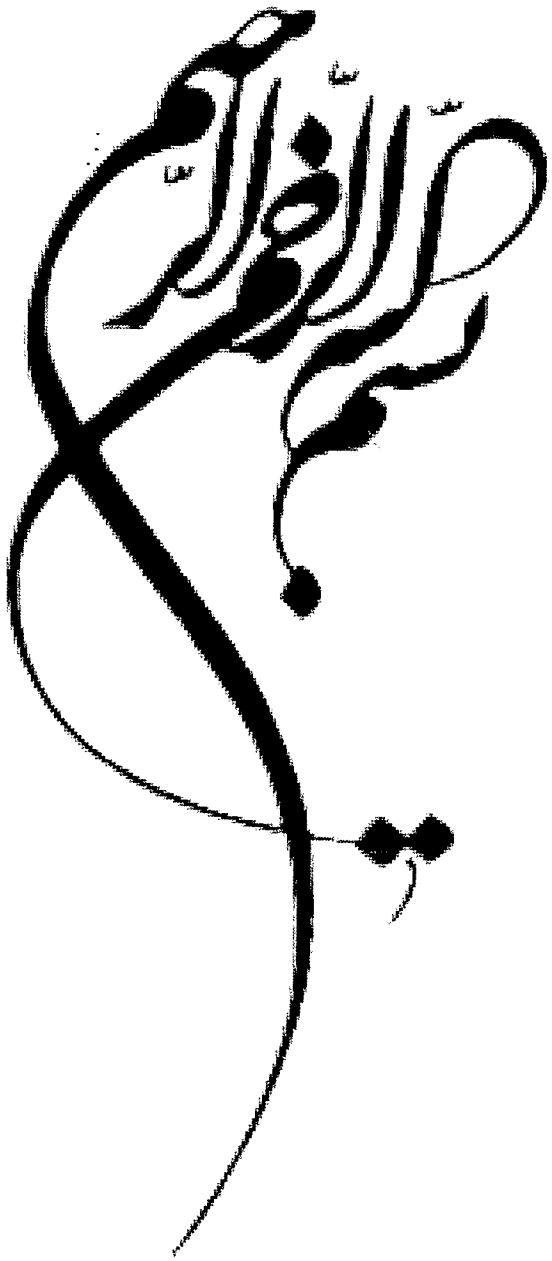

١٤٤٣هـ

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده علوم زمین
گروه آموزشی زمین شناسی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد M .Sc
رشته زمین شناسی- آب شناسی

عنوان:

پهنه‌بندی آسیب‌پذیری آبخوان دشت بهبهان با استفاده از مدل DRASTIC و منطق فازی

استاد راهنما:
دکتر حمیدرضا ناصری

استاد مشاور:
دکتر رادین اسپندار
مهندس علی اکبر شهسواری

نگارنده:
صغری فرهادی
نیمسال دوم سال تحصیلی ۸۹ - ۱۳۸۸

۱۳۸۹/۷/۲۴
مرکز اطلاعات و مدارک علمی یزد
تهیه مدارک
۱۴۲۳۶۵

بسمه تعالی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم زمین

گروه زمین شناسی

تأییدیه دفاع از پایان نامه

کارشناسی ارشد

این پایان نامه توسط خانم **صغری فرهادی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته **زمین شناسی- آب شناسی** در تاریخ **۱۳۸۸ /۱۲/۱۵** مورد دفاع قرار گرفت و براساس رأی هیأت داوران با نمره ۱۹/۲ و درجه عالی پذیرفته شد .

استاد راهنما آقای دکتر حمیدرضا ناصری

استاد مشاور آقای دکتر رادین اسپندار

استاد مشاور اقای مهندس علی اکبر شهواری

استاد داور آقای دکتر سید احمد علوی

استاد داور آقای دکتر منصور قربانی

تقدیم به:

مادر دلسوزم که دریای بیکران عطوفت است،

پدر عزیزم که در تمام دوران زندگی به تنومندی درخت وجودش تکیه کردم،

خواهران و برادرن عزیزم که همیشه یار و یاور من بودند و

همسر عزیز و صبورم که صفای باطن و مهربانی اش الهام بخش زندگی ام است.

سپاسگزاری

اکنون که به لطف پروردگار مهربان این تحقیق به پایان رسیده است، بر خود لازم می دانم از کلیه عزیزانی که مرا در انجام آن یاری نموده اند، تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد راهنمای ارجمند، جناب آقای دکتر حمید رضا ناصری به پاس راهنمایی های ارزنده و زحمات فراوانی که در انجام این تحقیق و در طول دوره تحصیل متحمل شده اند و همواره مرا مورد لطف و محبت خود قرار داده اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد مشاور گرامی، جناب آقای دکتر رادین اسپندار که از مشاوره و راهنمایی هایشان بهره بردم، تشکر می نمایم.

