٩٥٨٣٤

دانشکده علوم طبیعی
گروه زمین شناسی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

عنوان:

تعیین مدل کمی و کیفی آبخوان دشت شیرامین با استفاده از نرم افزارGMS

استاد راهنما:

دکتر اصغر اصغری مقدم

اساتید مشاور:

دکترحمید رضا ناصری

مهندس کمال خدایی

۱۳۸۷/۲/۸

پژوهشگر:

بهزاد دلخواهی

مهر ماه ۸٤

شماره:۹۳

۹۵۸۲٤

((من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق))

حمـد و سپاس بیکران خداوند متعال را که سرچشمه و الهام بخش علم و معرفت است. تحقیق حاضر در پرتو عنایت پروردگار و در سایه همکاری و یاری اساتید بزرگوار و دوستان گرامی انجام گرفته است. از این رو بر خود واجب می دانم که مراتب قدردانی و تشکر خود را نسبت به آنها ابراز دارم.

از جناب آقای دکتر اصغر اصغری مقدم، استاد راهنمای محترم پایان نامه و ریاست محترم دانشکده علوم طبیعی که در طـول تحصـیل و تحقـیق همـواره بـنده را مورد لطف و محبت خود قرار داده و راهگشای مشکلات علمی و تحقیقی اینجانب بوده اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از زحمـات اساتید مشاور، جناب آقای دکتر حمیدرضا ناصری و مهندس کمال خدایی تشکر فراوان می نمایم. بر خود لازم مـی دانم از زحمات مدیریت محترم گروه زمین شناسی، جناب آقای دکتر کلاگری و مدیریت سابق گروه، جناب آقـای دکتـر جهانگیـری که امکانات لازم را در اختیار اینجانب قرار دادند، سپاسگزاری نمایم. از کارکنان محترم گروه، جناب آقایان علیرضا جهانیار، احمد سالک سپهر و حبیب لطفی بی نهایت سپاس گزارم.

از مدیـریت و کارکنان سازمان آب منطقه ای آذربایجان شرقی و اردبیل، واحد آبهای زیرزمینی، آقایان مهندس علینژاد، درختـی، عـلاف نجـیب، محمـدی، زینالـی و چهـره ای به خاطر در اختیار قرار دادن آمار و اطلاعات تشکر میکنم. از جـناب آقای مهندس چهلگردی، مدیریت محترم شرکت مهندسین مشاور کاوآب در استان آذربایجان شرقی، که نهایت همکـاری را بـا اینجاب داشته اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. از همکلاسی های عزیزم، آقایان امیر قندی و خیراله بـیگدلو، همچنـین تمامـی دانشـجویان کارشناسـی ارشـد زمـین شناسی به خصوص از آقایان افشین مستقیمی، فرشاد کاظمـی، حجـت فاطمـی و تمـام دوستان دانشگاهی که در به ثمر رسیدن این پایان نامه همکاریهایی را با بنده داشتند، صمیمانه تشکر میکنم.

در نهایـت از پـدر و مـادر عزیـز و خواهران گرامی خود که در طول دوران تحصیلی اینجانب متحمل زحمات فراوان شده اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

۱۳۸۷/۱۲/۸

بهراد دلخواهی مهر ماه ۱۳۸٤

نام خانوادگی : دلخواهی	نام : بهزاد	
عنوان پایان نامه: تعیین مدل کمی و کیفی آبخوان دشت شیرامین با استفاده از مدل GMS		
استاد راهنما : دکتر اصغر اصغری مقدم		
اساتید مشاور: دکترحمیدرضا ناصری ـ مهندس کمال خدایی		
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: زمین شناسی گرایش: زمین شناسی-آبشناسی	دانشگاه: تبریز
دانشکده: علوم طبیعی	تاریخ فارغ تحصیلی: مهر ۱۳۸۴	تعدادصفحه: ۲۱۰
کلیدواژه ها: سیستم هیدروژئولوژیکی, MODFLOW, GMS, MT3DMS, upcoming, CL^-		

چکیده:

