بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی خاکشناسی گرایش فیزیک و حفاظت خاک

اعتباریابی مدل‌های دراستیک (DRASTIC) و سینتکس (SINTACS) به منظور تعیین آسیب‌پذیری آبخوان دشت شهرکرد با استفاده از تغییرات فصلی غلظت‌های نیترات و فسفات

استاد راهنما:
دکتر حبیب الله بیگی هرچگانی

استادان مشاور:
دکتر سید حسن طباطبائی
دکتر علیرضا داودیان دهکردی

پژوهشگر:
الهام فتحی هفشجانی

اسفند ماه ۱۳۹۰

دانشکده کشاورزی

گروه علوم خاک

پایان نامه خانم **الهام فتحی هفشجانی** جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی خاکشناسی گرایش فیزیک و حفاظت خاک با عنوان: **اعتباریابی مدل‌های دراستیک (DRASTIC) و سینتکس (SINTACS) به منظور تعیین آسیب‌پذیری آبخوان دشت شهرکرد با استفاده از تغییرات فصلی غلظت‌های نیترات و فسفات** در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۱۷ با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۹ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. استاد راهنمای پایان نامه

دکتر حبیب الله بیگی هرچگانی (استادیار) .....

۲. استادان مشاور پایان نامه

دکتر سید حسن طباطبائی (دانشیار) .....

دکتر علیرضا داودیان دهکردی (دانشیار) .....

۳. استادان داور پایان نامه

دکتر رحیم علی‌محمدی (استادیار) .....

دکتر مهدی رادفر (استادیار) .....

دکتر سید حسن طباطبائی

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی

تقدیم اثر

بعضی واژه‌ها به یاد ماندنی اند.

بعضی از واژه‌ها شیرین و دیدنی اند.

بعضی از واژه‌ها را باید شناخت.

بعضی از واژه‌ها را باید فهمید.

بعضی از واژه‌ها آسمانی اند و به رنگ آبی، به رنگ باران، سفید و سبز پر از پولک های ستاره ای به رنگ نقره ای و آن واژه، مادر من است.

این پایان نامه را با یک لبخند، با یک شاخه گل تقدیم به مادر عزیز و دوست داشتنی‌ام می کنم. او که همیشه سجاده ی آسمانیت اش پر از ستاره های نقره ای و طلایی است. از خدای آسمان ها و زمین برایش سلامتی و شادمانی روزافزون را آرزومندم.

و سپس تقدیم به پدر زحمت کش‌ام و به خواهران و برادران عزیزتر از جانم.

تشکر و قدردانی

سپاس خداوند متعال را که منبع همه الطاف و عنایات است. پس دست‌هایم را همچون گلبرگ‌های زیبای نیاز به سوی آفتاب بی‌نیاز به درگاه پر رمز و راز خدای جمیل و جمیل آفرین می‌گشایم و این قامت را در پیشگاه اعظم باری تعالی خم می‌کنم و برای ثبات بندگی سر به سجده می‌سایم.

از تدابیر و تجربه‌های استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر حبیب الله بیگی برای تمام راهنمایی‌های ارزشمندشان در تمامی مراحل پایان نامه سپاس و تشکر ویژه دارم. سلام و سپاس نثار اساتید ارجمند مشاور جناب آقای دکتر سید حسن طباطبائی و جناب آقای دکتر علیرضا داودیان که با علم خود مرا در به ثمر رساندن این پایان نامه یاری نمودند.

از جناب آقای دکتر علی محمدی و جناب آقای دکتر رادفر که داوری این پایان نامه را به عهده گرفتند کمال تشکر را دارم. هم چنین از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر فدائی سپاسگزارم.

سپاس خدای مهربان را که به من توفیق داد تا در دامان مادری عزیز، مومن، مهربان و پدری زحمت کش پرورش یابم. سپاسگزارم از پدر و مادر عزیزم که همیشه یار و یاور من در تمامی مراحل زندگی، هستند و افق‌های تازه‌ای فراروی من می‌گشایند، تا بتوانم باعث رشد و اعتلای آموخته‌های خود باشم.

از برادران مهربان، عزیز و خوبم که همیشه مشوق من در زندگی و کسب علم و دانش، هستند، کمال سپاسگزاری را دارم. از خواهران عزیز و دوست داشتنی‌ام به خاطر نثار مهربانی‌هایشان تشکر می‌کنم.