از استاد مشاور بزرگوار، جناب آقای مهندس علی اکبر شهسواری که در تمام مراحل کار با دقت و حوصله یاریگر من بوده اند و وقت گرانبهایشان را در اختیارم قرار دادند، بسیار سپاسگزارم.

از محبت های بی دریغ پدر و مادر عزیزم که در طول دوران تحصیل همواره مشوق و حامی اینجانب بوده اند، کمال تشکر را دارم.

از همسر مهربانم آقای فردی که همیشه در کنار من، موجب دلگرمی من هستند تشکر می کنم.

از محبت های صمیمانه دوست عزیزم خانم اکرم استاد حسینی که از هیچ گونه کمک و مساعدتی دریغ نکردند، صادقانه سپاسگزارم.

از دوستان و همکلاسی‌های عزیزم خانم ها موسوی پور، متقی پور، احمدوند، معارف وند، هادی پور، شهودی، تفنگ چی ها، خیری، احمدی، استادهاشمی و غرقی سپاسگزارم.

از مهندس میرباقری که با صبر و حوصله پاسخگوی سؤالات اینجانب بودند و از مهندس خدایی، مهندس اسدیان و دکتر کرمی تشکر می کنم.

صغری فرهادی

اسفند ۱۳۸۸

اقرار و تعهدنامه

اینجانب صغری فرهادی دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی ، دانشکده علوم زمین ، گروه زمین شناسی- آب شناسی پایان نامه حاضر را بر اساس مطالعات و تحقیقات شخصی خود انجام داده و در صورت استفاده از داده‌ها ، مآخذ ، منابع و نقشه‌ها به‌طور کامل به آن ارجاع داده‌ام ، ضمناً داده‌ها و نقشه‌های موجود را با توجّه به مطالعات میدانی - صحرائی خود تدوین نموده ام . این پایان نامه پیش از این به‌هیچ‌وجه در مرجع رسمی یا غیر رسمی دیگری به‌عنوان گزارش یا طرح تحقیقاتی عرضه نشده است . در صورتی که خلاف آن ثابت شود ، درجه‌ی دریافتی اینجانب از اعتبار ساقط شده ، عواقب و نتایج حقوقی حاصله را می پذیرم .

تاریخ ۱۵ /۱۲ /۱۳۸۸

امضاء

چکیده

جهت حفاظت و مدیریت مؤثر آب‌های زیرزمینی، ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان‌ها ضروری می‌باشد. سیستم اطلاعات جغرافیایی با سازماندهی حجم عظیم اطلاعات، تلفیق و آنالیز لایه های اطلاعاتی و ترکیب با روش‌های مبتنی بر قوانین فازی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، در تهیه نقشه آسیب‌پذیری مورد استفاده قرار گرفته است. جهت پهنه‌بندی آسیب‌پذیری آبخوان دشت بهبهان، مدل DRASTIC که شامل هفت پارامتر عمق آب زیرزمینی، تغذیه خالص، محیط آبخوان، شیب توپوگرافی، محیط غیر اشباع و هدایت هیدرولیکی می‌باشد و مدل استنتاج فازی استفاده گردیده است. لایه های مدل DRASTIC در محیط GIS تهیه، نرخ‌بندی، وزن‌دهی و تلفیق گردیده است. جهت بهینه سازی مدل DRASTIC وزن پارامترها با روش آماری و تحلیل سلسله مراتبی تصحیح گردیده است. به منظور تعیین وزن مناسب از همبستگی بین غلظت نیترات و پارامترهای مدل استفاده گردید. برای تعیین مؤثرترین پارامتر مدل تحلیل حساسیت تک پارامتری و حذف پارامتر به کار رفته است. نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که عمق سطح ایستابی بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری ذاتی محدوده مطالعاتی دارد. در مدل استنتاج فازی از چهار پارامتر عمق آب زیرزمینی، تغذیه خالص، هدایت هیدرولیکی و شیب توپوگرافی استفاده شده است. نتایج هر دو مدل نشان می‌دهد که بخش شمال شرقی دشت بیشترین میزان آسیب‌پذیری ذاتی را دارد. با توجه به عدم قطعیت در پارامترهای هیدروژئولوژیکی استفاده از منطق فازی در ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان مفید می‌باشد.

کلمات کلیدی: آسیب‌پذیری، مدل DRASTIC، سیستم استنتاج فازی، تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل حساسیت.