دشت شیرامین با وسعتي در حدود ٤٨ كيلومتر مربع, در ٢٠ كيلومتري جنوب غربي شهرستان آذرشهر و در شرق درياچه اروميه واقع شده است. اين منطقه در محدوده جغرافيايي x= ٥٥٧٠٠٠ تا x=٥٩٢٠٠٠ و y= ٤١٥٨٠٠٠ تا y= ٤١٧٧٠٠٠ قرار گرفته است. اين دشت با ميانگين بارندگي ١٩٧ ميليمتر و ميانگين درجه حرارت ١٣ درجه سانتيگراد, جزء مناطق خشك سرد محسوب مي شود. اهداف اصلي از اين پژوهش بررسي سيستم هيدرولوژيكي آبخوان دشت شيرامين, بازبيني و كنترل برخي از داده هاي موجود و بررسي صحت آنها قبل از قراردادن در مدل, مشخص كردن پارامتر هاي هيدروليكي و كيفي آبخوان و در صورت امكان مشخص كردن نواحي آلوده به آب شور و رائه راه حل هاي مناسب جهت بهبود كيفيت منابع آب زيرزميني مي باشد. با توجه به نبود منابع آب سطحي قابل ملاحظه در منطقه و نداشتن نزولات جوي مناسب, لذا تنها منبع آبي مورد استفاده در دشت شيرامين, آب زيرزميني است. در نتيجه افزايش بهره برداري از آبهاي زيرزميني دشت مذكور در چند سال اخير, علاوه بر افت قابل ملاحظه سطح آب زيرزميني در اين آبخوان, كيفيت آب آن نيز به دليل ورود آبهاي شور, به شدت تنزل يافته است. به منظور بررسي و تعيين شرايط هيدروديناميكي آبخوان دشت شيرامين و مشخص كردن پارامتر هاي هيدروليكي و هندسي آبخوان در كل دشت, ابتدا مدل كمي جريان با استفاده از مدل MODFLOW و انترفاز GMS براي اين آبخوان تهيه و پس از اجرا و تصحيح پارامتر هاي مختلف ورودي, مدل واسنجي شد. همچنين جهت انجام مدل كيفي از مدل MT3DMS و انترفاز GMS استفاده گرديد. پارامتر مورد استفاده در مدل كيفي آبخوان, يون كلر(CL^-) مي باشد كه مشخصه نفوذ آب شور بداخل آبخوان است. جهت تكميل اطلاعات كيفي مورد نياز در مدل كيفي, از تعداد ٢٠ حلقه چاه, بصورت فصلي(مرداد ٨٣ تا ارديبهشت ٨٤) نمونه برداري صورت گرفت. پس از وارد كردن پارامترهاي كيفي (تخلخل و ضرايب پخشودگي) و اعمال ضرايط مرزي و اوليه به مدل, مدل اجرا شد و سپس با تصحيح و تدقيق پارامترهاي مذكور, واسنجي مدل انجام گرفت. براساس نتايج مدل, عامل اصلي آلودگي آبخوان دشت شيرامين علاوه بر نفوذ آب شور از سمت درياچه, نفوذ آب هاي فسيل موجود در طبقات زيرين مي باشد. بنابراين بنظر مي رسد upcoming پديده فعال در منطقه باشد.

فهرست عناوین

صفحه

مقدمه ۱

فصل اول : بررسی منابع

۱-۱- اهداف مطالعه ۳

۱-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده ۴

۱-۳- مدلهای آب زیرزمینی ۵

۱-۴- معادلات پایه سیستم آبهای زیرزمینی ۷

۱-۴-۱- شرایط مرزی و اولیه ۹

۱-۴-۲- روشهای حل معادلات آبهای زیرزمینی ۱۰

۱-۴-۲-۱- روش تفاضل محدود (F.D) ۱۱

۱-۴-۲-۲- روش اجزاء محدود ۱۳

۱-۵- مبانی مدلسازی جریان آبهای زیرزمینی ۱۴

۱-۵-۱- اهداف مدل ۱۷

۱-۵-۲- شناسایی و تعیین خصوصیات هیدروژئولوژیکی ۱۷

۱-۵-۳- مدل مفهومی ۱۸

۱-۵-۴- انتخاب نوع مدل(کد) ۲۰

۱-۵-۵- طراحی یا ساخت مدل ۲۱

۱-۵-۶- واسنجی مدل(کالیبراسیون) ۲۲

۱-۵-۶-۱- روش سعی و خطا ۲۴

۱-۵-۶-۲- روش اتوماتیک ۲۴

۱-۵-۷- آنالیز حساسیت(Sensitivity Analysis) ۲۷

۱-۵-۸- تعیین صحت مدل(Model Verification) ۲۷

۱-۵-۹- بازرسی بعدی(Post audit) ۲۷

۱-۶- مبانی مدلسازی کیفی آبهای زیرزمینی ۲۸

۱-۶-۱- آلودگی غیر متمرکز یا توزیعی (آلودگی با منبع غیر نقطه ای) ۲۹

۱-۶-۲- آلودگی متمرکز یا موضعی(آلودگی با منبع نقطه ای) ۳۰

۱-۶-۳- آلودگی خطی ۳۱

۱-۷- فرآیند مدلسازی کیفی آبهای زیرزمینی ۳۲

۱-۸- پدیده انتقال املاح و معادلات پایه کیفیت آبهای زیرزمینی ۳۶

۱-۸-۱- پدیده انتقال(Advection) ۳۸

۱-۸-۲- پخشودگی(Dispersion) ۳۸

۱-۸-۳- ورودی و خروجی ها..... ۳۹
۱-۸-۴- واکنش شیمیایی..... ۳۹
۱-۸-۵- شرایط مرزی و اولیه در مدل کیفی آبهای زیرزمینی..... ۴۰
۱-۹- معرفی نرم افزار GMS ۴۲
۱-۹-۱- انواع مدولهای GMS ۴۴
۱-۹-۲- مزایای GMS نسبت به دیگر نرم افزارهای تهیه مدل..... ۴۶
۱-۱۰- استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(G.I.S) در شبیه سازی آبخوان..... ۴۶

