۱۳۲۶۳۲-۲۰۰۹۹

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته آبیاری و زهکشی

عنوان

بررسی هجوم آب شور دریا در آبخوان های ساحلی و تغییرات کیفی آب زیرزمینی (مطالعه موردی آبخوان ساحلی سلماس)

استاد راهنما

دکتر امیر حسین ناظمی

۱۳۸۸/۱۱/۲۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی
ثبت و مدارک

استادان مشاور

دکتر سید علی اشرف صدرالدینی

دکتر اصغر اصغری مقدم

پژوهشگر

مهدی بری بوراچالو

دی‌ماه ۱۳۸۸ شماره ۱۳- ۱۳۸۸

۱۳۲۱۳۲

تقدیم به:

پدر فداکار

و

مادر مهربانم

تشکر و قدردانی

با حمد و سپاس به درگاه خداوند متعال که علم و دانش را چراغ راه زندگی انسان قرار داد. حال که با عنایات خداوند متعال انجام این پایان‌نامه به اتمام رسید، بر خود لازم می‌دانم تا از زحمات آنان که به نور علم و معرفت خویش، روشنگر راهم بودند، تشکر و قدردانی نمایم.

از خانواده خوبم، پدر و مادر فداکار، و خواهر و برادر مهربانم، که شرایط مناسبی را مهیا نموده و اینجانب را در پیشبرد و انجام کارهایم یاری رساندند، تشکر می‌نمایم.

از رهنمودها و نظرات استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر امیر حسین ناظمی که راهنمایی پایان‌نامه‌ام را بر عهده داشتند و در تمام مراحل انجام این پایان‌نامه زحمات فراوانی را متحمل شدند، کمال تشکر را دارم.

از اساتید گرانمایه جناب آقای دکتر سید علی اشرف صدرالدینی و جناب آقای دکتر اصغر اصغری مقدم که در سمت مشاورت پایان‌نامه در پر بار نمودن این تحقیق مرا راهنمایی کردند، تقدیر و تشکر می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر احمد فاخری فرد که زحمت داوری پایان‌نامه را بر عهده داشتند تشکر می‌کنم.

از زحمات سایر اساتید محترم گروه مهندسی آب بالاخص مدیریت محترم جناب آقای دکتر داود فرسادی‌زاده که در طول تحصیل استاد و مشوق اینجانب بوده‌اند نهایت تشکر را دارم.

از مدیریت محترم دفتر مطالعات پایه منابع آب سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان غربی، آقای مهندس بشیری‌پور و سایر همکاران محترم آن دفتر خصوصاً آقایان مهندس باقری نژاد، جباری، سلمانیان، دادروان و نصیری، که با نظرات و کمکهای بی‌دریغشان مرا یاری کردند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای مهندس محمد علی حسن پور اقدم از دفتر مطالعات آبهای زیرزمینی سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی و سرکار خانم مهندس علویه موسوی از گروه زمین شناسی دانشگاه تبریز، که در طول تحقیق مرا راهنمایی و همراهی کردند صادقانه تشکر می‌کنم.

از دوست گرامی آقای ابوالفتح اولاد غفاری که در طی مراحل انجام این تحقیق همواره مرا تشویق و همراهی نمودند، خالصانه تشکر می‌کنم. همچنین از تمام دوستان و عزیزانی که در طول تحصیل، به نحوی مرا یاری نمودند متشکرم و از خداوند متعال برای همگی آنها آرزوی پیروزی و سعادت دارم.

مهدی بری بوراچالو

دی‌ماه ۱۳۸۸

نام خانوادگی: بری بوراچالو **نام:** مهدی

عنوان پایان نامه: بررسی هجوم آب شور دریا در آبخوان های ساحلی و تغییرات کیفی آب زیرزمینی(مطالعه موردی آبخوان ساحلی سلماس)

استاد راهنما: دکتر امیر حسین ناظمی

استادان مشاور: دکتر سید علی اشرف صدرالدینی و دکتر اصغر اصغری مقدم

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی آب **گرایش:** آبیاری و زهکشی

دانشگاه: تبریز **دانشکده:** کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** دی‌ماه ۸۸ **تعداد صفحه:** ۱۳۳