فهرست مطالب صفحه

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲- اهداف تحقیق ۲
۱-۳- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه ۳
۱-۴- آب و هوا ۵
۱-۵- رودهای محدوده مطالعاتی ۶
۱-۶- چاه های بهره برداری ۶
۱-۷- زمین شناسی ۷
۱-۷-۱- چینه شناسی ۷
۱-۷-۱-۱ـ سازند آهکی داریان ۷
۱-۷-۱-۲- سازند کژدمی ۷
۱-۷-۱-۳- سازند سروک ۸
۱-۷-۱-۴ـ سازند گورپی ۸
۱-۷-۱-۵ـ سازند پابده ۸
۱-۷-۱-۶ـ سازند آسماری ۸
۱-۷-۱-۷ـ گروه فارس ۹
۱-۷-۱-۷-۱ـ سازند گچساران ۹
۱-۷-۱-۷-۲ـ سازند میشان ۹
۱-۷-۱-۷-۳ـ سازند آغاجاری ۱۰
۱-۷-۱-۸- بخش لهبری ۱۰
۱-۷-۱-۹- سازند بختیاری ۱۰
۱-۷-۲- تکتونیک محدوده مورد مطالعه ۱۱
۱-۸- ویژگی های هیدروژئولوژیکی آبخوان دشت بهبهان ۱۳
۱-۸-۱- ضخامت و جنس آبرفت ۱۳
۱-۸-۲- ضرایب هیدرودینامیک آبخوان دشت بهبهان ۱۷
۱-۸-۳- عمق آب زیرزمینی ۱۸
۱-۸-۴- نوسانات سطح آب زیرزمینی ۱۹
۱-۸-۵- تراز آب زیرزمینی و جهت جریان ۲۱

۱-۸-۶- شیب هیدرولیکی ۲۲
۱-۸-۷- کیفیت آب زیرزمینی آبخوان ۲۳
۱-۸-۷-۱- کلر ۲۴
۱-۸-۷-۲- هدایت الکتریکی ۲۵
۱-۸-۷-۳- باقی مانده خشک ۲۶
۱-۹- بیلان آب زیرزمینی دشت بهبهان ۲۷
۱-۹-۱- عوامل تغذیه ۲۸
۱-۹-۱-۱- جریان ورودی به محدوده بیلان(Qin) ۲۸
۱-۹-۱-۲- تغذیه ناشی از بارندگی(Rp) ۲۸
۱-۹-۱-۳- تغذیه ناشی از جریان های سطحی و سیلاب(Rr) ۲۸
۱-۹-۱-۴- تغذیه ناشی از آب برگشتی کشاورزی و فاضلاب شهری و صنعت(Rw) ۲۸
۱-۹-۲- عوامل تخلیه ۲۸
۱-۹-۲-۱- جریان خروجی زیرزمینی(Qout) ۲۸
۱-۹-۲-۲- تبخیر از آب زیرزمینی(E) ۲۸
۱-۹-۲-۳- بهره برداری از سفره آب زیرزمینی(W) ۲۹
۱-۹-۲-۴- زهکشی از آب زیرزمینی و چشمه(D) ۲۹
۱-۹-۳- تغییرات حجم مخزن در طول دوره بیلان ۲۹

فصل دوم: مبانی نظری تحقیق

۲-۱- مروری بر تحقیقات گذشته ۳۱
۲-۱-۱- مطالعات خارجی ۳۱
۲-۱-۲- مطالعات داخلی ۳۴
۲-۲- مفهوم آسیب پذیری ۳۵
۲-۳- کاربردهای ارزیابی آسیب پذیری ۳۷
۲-۴- روش های ارزیابی آسیب پذیری آب زیرزمینی ۳۷
۲-۴-۱- روش های شاخص – همپوشانی ۳۷
۲-۴-۲- روش های فرایندی ۳۸
۲-۴-۳- روش های آماری ۳۸
۲-۵- بررسی انواع روش های شاخص ارزیابی آسیب پذیری ۴۰
۲-۵-۱- روش های مجموعه عوامل هیدروژئولوژیکی ۴۰