فصل دوم : مواد و روشها

۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی..... ۵۱
۲-۲- هواشناسی و اقلیم..... ۵۳
۲-۱-۱- ایستگاه های هواشناسی انتخابی..... ۵۳
۲-۱-۲- بررسی پارامتر های هواشناسی..... ۵۴
۲-۲-۳- وضع اقلیمی منطقه مورد مطالعه..... ۷۲
۲-۳- هیدرولوژی..... ۷۴
۲-۴- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه..... ۷۷
۲-۴-۱- سازند میلا..... ۷۷
۲-۴-۲- سازند درود..... ۷۷
۲-۴-۳- سازند روته..... ۷۹
۲-۴-۴- سازند شمشک..... ۷۹
۲-۴-۵- سازند دلیچای..... ۸۰
۲-۴-۶- سازند لار..... ۸۰
۲-۴-۷- کنگلومرای قاعده ای..... ۸۰
۲-۴-۸- سازند تیزکوه..... ۸۲
۲-۴-۹- سازند شبه فیلیش..... ۸۲
۲-۴-۱۰- سنگهای آذرین بازیک..... ۸۳
۲-۴-۱۱- توف،ماسه سنگ،سیلت سنگ و کنگلومرا..... ۸۳
۲-۴-۱۲- خاکسترهای آتشفشانی به همراه سنگ های آذرآواری..... ۸۴
۲-۴-۱۳- خاکستر های آتشفشانی همراه با سنگهای آذرآواری،کنگلومرا،ماسه سنگ و شیل..... ۸۴
۲-۴-۱۴- آندزیت و برش ولکانیکی..... ۸۴
۲-۴-۱۵- داسیت و سنگهای فلسیک همراه آن..... ۸۵
۲-۴-۱۶- تراورتن..... ۸۶

۲-٤-۱۷- پادگانه های آبرفتی جوان..... ۸٦
۲-٤-۱۸- باتلاقهای نمکی..... ۸۷
۲-۵- بررسی تشکیلات زمین شناسی محدوده مورد مطالعه از نظر هیدروژئولوژیکی..... ۸۷
۲-٦- زمین شناسی ساختمانی ۹۰
۲-۷- ژئوفیزیک دشت شیرامین..... ۹۲
۲-۷-۱- تغییرات مقاومت عرضی(RT)..... ۹۲
۲-۷-۲- تغییرات ضخامت آبرفت..... ۹٤
۲-۸- مشخصات آبخوان دشت شیرامین..... ۹۹
۲-۸-۱- ویژگی های مواد تشکیل دهنده آبخوان..... ۹۹
۲-۸-۲- عمق برخورد به آب زیرزمینی..... ۱۰۱
۲-۸-۳- نوسانات سطح آبخوان..... ۱۰۳
۲-۸-٤- تراز آب زیرزمینی..... ۱۰٦
۲-۸-۵- جهت جریان و گرادیان هیدرولیکی آب زیرزمینی..... ۱۰۷
۲-۸-٦- نوع آبخوان..... ۱۰۷
۲-۸-۷- پارامتر های هیدرودینامیکی آبخوان..... ۱۰۸
۲-۸-۸- پارامتر های کیفی آبخوان..... ۱۱۰
۲-۸-۹- بهره برداری از آبخوان آب زیرزمینی..... ۱۱۱
۲-۹- هیدروژئوشیمی آبخوان..... ۱۱٤
۲-۹-۱- هدایت الکتریکی(EC)..... ۱۲۲
۲-۹-۲- تغییرات یون کلر(CL^-)..... ۱۲٤
۲-۹-۳- تغییرات کل مواد جامد محلول(TDS)..... ۱۲٦
۲-۱۰- بیلان آبی محدوده مطالعاتی شیرامین..... ۱۲۸
۲-۱۰-۱- بیلان هیدروکلیماتولوژی..... ۱۲۹
۲-۱۰-۲- بیلان آب زیرزمینی..... ۱۲۹
۲-۱۰-۲-۱- جریان ورودی زیرزمینی به محدوده بیلان(Q_{in})..... ۱۳۱
۲-۱۰-۲-۲- تغذیه ناشی از بارندگی در محدوده بیلان(R_p)..... ۱۳۲
۲-۱۰-۲-۳- تغذیه ناشی از جریان های سطحی و سیلاب ها(R_r)..... ۱۳۳
۲-۱۰-۲-٤- تغذیه ناشی از آب برگشتی کشاورزی و فاضلاب شهری و صنعتی(R_w)..... ۱۳۳
۲-۱۰-۲-۵- جریان خروجی زیرزمینی(Q_{out})..... ۱٤۰
۲-۱۰-۲-٦- تبخیر از آب زیرزمینی(E)..... ۱٤۰
۲-۱۰-۲-۷- بهره برداری از آبخوان درمحدوده بیلان(W)..... ۱٤۱
۲-۱۰-۲-۸- زهکشی از آب زیرزمینی(D)..... ۱٤۱