واژه‌های کلیدی: دشت سلماس، آبخوان، نوسانات سطح ایستابی، آب زیرزمینی، فصل مشترک، آب شور- شیرین، غلظت، نسبتهای یونی، مدل کمی، MODFLOW، گام زمانی، آنالیز حساسیت، واسنجی

چکیده:

محدوده مطالعاتی دشت سلماس یکی از دشتهای حاصلخیز استان آذربایجان‌غربی است که از نظر جغرافیایی در شمال شهر ارومیه و در شمال‌غرب دریاچه ارومیه واقع است. در دشت سلماس آب زیرزمینی در اکثر مناطق دشت، منبع اصلی تأمین آب شرب و کشاورزی می‌باشد. با توجه به اینکه قسمت خروجی دشت منتهی به دریاچه ارومیه می‌باشد، افت تراز آب زیرزمینی خطر هجوم آب شور دریاچه به مناطق ساحلی را در پی خواهد داشت. بدین جهت مطالعه کمیت و کیفیت آب زیرزمینی این دشت از نظر مدیریت منابع آب اهمیت ویژه ای دارد.

در چند سال اخیر به دلیل کمبود بارش و برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی، تراز آب زیرزمینی افت کرده است. بطوری که روند کلی هیدروگراف واحد آب زیرزمینی دشت سلماس یک روند نزولی است که در طی سالهای ۸۳ تا ۸۷ تراز آب زیرزمینی آبخوان ۲/۲۴ متر افت کرده است یعنی مقدار ۳۲/۵۷ میلیون متر مکعب در طول این مدت از آبخوان تخلیه شده و آبخوان با بیلان منفی روبرو می‌باشد. هیدروگراف تراز آب دریاچه ارومیه نشان داد که روند کلی تراز دریاچه نیز در حال کاهش است و حداکثر تراز دریاچه در سال ۸۷ نسبت به سال ۸۴ مقدار ۱/۲۴ متر افت و در حداقل تراز خود مقدار ۰/۶۹ متر افت داشته است.

دریاچه با آبخوان در ارتباط هیدرولیکی می‌باشد بنابراین برای بررسی اثرات آب شور دریاچه بر آبخوان ابتدا فصل مشترک آب شور- شیرین توسط روابط تحلیلی محاسبه گردید و سپس برای مدیریت بهتر آبخوان، کل دشت سلماس توسط نرم افزارVisual MODFLOW از نظر کمی و کیفی شبیه سازی گردید. محاسبات نشان داد که طول فصل مشترک در سال ۸۷ نسبت به سال ۸۴ کاهش داشته است و عمق فصل مشترک آب شور- شیرین افزایش یافته است و تیغه آب شور از خشکی به سمت دریاچه پسروی کرده است. با توجه به نزدیکی چاههای بهره برداری موجود به ساحل دریاچه، پدیده بالا آمدن مخروطی آب شور در چاههای مذکور اتفاق افتاده و آب چاهها شور شده است که نتایج آنالیز شیمیایی نیز این موضوع را نشان می‌دهند.

ادامه چکیده

برای مدل‌سازی آبخوان از همه اطلاعات زمین شناسی، هیدرودینامیکی و هیدرولوژیکی موجود در دشت بهره گرفته شد. نتایج اولین اجرای مدل کمی برای سال آبی ۸۴- ۸۳ نشان داد پارامترهای اولیه ورودی به مدل از قطعیت لازم برخوردار نبودند. تحلیل حساسیت مدل کمی نشان داد که مدل نسبت به تغییر مقادیر هدایت هیدرولیکی(K) و ضریب ذخیره(S) و ابعاد شبکه بندی بخصوص در محل برخی پیزومترها حساسیت بالا و نسبت به میزان تغذیه و تخلیه و مرزهای هیدرولیکی حساسیت کمی دارد. مرحله واسنجی مدل کمی با تغییر توأم پارامترهای هیدرولیکی و ابعاد شبکه بندی برای سال ۸۴-۸۳ صورت گرفت که نتایج حاصل از آن قابل قبول و میزان خطاها در محدوده مجاز بوده و سطح آب زیرزمینی بخوبی شبیه سازی شده است.