۲-۵-۲- روش های سیستم پارامتری ۴۰
۲-۵-۳- روش GOD و GODS ۴۱
۲-۵-۴- روش SEEPAGE ۴۴
۲-۵-۵- روش AVI ۴۴
۲-۵-۶- روش SINTACS ۴۵
۲-۵-۷- روش ISIS ۴۷
۲-۵-۸- روش EPIK ۴۷
۲-۵-۹- روش DRASTIC ۴۹
۲-۵-۹-۱- منابع داده های مدل DRASTIC ۵۲
۲-۵-۹-۲- پارامترهای DRASTIC ۵۳
۲-۵-۹-۲-۱- عمق تا سطح ایستابی(D) ۵۳
۲-۵-۹-۲-۲- تغذیه خالص(R) ۵۴
۲-۵-۹-۲-۳- محیط آبخوان(A) ۵۴
۲-۵-۹-۲-۴- نوع خاک(S) ۵۶
۲-۵-۹-۲-۵- توپوگرافی(T) ۵۷
۲-۵-۹-۲-۶- اثرمنطقه غیر اشباع(I) ۵۷
۲-۵-۹-۲-۷- هدایت هیدرولیکی آبخوان(C) ۵۸
۲-۶- کاربرد سیستم های اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی آسیب پذیری آب های زیرزمینی.. ۶۱
۲-۷- تلفیق نقشه ها ۶۲
۲-۷-۱- روش بولین ۶۲
۲-۷-۲- روش همپوشانی - شاخص ۶۲
۲-۷-۳- تلفیق فازی ۶۳
۲-۷-۳-۱- عملگر جمع جبری فازی ۶۴
۲-۷-۳-۲- عملگر فازی گاما ۶۴
۲-۸- معرفی تئوری فازی ۶۴
۲-۸-۱- مقایسه مجموعه های کلاسیک و فازی ۶۶
۲-۸-۲- تعریف ریاضی مجموعه فازی ۶۶
۲-۹- تابع عضویت ۶۷
۲-۹-۱- انواع تابع عضویت ۶۷
۲-۹-۱-۱- تابع عضویت مثلثی (Triangular-shaped) ۶۷
۲-۱۰- عملگرهای فازی ۷۱
۲-۱۰- سیستم استنتاج فازی (FIS) ۷۳

۲-۱۰-۱- مراحل ساختن یک سیستم استنتاج فازی ۷۴
۲-۱۰-۱- ۱- فازی سازی مقادیر قطعی ورودی ۷۴
۲-۱۰-۱-۲- بیان قواعد سیستم و روش استنتاج ۷۵
۲-۱۰-۱-۳- غیرفازی سازی مقادیر فازی خروجی ۷۵
۲-۱۰-۱-۳-۱- اصل ماکزیمم عضویت ۷۶
۲-۱۰-۱-۳-۲- روش مرکز ثقل ۷۶
۲-۱۰-۱-۳-۳- روش میانگین وزنی ۷۶
۲-۱۰-۱-۳-۴- روش میانه ماکزیمم ۷۷
۲-۱۰-۱-۳-۵- روش مرکز مجموع ها ۷۷
۲-۱۱- ضرورت و سوابق استفاده از منطق فازی در ارزیابی آسیب پذیری آبخوان ۷۷
۲-۱۲- مواد ۷۹
۲-۱۳- روش تحقیق ۷۹

فصل سوم: بحث

۳-۳- تهیه نقشه های معیار ۸۱
۳-۳-۱- نقشه عمق سطح ایستابی ۸۱
۳-۳-۲- نقشه تغذیه خالص ۸۲
۳-۳-۳- نقشه جنس محیط آبخوان ۸۴
۳-۳-۴- نقشه نوع محیط خاک ۸۵
۳-۳-۵- نقشه توپوگرافی ۸۶
۳-۳-۶- تأثیر منطقه غیر اشباع ۸۷
۳-۳-۷- نقشه هدایت هیدرولیکی ۸۸
۳-۴- هم مقیاس سازی نقشه های معیار و تلفیق آنها ۸۹
۳-۴-۱- هم مقیاس سازی قطعی ۹۰
۳-۴-۲- هم مقیاس سازی فازی ۹۶
۳-۵- وزن دهی ۱۰۶
۳-۵-۱- وزن‌دهی براساس روش DRASTIC اصلی وبازبینی وزن‌ها باروش‌های آماری ۱۰۶
۳-۵-۲- وزن دهی به روش AHP ۱۱۰
۳-۶- تلفیق لایه ها و تهیه نقشه آسیب پذیری ذاتی ۱۱۱
۳-۶-۱- اجرای مدل هم پوشانی – شاخص ۱۱۲

۳-۶-۲- اجرای تلفیق فازی ۱۱۲
۳-۷- تحلیل حساسیت ۱۱۲
۳-۷-۱- تحلیل حساسیت حذف پارامتر ۱۱۲
۳-۷-۲- تحلیل حساسیت تک پارامتری ۱۱۲
۳-۸- وزن دهی ۱۱۳
۳-۸-۱- نتایج حاصل از وزن دهی بر اساس روش DRASTIC اصلی و بازبینی وزن ها با استفاده از روش های آماری ۱۱۴
۳-۸-۲- نتایج حاصل از روش AHP جهت تعیین وزن بهینه ۱۱۴
۳-۹- نتایج حاصل از تلفیق لایه ها جهت تعیین نقشه آسیب پذیری ذاتی ۱۱۶
۳-۹-۱- نتایج حاصل از مدل هم پوشانی- شاخص ۱۱۶
۳-۹-۱-۱- استفاده از وزن های DRASTIC اصلی ۱۱۶
۳-۹-۱-۲- استفاده از وزن های بازبینی شده به روش آماری ۱۱۹
۳-۹-۱-۳- استفاده از وزن های حاصل از روش AHP ۱۲۲
۳-۹-۲- نتایج حاصل از تلفیق فازی ۱۲۴
۳-۹-۲-۱- نتایج حاصل از تلفیق فازی با استفاده از عملگر گاما ۱۲۴
۳-۱۰- نتایج تحلیل حساسیت ۱۲۷
۳-۱۰-۱- تحلیل حساسیت تک پارامتری ۱۲۷
۳-۱۰-۲- تحلیل حساسیت حذف پارامتر ۱۲۸
۳-۱۱- نتایج حاصل از مدل استنتاج فازی ۱۲۸
۳-۱۱-۱- مرحله اول: فازی سازی مقادیر قطعی ورودی ۱۲۹
۳-۱۱-۲- مرحله دوم: استخراج پایگاه قواعد و روش استنتاج فازی ۱۳۱
۳-۱۱-۳- مرحله سوم: غیرفازی سازی مقادیر فازی خروجی ۱۳۶