از دوست خوبم سرکار خانم حشمتی که در مراحل پایان نامه یار و یاورم بودند متشکرم. هم چنین از دوستان و هم کلاسی‌های مهربانم خانم‌ها: بصیری، احسان پور، ترابیان، تقی پور، تقی خو، فروغی و آقایان: استواری، زارع نیا، مرادی و قاسمی تشکر می‌نمایم.

چکیده

آب زیرزمینی شهرکرد منبع اصلی تامین آب شرب ساکنان دشت شهرکرد است. تهیه نقشه‌های آلودگی به نیترات و فسفات آب زیرزمینی در طی فصول مختلف می‌تواند در مدیریت آلودگی این آبخوان مفید باشد. هدف از انجام این پژوهش (۱) تعیین مناسب‌ترین الگوی تغییرات مکانی و روش درون‌یابی از بین انواع کریجینگ، کوکریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله جهت پهنه‌بندی مولفه‌های نیترات و فسفات و بررسی نوسانات فصلی (سه فصل بهار، تابستان و پاییز) در غلظت، الگوی توزیع مکانی و در پهنه‌بندی این دو موافه در آبخوان دشت شهرکرد (۲) بررسی صحت مدل دراستیک و سینتکس برای آبخوان شهرکرد در محیط GIS و ارزیابی اثر زمان نمونه‌برداری نیترات و فسفات بر صحت پیش‌بینی مدل‌های دراستیک و سینتکس در آبخوان شهرکرد و (۳) بررسی تغییرات در پهنه‌بندی غلظت نیترات و فسفات و توزیع آن‌ها در طی یک دوره پنج ساله بود. برای این منظور از تعداد ۹۷ حلقه چاه کشاورزی دشت شهرکرد در چهار نوبت در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ نمونه‌برداری و غلظت نیترات و فسفات اندازه‌گیری شد و سپس الگوی تغییرات مکانی نیترات و فسفات آب زیرزمینی بر اساس فصل و سال بررسی شد. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین مدل واریوگرام برای نیترات و فسفات، کروی بود. با توجه به مقادیر R^2 و RMSE روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ (ساده و معمولی) برای نیترات و روش کریجینگ معمولی برای فسفات به عنوان بهترین روش درون‌یابی تشخیص داده شد. میانگین غلظت نیترات آبخوان بین ۲۱ تا ۲۷ و میانگین غلظت فسفات بین ۰/۰۷ تا ۰/۱۵ میلی‌گرم بر لیتر در تغییر بود. میانگین غلظت نیترات و فسفات در طی سه فصل (بهار، تابستان و پاییز) به طور معنی‌داری تغییر کرد. برازش مدل کروی در بهار و مدل گوسی در تابستان و پاییز نشان داد که الگوی تغییرات مکانی نیترات و فسفات و دامنه تاثیر آن‌ها با فصل تغییر می‌کند. آلودگی به نیترات در آب زیرزمینی شهرکرد در پاییز به حداقل کاهش پیدا کرد و در خرداد به حداکثر رسید. در پاییز حدود دو سوم آبخوان به (ویژه بخش‌های شمالی) دارای غلظت نیترات کمتری (بین ۰ تا ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) است. با این حال قسمت جنوبی آبخوان نسبتا آلوده است و آلودگی نیتراتی از حد استاندارد (۴۵ میلی‌گرم بر لیتر) فراتر می‌رود. در پاییز و احتمالا زمستان آب زیرزمینی شهرکرد حداکثر مساحت آلوده به فسفات را دارد و به تدریج در بهار از آلودگی آن کاسته و در تابستان به حداقل می‌رسد. ارزیابی آسیب‌پذیری روشی برای شناسایی نواحی مستعد به آلودگی در آبخوان‌ها است. نقشه‌های آسیب‌پذیری آب زیرزمینی برای نشان دادن مناطقی با بیشترین پتانسیل آلودگی طراحی شده‌اند. مقایسه نقشه آسیب‌پذیری و نقشه‌های هم‌غلظت نیترات و فسفات در طی سه فصل بهار، تابستان و پاییز آب زیرزمینی نشان داد که نتایج صحت‌سنجی مدل دراستیک و سینتکس تا اندازه‌ای می‌تواند وابسته به زمان نمونه‌برداری آلاینده (نیترات یا فسفات) باشد. به طوری که هم‌بستگی نیترات یا فسفات با نقشه‌ی دراستیک و سینتکس تفاوت معنی‌داری در طول سال نشان می‌دهند. در آب زیرزمینی شهرکرد بیشترین هم‌بستگی در بهار و کمترین در انتهای تابستان رخ می‌دهد. بنابراین در صحت‌سنجی مدل دراستیک و سینتکس باید به زمان نمونه‌برداری توجه کرد. تغییرات غلظت از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ نشان داد که میانگین غلظت نیترات آبخوان از ۱۸ به ۲۷ میلی‌گرم بر لیتر و غلظت فسفات از ۰/۰۵ به ۰/۱۵میلی‌گرم بر لیتر افزایش پیدا کرده است. به نظر می‌رسد دلیل اصلی بالا بودن غلظت نیترات و فسفات در بخش جنوبی وجود تصفیه خانه شهرکرد، دامداری‌های فشرده، کم عمق بودن سطح ایستابی و جهت گرادیان هیدرولیکی به این سمت از دشت باشد. مقایسه‌ی نقشه‌ها در دوره مورد مطالعه نشان داد که از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ به مساحت هر کلاس آلوده به نیترات و فسفات افزوده شده است. در طی این دوره، از مساحت کلاس‌های با آلودگی کمتر کاسته شده و به مساحت کلاس‌های با غلظت بیشتر نیترات و فسفات افزوده شده است.