با توجه به نبود اطلاعات کافی در مورد پارامترهای کیفی آبخوان، با مراجعه به مقالات علمی و کارهای عملی، مقادیر این پارامترها با دقت برآورد شدند. نتایج حاصل از اولین اجرای مدل کیفی(با یون کلر) نشان داد که مقادیر خطاها در حد قابل قبول بوده و کیفیت آب زیرزمینی به خوبی شبیه سازی شده است این موضوع نشان می‌دهد که در مرحله تخمین پارامترها موفق عمل شده‌است. تحلیل حساسیت مدل کیفی نشان داد که مدل به تغییرات چگالی ظاهری و نسبت ضرایب پراکندگی حساس نبوده ولی نسبت به تغییرات ضریب پخش مولکولی و پراکندگی طولی حساسیت دارد. نتایج واسنجی مدل کیفی نشان داد که مقادیر اولیه ورودی به مدل درست بوده و می‌توان گفت که شرایط کیفی آبخوان با توجه به محدویت هایی که در این مورد وجود دارد به خوبی شبیه سازی شده است. با توجه به نبود اطلاعات کافی برای سال‌های بعد از بیلان موفق به صحت سنجی و پیش بینی مدل نشدیم. اما با انجام صحت سنجی برای سال‌های دارای آمار کافی می‌توان از این مدل به خوبی در مدیریت آبخوان استفاده کرد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه ۱

۱- بررسی منابع

مقدمه ۴
۱-۱- آب زیرزمینی شور ۵
۱-۲- تحلیل پدیده شوری در سواحل ۶
۱-۲-۱- برداشت اضافه از آبخوان ۶
۱-۲-۲- نفوذ آب شور دریا ۸
۱-۲-۲-۱- بیان ریاضی مسأله ۱۰
۱-۲-۲-۲- فصل مشترک ایستا در پلان عمودی ۱۴
۱-۲-۳- افت کیفیت آب زیرزمینی ۱۷
۱-۲-۴- تشخیص پدیده شوری از روی داده های هیدروشیمی ۱۸
۱-۲-۴-۱- اختلاط آب شور و شیرین ۱۸
۱-۲-۴-۲-جذب یونی ۱۹
۱-۲-۴-۳- تعویض یونی ۱۹
۱-۲-۴-۴- کاهش یون سولفات ۱۹
۱-۲-۵- شور شدن خاک ۲۰
۱-۳- مدلهای عددی در مدیریت آب زیرزمینی ۲۱
۱-۳-۱- مراحل مدل سازی ۲۳
۱-۳-۱-۱- تعیین هدف ۲۳
۱-۳-۱-۲- طراحی مدل مفهومی ۲۳

۱-۳-۱-۳- انتخاب کد رایانه‌ای مناسب ۲۳
۱-۳-۱-۴- طراحی مدل ۲۴
۱-۳-۱-۵- واسنجی مدل ۲۵
۱-۳-۱-۶- آنالیز حساسیت ۲۷
۱-۳-۱-۷- صحت سنجی مدل ۲۷
۱-۳-۱-۸- پیش بینی ۲۸
۱-۳-۲- شبکه بندی مکانی و زمانی مدل ۲۸
۱-۳-۳- معادلات حاکم بر جریان ۲۹
۱-۳-۴- معادلات کیفیت آبهای زیرزمینی ۳۰
۱-۳-۴-۱- پدیده انتقال ۳۲
۱-۳-۴-۲- پدیده پراکندگی ۳۳
۱-۳-۴-۳- ورودی و خروجی‌ها ۳۴
۱-۳-۴-۴- واکنش شیمیایی ۳۵
۱-۳-۵- توصیف مختصری در مورد بسته نرم‌افزاری Visual MODFLOW ۳۶
۱-۳-۶- توصیف مختصر بسته MT3D ۳۷
۱-۴- مطالعات انجام شده ۳۷

۲- مواد و روشها

۲-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی ۴۴
۲-۲- هواشناسی و اقلیم منطقه ۴۴
۲-۳- هیدرولوژی منطقه ۴۴
۲-۴- زمین شناسی منطقه ۴۶
۲-۴-۱- چینه شناسی ۴۶
۲-۴-۲- تکتونیک و زمین شناسی ساختمانی ۴۸
۲-۴-۳- سازندهای مؤثر در تشکیل منابع آب ۴۸