فصل چهار: نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱- نتایج ۱۳۸
۴-۲- پیشنهادات ۱۳۹
منابع و مآخذ ۱۴۱

فهرست اشکال

صفحه

شکل۱-۱: موقعیت محدوده مطالعاتی بهبهان در ایران و استان خوزستان..... ۴

شکل۱-۲: اقلیم نمای آمبرژه و موقعیت منطقه بهبهان در آن..... ۶

شکل۱-۳: نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ۱۱

شکل۱-۴: محل سوندژهای انجام شده در محدوده مطالعاتی بهبهان ۱۴

شکل۱-۵: محل چاه های اکتشافی در محدوده مطالعاتی بهبهان..... ۱۶

شکل۱-۶: نقشه هم قابلیت انتقال آبخوان دشت بهبهان (مترمربع بر روز) ۱۷

شکل۱-۷: نقشه هم عمق سطح آب زیرزمینی (متر) آبخوان دشت بهبهان (بهمن ۱۳۸۶)... ۱۹

شکل۱-۸: هیدروگراف واحد سال های آبی ۸۱-۸۰ تا ۸۷-۸۶ آبخوان دشت بهبهان..... ۲۰

شکل۱-۹: نقشه هم پتانسیل (متر) و جهت جریان آب زیرزمینی آبخوان دشت بهبهان (بهمن ۱۳۸۶)..... ۲۱

شکل۱- ۱۰: نقشه هم پتانسیل (متر) و جهت جریان آب زیرزمینی آبخوان دشت بهبهان (اردیبهشت ۱۳۸۷)..... ۲۲

شکل۱-۱۱: نقشه شیب هیدرولیکی (درصد) دشت بهبهان (سال ۸۷-۸۶)..... ۲۳

شکل۱-۱۲- نقشه هم ارزش کلر آبخوان دشت بهبهان بر حسب ppm در اردیبهشت ۱۳۸۰ ۲۵

شکل۱-۱۳: نقشه هم هدایت الکتریکی آبخوان دشت بهبهان (میکروموس بر سانتی متر) در اردیبهشت ۱۳۸۰..... ۲۶

شکل۱-۱۴: نقشه هم باقی مانده خشک آبخوان دشت بهبهان (بر حسب ppm) در اردیبهشت ۱۳۸۰..... ۲۷