کلمات کلیدی: آبخوان شهرکرد، الگوی تغییرات مکانی، نیترات و فسفات، پهنه‌بندی و مدل های دراستیک و سینتکس

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول – مقدمه ۸
۱-۱- مقدمه ۸
۱-۲- لزوم انجام تحقیق ۹
۱-۳- اهداف تحقیق ۱۰
۱-۴- فصل‌بندی پایان‌نامه ۱۰
فصل دوم - کلیات ۱۲
۲-۱- مقدمه ۱۲
۲ –۲- میزان آب و توزیع آن در سطح کشور ۱۳
۲-۳- آب‌های زیرزمینی ۱۳
۲-۴- وضعیت منابع آب استان چهارمحال و بختیاری ۱۴
۲-۵- آلودگی آب ۱۴
۲-۶- آلوده‌کننده‌های آبی ۱۵
۲-۶-۱- آلودگی ناشی از فاضلاب شهری ۱۵
۲-۶-۲- آلودگی ناشی از پساب‌های صنعتی ۱۶
۲-۶-۳- آلودگی ناشی از پساب‌های کشاورزی ۱۶
۲-۶-۴- آلودگی ناشی از سایر آلوده‌کننده‌ها ۱۷
۲-۷- نیترات ۱۷
۲-۸- فسفات ۱۸
۲-۹- تغییرات فصلی ۱۸
۲-۱۰- تغییرات مکانی ۱۹
۲-۱۱- واریوگرام و ویژگی‌های آن ۱۹
۲-۱۲- روش‌های درون یاب ۲۰
۲-۱۲-۱ - روش کریجینگ ۲۰
۲-۱۲-۲- روش کوکریجینگ ۲۰
۲-۱۲-۳- روش معکوس فاصله ((IDW) ۲۱
۲-۱۳ - تعریف آسیب‌پذیری ۲۱
۲-۱۴- معرفی مدل‌های آسیب‌پذیری دراستیک(DRASTIC) و سینتکس (SINTACS) ۲۱
۲-۱۴-۱- مدل دراستیک ۲۱
۲-۱۴-۲- مدل سینتکس ۲۲
۲-۱۵- اعتباریابی مدل‌های دراستیک و سینتکس ۲۳
فصل سوم- بررسی منابع ۲۴
۳-۱ – مقدمه ۲۴
۳ -۲- آلودگی نیترات و فسفات ۲۴
۳-۳- تغییرات فصلی و زمانی نیترات و فسفات ۲۸
۳-۴- مدل‌های دراستیک و سینتکس ۳۸