۲-۱۰-۲-۹- تغییرات حجم مخزن آبخوان در دوره بیلان(ΔV)..... ۱۴۲

فصل سوم : بحث و نتیجه گیری

۳-۱- هدف مدلسازی..... ۱۴۵
۳-۲- مدل تفهیمی..... ۱۴۶
۳-۳- طراحی مدل دشت شیرامین..... ۱۵۴
۳-۳-۱- طراحی شبکه..... ۱۵۵
۳-۳-۲- شناسایی مولفه های تغذیه و تخلیه کننده آبخوان..... ۱۵۶
۳-۳-۳- درون یابی اطلاعات هیدرولیکی و هندسی آبخوان و نسبت دادن آن به سلولهای شبکه..... ۱۵۷
۳-۴- شرایط مرزی و اولیه در مدل کمی جریان..... ۱۵۸
۳-۵- انتخاب دوره های تنش و گام زمانی..... ۱۵۹
۳-۶- اجرای مدل..... ۱۶۰
۳-۷- واسنجی و تحلیل حساسیت..... ۱۶۱
۳-۸- مدل کیفی آبخوان دشت شیرامین..... ۱۸۷
۳-۸-۱- شرایط مرزی و اولیه در مدل کیفی آبخوان..... ۱۸۸
۳-۸-۲- اجراء و تنظیم مدل کیفی آبخوان..... ۱۸۹
۳-۸-۳- نتایج شبیه سازی مدل ریاضی کیفی آبخوان دشت شیرامین..... ۱۹۰

فصل چهارم : نتایج و پیشنهادات

۴-۱- نتایج..... ۲۰۳
۴-۲- پیشنهادات..... ۲۰۸

اشکال

۱-۱- تقسیم بندی مدلهای آب زیرزمینی..... ٦
۱-۲- نمایش شبکه بندی تفاضلات متناهی..... ۱۲
۱-۳- شبکه عناصر متناهی با قطعات مثلثی..... ۱٤
۱-٤- روند مدلسازی در آبهای زیرزمینی..... ۱۷
۱-٥- مدل مفهومی..... ۱۹
۱-٦- مراحل واسنجی مدل بروش دستی..... ۲٦
۱-۷- آلودگی توزیعی(غیر نقطه ای)..... ۲۹
۱-۸- آلودگی متمرکز(نقطه ای)..... ۳۰
۱-۹- آلودگی خطی..... ۳۲
۱-۱۰- روند مدلسازی کیفی آبهای زیرزمینی..... ۳٥
۱-۱۱- محیط نرم افزار GMS..... ٤۳
۱-۱۲- محیط نرم افزار Arcview..... ٤۹
۲-۱- نقشه موقعیت جغرافیایی و راه های ارتباطی..... ٥۲
۲-۲- رژیم کامل دمایی ایستگاه جزیره اسلامی..... ٥۷
۲-۳- رژیم کامل دمایی ایستگاه آذرشهر..... ٥۷
۲-٤- تغییرات ماهانه رطوبت نسبی..... ٥۸
۲-٥- نقشه هم باران محدوده مطالعاتی شیرامین..... ٦۷
۲-٦- مدل رقومی بارندگی..... ٦۸
۲-۷- تغییرات سالانه بارندگی حول محور میانگین..... ۷۲
۲-۸- اقلیم نمای آمبرژه..... ۷۳
۲-۹- نقشه زمین شناسی عمومی شیرامین..... ۷۸
۲-۱۰- کنگلومرای قاعده ای..... ۸۱
۲-۱۱- سازند تیز کوه..... ۸۱
۲-۱۲- سازند شبه فیلیش..... ۸٥
۲-۱۳- تشکیلات تراورتن..... ۸٥
۲-۱٤- باطلاق های نمکی..... ۸۷
۲-۱٥- نقشه هیدروژئولوژی..... ۸۹
۲-۱٦- دورنمای کلی دشت شیرامین..... ۹۱
۲-۱۷- نقشه مقاومت عرضی(RT)..... ۹۳
۲-۱۸- نقشه هم ضخامت آبرفت شیرامین..... ۹٤
۲-۱۹- نقشه موقعیت مقاطع لیتولوژی..... ۹٥