شکل۲-۱: نحوه تعیین محدوده و ارزش گذاری در روشGOD(Foster,1987) ۴۳

شکل۲-۲: نرخ بندی خاک و آسیب پذیری روش GODS..... ۴۳

شکل۲-۳: مراحل روش SINTACS (Vrba & zaporozec,1994) ۴۶

شکل۲-۴: مراحل روش EPIK (Doerfliger & Zwahlen,1997)..... ۴۹

شکل۲-۵: مثالی از شکل تابع عضویت مثلثی..... ۶۸

شکل۲-۶: مثالی از تابع عضویت گوسی شکل ۶۸

شکل۲-۷: مثالی از تابع عضویت s - شکل ۶۹

شکل۲-۸: مثالی از تابع عضویت z- شکل ۶۹

شکل۲-۹: مثالی از تابع عضویت ذوزنقه ای شکل ۷۰

شکل۲-۱۰: مثالی از تابع عضویت زنگوله ای شکل ۷۰
شکل۲-۱۱: تابع عضویت فازی متغیر دما ۷۱
شکل۲-۱۲: ساختار مدل سیستم استنتاج فازی ۷۴
شکل۲-۱۳: غیر فازی ساز مرکز ثقل ۷۶
شکل۳-۱: نقشه عمق سطح ایستابی آبخوان دشت بهبهان بر حسب متر (میانگین سال آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۶) ۸۲
شکل۳-۲: هیدروگراف واحد سال آبی ۸۷-۸۶ ..... ۸۳
شکل۳-۳: نقشه تغذیه خالص سالیانه منطقه مورد مطالعه (سانتی متر در سال) ۸۴
شکل۳-۴: نقشه جنس محیط آبخوان محدوده مورد مطالعه ۸۵
شکل۳-۵: نقشه نوع محیط خاک منطقه مورد مطالعه ۸۶
شکل۳-۶: نقشه شیب توپوگرافی منطقه مورد مطالعه ۸۷
شکل۳-۷: نقشه محیط غیر اشباع منطقه مورد مطالعه ۸۸
شکل۳-۸: نقشه هدایت هیدرولیکی منطقه مورد مطالعه ۸۹
شکل۳-۹: نقشه عمق سطح ایستابی هم مقیاس شده ۹۲
شکل۳-۱۰: نقشه تغذیه خالص هم مقیاس شده دشت بهبهان ۹۳
شکل۳-۱۱: نقشه محیط آبخوان هم مقیاس شده دشت بهبهان ۹۳
شکل۳-۱۲: نقشه محیط خاک هم مقیاس شده دشت بهبهان ۹۴
شکل۳-۱۳: نقشه توپوگرافی هم مقیاس شده دشت بهبهان ۹۴
شکل۳-۱۴: نقشه محیط غیر اشباع هم مقیاس شده دشت بهبهان ۹۵
شکل۳-۱۵: نقشه هدایت هیدرولیکی هم مقیاس شده دشت بهبهان ۹۵
شکل۳-۱۶: تابع عضویت فازی عمق آب زیرزمینی ۹۹
شکل۳-۱۷:تابع عضویت فازی تغذیه خالص ۹۹
شکل۳-۱۸ : تابع عضویت فازی محیط آبخوان ۱۰۰
شکل۳-۱۹: تابع عضویت فازی محیط خاک ۱۰۰
شکل۳-۲۰: تابع عضویت فازی شیب توپوگرافی ۱۰۱
شکل۳-۲۱: تابع عضویت فازی محیط غیراشباع ۱۰۱
شکل۳-۲۳: نقشه عمق سطح ایستابی فازی شده منطقه مورد مطالعه ۱۰۲
شکل۳-۲۴: نقشه تغذیه خالص فازی شده آبخوان مورد مطالعه ۱۰۳

شکل۳-۲۵: نقشه محیط آبخوان فازی شده منطقه مورد مطالعه ۱۰۳
شکل۳-۲۶: نقشه محیط خاک فازی شده منطقه مورد مطالعه ۱۰۴
شکل۳-۲۷: نقشه شیب توپوگرافی فازی شده منطقه مورد مطالعه ۱۰۴
شکل۳-۲۸: نقشه محیط غیر اشباع فازی شده محدوده مورد مطالعه ۱۰۵
شکل۳-۲۹: نقشه هدایت هیدرولیکی فازی شده منطقه مورد مطالعه ۱۰۵
شکل۳-۳۰: محل نقاط نمونه برداری در شهریور ماه ۱۳۸۸ ..... ۱۰۷
شکل۳-۳۱: نمودار آزمون نرمال بودن داده های غلظت نیترات ۱۱۰
شکل۳-۳۱: نقشه آسیب پذیری آبخوان دشت بهبهان بر اساس مدل DRASTIC اصلی و لایه های قطعی ۱۱۷
شکل۳-۳۲: نقشه آسیب پذیری آبخوان دشت بهبهان بر اساس مدل DRASTIC اصلی و لایه های فازی ۱۱۷
شکل۳-۳۳: نمودار همبستگی شاخص آسیب پذیری روش DRASTIC (لایه های قطعی) اصلی با غلظت نیترات ۱۱۸
شکل۳-۳۴: نمودار همبستگی شاخص آسیب پذیری روش DRASTIC (لایه های فازی) اصلی با غلظت نیترات ۱۱۸
شکل۳-۳۵: نقشه آسیب پذیری آبخوان دشت بهبهان بر اساس مدل DRASTIC (قطعی) و وزن های تصحیح شده ۱۲۰
شکل۳-۳۶: نقشه آسیب پذیری آبخوان دشت بهبهان بر اساس مدل DRASTIC (فازی) و وزن های تصحیح شده ۱۲۰
شکل۳-۳۷: نمودار همبستگی شاخص آسیب پذیری مدل DRASTIC تصحیح شده (لایه های قطعی) با غلظت نیترات ۱۲۱
شکل۳-۳۸: نمودار همبستگی شاخص آسیب پذیری مدل DRASTIC تصحیح شده (لایه های فازی) با غلظت نیترات ۱۲۱
شکل۳-۳۹: نقشه آسیب پذیری ذاتی دشت بهبهان بر اساس لایه های قطعی و وزن های AHP ۱۲۲
شکل۳-۴۰: نقشه آسیب پذیری ذاتی دشت بهبهان بر اساس لایه های فازی و وزن های AHP ۱۲۳
شکل۳-۴۱: نمودار همبستگی شاخص آسیب پذیری حاصل از وزن های AHP (لایه های قطعی) با غلظت نیترات ۱۲۳