عنوان صفحه

۳-۵- اعتباریابی مدل‌های دراستیک و سینتکس ۴۰
۳-۶- تغییرات مکانی ۴۱
۳-۶-۱- روش‌های درون‌یابی ۴۱
۳-۶-۲- تغییرات مکانی ، کریجینگ و برازش مدل واریوگرام ۴۲
فصل چهارم – مواد و روش‌ها ۴۴
۴-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه استان چهارمحال و بختیاری ۴۴
۴-۱-۱- شهرستان شهرکرد ۴۴
۴-۱-۲- آب و هوا ۴۴
۴-۲- آب‌های سطحی ۴۶
۴-۳- آب‌های زیرزمینی ۴۶
۴-۴- زمین شناسی آبخوان ۴۶
۴-۵- نمونه‌برداری و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی ۴۷
۴-۵-۱- نیترات ۴۷
۴-۵-۲- فسفات ۴۷
۴-۶ - نقشه‌ها ۴۸
۴-۷- نرم افزارها ۴۸
۴-۸- برازش و انتخاب مدل واریوگرام به مشاهدات نیترات و فسفات ۴۸
۴-۹- روش‌های میان‌یابی ۵۰
۴-۹-۱- روش کریجینگ ۵۰
۴-۹-۲- روش کوکریجینگ ۵۰
۴-۹-۳- روش معکوس فاصله ۵۰
۴-۱۰- تهیه نقشه‌های هم‌غلظت نیترات و فسفات در طی چهارنوبت نمونه‌برداری ۵۱
۴-۱۱- تهیه نقشه‌های مولفه‌های مدل دراستیک ۵۲
۴-۱۲- تهیه نقشه‌های مولفه‌های مدل سینتکس ۵۴
۴-۱۳- صحت‌سنجی نقشه‌های هم‌غلظت نیترات و فسفات با مدل‌های آسیب‌پذیری ۵۶
فصل پنجم - نتایج و بحث ۵۷
۵--۱- مقایسه روش‌های درون‌یابی مکانی ۵۷
۵-۱-۱- پردازش واریوگرام‌ها ۵۷
۵-۱-۲- مقایسه روش‌های میان‌یابی کریجینگ، کوکریجینگ و وزن‌دهی معکوس فاصله ۵۹
۵-۱-۳- پهنه‌بندی ۶۰
۵-۱-۴- ارزیابی روش‌های زمین آماری به کار رفته ۶۳
۵-۲- بررسی نوسان فصلی غلظت نیترات و فسفات طی چهار نوبت نمونه‌برداری در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰ ۶۵
۵-۲-۱- بررسی آماری ۶۵
۵-۲-۲- تغییرات در الگوهای توزیع مکانی نیترات و فسفات ۶۶

عنوان صفحه

۵-۲-۳- تغییرات فصلی غلظت نیترات ۷۸
۵-۲-۴- تغییرات فصلی غلظت فسفات ۷۸
۵-۲-۵- تغییرات در درصد و مساحت پهنه‌های آلوده به نیترات و فسفات ۷۹
۵-۳- اعتباریابی مدل‌های دراستیک و سینتکس با نقشه‌های هم‌غلظت نیترات و فسفات ۸۰
۵-۳-۱- مدل دراستیک ۸۰
۵-۳-۱-۱- آسیب‌پذیری آبخوان دشت شهرکرد بر اساس مدل دراستیک ۸۱
۵-۳-۱-۲- مطابقت بصری نقشه‌های هم‌غلظت نیترات و فسفات با نقشه‌ی دراستیک ۸۵
۵-۳-۱-۳- نتایج تجزیه هم‌بستگی ۸۵
۵-۳-۱-۴- مقایسه نیترات و فسفات برای صحت‌سنجی مدل دراستیک ۸۸
۵-۳-۲- مدل سینتکس ۸۸
۵-۳-۲-۱- آسیب‌پذیری آبخوان دشت شهرکرد بر اساس مدل سینتکس ۹۰
۵-۳-۲-۲- مطابقت بصری نقشه‌های نیترات و فسفات با نقشه‌ی سینتکس ۹۳
۵-۳-۲-۳- نتایج تجزیه هم‌بستگی ۹۳
۵-۳-۲-۴- مقایسه نیترات و فسفات برای صحت‌سنجی مدل سینتکس ۹۶
۵-۴- بررسی الگوهای تغییرات مکانی و پهنه‌بندی نیترات و فسفات در سال ۱۳۸۹ ۹۶
۵-۴-۱- بررسی آماری ۹۶
۵-۴-۲- الگوی تغییرات مکانی ۹۷
۵-۴-۳- پهنه‌بندی آلاینده‌های نیترات و فسفات در سال ۱۳۸۹ ۹۸
۵-۴-۴- درصد و مساحت پهنه‌های آلوده به نیترات و فسفات ۱۰۱
۵-۴-۵- ارزیابی مدل واریوگرام و روش کریجینگ معمولی ۱۰۲
۵-۵- تغییرات در الگوی توزیع مکانی و پهنه‌بندی نیترات و فسفات طی یک دوره پنج ساله ۱۰۳
۵-۵-۱- بررسی‌های آماری ۱۰۳
۵-۵-۲- تغییرات در الگوهای توزیع مکانی ۱۰۴
۵-۵-۳- دقت و صحت پهنه‌بندی ۱۰۶
۵-۵-۴- پهنه‌بندی در طی سال‌های نمونه‌برداری ۱۰۷
۵-۵-۵- تغییرات در درصد و مساحت پهنه‌های آلوده ۱۱۵
۵-۵-۶ تحلیل هم‌بستگی‌ها ۱۱۶
۵-۶- نتیجه‌گیری ۱۱۸
۵-۷- پیشنهادات ۱۲۰
منابع ۱۲۱