۲-۵- ژئوفیزیک دشت سلماس ۴۹
۲-۵-۱- حدود تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی لایه ها ۵۰
۲-۵-۲- تغییرات ضخامت رسوبات آبرفتی ۵۱
۲-۵-۳- هیدروژئولوژی ۵۳
۲-۵-۳-۱- نوع آبخوان دشت سلماس ۵۳
۲-۵-۳-۲- مشخصات منابع آبی دشت سلماس ۵۳
۲-۵-۳-۳- ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان ۵۴
۲-۶- بررسی نوسانات آب دریاچه(کمی و کیفی) ۵۶
۲-۷- بررسی نوسانات سطح ایستابی آبخوان ۶۰
۲-۸- نقشه های هم تراز آب زیرزمینی و جهت جریان ۶۲
۲-۹- بررسی ارتباط بین آب زیرزمینی و دریاچه ۶۷
۲-۱۰- هیدروژوشیمی دشت سلماس ۶۸
۲-۱۰-۱- هدایت الکتریکی ۶۸
۲-۱۰-۲- کل مواد جامد حل شده (TDS) ۷۲
۲-۱۰-۳- تغییرات یون کلر ۷۳
۲-۱۰-۴- تغییرات یون سدیم ۷۵
۲-۱۰-۵- بررسی کیفیت آب زیرزمینی با استفاده از دیاگرامهای هیدرو شیمیایی ۷۶
۲-۱۰-۵-۱- تعیین تیپ آب زیرزمینی با استفاده از دیاگرام پایپر ۷۶
۲-۱۰-۵-۲- بررسی خصوصیات شیمیایی آب زیرزمینی از لحاظ شرب ۷۹
۲-۱۰-۵-۳- بررسی خصوصیات شیمیایی آب زیرزمینی از لحاظ کشاورزی ۸۲

۳- بحث و نتیجه‌گیری

۳-۱- بررسی کمی ارتباط آب شور- شیرین ۸۶
۳-۲- بررسی کیفی ارتباط آب شور و شیرین ۹۱
۳-۲-۱- طبقه بندی کیفی ۹۱

۳-۲-۲- بررسی نفوذ آب شور از روی نسبت‌های هیدروژئوشیمیایی ۹۲
۳-۳- مدل سازی آبخوان دشت سلماس ۹۸
۳-۳-۱- هدف از تهیه مدل کمی و کیفی آبخوان ۹۸
۳-۳-۲- تهیه مدل مفهومی آبخوان ۹۹
۳-۳-۳- انتخاب مدل رایانه‌ای مناسب ۱۰۰
۳-۴- مدل سازی کمی آبخوان ۱۰۰
۳-۴-۱- شبکه بندی مکانی ۱۰۰
۳-۴-۲- ورود داده های اولیه و پایه به مدل ۱۰۰
۳-۴-۳- پیزومترها و چاههای مشاهده‌ای آبخوان ۱۰۱
۳-۴-۴- خصوصیات هیدرولیکی آبخوان ۱۰۱
۳-۴-۵- تغذیه از طریق بارش و تخلیه از طریق تبخیر ۱۰۲
۳-۴-۶- شرایط مرزی مدل ۱۰۲
۳-۴-۷- شرایط اولیه ۱۰۳
۳-۴-۸- گام‌های زمانی ۱۰۳
۳-۴-۹- اجرای مدل کمی آبخوان دشت سلماس ۱۰۴
۳-۴-۱۰- تحلیل حساسیت مدل کمی ۱۰۸
۳-۴-۱۱- واسنجی مدل کمی ۱۰۹
۳-۵- مدل سازی کیفی آبخوان ۱۱۳
۳-۵-۱- شبکه بندی مکانی و زمانی ۱۱۳
۳-۵-۲- موقعیت چاههای مشاهده ای کیفی ۱۱۴
۳-۵-۳- پارامترهای کیفی ۱۱۴
۳-۵-۴- شرایط مرزی ۱۱۵
۳-۵-۴-۱- منبع نقطه ای ۱۱۵
۳-۵-۴-۲- غلظت بارش ۱۱۵
۳-۵-۴-۳- غلظت تبخیر ۱۱۵