شکل۳-۴۲: نمودار همبستگی شاخص آسیب پذیری حاصل از وزن های AHP (لایه های فازی) با غلظت نیترات.....۱۲۴
شکل۳-۴۳: نقشه آسیب پذیری دشت بهبهان بر اساس تلفیق فازی گاما.....۱۲۵
شکل۳-۴۴: نمودار هم بستگی شاخص آسیب پذیری حاصل از تلفیق گاما با غلظت نیترات ۱۲۵
شکل۳-۴۵: نقشه آسیب پذیری دشت بهبهان بر اساس تلفیق جمع جبری فازی.....۱۲۶
شکل۳-۴۶: نمودار همبستگی شاخص آسیب پذیری حاصل از تلفیق با عملگر جمع جبری با غلظت نیترات.....۱۲۷
شکل ۳-۴۷: ساختار مدل فازی ارزیابی آسیب پذیری.....۱۲۸
شکل۳-۴۸: تابع عضویت فازی عمق سطح ایستابی.....۱۲۹
شکل۳-۴۹: تابع عضویت فازی تغذیه خالص.....۱۳۰
شکل۳-۵۰: تابع عضویت فازی هدایت هیدرولیکی.....۱۳۰
شکل۳-۵۱: تابع عضویت فازی شیب توپوگرافی.....۱۳۱
شکل۳-۵۲: نقشه آسیب پذیری حاصل از مدل استنتاج فازی.....۱۳۶
شکل۳-۵۳: نمودار همبستگی شاخص آسیب پذیری حاصل از مدل فازی با غلظت نیترات ۱۳۷

فهرست جداول

صفحه

جدول۱-۱: نتایج پمپاژ چاه‌های اکتشافی دشت بهبهان (سازمان آب و برق خوزستان)..... ۱۸
جدول۱-۲: ارقام هیدروگراف واحد دشت بهبهان در سالهای آبی۸۱-۸۰ تا ۸۷-۸۶..... ۲۰
جدول۱-۳: نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های آب آبخوان دشت بهبهان(اردیبهشت ۱۳۸۰)... ۲۴
جدول ۱- ۴: خلاصه محاسبات مربوط به پارامترهای بیلان برای سال آبی ۸۷-۸۶ دشت بهبهان (میلیون متر مکعب)..... ۳۰
جدول۲-۱: تقسیم بندی شاخص آسیب پذیری روش AVI (Van Stemproot et al., 1993) ۴۵
جدول۲-۲: وزن های اختصاص یافته به پارامترهای DRASTIC و DRASTIC آفت کش(Aller et al., 1987)..... ۵۱
جدول۲-۳: بازه ها و نرخ های عمق تا سطح ایستابی..... ۵۳
جدول۲-۴: بازه ها و نرخ های تغذیه خالص سالیانه..... ۵۴
جدول۲-۵: نرخ ها و بازه های محیط آبخوان..... ۵۵
جدول۲-۶: بازه ها و نرخ های محیط خاک..... ۵۶
جدول۲-۷:بازه ها و نرخ های شیب توپوگرافی..... ۵۷
جدول۲-۸: بازه ها و نرخ های محیط غیر اشباع..... ۵۸
جدول۲-۹: میزان هدایت هیدرولیکی با استفاده از اندازه ذرات برای نهشته های تحکیم نیافته ۵۹
جدول ۲-۱۰: میزان هدایت هیدرولیکی برای سنگهای سخت..... ۵۹
جدول۲-۱۱: بازه ها و نرخ های هدایت هیدرولیکی..... ۶۰
جدول۲-۱۲: خلاصه عملگرهای کلاسیک..... ۷۲
جدول۲-۱۳ : فرمت و منابع داده های مورد نیاز..... ۸۰
جدول۳-۱: طبقه بندی و نرخ بندی مربوط به پارامترهای مدل DRASTIC در منطقه مورد مطالعه..... ۹۱
جدول۳-۲: وزن های اختصاص یافته به پارامترهای مدل DRASTIC (Aller et al., 1987) ۱۰۶
جدول۳-۳: مقدار نیترات در نمونه های آنالیز شده مرحله اول نمونه برداری(شهریور ۱۳۸۸) ۱۰۸
جدول۳-۴: مقدار نیترات در نمونه های آنالیز شده مرحله دوم نمونه برداری(آذر ۱۳۸۸).۱۰۹
جدول۳-۵: درجه اهمیت نسبی عوامل در روش مقایسه دوتایی..... ۱۱۱
جدول۳-۶: وزن‌های اصلی و تصحیح شده مدل DRASTIC بر اساس ضریب همبستگی بین پارامترهای مدل و غلظت نیترات..... ۱۱۳

