دانشکده علوم طبیعی

گروه زمین‌شناسی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی گرایش آب شناسی

عنوان:

بررسی پتانسیل آلودگی ذاتی و ویژه آبخوان دشت تبریز

استاد راهنما

دکتر عبدالرضا واعظی

اساتید مشاور

دکتر اصغر اصغری مقدم

پژوهشگر

مهری تبرمایه

دی ماه ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

به آنکه آب حیات در من جاری ساخت

و

سرچشمه همه ی امید و زیبایی هاست

و تقدیم به

خانواده فداکارم

اساتید ارجمندم

دوستان عزیزم

تقدیر و تشکر

به جهان خرم از آنم که جهان خرم از اوست　　عاشقم بر همه عالم که همه عالم از اوست

حمد و سپاس پروردگار جهان را که به من فرصت داد تا گامی هرچند کوچک در جهت پیشبرد اهداف علمی خود و کشورم بردارم. خداوند بزرگ را سپاس می‌گذارم و شاکرم زیرا به خوبی می‌دانم کاری که انجام داده‌ام به لطف و کرم او بوده است و او توانایی انجام چنین کاری را به این حقیر داده است.

حال که به لطف و عنایت خداوند متعال موفق به اتمام این پژوهش گردیده‌ام، برخود لازم می‌دانم از بزرگوارانی که مرا در تحقیق این امر یاری کرده‌اند قدردانی نمایم.

در ابتدا، از استاد راهنمای محترم، جناب آقای دکتر عبدالرضا واعظی، به عنوان استادی فداکار و دلسوز که در کلیه مراحل انجام این تحقیق، همواره مرهون عنایات و زحمات و راهنمایی‌های بی دریغ ایشان بوده‌ام، و راهنمایی های علمی این استاد عالم و فرهیخته همچون چراغی پر نور راهگشای تاریکی های علمی بنده بوده و همواره در رویارویی با مسایل و مشکلات در طول این تحقیق مشوق و تکیه گاه بنده بوده اند و بی شک بدون راهنمایی‌های ارزنده ایشان این مجموعه به انجام نمی‌رسید. کمال تشکر و قدر دانی را دارم و برای ایشان صمیمانه آرزوی موفقیت روز افزون در تمام مراحل زندگی و سلامتی بی پایان می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر اصغر اصغری مقدم که در طول دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد با آموزه های علمی و اخلاقی خویش همواره مرا یاری رساندند و همچنین زحمات مطالعه و مشاوره ی این پایان نامه را تقبل فرمودند، کمال امتنان را دارم.

از تمامی اساتیدی که در طول مدت تحصیل در این دانشگاه به نحوی در ارتقا علمی بنده نقش داشته اند، صمیمانه تشکر می کنم و امیدوارم پیروی لایق برای این عزیزان باشم.

از تمامی دوستان عزیز، همکلاسی‌های دوره ی کارشناسی و کارشناسی ارشدکه همواره از حمایت‌های علمی و معنوی آن‌ها بهره مند بوده‌ام و همچنین کادر دانشکده علوم به خصوص گروه زمین سپاسگذارم.

از مدیریت وکارکنان محترم دفتر مطالعات آب‌های زیرزمینی و حفاظت منابع آب زیرزمینی و سطحی سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان شرقی، آقایان مهندس نجیب، حسن پور و سایرین به خاطر قرار دادن آمار و اطلاعات تشکر می نمایم. درضمن از داور محترم پایاتامه جناب آقای دکتر عطاالله ندیری که زحمت باز خوانی پایاتامه را بر عهده داشتند کمال تشکر را دارم.

در پایان از زحمات بی دریغ خانواده ام به ویژه پدر و مادرم که همیشه مشوق من در تحصیل بوده اند و امکانان کسب دانش را برایم فراهم نموده اند وتمام سربلندی ها و موفقیت هایم را مرهون محبت های آنان هستم صمیمانه سپاسگذارم و همواره قدر دان الطاف بی دریغشان خواهم بود.

نام خانوادگی: تبرمایه **نام**: مهری

عنوان پایان‌نامه: بررسی پتانسیل آلودگی ذاتی و ویژه آبخوان دشت تبریز

استاد راهنما: دکتر عبدالرضا واعظی هیر **اساتید مشاور**: دکتر اصغر اصغری مقدم

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: زمین‌شناسی **گرایش**: آب شناسی

دانشکده: علوم طبیعی **تاریخ فارغ‌التحصیلی**: دی ماه ۹۲ **تعداد صفحه**: ۱۳۹

کلیـــد واژه‌هـــا: آسـیب پـذیری آب‌هـای زیرزمینـی، مـدل‌هـای DRASTIC، DRAIA، SINTACS و SI، سیسـتم اطلاعـات جغرافیایی(GIS)، آبخوان دشت تبریز