۲-۲۰- نیمرخ طولی مقطع لیتوژی A-A' ۹۶
۲-۲۱- نیمرخ طولی مقطع لیتوژی B-B' ۹۶
۲-۲۲- نیمرخ طولی مقطع لیتوژی B-C-C' ۹۷
۲-۲۳- نیمرخ طولی مقطع لیتوژی D-D' ۹۷
۲-۲٤- نیمرخ طولی مقطع لیتوژی D-D'' ۹۸
۲-۲۵- نیمرخ طولی مقطع لیتوژی E-E' ۹۸
۲-۲٦- دیاگرام تقسیم بندی مواد تشکیل دهنده آبخوان ۱۰۰
۲-۲۷- نقشه هم عمق آب زیرزمینی آبخوان شیرامین ۱۰۲
۲-۲۸- هیدروگراف واحد آبخوان دشت شیرامین ۱۰۵
۲-۲۹- نقشه تراز متوسط سالیانه آب زیرزمینی ۱۰٦
۲-۳۰- نقشه قابلیت انتقال آبخوان دشت شیرامین ۱۰۹
۲-۳۱- نقشه منابع آبی محدوده مطالعاتی شیرامین ۱۱۲
۲-۳۲- مقایسه آبدهی قنوات منطقه شیرامین ۱۱۳
۲-۳۳- مقایسه آبدهی چشمه های منطقه شیرامین ۱۱٤
۲-۳٤- نقشه موقعیت چاه های نمونه برداری کیفی ۱۱۵
۲-۳۵- نقشه تیپ آب زیرزمینی ۱۱۸
۲-۳٦- دیاگرام پایپر ۱۱۹
۲-۳۷- دیاگرام تقسیم بندی آب براساس قابلیت شرب(شولر) ۱۲۰
۲-۳۸- دیاگرام تقسیم بندی آب براساس قابلیت کشاورزی (ویلکوکس) ۱۲۱
۲-۳۹- نقشه هدایت الکتریکی آبخوان شیرامین ۱۲۳
۲-٤۰- نقشه هم کلر آبخوان دشت شیرامین ۱۲۵
۲-٤۱- نقشه کل مواد جامد محلول(TDS) ۱۲۷
۲-٤۲- نقشه مقاطع ورودی و خروجی آبخوان دشت شیرامین ۱۳۱
۳-۱- مدل سه بعدی آبخوان دشت شیرامین ۱٤۷
۳-۲- نقشه موقعیت مقاطع چینه شناسی ۱٤۸
۳-۳- مقاطع چاه های حفر شده در آبخوان(A-A') ۱٤۹
۳-٤- مقاطع چاه های حفر شده در آبخوان(B-B') ۱٤۹
۳-۵- مدل مفهومی سیستم جریان آب زیرزمینی آبخوان شیرامین ۱۵۱
۳-٦- تهیه و تبدیل مدل مفهومی برای ساخت آرایه های مدل ۱۵۲
۳-۷- تهیه و تبدیل مدل مفهومی چاه های بهره برداری به مدل ۱۵۳
۳-۸- سلولهای فعال و غیر فعال در شبکه بندی مدل ۱۵٦
۳-۹- شرایط مرزی آبخوان دشت شیرامین ۱۵۹

۳-۱۰- هدف واسنجی..... ۱۶۳
۳-۱۱- نقشه سطح ایستابی شبیه سازی شده برای شرایط پایدار..... ۱۶۵
۳-۱۲- حساسیت خطای مدل نسبت به تغییرات هدایت الکتریکی..... ۱۶۶
۳-۱۳- حساسیت خطای مدل نسبت به تغییرات تغذیه..... ۱۶۷
۳-۱۴- حساسیت خطای مدل نسبت به تغییرات تبخیر و تعرق..... ۱۶۷
۳-۱۵- حساسیت خطای مدل نسبت به تغییرات ارتفاع سنگ کف..... ۱۶۸
۳-۱۶- حساسیت خطای مدل نسبت به تغییرات شرایط مرزی..... ۱۶۸
۳-۱۷- مقایسه سطح آب مشاهداتی و محاسباتی در پیزومتر غرب خانقاه..... ۱۶۹
۳-۱۸- مقایسه سطح آب مشاهداتی و محاسباتی در پیزومتر شیرامین-راه آهن..... ۱۷۰
۳-۱۹- مقایسه سطح آب مشاهداتی و محاسباتی در پیزومتر تقاطع سیلاب خانقاه..... ۱۷۰
۳-۲۰- مقایسه سطح آب مشاهداتی و محاسباتی در پیزومتر مسیل شیرامین..... ۱۷۱
۳-۲۱- مقایسه سطح آب مشاهداتی و محاسباتی در پیزومتر جنوب داشکسن..... ۱۷۱
۳-۲۲- مقایسه سطح آب مشاهداتی و محاسباتی در پیزومتر غرب داشکسن..... ۱۷۲
۳-۲۳- نقشه هم تراز سطح آب زیرزمینی (آذر ماه ۸۱)..... ۱۷۳
۳-۲۴- نقشه سطح ایستابی شبیه سازی شده برای انتهای پریود اول..... ۱۷۴
۳-۲۵- نقشه هم تراز سطح آب زیرزمینی (اسفند ماه ۸۱)..... ۱۷۵
۳-۲۶- نقشه سطح ایستابی شبیه سازی شده برای انتهای پریود دوم..... ۱۷۶
۳-۲۷- نقشه هم تراز سطح آب زیرزمینی(خرداد ماه ۸۲)..... ۱۷۷
۳-۲۸- نقشه سطح ایستابی شبیه سازی شده برای انتهای پریود سوم..... ۱۷۸
۳-۲۹- نقشه هم تراز سطح آب زیرزمینی (تیر ماه ۸۲)..... ۱۷۹
۳-۳۰- نقشه سطح ایستابی شبیه سازی شده برای انتهای پریود چهارم..... ۱۸۰
۳-۳۱- نقشه هم تراز سطح آب زیرزمینی (شهریور ماه ۸۲)..... ۱۸۱
۳-۳۲- نقشه سطح ایستابی شبیه سازی شده برای انتهای پریود پنجم..... ۱۸۲
۳-۳۳- برازش مقادیر محاسباتی و مشاهداتی برای شرایط پایدار..... ۱۸۳
۳-۳۴- نقشه هم کلر آبخوان دشت شیرامین(آذر ماه ۸۱)..... ۱۹۱
۳-۳۵- نقشه هم کلر شبیه سازی شده برای انتهای پریود اول..... ۱۹۲
۳-۳۶- نقشه هم کلر آبخوان دشت شیرامین(اسفند ماه ۸۲)..... ۱۹۳
۳-۳۷- نقشه هم کلر شبیه سازی شده برای انتهای پریود دوم..... ۱۹۴
۳-۳۸- نقشه هم کلر آبخوان دشت شیرامین(خرداد ماه ۸۲)..... ۱۹۵
۳-۳۹- نقشه هم کلر شبیه سازی شده برای انتهای پریود سوم..... ۱۹۶
۳-۴۰- نقشه هم کلر آبخوان دشت شیرامین(تیر ماه ۸۲)..... ۱۹۷
۳-۴۱- نقشه هم کلر شبیه سازی شده برای انتهای پریود چهارم..... ۱۹۸