جدول۳-۷: مقایسه زوجی پارامترهای مدل DRASTIC ۱۱۵
جدول۳-۸: مقایسه زوجی پارامترهای مدل DRASTIC ۱۱۵
جدول۳-۹: مقایسه زوجی پارامترهای مدل DRASTIC ۱۱۵
جدول۳-۱۰: وزن پارامترهای مدل DRASTIC حاصل از روش AHP ۱۱۶
جدول۳-۱۱: مشخصات آماری تحلیل حساسیت تک پارامتری ۱۲۷
جدول۳-۱۲: مشخصات آماری تحلیل حساسیت حذف پارامتری ۱۲۸
جدول۳-۱۳: پایگاه قواعد مدل فازی آسیب پذیری ۱۳۳
ادامه جدول۳-۱۳ ..... ۱۳۳
ادامه جدول۳-۱۳ ..... ۱۳۳

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

ایران سرزمینی خشک و نیمه‌خشک است که نزولات جوی آن کم بوده و میانگین بارندگی سالیانه آن (۲۵۰ میلی متر) کمتر از یک سوم متوسط بارندگی سالیانه کره زمین (۸۶۰ میلیمتر) است. از طرف دیگر توزیع بارندگی در ایران از نظر مکانی و زمانی یکنواخت نمی‌باشد، از این رو اکثر نقاط کشور با مشکل کمبود آب‌های سطحی مواجه می باشد. با توجه به این عوامل بخش اعظم آب مورد نیاز در ایران از منابع آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود. درچندین دهه اخیر با رواج حفر چاه و بهره‌برداری بیش از اندازه از آنها همراه با تغییرات اقلیمی، حالت تعادل آب‌های زیرزمینی اکثر دشت های ایران به هم خورده و افت سریع سطح آب وکاهش حجم آبخوان‌ها را در پی داشته و اکثر قنات‌ها خشک و متروکه شده‌اند، مجموع این عوامل باعث شده است که وضعیت برخی از مناطق که نیاز مبرمی به آب زیرزمینی دارند، بحرانی شود.

افزایش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی همراه با رشد جمعیت باعث گسترش روز افزون بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی شده است. استفاده بیش از حد از منابع آب‌های زیرزمینی و گسترش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی و تولید انبوه پسماندها و ضایعات منابع آب زیرزمینی را مورد تهدید جدی قرار داده و موجب آلودگی های زیادی گردیده است. آلودگی‌های گسترده آب‌های زیرزمینی و رشد و آگاهی‌های فکری جوامع بشری در مورد اهمیت این منابع با ارزش و آسیب‌پذیر منجر به تلاش‌های وسیعی جهت حفاظت از آب‌های زیرزمینی شده است.

فرایند احیاء آبخوان در مقیاس منطقه‌ای در یک قالب زمانی معقول امکان‌پذیر نمی‌باشد، زیرا آب‌های زیرزمینی خیلی کند حرکت می‌کنند. بنابراین اگر آلوده شوند، ممکن است سال‌ها طول بکشد تا آب آلوده از آبخوان خارج شود. بدین جهت جلوگیری از آلودگی بهترین و اقتصادی‌ترین راه حفاظت کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌باشد.

به منظور دست‌یابی به یک روش مناسب و مؤثر جهت حفاظت منابع آب زیرزمینی در مقابل آلودگی‌هایی که آن را تهدید می‌کند، سیستم‌های ارزیابی آسیب‌پذیری سفره‌های آب زیرزمینی توسعه یافته‌اند که تابعی از مشخصات و خصوصیات ذاتی آبخوان می‌باشد. این روش‌ها بر این اساس می‌باشند که بعضی از مناطق دارای استعداد بیشتری برای آلوده شدن نسبت به سایر مناطق می‌باشند. در واقع می‌توان گفت که تعیین نقشه آسیب‌پذیری علاج واقعه قبل از وقوع است. بنابراین ارزیابی آسیب‌پذیری می‌تواند به تبیین سیاست‌های عملی و کاربردی برای مدیریت منابع آب زیرزمینی در مسیر بهره‌برداری پایدار از آنها کمک نماید. آسیب‌پذیری یک سفره نسبت به آلاینده‌های مختلف متفاوت بوده، یعنی ممکن است کیفیت آب زیرزمینی نسبت به عوامل بیماری زا حساسیت کمتری داشته باشد در صورتی‌که نسبت به بار نیترات و یا عملیات کشاورزی در سطح بسیار آسیب‌پذیر باشد (Hashimoto et al., 1982).