چکیده: در بسیاری از موارد آلودگی آب‌های زیرزمینی، بعد از آلوده شدن چاه‌های آب شرب شناسایی می‌شوند. رفع آلودگی آب‌های زیرزمینی بسیار پرهزینه و فرآیندی طولانی است و اغلب زمانی آلودگی تشخیص داده می‌شود که رفـع آلـودگی آبخـوان تقریبـا غیرممکن می‌گردد. به همین دلیل، تلاش‌های زیادی در جهت جلوگیری، کاهش و محدود کردن آلودگی آب‌های زیرزمینی صورت گرفته است. تهیه نقشه آسیب پذیری آبخوان به عنوان راه حل مناسبی برای توسعه برنامه ریزی و تصمیمات مدیریتی، به منظور جلو گیری از آلودگی آب‌های زیر زمینی می باشد. با توجه به این مسئله که بخش عمده‌ای از منابع مهم آب از آبخوان زیرزمینی تامین می‌شود و از طرفی دیگر وجود منابع آلاینده شهری، صنعتی و کشاورزی که باعث ورود یون‌های آلاینده به آبخوان می‌شود، ضرورت تهیه نقشه خطر آسیب پذیری آبخوان چندین برابر می‌شود. از مهم‌ترین اهداف این تحقیق شناسایی نواحی آسیب پـذیر آب‌هـای زیرزمینی آبخوان دشت تبریز و نواحی اطراف آن، در استان آذربایجان شرقی واقـع در شـمال شـرقی ایـران بـا اسـتفاده از مـدل DRASTIC و معرفی مدل جدید DRAIA برای بررسی پتانسیل ویژه آبخوان می‌باشد. هفت پارامتر هیدروژئولوژیکی موثر بر آلودگی آب‌های زیرزمینی (عمق تا سطح ایستابی، تغذیه خالص، محیط آبخوان، محیط خاک، توپـوگرافی، محـیط غیراشـباع و هـدایت هیدرولیکی) به کار رفته در مدل DRASTIC و پنج پارامتر مناطق مسکونی (چگالی جمعیت)، تاسیسات غیر مسکونی(صـنعتی)، مناطق کشاورزی، تاثیر نواحی چاه‌های پمپاژ و تاثیر رودخانه‌ها در تغذیه و تخلیه آبخوان در مدل DRAIA، برای تهیه نقشه‌هـای آسیب پذیری ذاتی و ویژه آبخوان استفاده می‌شود. برای ارزیابی مدلDRASTIC، مدل‌های SINTACS و SI نیز برای تهیه نقشـه آسیب پذیری آبخوان دشت تبریز استفاده شد و سپس همبستگی بین لایه نیترات و نقشه‌های آسیب پذیری مدل‌های یـاد شـده محاسبه گردید. با توجه به سطح معنی داری ضریب همبستگی محاسبه شده برای مدل DRASTIC واسنجی صورت گرفت و ضرایب پارامترهای آن تصحیح شد و مدل DRASTIC اصلاحی با ضریب همبستگی ۰/۷۲۴ به عنوان بهترین مدل بـرای ارزیـابی آسـیب پذیری آبخوان منطقه انتخاب شد. در نهایت نقشه آسیب پذیری ذاتی (DRASTIC اصلاحی) با نقشه آسیب پذیری ویژه جهت تهیه نقشه خطر آسیب پذیری تلفیق گردید. بر اساس نقشه حاصل نواحی شمال شرقی و شرق محدوده مطالعاتی آسیب پذیرتر از سایر نواحی آن می‌باشد. جهت صحت سنجی نتایج بدست آمده از مدل در ۷۳ نکته از رده‌های مختلف آسیب پذیری نمونه تهیه شد و بر اساس نتایج حاصل، پراکندگی مقادیر نیترات در بخش شمال شرقی و شرق محدوده مورد مطالعه بیشتر از سایر نواحی آن می‌باشد بنابرین مقادیر پراکندگی نیترات و رده‌های آسیب پذیری از هم‌خوانی خوبی بر خوردار بوده و نتایج حاصل از مدل‌ها را تایید می‌کند. لازم به ذکر است نتایج آنالیز حساسیت مدل DRASTIC به روش حذف تک نقشه و تک پارامتری نشان داد که مهم‌ترین پارامتر تاثیر گذار بر روی اندیس آسیب پذیری پارامتر عمق سطح ایستابی می‌باشد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: کلیات و بررسی منابع