۳-٤۲- نقشه هم کلر آبخوان دشت شیرامین(شهریور ماه ۸۲).....۱۹۹
۳-٤۳- نقشه هم کلر شبیه سازی شده برای انتهای پریود پنجم.....۲۰۰

جداول صفحه

۲-۱- مولفه های درجه حرارت در ایستگاه جزیره اسلامی..... ۵۶
۲-۲- مولفه های درجه حرارت در ایستگاه آذرشهر..... ۵۶
۲-۳- میزان رطوبت نسبی ایستگاه آذرشهر..... ۵۹
۲-۴- متوسط ساعات آفتابی در محدوده مورد مطالعه..... ۵۹
۲-۵- متوسط سرعت باد ماهانه در محدوده مورد مطالعه..... ۶۲
۲-۶- متوسط تبخیر از طشت برای دو ایستگاه آذرشهر و جزیره اسلامی..... ۶۲
۲-۷- بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت شیرامین به روش تورنت وایت(۸۲-۸۱)..... ۶۴
۲-۸- متوسط بارندگی ایستگاه های موجود در منطقه مورد مطالعه (۸۱-۷۱)..... ۶۵
۲-۹- آمار بارندگی ماهانه ایستگاه آذرشهر..... ۶۹
۲-۱۰- آمار بارندگی ماهانه ایستگاه عجبشیر..... ۷۰
۲-۱۱- آمار بارندگی ماهانه ایستگاهشیرامین..... ۷۱
۲-۱۲- مقادیر دبی و پارامتر های کیفی دو مسیل شیرامین و سیلاب:..... ۷۴
۲-۱۳- مشخصات عمومی مسیلهای شیرامین و سیلاب..... ۷۵
۲-۱۴- آمار دبی ماهانه مسیل سیلاب برای دوره های برگشت مختلف..... ۷۶
۲-۱۵- آمار دبی ماهانه مسیل شیرامین برای دوره های برگشت مختلف..... ۷۶
۲-۱۶- مشخصات شیمیایی گمانه های حفر شده در دشت شیرامین..... ۱۰۱
۲-۱۷- نتایج آنالیز شیمیایی آب زیرزمینی دشت شیرامین در آذر ماه ۸۳..... ۱۱۶
۲-۱۸- جریان های ورودی زیرزمینی از مقاطع مختلف به محدوده بیلان..... ۱۳۲
۲-۱۹- محاسبه تبخیر گیاه مرجع توسط برنامه **CROPWAT**..... ۱۳۵
۲-۲۰- محاسه نیاز آبی گیاه گندم توسط برنامه **CROPWAT** (سال آبی ۸۲-۸۱)..... ۱۳۶
۲-۲۱- محاسه نیاز آبی گیاه جو توسط برنامه **CROPWAT** (سال آبی ۸۲-۸۱)..... ۱۳۷
۲-۲۲- محاسه نیاز آبی گیاه انگور توسط برنامه **CROPWAT** (سال آبی ۸۲-۸۱)..... ۱۳۸
۲-۲۳- نیاز آبی محصولات کشاورزی در محدوده مطالعاتی شیرامین..... ۱۳۹
۲-۲۴- جریان های خروجی زیرزمینی از مقاطع مختلف محدوده بیلان..... ۱۴۰
۲-۲۵- میزان تبخیر از آبخوان دشت شیرامین در محدوده بیلان ۱۴۱
۲-۲۶- خلاصه محاسبات مربوط به پارامتر های بیلان برای سال آبی ۸۲-۸۱..... ۱۴۳
۳-۱- آنالیز باقیمانده ها برای مدل کمی جریان..... ۱۸۶
۳-۲- آنالیز باقیمانده ها برای مدل کیفی..... ۲۰۱

به نام خدا

-مقدمه

آب این مایع حیاتی، نقش مهمی در توسعه همه جانبه مناطق شهری و روستایی دارد. بدون آب حیات امکان‌پذیر نبوده و فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و ... متوقف می‌شود.