۳-۵-۵- شرایط اولیه ۱۱۵
۳-۵-۶- اجرای مدل کیفی ۱۱۶
۳-۵-۷- تحلیل حساسیت مدل کیفی ۱۱۹
۳-۵-۸- واسنجی مدل کیفی ۱۲۰
۳-۵-۹- صحت سنجی یا تطبیق مدل کمی و کیفی با واقعیت ۱۲۲
۳-۶- نتیجه‌گیری ۱۲۲
۳-۷- پیشنهادات ۱۲۶
منابع مورد استفاده ۱۲۷
پیوست ۱۳۴

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱- طبقه بندی آبهای زیرزمینی بوسیله USGS ۵
جدول ۲-۱- سازندهای زمین شناسی مؤثر در منابع آبهای زیرزمینی ۴۹
جدول ۲-۲- طبقه بندی نمونه های آب بر اساس استاندارد USGS در دشت سلماس ۷۳
جدول ۲-۳- طبقه بندی منابع آبی دشت سلماس بر اساس نوع آبها ۷۶
جدول ۲-۴- درصد هر یک از کلاس های طبقه بندی شولر در دشت سلماس ۷۹
جدول ۲-۵- درصد هر یک از کلاس های طبقه بندی ویلکوکس در دشت سلماس ۸۵
جدول ۳-۱- مقادیر محاسبه شده طول پیشروی آب شور ۸۷
جدول ۳-۲- طبقه بندی کیفی آب در نواحی ساحلی دریاچه ارومیه ۹۱
جدول ۳-۳- مقادیر نسبتهای شیمیایی در نواحی ساحلی در سال ۸۶ ..... ۹۳

فهرست شکل‌ها

شکل۱-۱- پدیده بالا آمدگی مخروطی آب شور ۸
شکل۱-۲- فصل مشترک آب شور و شیرین..... ۹
شکل۱-۳- فصل مشترک تند بین مناطقی که توسط آب شور و شیرین اشغال شده است ۱۰
شکل۱-۴- شرایط توازن دینامیکی در فصل مشترک ایستا..... ۱۳
شکل۱-۵- فصل مشترک ایستا با فرضیات دوپویی- گیبن- هرزبرگ ۱۴
شکل ۱-۶- (a) شبکه مرکز بلوک (b) شبکه مرکز مش (c) حالت سه بعدی شبکه مرکز بلوک..... ۲۲
شکل ۲-۱- موقعیت محدوده مطالعاتی شهرستان سلماس..... ۴۵
شکل ۲-۲- نقشه زمین شناسی محدوده مطالعاتی ۴۷
شکل ۲-۳- تفکیک محدوده بیلان از محدوده مطالعاتی ۵۰
شکل ۲-۴- موقعیت خطوط برداشت سوندژهای ژئوالکتریک دشت سلماس ۵۱
شکل ۲-۵- نقشه هم ضخامت رسوبات آبخوان دشت سلماس ۵۲
شکل ۲-۶- موقعیت منابع آبی دشت سلماس..... ۵۴
شکل ۲-۷- نقشه هم قابلیت انتقال دشت سلماس..... ۵۵
شکل ۲-۸- نوسانا ت تراز آب دریاچه ارومیه ۵۷
شکل ۲-۹- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی در آب دریاچه ۵۸
شکل ۲-۱۰- نمودار تغییرات چگالی در آب دریاچه..... ۵۸
شکل ۲-۱۱- نمودار تغییرات کلر و سدیم در آب دریاچه ۵۹
شکل ۲-۱۲- نمودار تغییرات سولفات و منیزیم در آب دریاچه ۵۹
شکل ۲-۱۳- نمودار نوسانات متوسط بارش و تبخیر- تعرق در دشت سلماس ۶۰
شکل ۲-۱۴- هیدروگراف واحد آب زیرزمینی دشت سلماس ۶۱
شکل ۲-۱۵- نوسانات بارش رخ داده در دشت سلماس..... ۶۱