۱- ۱- مقدمه ۱
۱- ۲- آلودگی و اهمیت آن ۲
۱- ۲- ۱- انواع آلودگی‌ها و منشاء آن‌ها ۳
۱- ۲- ۱- ۱- آلودگی‌های مرتبط با زمین شناسی ۳
۱- ۲- ۱- ۲- آلودگی‌های غیرزمین شناسی ۵
۱- ۲- ۱- ۲- ۱- آلودگی ناشی از فاضلاب‌های شهری و خانگی ۵
۱- ۲- ۱- ۲- ۲- آلودگی ناشی از پساب‌های صنعتی ۵
۱- ۲- ۱- ۲- ۳- آلودگی ناشی از پساب‌های کشاورزی ۶
۱- ۲- ۱- ۳- آلودگی حاصل از بعضی از یون‌های شیمیایی ۶
۱- ۲- ۱- ۳- ۱- نیترات (NO_3^-) ۶
۱- ۲- ۱- ۳- ۲- سولفات (SO_4^{2-}) ۷
۱- ۲- ۱- ۳- ۳- فلورید (F^-) ۸
۱- ۲- ۱- ۳- ۴- سدیم (Na^+) ۸
۱- ۲- ۱- ۳- ۵- کلرید (Cl^-) ۹
۱- ۲- ۱- ۴- کلی فرم کل و کلی فرم‌های مدفوعی ۹
۱- ۲- ۱- ۵- سایرآلوده کننده‌ها ۱۰
۱- ۳- اختصاصات ظاهری، فیزیکی و شیمیایی آب ۱۰
۱- ۳- ۱- درجه حرارت ۱۰
۱- ۳- ۲- طعم و بو ۱۱
۱- ۳- ۳- رنگ ۱۱
۱- ۳- ۴- کدورت ۱۱
۱- ۳- ۵- سختی ۱۱

۱- ۳- ۶- قابلیت هدایت الکتریکی(EC) ۱۲

۱- ۳- ۷- کل مواد جامد محلول (TDS) ۱۳

۱- ۴- کیفیت آب برای مقاصد مختلف ۱۳

۱- ۴- ۱- کیفیت آب از نظر آبیاری و کشاورزی ۱۳

۱- ۴- ۲- کیفیت آب برای حیوانات مزرعه ۱۵

۱- ۴- ۳- کیفیت آب برای شرب ۱۶

۱- ۵- ضرورت انجام تحقیق ۱۷

۱- ۶- پیشینه موضوع ۱۸

۱- ۶- ۱- مطالعات داخلی ۱۸

۱- ۶- ۲- مطالعات خارجی ۲۱

۱- ۷- فرضیات تحقیق ۲۲

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲- ۱- ویژگی‌های عمومی منطقه ۲۳