منابع آب زیرزمینی، بزرگترین ذخیره قابل دسترس آب شیرین در کره زمین را تشکیل می‌دهند. در مناطقی که منابع آب سطحی محدود بوده و یا به راحتی در دسترس انسان قرار ندارد، در این قبیل مناطق می‌توان نیاز انسان‌ها را به آب از طریق آبهای زیرزمینی که در همه جا به طور وسیع و گسترده پخش شده‌اند، بر طرف نمود.

در دو دهه اخیر، افراط در بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی، باعث افت شدید سطح آب در اکثر آبخوان‌های کشور شده است. این افت که بعضاً به بیش از ۱۰ متر نسبت به چند سال گذشته گزارش شده است ، بدون شک برای منابع طبیعی کشور یک فاجعه محسوب می‌شود. از طرف دیگر کاهش شدید آب در مخزن آبخوانها و ورود آلاینده‌های مختلف کشاورزی، صنعتی و شهری باعث افت شدید کیفیت آب سفره‌های آب زیرزمینی کشور شده است.

اگر رشد جمعیت و مصرف به همین روند تداوم یابد و سیاستهای تولید محصول کشاورزی نیز در ترکیب مطلوب حفظ گردد در سال ۱۴۰۰ در بخش کشاورزی با ۵۱/۶ میلیارد متر مکعب کمبود آب مواجه خواهیم بود. زیرا با حداقل برآورد نیاز سایر بخشها کل نیاز آبی با بازدهی فعلی به رقم ۱۵۶ میلیارد متر مکعب بالغ می‌گردد که از صددرصد حجم بالقوه آبی کشور نیز تجاوز می‌نماید(پورعباس ،۱۳۸۰). لذا جهت جلوگیری از وقوع این مشکل و مدیریت صحیح منابع آب زیرزمینی، استفاده از ابزاری که بتواند رفتار یک آبخوان در آینده را مورد بررسی قرار دهد لازم و ضروری می‌باشد و یکی از بهترین ابزار جهت این مهم، مدلسازی آب زیرزمینی است.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- اهداف مطالعه

یکی از مهمترین مراحل هر طرح تحقیقاتی تعیین هدف در آن طرح می‌باشد. اهداف اصلی از این پژوهش بررسی سیستم هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی آبخوان دشت شیرامین، بازبینی و کنترل برخی از داده‌های موجود و بررسی صحت آنها قبل از قرار دادن در مدل، مشخص کردن پارامترهای هیدرولیکی و کیفی آبخوان، بررسی هیدرولیکی مرزهای آبخوان آب زیرزمینی و در صورت امکان مشخص کردن نواحی آلوده به آب شور و ارائه راه‌حل‌های مناسب جهت بهبود کیفیت منابع آب زیرزمینی می‌باشد. با توجه به نبود منابع آب سطحی در منطقه و کمبود نزولات جوی، تنها منبع آبی مورد استفاده در دشت شیرامین، آب زیرزمینی است. در نتیجه افزایش بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی دشت مذکور در چند سال اخیر، علاوه بر افت قابل ملاحظه سطح آب زیرزمینی در این آبخوان، کیفیت آب آن نیز به دلیل ورود آبهای شور از سمت دریاچه ارومیه و طبقات پایین آبخوان، به شدت تنزل یافته است. لازم به ذکر است که برخی از روستاهای موجود در دشت شیرامین به علت شدت شوری آبهای زیرزمینی آبخوان، تنها منابع آب شرب و کشاورزی خود را از دست داده‌اند و در وضعیت بحران به سر می‌برند. لذا با توجه به وضعیت موجود لزوم مطالعات دقیق‌تری از آب زیرزمینی جهت برنامه‌ریزی‌های آتی ایجاب می‌نماید.

۱-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده

دور جدید مطالعات هیدرولوژی آبهای زیرزمینی در سال ۱۹۳۵ با معادله تایس (Thies) آغاز گردید. در خلال دهه ۱۹۵۰ میلادی افراد مختلفی از جمله باب بنت (Bob Bennet) و هرب اسکیوتیز (Herb Skivitze) در سازمان زمین شناسی ایالات متحده (USGS) با استفاده از فن‌آوری رایانه‌ای آنالوگ، سیستم آبخوان را مورد شبیه‌سازی قرار دادند. به دنبال گسترش رایانه‌های شخصی در دهه ۱۹۶۰ استفاده از مدلهای ریاضی با راه حل عددی به یکی از روشهای مطلوب در مطالعه آب زیرزمینی تبدیل گردید که این حل عددی شامل دو روش تفاضل‌های محدود و عناصر محدود می‌باشد. شاید بتوان گفت استالمن (Stallman,1956)، اولین کسی بود که روشهای عددی را در مسائل آب زیرزمینی بکار برد. او در این روش از تفاضلات محدود برای حل معادلات دو بعدی ناپایدار در آبخوان غیر همگن استفاده کرد (حسن پور،۱۳۸۱).