شکل ۲-۱۶- نقشه هم تراز و جهت جریان آب زیرزمینی در فروردین ۸۴..... ۶۳
شکل ۲-۱۷- نقشه هم تراز و جهت جریان آب زیرزمینی در شهریور ۸۴..... ۶۴
شکل ۲-۱۸- مقایسه بین تراز سطح ایستابی برای فروردین ماه ۸۴ و ۸۷..... ۶۵
شکل ۲-۱۹- مقایسه بین تراز سطح ایستابی برای شهریور ماه ۸۴ و ۸۷..... ۶۶
شکل ۲-۲۰- مقایسه بین نوسانات تراز سطح ایستابی پیزومترهای ساحلی با تراز دریاچه ارومیه ... ۶۷
شکل ۲-۲۱- موقعیت منابع انتخابی کیفی دشت سلماس..... ۶۹
شکل ۲-۲۲- نقشه هم تراز هدایت الکتریکی آبخوان دشت سلماس در شهریور ۸۳..... ۷۰
شکل ۲-۲۳- نقشه هم تراز هدایت الکتریکی آبخوان دشت سلماس در شهریور ۸۶..... ۷۱
شکل ۲-۲۴- نقشه هم TDS در شهریور ماه ۸۶..... ۷۲
شکل ۲-۲۵- نقشه هم تراز کلر آبخوان دشت سلماس در شهریور ۸۶..... ۷۴
شکل ۲-۲۶- نقشه هم تراز سدیم آبخوان دشت سلماس در شهریور ۸۶..... ۷۵
شکل ۲-۲۷- نمودار پایپر منابع انتخابی دشت سلماس(شهریور ۸۱)..... ۷۷
شکل ۲-۲۸- نمودار پایپر منابع انتخابی دشت سلماس(شهریور ۸۶)..... ۷۸
شکل ۲-۲۹- نمودار شولر منابع کیفی دشت سلماس(شهریور ۸۱)..... ۸۰
شکل ۲-۳۰- نمودار شولر منابع کیفی دشت سلماس(شهریور ۸۶)..... ۸۱
شکل ۲-۳۱- دیاگرام ویلکوکس منابع انتخابی دشت سلماس(شهریور ۸۱)..... ۸۳
شکل ۲-۳۲- دیاگرام ویلکوکس منابع انتخابی دشت سلماس(شهریور۸۶)..... ۸۴
شکل ۳-۱- موقعیت پروفیلهای عمودی ترسیم شده..... ۸۶
شکل ۳-۲- موقعیت سطح ایستابی، تراز دریاچه، موقعیت فصل مشترک و سنگ کف در شهریور ۸۴ ..... ۸۸
شکل ۳-۳- موقعیت سطح ایستابی، تراز دریاچه، موقعیت فصل مشترک و سنگ کف در شهریور ۸۷ ..... ۸۹
شکل ۳-۴- مقایسه موقعیت های فصل مشترک آب شور- شیرین در شهریور ماه ۸۴ و ۸۷..... ۹۰

شکل ۳-۵- تغییرات زمانی TDS در نواحی ساحلی ۹۳
شکل ۳-۶- تغییرات زمانی کلر در نواحی ساحلی ۹۴
شکل ۳-۷- تغییرات زمانی سدیم در نواحی ساحلی ۹۴
شکل ۳-۸- تغییرات غلظت کاتیونها در برابر کلر در نواحی ساحلی ۹۷
شکل ۳-۹- تغییرات غلظت آنیونها در برابر کلر در نواحی ساحلی ۹۸
شکل ۳-۱۰- مدل مفهومی آبخوان دشت سلماس ۹۹
شکل ۳-۱۱- موقعیت منابع آبی دشت سلماس بعد از ورود به مدل ۱۰۱
شکل ۳-۱۲- شرایط مرزی، مقاطع ورودی و خروجی آبخوان دشت سلماس ۱۰۳
شکل ۳-۱۳- نمودار تغذیه و تخلیه از جریانهای ورودی و خروجی در گام انتهایی(اجرای اول مدل) ۱۰۵
شکل ۳-۱۴- نمودار تغییرات خطای بیلان(اجرای اول مدل) ۱۰۵
شکل ۳-۱۵- نمودار برازش بار محاسباتی و مشاهداتی در گام اول(اجرای اول مهر ۸۳) ۱۰۶
شکل ۳-۱۶- نمودار برازش بار محاسباتی و مشاهداتی در گام آخر(اجرای اول شهریور ۸۴) ۱۰۶
شکل ۳-۱۷- نقشه تراز آب محاسباتی و مشاهداتی در گام اول(اجرای اول مهر ۸۳) ۱۰۷
شکل ۳-۱۸- نقشه تراز آب محاسباتی و مشاهداتی در گام آخر(اجرای اول شهریور ۸۴) ۱۰۷
شکل ۳-۱۹- تغییرات خطاهای محاسباتی نسبت به تغییرات K ۱۰۸
شکل ۳-۲۰- تغییرات خطاهای محاسباتی نسبت به تغییرات S ۱۰۹
شکل ۳-۲۱- نمودار برازش بار محاسباتی و مشاهداتی در گام اول(مهر ۸۳) ۱۱۰
شکل ۳-۲۲- نمودار برازش بار محاسباتی و مشاهداتی در گام آخر(شهریور ۸۴) ۱۱۰
شکل ۳-۲۳- نقشه تراز آب محاسباتی و مشاهداتی در گام اول(مهر ۸۳) ۱۱۱
شکل ۳-۲۴- نقشه تراز آب محاسباتی و مشاهداتی در گام آخر(شهریور ۸۴) ۱۱۱
شکل ۳-۲۵- نمودار تغذیه و تخلیه از جریانهای ورودی و خروجی در گام انتهایی ۱۱۲
شکل ۳-۲۶- نمودار تغییرات خطای بیلان بعد از واسنجی مدل ۱۱۲
شکل ۳-۲۷- شبکه بندی و موقعیت چاههای مشاهده‌ای کیفی آبخوان سلماس ۱۱۴