۲- ۱- ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه ۲۳

۲- ۱- ۲- هواشناسی منطقه ۲۶

۲- ۱- ۲- ۱- بارندگی ۲۷

۲- ۱- ۲- ۲- درجه حرارت ۲۸

۲- ۱- ۲- ۳- رطوبت نسبی ۲۹

۲- ۱- ۲- ۴- تبخیر ۳۰

۲- ۱- ۳- طبقه بندی اقلیمی منطقه ۳۱

۲- ۱- ۳- ۱- تقسیم بندی اقلیمی منطقه در سیستم دومارتن ۳۱

۲- ۱- ۳- ۲- تقسیم بندی اقلیمی در سیستم آمبرژه ۳۲

۲- ۱- ۳- ۳- منحنی‌های هایترگراف ۳۴

۲- ۱- ۳- ۴- نمودارهای آمبروترومیک ۳۵

۲- ۱- ۴- زمین شناسی منطقه ۳۶

۲- ۱- ۴- ۱- مورفولوژی و ویژگی‌های آن ۳۶

فهرست

۲- ۱- ۴- ۲- چینه شناسی ۳۷

۲- ۱- ۴- ۲- ۱- سازندهای زمین شناسی کوه مورو ۴۰

۲- ۱ -۴- ۲- ۲- میوسن ۴۰

۲- ۱- ۴- ۲- ۳- پلیوسن ۴۱

۲- ۱- ۴- ۲- ۴- کواترنر ۴۱

۲- ۱- ۴- ۳- زمین ساخت ۴۱

۲- ۲- هیدرولوژی منطقه ۴۱

۲- ۲- ۱- آجی چای یا تلخه رود ۴۱

۲- ۲- ۲- گمناب چای (کمورچای) ۴۲

۲- ۲- ۳- زینجناب رود (سردرود) ۴۲

۲- ۲- ۴- کمانج چای ۴۳

۲- ۲- ۵- مهران رود (لیقوان- باسمنج چای- میدان چای) ۴۳

۲- ۳- اطلاعات هیدروژئولوژیکی موجود در دشت تبریز ۴۴

۲- ۳- ۱- محدوده آبخوان منطقه ۴۴

۲- ۳- ۲- منابع بهره برداری از آب زیرزمینی ۴۵

۲-۳-۳- نوع آبخوان ۴۷

۲- ۳- ۴- ضرائب هیدرودینامیکی ۴۸

۲- ۳- ۴- ۱- تعیین ضرائب هیدرودینامیکی در کل ضخامت آبخوان ۴۸

۲- ۳- ۴- ۱- ۱- روش‌های غیرمستقم اندازه‌گیری ضرائب هیدرولیکی ۴۹

۲- ۳- ۵- تعیین جهت جریان آب زیرزمینی ۵۱

۲- ۳- ۶- استخراج متوسط وزنی عمق سطح ایستابی ۵۵

۲- ۴- بر آورد آسیب پذیری آبخوان ۵۹

۲- ۴- ۱- تئوری مطلب و عدم قطعیت ۵۹

۲- ۴- ۲- روش‌های ارزیابی آسیب پذیری Approaches to Vulnerability Assessment ۶۱

۲- ۴- ۲- ۱- روش‌های اندیس و هم‌پوشانی Overlay and Index Methods ۶۲

۲- ۴- ۲- ۱- ۱- عمق آب زیرزمینی ۶۲

۲- ۴- ۲- ۱- ۲- تغذیه خالص ۶۲

۲- ۴- ۲- ۱- ۳- خصوصیات منطقه غیراشباع و مواد آبخوان ۶۳

۲- ۴- ۳- محیط محاسبه ارزیابی آسیب پذیری ۶۴

۲- ۴- ۳- ۱- سیستم اطلاعات جغرافیایی Geographical Information System ۶۵

۲- ۴- ۳- ۱- ۱- ورودی داده ۶۶

۲- ۴- ۳- ۱- ۲- مدیریت داده ۶۶

۲- ۴- ۳- ۱- ۳- کاوش و پردازش داده ۶۶

۲- ۴- ۳- ۱- ۴- تجزیه و تحلیل و مدل سازی داده‌ها ۶۷

۲- ۴- ۳- ۱- ۵- خروجی داده‌ها ۶۷

۲- ۴- ۳- ۲- ساختن پایگاه اطلاعاتی برای روش‌های ارزیابی آسیب پذیری ۶۷

۲- ۴- ۳- ۳- توابع تحلیلی GIS ۶۷

۲- ۴- ۴- مدل DRASTIC ۶۸

۲- ۴- ۴- ۱- منابع داده‌ها در مدل DRASTIC ۷۲

۲- ۴- ۴- ۲- پارامترهای DRASTIC ۷۲

۲- ۴- ۴- ۲- ۱- عمق تا سطح ایستابی ۷۲

۲- ۴- ۴- ۲- ۲- تغذیه خالص ۷۴

۲- ۴- ۴- ۲- ۳- محیط آبخوان ۷۵

۲- ۴- ۴- ۲- ۴- محیط خاک ۷۶

۲- ۴- ۴- ۲- ۵- توپوگرافی ۷۸

۲- ۴-۴ - ۲- ۶- تاثیر محیط غیراشباع ۷۹

۲- ۴- ۴- ۲- ۷- هدایت هیدرولیکی ۸۱

۲- ۴ -۵- بررسی عدم قطعیت در روش‌های ارزیابی آسیب پذیری ۸۳

۲- ۴- ۵- ۱- منابع خطاها ۸۳

۲- ۴- ۵- ۱- ۱- خطا در به دست آوردن داده‌ها Errors in Obtaining Data ۸۳

۲- ۴- ۵- ۱- ۲- خطاهای ناشی از تغییرپذیری طبیعی مکانی و زمانی ۸۳

۲- ۴- ۵- ۱- ۳- خطا در رقومی کردن و ذخیره داده‌ها ۸۴

۲- ۴- ۵- ۱- ۴- خطاهای پردازش داده‌ها Data Processing Errors ۸۴

۲- ۴- ۵- ۱- ۵- خطاهای مدل‌ها و تفهیم سازی Models and Conceptualization Errors ۸۴

۲- ۴- ۵- ۱- ۶- خطاهای خروجی و تجسم Output and Visualization Errors ۸۵

۲- ۴- ۵- ۲- تحلیل عدم قطعیت Uncertainty Analyse ۸۷

فصل سوم: بحث و نتایج

فهرست

۳- ۱- مقدمه	۸۸
۳- ۲- بررسی آسیب پذیری ذاتی آب‌های زیرزمینی دشت تبریز	۸۸
۳- ۲- ۱- تهیه نقشه‌های پارامترهای مدل DRASTIC	۸۹
۳- ۲- ۱- ۱- تهیه لایه عمق آب زیرزمینی (D)	۸۹
۳- ۲- ۱- ۲- تهیه لایه تغذیه خالص (R)	۹۱
۳- ۲- ۱- ۳- تهیه لایه محیط آبخوان (A)	۹۳
۳- ۲- ۱- ۴- تهیه لایه خاک (S)	۹۴
۳- ۲- ۱- ۵- تهیه لایه توپوگرافی (T)	۹۵
۳- ۲- ۱- ۶- تهیه لایه محیط غیراشباع (I)	۹۶
۳- ۲- ۱- ۷- تهیه لایه هدایت هیدرولیکی (C)	۹۷
۳- ۲- ۲- اندیس آسیب پذیری DRASTIC	۹۸
۳- ۲- ۳- تحلیل حساسیت Sensitivity Analysis	۱۰۰
۳- ۲- ۳- ۱- حساسیت مدل DRASTIC	۱۰۱
۳- ۲- ۳- ۲- تحلیل حساسیت حذف نقشه	۱۰۲
۳-۲-۳-۳- تحلیل حساسیت تک پارامتری Single parameter sensitivity analysis	۱۰۴
۳-۲-۴- ارزیابی مدل DRASTIC	۱۰۵
۳- ۲- ۴- ۱- ارزیابی آسیب پذیری به روش SINTACS	۱۰۶
۳- ۲- ۴- ۲- ارزیابی آسیب پذیری به روشSI	۱۰۸
۳- ۲- ۴- ۳- واسنجی و صحت سنجی مدل‌های SINTACS، SI، DRASTIC	۱۱۱
۳- ۲- ۵- آسیب پذیری آب‌های زیرزمینی و کاربری زمین	۱۱۵
۳- ۳- پتانسیل آلودگی ویژه آبخوان	۱۱۹
۳- ۳- ۱- معرفی مدل DRAIA	۱۲۰
۳- ۳- ۱- ۱- چگالی جمعیت (D)	۱۲۰
۳- ۳- ۱- ۲- تاثیر رودخانه‌ها در تغذیه و تخلیه آبخوان (R)	۱۲۰
۳- ۳- ۱- ۳- مناطق کشاورزی (A)	۱۲۱
۳- ۳- ۱- ۴- تاسیسات غیر مسکونی (I)	۱۲۱
۳- ۳- ۱- ۵ - نواحی تمرکز چاه های پمپاژ (A)	۱۲۱

