده ها به طور واقعی، غیر ممکن بوده، زیرا به دلیل فقدان اطلاعات، زمان بر و پر هزینه بودن، انجام چنین مطالعاتی مقدور نمی باشد. لذا با استفاده از اطلاعات موجود، مدل آنرا طراحی کرده و با در نظر گرفتن چگونگی عمل سیستم واقعی، به منظور تصمیم گیری، نتیجه مدل مورد استفاده قرار می گیرد(بیر ۱۹۷۹).

۶-۱- تعاریف

۱-۶-۱: آبهای زیرزمینی[1]

آبهای زیرزمینی شامل مقدار آبی است که تمام خلل و فرج[2] قشری از زمین را پر کرده است (شمسایی ۱۳۸۱). مطالعه آبهای زیرزمینی از دو نقطه نظر می تواند مورد توجه باشد:

۱- از نقطه نظر علم مهندسی آبهای زیرزمینی

این علم شامل مطالعه منشاء، نحوه توزیع و حرکت آب در زیرزمین است و ارتباط آن بیشتر با مهندسی زمین شناسی[3]، مهندسی هیدرولوژی[4] و مکانیک سیالات[5] است(شمسایی ۱۳۸۱).

1- Groundwater
2- Voids
3- Engineering geology
4- Eng. Hydrology
5- Fluid mechanics
6- Hydrogeology