شکل ۳-۲۸- شرایط مرزی کیفیت آبخوان ۱۱۶
شکل ۳-۲۹- نمودار برازش بار محاسباتی و مشاهداتی در گام اول ۱۱۷
شکل ۳-۳۰- نمودار برازش بار محاسباتی و مشاهداتی در گام آخر ۱۱۷
شکل ۳-۳۱- نقشه هم تراز غلظت کلر محاسباتی و مشاهداتی در گام اول ۱۱۸
شکل ۳-۳۲- نقشه هم تراز غلظت کلر محاسباتی و مشاهداتی در گام آخر ۱۱۸
شکل ۳-۳۳- تغییرات خطاهای محاسباتی نسبت به تغییرات ضریب پخش مولکولی ۱۱۹
شکل ۳-۳۴- تغییرات خطاهای محاسباتی نسبت به تغییرات پراکندگی طولی ۱۱۹
شکل ۳-۳۵- نمودار برازش بار محاسباتی و مشاهداتی در گام آخر بعد از واسنجی ۱۲۰
شکل ۳-۳۶- نقشه هم تراز غلظت کلر محاسباتی و مشاهداتی در گام آخر بعد از واسنجی ۱۲۱

فهرست پیوست‌ها

پیوست-۱- لوگهای زمین شناسی حاصل از آزمایشات پمپاژ
پیوست-۲- نواحی شش گانه در دیاگرام پایپر
پیوست-۳- مقادیر محاسباتی و مشاهداتی توسط مدل کمی و کیفی

مقدمه

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت و نیاز جوامع بشری به آب برای تامین نیازهای شرب، بهداشتی، صنعتی و کشاورزی سبب گردید مطالعات گسترده‌ای بر روی منابع آب به منظور تامین نیازهای بشری انجام پذیرد. همزمان با افزایش مصرف آب و گسترش روشهای آلوده شدن منابع آب، تحقیقات در زمینه حفظ، نگهداری و رفع آلودگی از منابع موجود جزو اولویتهای تحقیقاتی در بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است. در یک تقسیم بندی کلی منابع آلاینده آبخوانها را میتوان به هفت دسته تقسیم نمود، که عبارتند از: فاضلابهای خانگی، فاضلابهای صنعتی، سموم دفع آفات و کود شیمیایی، مواد زاید جامد، فرآورده‌های نفتی، آلودگی مواد رادیواکتیو، و آلودگی ناشی از پیشروی آب شور[۱][۱۳].