۳- ۳- ۲- تعیین پتانسیل آلودگی ویژه دشت تبریز با استفاده از مدل DRAIA ۱۲۳

۳- ۳- ۲- ۱- تهیه نقشه‌های پارامتر های مدل DRAIA ۱۲۳

۳-۳-۲-۱-۱- تهیه لایه چگالی جمعیت (D) ۱۲۴

۳-۳-۲-۱-۲- تهیه لایه تاثیر رودخانه ها در تغذیه و تخلیه آبخوان (R) ۱۲۴

۳-۳-۲-۱-۳- تهیه لایه مناطق کشاورزی (A) ۱۲۵

۳-۳-۲-۱-۴- تهیه لایه تاسیسات غیر مسکونی (I) ۱۲۶

۳-۳-۲-۱-۵- تهیه لایه نواحی تمرکز چاه های پمپاژ (A) ۱۲۷

۳-۳-۲-۲- تهیه نقشه پهنه بندی آسیب پذیری ویژه ۱۲۸

۳- ۴- نقشه پهنه بندی آسیب پذیری کل ۱۳۰

۳- ۴- ۱- صحت سنجی مدل آسیب پذیری کل ۱۳۱

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۴- ۱- نتیجه گیری ۱۳۴

۴- ۲- پیشنهادات ۱۳۵

منابع ۱۳۶

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول۱- ۱- طبقه آب های خام بر طبق درجه آلودگی باکتریایی آن‌ها	۱۰
جدول۱- ۲- طبقه بندی آبها از نظر سختی	۱۲
جدول ۱- ۳- حداکثر مجاز غلظت عناصر کم مصرف در آب آبیاری	۱۴
جدول ۱- ۴- راهنمایی‌ها برای توجیه کیفیت آب آبیاری	۱۵
جدول۱ - ۵- کیفیت آب آشامیدنی حیوانات مزرعه	۱۶
جدول ۱- ۶- حداکثر مقدار قابل قبول و حداکثر مجاز مواد خارجی در آب آشامیدنی به پیشنهاد سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۹۷۱ برحسب میلی گرم در لیتر	۱۷
جدول ۲- ۱- تغییرات بارندگی ماهانه در ایستگاه سینوپتیک محدوده مورد مطالعه برای سال‌های (۱۳۹۰-۱۳۶۴)	۲۷
جدول ۲- ۲- توزیع ماهانه و سالانه دما در ایستگاه سینوپتیک محدوده مورد مطالعه (درجه سانتی گراد)	۲۹
جدول ۲- ۳- میزان رطوبت نسبی ماهانه و سالانه در ایستگاه سینوپتیک محدوده مورد مطالعه (درصد)	۳۰
جدول ۲- ۴- طبقه بندی اقلیمی دو مارتین	۳۲
جدول ۲- ۵- مقادیر پارامترهای روش‌های دو مارتن و آمبرژه و نتایج آن‌ها	۳۳
جدول ۲- ۶- حدود تغییرات ضریب نفوذپذیری برای برخی از رسوبات	۴۹
جدول ۲- ۷- مقادیر ضریب نفوذپذیری در برخی از چاه‌های عمیق منطقه مورد مطالعه	۵۰
جدول ۲- ۸- داده‌های متوسط تراز آب زیرزمینی بعد از تیسن بندی مربوط به در سال‌های آبی (۱۳۹۰-۱۳۸۰) درمحدوده مورد مطالعه	۵۸
جدول ۲- ۹- میزان افت سطح آب زیرزمینی در طی سال‌های آبی (۱۳۹۰-۱۳۸۰)	۵۸
جدول ۲- ۱۰- خصوصیات زمین شناسی و هیدرولوژیکی اصلی موثر بر آسیب پذیری آبخوان به آلودگی	۶۱
جدول ۲- ۱۱- پارامترهای مدل DRASTIC	۷۰
جدول ۲- ۱۲- وزن‌های اختصاص یافته به پارامترهای مدل DRASTIC	۷۱
جدول ۲- ۱۳- بازه‌ها و نمرات عمق تا سطح ایستابی	۷۳