با توجه به نیاز حل معادلات جریان و آلودگی در آبهای زیرزمینی از حدود ۳۰ سال پیش در اکثر مراکز تحقیقاتی، دانشگاهی و مهندسین مشاور دنیا، مدلسازی عددی، به عنوان یک روش کارآمد رسماً آغاز شد. به خصوص با پیشرفت کامپیوتر از نظر حافظه و سرعت، امکان استفاده از روشهای مختلف عددی فراهم گردید. در این میان انجمن ژئوفیزیک آمریکا (AGU)، مرکز بین المللی مدلسازی آبهای زیرزمینی (IGWMC) در ایالت کلرادو آمریکا، سازمان تحقیقات زمین شناسی آمریکا (USGS)، مراکز تحقیقاتی در فرانسه، آلمان، انگلیس و استرالیا بیشترین فعالیت را نسبت به سایر کشورهای دنیا در

این زمینه داشته‌اند. از طرف دیگر با این که روند مدلسازی عددی مرتباً ادامه داشته و دارد، گاه بنا به ضرورت مسئله، مدلهای تحلیلی نیز در مواقع خاص تهیه می‌شوند.

از سال ۱۹۹۵ میلادی، به خصوص با به بازار عرضه شدن نسخه‌های جدید سیستم عامل Windows، مانند Win 95, Win 98, Win 2000, Win xp, برخی از شرکتهای خصوصی در آمریکا با تطبیق مدلهای موجود آبهای زیرزمینی با این سیستم عامل و بالا بردن جنبه‌های گرافیکی آنها و ارائه خدمات بعد از فروش، به طور وسیعی نرم افزارهای مختلفی در زمینه مدلسازی آبهای زیرزمینی به دنیا ارائه کردند(خلقی،۱۳۸۱).

مطالعات و بررسی‌های مربوط به مدلسازی در ایران از اواخر دهه ۴۰ شمسی شروع شد. در سال ۱۳۴۸ کارشناسان ایرانی با مشارکت سازمان خواربار جهانی (FAO) مدل ریاضی دشت ورامین را به روش تفاضلهای محدود انجام دادند.

۱-۳- مدلهای آب زیرزمینی

یک مدل آب زیرزمینی در واقع فرم ساده شده‌ای از یک سیستم واقعی آبهای زیرزمینی است که به طور تقریبی همبستگی بین عمل و عکس‌العمل هیدرودینامیکی را در یک سیستم ارائه می‌کند (بییر و بلجین،۱۹۹۲). واضح است که با توجه به سیستم پیچیده آبخوانها در طبیعت، در مدیریت، نیاز به ابزاری می باشد تا بتوان با ساده نگری به مسئله در برنامه ریزی و تصمیم گیری مؤثر واقع شود.

در اکثر پروژه‌های مطالعاتی آبهای زیرزمینی، اطلاعات کافی در دست نیست و بـرای بدسـت آوردن یک راه حل قابل قبول برای مسئله، نیازمند یک سری فرضیات و ساده انگاریها مـی‌باشـد. جهـت تلفیـق درک هیدروژئولوژیکی با اطلاعات موجود و همچنین توسعه یک ابزار قدرتمند پیش بینـی کننـده بـرای ارزیابی سیستمهای آب زیرزمینی در چهار چوب فرضیات و محدودیتها، از مدلهای آب زیرزمینی استفاده می‌شود. تا بحال مدلهای زیادی جهت شبیه سازی سیستم آب زیرزمینی تهیه شده است از جمله می‌تـوان به مدلهای محیط متخلخل، مدلهای آنالوگ و مدلهای ریاضی اشاره کرد (شکل۱-۱).

شکل (۱-۱) _ تقسیم بندي مدلهاي آب زيرزميني Prickett(1975)

یک مدل ریاضی، شامل یک سری از معادلات (بر پایه برخی فرضیات) است که فرایندهای فیزیکی فعال در سیستم آبخوان و اثرات تنشهای هیدرولوژیکی، پمپاژ، آبیاری و غیره بر روی آبخوان را شبیه سازی می‌کند(میدلمیس و مریک،۲۰۰۱). قبل از معرفی بیشتر مدلهای ریاضی، بهتر است معادلات پایه در مسائل آبهای زیرزمینی مورد بررسی قرار گیرد.

۱-۴- معادلات پایه سیستم آبهای زیرزمینی

برای این که معادلات پایدار در یک سیستم آبخوان تشکیل شود، ابتدا یک جزء حجم معرف آبخوان (REV) با ابعاد ΔxوΔy (افقی) و Δz(عمودی) در نظر گرفته و سپس معادلات پیوستگی (Continuity Equation) را روی آن نوشته و با معادلات حرکت (Momentum Equation) تلفیق می‌شود.

از تلفیق معادلات فوق با در نظر گرفتن اصل بقاء انرژی :

تغییرات ذخیره = خروجی - ورودی

معادله اساسی جریان در آب زیرزمینی بدست می‌آید. که در حالت پایدار (Steady State) با در نظر گرفتن تغییرات ذخیره در زمان برابر صفر، بصورت زیر نوشته می‌شود:

$$\frac{\partial}{\partial x}(T_{xx}\frac{\partial h}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(T_{yy}\frac{\partial h}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(T_{zz}\frac{\partial h}{\partial z})=0 \qquad [۱-۱]$$

h = بار هیدرولیکی آبخوان (L)

x,y,z = جهات سه گانه (L)