مناطق ساحلی به دلیل مسطح بودن، فراوانی آب، خاک مستعد و تولید انبوه محصولات کشاورزی اغلب از مناطق پرجمعیت جهان هستند و اگر آب مصرفی در این مناطق بوسیله آب سطحی تأمین نشود تقاضا برای تأمین آب شیرین از منابع آب زیرزمینی بیشتر شده و کمبود آب شیرین یک امر عادی می‌باشد. اگر در سواحل موجود چنین مناطقی استخراج آب زیرزمینی بیش از حد انجام شود تعادل موجود بین آب شور و شیرین به هم خواهد خورد و باعث ایجاد مشکل پیشروی آب شور به سمت آبخوان خواهد گردید. ورود آب لب‌شور، باعث کاهش برداشت محصول، کاهش منابع آب آشامیدنی و سرانجام کاهش حاصلخیزی خاک و تعداد چاههای برداشت آب می‌شود. این مشکلات در مناطقی که آب زیرزمینی کم عمق دارند حادتر است، چون اینگونه آبخوان ها ظرفیت ذخیره محدود دارند. علاوه بر آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک شرایط اقلیمی چون بارش کم و متغیر، مقدار تغذیه را محدود کرده و باعث می‌شود آبخوان در معرض خشکی قرار گیرد[۲۱].

---

[1] Saltwater intrusion

بنابراین در آبخوان‌های ساحلی، آلودگی ناشی از پیشروی آب شور عامل عمده آلودگی کیفی منبع آب زیرزمینی است. پس کنترل و جلوگیری از پیشروی آبهای شور دریا به آبخوان‌های ساحلی از اهمیت بالایی برخوردار است. در کشور ما علاوه بر ۲۷۵۰ کیلومتر خطوط ساحلی دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان دریاچه‌های شور داخلی مانند دریاچه ارومیه و باتلاقها و شوره‌زارهای داخلی نیز این مشکل را برای برخی از شهرهای کشور بوجود آورده است[۱۳].

دریاچه ارومیه بزرگترین دریاچه شور داخلی در ایران و دومین دریاچه شور در جهان می باشد، که از سوی سازمان جهانی یونسکو[۲] به عنوان پارک طبیعی شناخته شده است. در طول سالهای گذشته به علت خشکسالی و افزایش استفاده از منابع آب در حوضه دریاچه ارومیه، شوری دریاچه به بیش از ۳۰۰ g/l افزایش یافته است و سطح بزرگی از دریاچه خشک شده است. علی رغم این اهمیت فوق العاده هنوز مطالعات دقیقی در این مورد صورت نگرفته است[۲۴].

با توجه به اینکه امروزه کاهش آلودگی‌های زیست محیطی از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد، نفوذ آب شور در آبخوان‌های ساحلی به عنوان یک مسئله مهم مرتبط با برنامه ریزی و مدیریت منابع آب در نظر گرفته می‌شود. بنابراین لازم است مطالعات مرتبط در زمینه‌های مختلف صورت پذیرد، و اثرات پیشروی و پسروی آب دریاچه ارومیه بر روی آبخوان‌های ساحلی و سایر عوامل مؤثر در آن بررسی شود. در این راستا ضروری است که مقدار واکنش آبخوان تحت مطالعه را نسبت به تنشهای ورودی - خروجی مختلف تعیین کنیم. مطالعات مدل‌سازی آب زیرزمینی ابزاری بسیار مفید برای مطالعه واکنش آبخوان و اتخاذ طرح های مدیریتی مناسب می‌باشد که با استفاده از نتایج آن می‌توان راهکارهای مناسب و بهینه برای کنترل نفوذ آب شور و رفع آلودگی در آبخوان های ساحلی ارائه داد تا با انجام اقدامات مورد نیاز، این اکوسیستم بی نظیر را از نابودی حفظ کرد.

ساختار پایان نامه

این پایان نامه مشتمل بر سه فصل می‌باشد. در فصل اول مروری بر کارهای انجام شده در ارتباط با اثر تغییرات سطح آب دریا بر آبخوانها، تغییرات کیفی آب زیرزمینی و مبانی نظری تحقیق ارائه میگردد. فصل دوم شامل خصوصیات منطقه مورد مطالعه، معرفی تئوری‌های مورد استفاده، مدل عددی استفاده شده در این تحقیق معرفی میگردد سپس معادلات حاکم بر آن توضیح داده میشود. در

---

[2]- UNESCO

فصل سوم خصوصیات شیمیایی آبخوان مورد نظر بررسی شده و مدل عددی جهت بررسی اثرات تغییرات سطح آب دریا بر پیشروی آب شور و آلودگی در آبخوانهای ساحلی بکار گرفته میشود و در نهایت نتایج حاصل از این مطالعه و پیشنهادات به منظور مطالعات بعدی بیان شده است.

فصل اول:

بررسی منابع