جدول ۲- ۱۴- بازه‌ها و نمرات تغذیه خالص ۷۴
جدول ۲- ۱۵- بازه‌ها و نمرات محیط آبخوان ۷۶
جدول ۲- ۱۶- بازه‌ها و نمرات محیط خاک ۷۸
جدول ۲- ۱۷- بازه‌ها و نمرات توپوگرافی ۷۹
جدول ۲- ۱۸- بازه‌ها و نمرات محیط غیراشباع ۸۱
جدول ۲- ۱۹- میزان هدایت هیدرولیکی با استفاده از اندازه ذرات برای نهشته‌های تحکیم نیافته ۸۲
جدول ۲- ۲۰- میزان هدایت هیدرولیکی برای سنگ‌های سخت ۸۲
جدول ۲- ۲۱- بازه‌ها و نمرات هدایت هیدرولیکی ۸۲
جدول ۲- ۲۲- منابع خطا در ارزیابی آسیب پذیری آب زیرزمینی ۸۶
جدول ۳- ۱- نمره‌های مربوط به پارامترهای مدل DRASTIC در منطقه مورد مطالعه ۹۱
جدول ۳- ۲- نمرات تغذیه برای منطقه مورد مطالعه ۹۲
جدول ۳- ۳- اندیس DRASTIC برای منطقه مورد مطالعه ۹۹
جدول ۳- ۴- خلاصه آماری نقشه های DRASTIC ۱۰۱
جدول ۳- ۵- ماتریس همبستگی پارامترهای DRASTIC ۱۰۲
جدول ۳- ۶- نتایج آماری تحلیل حساسیت حذف تک نقشه ۱۰۳
جدول ۳- ۷- نتایج آماری تحلیل حساسیت حذف چند نقشه ۱۰۴
جدول ۳- ۸- نتایج آماری تحلیل حساسیت تک پارامتری ۱۰۵
جدول ۳- ۹- رتبه های مربوط به پارامترهای مدل SINTACS در منطقه مورد مطالعه ۱۰۶
جدول ۳- ۱۰- اندیس SINTACS برای منطقه مورد مطالعه ۱۰۷
جدول ۳- ۱۱- رتبه های مربوط به پارامترهای مدل SI در منطقه مورد مطالعه ۱۰۹
جدول ۳- ۱۲- اندیس SI برای منطقه مورد مطالعه ۱۱۰
جدول ۳- ۱۳- غلظت نیترات (میلی گرم بر لیتر) آب چاه های کشاورزی منطقه مورد مطالعه مربوط به سال (۱۳۹۲) ۱۱۲
جدول ۳- ۱۴- ضریب همبستگی لایه نیترات با مدل های پتانسیل آسیب پذیری ۱۱۳
جدول ۳- ۱۵- ضریب همبستگی لایه نیترات با پارامترهای مدل DRASTIC ۱۱۳
جدول ۳- ۱۶- اندیس DRASTIC اصلاحی برای منطقه مورد مطالعه ۱۱۴
جدول ۳- ۱۷- توزیع کاربری زمین درون نواحی دارای آسیب پذیری متفاوت ۱۱۸
جدول ۳- ۱۸- پارامتر های مدل DRAIA ۱۲۲
جدول ۳- ۱۹- نمره‌های مربوط به پارامترهای مدل DRAIA در دشت تبریز ۱۲۳

جدول ۳- ۲۰- اندیس DRAIA برای منطقه مورد مطالعه ۱۲۹
جدول ۳- ۲۱- اندیس آسیب پذیری کل برای منطقه مورد مطالعه ۱۳۰
جدول ۳- ۲۲- غلظت نیترات (میلی گرم بر لیتر) آب چاه های کشاورزی منطقه مورد مربوط به سال (۱۳۸۷) ۱۳۲

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۲- ۱- نقشه حوضه بندی آذربایجان شرقی	۲۳
شکل ۲- ۲- موقعیت جغرافیایی دشت تبریز و محدوده مطالعاتی	۲۵
شکل ۲- ۳- نمودار تغییرات بارندگی ماهانه در ایستگاه سینوپتیک محدوده مورد مطالعه برای سال‌های (۱۳۹۰-۱۳۶۴)	۲۸
شکل ۲- ۴- نمودار بارندگی فصلی در ایستگاه سینوپتیک محدوده مورد مطالعه (۱۳۹۰-۱۳۶۴)	۲۸
شکل ۲- ۵- نمودار تغییرات دما در ایستگاه سینوپتیک محدوده مورد مطالعه (۱۳۹۰-۱۳۶۴)	۲۹
شکل ۲- ۶- نمودار تغییرات رطوبت نسبی در ایستگاه سینوپتیک محدوده مورد مطالعاتی برای سال‌های (۱۳۹۰-۱۳۶۴)	۳۰
شکل ۲- ۷- میانگین تبخیر ماهیانه از تشت در محدوده مطالعاتی	۳۱
شکل ۲- ۸- موقعیت اقلیم محدوده مطالعاتی در اقلیم نمای دومارتن	۳۲
شکل ۲- ۹- وضعیت اقلیمی منطقه با استفاده از اقلیم نمای آمبرژه	۳۴
شکل ۲- ۱۰- نمودار هایترگراف محدوده مطالعاتی	۳۵
شکل ۲- ۱۱- نمودار آمبروترمیک محدوده مطالعاتی تبریز	۳۵
شکل ۲- ۱۲- نقشه زمین شناسی دشت تبریز	۳۸
شکل ۲- ۱۳- راهنمای نقشه زمین شناسی دشت تبریز	۳۹
شکل ۲- ۱۴- نقشه پایه محدوده مورد مطالعه	۴۴
شکل ۲- ۱۵- نقشه منابع آب دشت تبریز	۴۶
شکل ۲- ۱۶- نقشه تعیین انواع آبخوان‌ها	۴۸
شکل ۲- ۱۷- نقشه موقعیت لاگ‌های اکتشافی در منطقه مورد مطالعه	۵۱
شکل ۲- ۱۸- بررسی نقشه هم تراز سطح ایستابی در فروردین ماه سال ۱۳۸۰	۵۲
شکل ۲- ۱۹- نقشه هم تراز سطح ایستابی در شهریور ماه سال ۱۳۸۰	۵۳
شکل ۲- ۲۰- نقشه هم تراز سطح ایستابی در فروردین ماه سال ۱۳۹۰	۵۴

شکل ۲- ۲۱- نقشه هم تراز سطح ایستابی در شهریور ماه سال ۱۳۹۰ ۵۵
شکل ۲- ۲۲- نقشه پلیگون بندی تیسن برای دشت تبریز ۵۷
شکل ۲- ۲۳- متوسط وزنی تراز سطح ایستابی دشت تبریز ۵۹
شکل ۳- ۱- نقشه زون بندی عمق تا سطح ایستابی در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل DRASTIC ۹۰
شکل ۳- ۲- نقشه زون بندی تغذیه خالص در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل DRASTIC ۹۳
شکل ۳- ۳- نقشه زون بندی محیط آبخوان در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل DRASTIC ۹۴
شکل ۳- ۴- نقشه زون بندی خاک در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدلDRASTIC ۹۵
شکل ۳- ۵- نقشه توپوگرافی در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل DRASTIC ۹۶
شکل ۳- ۶- نقشه زون بندی محیط غیراشباع در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل DRASTIC ۹۷
شکل ۳- ۷- نقشه هدایت هیدرولیکی برای منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل DRASTIC ۹۸
شکل ۳- ۸- رده پوشش کلاس‌های آسیب پذیری شاخص DRASTIC ۹۹
شکل ۳- ۹- نقشه آسیب پذیری ذاتی آبخوان دشت تبریز با استفاده از روش DRASTIC ۱۰۰
شکل ۳- ۱۰- رده پوشش کلاس های آسیب پذیری شاخص SINTACS ۱۰۷
شکل ۳- ۱۱- نقشه آسیب پذیری آبخوان دشت تبریز بر اساس مدل SINTACS ۱۰۸
شکل ۳-۱۲- نقشه رتبه بندی کاربری اراضی در محدوده آبخوان دشت تبریز بر اساس مدل SI ۱۰۹
شکل ۳- ۱۳- رده پوشش کلاس‌های آسیب پذیری شاخص SI ۱۱۰
شکل ۳- ۱۴- نقشه آسیب پذیری ذاتی آبخوان دشت تبریز در مدل SI ۱۱۱
شکل ۳- ۱۵- موقعیت چاه‌های نمونه‌برداری مربوط به سال۱۳۹۲ در دشت تبریز ۱۱۲
شکل ۳- ۱۶- رده پوشش کلاس‌های آسیب پذیری شاخص DRASTIC اصلاحی ۱۱۴
شکل ۳- ۱۷- نقشه آسیب پذیری ذاتی آبخوان دشت تبریز بر اساس مدل DRASTIC اصلاحی ۱۱۵

شکل ۳- ۱۸- نقشه اراضی کشاورزی موجود در دشت تبریز ۱۱۶
شکل ۳- ۱۹- نقشه هم‌پوشانی کاربری اراضی و آسیب پذیری ذاتی ۱۱۷
شکل ۳- ۲۰- نقشه رتبه بندی چگالی جمعیت در محدوده آبخوان دشت تبریز از نظر پتانسیل آلودگی ویژه ۱۲۴
شکل ۳- ۲۱- رتبه بندی تاثیر رودخانه ها در تغذیه و تخلیه آبخوان در محدوده آبخوان دشت تبریز از نظر پتانسیل آلودگی ویژه ۱۲۵
شکل ۳- ۲۲- رتبه بندی مناطق کشاورزی در محدوده آبخوان دشت تبریزاز نظر پتانسیل آلودگی ویژه ۱۲۶

فهرست

شکل ۳- ۲۳- رتبه بندی تاسیسات غیر مسکونی در محدوده آبخوان دشت تبریز از نظر پتانسیل آلودگی ویژه ۱۲۷

شکل ۳- ۲۴- رتبه بندی چگالی چاه‌های پمپاژ در محدوده آبخوان دشت تبریز از نظر پتانسیل آلودگی ویژه ۱۲۸

شکل ۳- ۲۵- نقشه‌ی پهنه بندی آسیب پذیری ویژه با استفاده از تلفیق پارامترهای پنج گانه مدل DRAIA ۱۲۹

شکل ۳- ۲۶- نقشه ی پهنه بندی آسیب پذیری کل با استفاده از تلفیق مدل‌های آسیب پذیری ذاتی (DRASTIC) و ویژه (DRAIA) ۱۳۱

شکل ۳- ۲۷- موقعیت چاه‌های نمونه برداری مربوط به سال۱۳۸۷ در دشت تبریز ۱۳۲

شکل ۳- ۲۸- نقشه هم پوشانی پراکندگی مقادیر نیترات بر روی نقشه آسیب پذیری کل ۱۳۳

فصل اول

کلیات و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

توسعه‌ی روز افزون جوامع بشری و به تبع آن افزایش نیازهای آبی و استفاده بیش از حد منابع طبیعی و تولید فراوان مواد زاید در جامعه مدرن، آب‌های زیرزمینی را مورد تهدید قرار داده و سبب آلودگی زیادی گردیده است. این تنزل کیفیت آب زیرزمینی به سه روش ممکن است صورت گیرد: ۱- نفوذ از منابع انتشاری نظیر نفوذ عمقی از مزارع کشت شده ۲- نفوذ از منابع نقطه‌ای مثل، خاک‌های استخراجی از معادن، محل‌های دفن زباله‌ها، مخازن فاضلاب، گورستان‌ها و سایر عوامل که مواد آلوده را به آب‌های زیرزمینی وارد می کنند ۳- نفوذ آلودگی منابع خطی آب با کیفیت غیر مطلوب، نظیر نشت از رودخانه‌های آلوده یا وارد شدن آب شور اقیانوس‌ها به داخل آبخوان‌های زیرزمینی.

آلودگی آب‌های زیرزمینی یکی از مهم‌ترین مباحث زمین شناسی زیست محیطی، بخصوص در مناطقی که آب‌های سطحی وجود ندارند، یا ناچیز هستند، بـه شـمارمی رود (Nazari et al., 1993). آب‌هـای زیرزمینـی یگانه منبع آب برای میلیون‌ها نفر در جهان بوده و آلوده شدن آن‌ها تأثیرات عمـده‌ای بـر سـلامت انسـان‌هـا، فعالیت صنایع، کشاورزی و محیط زیست دارد (Jousma, 1987).

به دلیل حرکت کند آب‌های زیرزمینی چندین سال طول می‌کشد تـا آب‌هـای آلـوده در چـاه‌هـای بهـره برداری ظاهر گردند و روی همین اصل، پس از حذف منبع آلودگی نیز سال‌های زیادی لازم اسـت تـا آبخـوان آلوده شده به حالت اولیه بازگردد. این تاخیر طولانی می‌تواند به رها کردن اجباری چاه‌ها منجر شده و ممکـن است توسعه منابع دیگر آب را با بهای گزاف ملزم سازد. بدین جهت، جلوگیری از آلودگی بهترین راه حفاظـت کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌باشد (Bouwer, 1978). با توجه به بحران کم آبی در چند دهه اخیـر، یـافتن راه حل‌هایی برای مقابله با این مسئله حیاتی، امری ضروری به شمار می‌آید.

ادامه روند رشد روز افزون جمعیت وکشاورزی و توسعه شهرنشینی در حد وسیع و صنعتی شـدن جوامـع، که منجر به افزایش فاضلاب‌های شهری و کشاورزی شده‌اند، باعث شـده اسـت کـه مسـئله آلـودگی آب‌هـای زیرزمینی از اهمیت خاصی برخوردار باشد. آلودگی‌های طبیعی (زمـین شناسـی) از قبیـل رسـوبات تبخیـری، آلاینده‌های هیدروکربنی، بعضی از یون‌های فلزی، عناصر رادیواکتیو و غیره نیز به آلایندگی آبخـوان‌هـا کمـک می‌کند.

عدم شناخت صحیح و یا عدم درک میزان آسیب پذیری سریع آب‌های زیرزمینی ممکن است سبب ایجـاد آلودگی‌های شدید در این منابع شود و چه بسا اتفاق می‌افتد که به دلیل بالا بودن هزینه‌های پالایش آب‌های آلوده و محدودیت‌های موجود دیگر نتوان از این منابع استفاده کرد و برای رفع آلودگی و مصرف مجدد، بایـد وقت و هزینه زیادی صرف شود. در نتیجه مدیریت غیر اصولی منابع آب‌های زیرزمینی که یکـی از مهـم‌تـرین منابع ملی محسوب می‌شود، می‌تواند خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست و اقتصاد کشور وارد نماید. لذا با توجه به کم بودن میانگین بارندگی در کشور و همچنین اهمیت زیـاد آب‌هـای زیرزمینـی بـه عنـوان منبـع