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۲-۱ - واریوگرام و عامل های آن ۲۰
شکل۴-۱- نقشه موقعیت دشت شهرکرد و موقعیت چاه‌های نمونه‌برداری شده ۴۵
شکل۴-۲ نقشه کاربری اراضی دشت شهرکرد ۴۵
شکل ۵-۱- واریوگرام های تجربی و برازش داده شده به نیترات و فسفات در آب زیرزمینی دشت شهرکرد ۵۸
شکل ۵-۲- واریوگرام متقابل نیترات و فسفات در آب زیرزمینی دشت شهرکرد ۵۸
شکل ۵-۳- پهنه‌بندی نیترات بر اساس میانگین‌گیری از چهار نوبت نمونه‌گیری از آب زیرزمینی دشت شهرکرد ۶۱
شکل ۵-۴- پهنه‌بندی فسفات بر اساس میانگین‌گیری از چهار نوبت نمونه‌گیری از آب زیرزمینی دشت شهرکرد ۶۲
شکل۵-۵- واریوگرام‌های تجربی و مدل گوسی و کروی برازش شده به نیترات و فسفات در آبخوان دشت شهرکرد درچهار نوبت نمونه‌برداری ۶۷
شکل ۵- ۶ - نقشه‌ی پهنه‌بندی نیترات در تیر ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد ۷۰
شکل ۵-۷- نقشه‌ی پهنه‌بندی نیترات در شهریور ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد ۷۱
شکل ۵-۸- نقشه‌ی پهنه‌بندی نیترات در آبان ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد ۷۲
شکل ۵- ۹- نقشه‌ی پهنه‌بندی نیترات در خرداد ۱۳۹۰ در آبخوان دشت شهرکرد ۷۳
شکل ۵-۱۰- نقشه‌ی پهنه‌بندی فسفات در تیر ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد ۷۴
شکل ۵-۱۱- نقشه‌ی پهنه‌بندی فسفات در شهریور ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد ۷۵
شکل ۵-۱۲- نقشه‌ی پهنه‌بندی فسفات در آبان ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد ۷۶
شکل ۵-۱۳- نقشه‌ی پهنه‌بندی فسفات در خرداد ۱۳۹۰ در آبخوان دشت شهرکرد ۷۷
شکل۵-۱۴- نقشه‌ی عمق تا سطح ایستابی (D)دشت شهرکرد ۸۳
شکل ۵-۱۵- نقشه‌ی تغذیه‌ی خالص (R) در دشت شهرکرد ۸۳
شکل ۵-۱۶- نقشه‌ی محیط آبخوان (A) در دشت شهرکرد ۸۳
شکل ۵-۱۷- نقشه‌ی محیط خاک (S) در دشت شهرکرد ۸۳
شکل ۵-۱۸- نقشه‌ی معیار شیب (T) در دشت شهرکرد ۸۴
شکل ۵-۱۹- نقشه‌ی محیط غیر اشباع (I) در دشت شهرکرد ۸۴
شکل ۵-۲۰- نقشه‌ی معیار هدایت هیدرولیکی (C) در دشت شهرکرد ۸۴
شکل ۵-۲۱- نقشه دراستیک (DRASTIC) آب زیرزمینی شهرکرد ۸۴
شکل۵-۲۲- نقشه‌ی عمق تا سطح ایستابی (S)دشت شهرکرد ۹۱
شکل۵-۲۳- نقشه‌ی تغذیه خالص (I)دشت شهرکرد ۹۱
شکل ۵-۲۴- نقشه‌ی محیط آبخوان (N) در دشت شهرکرد ۹۱
شکل ۵-۲۵- نقشه‌ی محیط خاک (T) در دشت شهرکرد ۹۱
شکل ۵-۲۶- نقشه‌ی معیار شیب (A) در دشت شهرکرد ۹۲
شکل ۵-۲۷- نقشه‌ی محیط غیر اشباع (C) در دشت شهرکرد ۹۲
شکل ۵-۲۸- نقشه‌ی معیار هدایت هیدرولیکی (S) در دشت شهرکرد ۹۲
شکل ۵-۲۹- نقشه سینتکس (DRASTIC) آب زیرزمینی شهرکرد ۹۲
شکل۵- ۳۰ - واریوگرام‌های تجربی و مدل کروی برازش شده به نیترات و فسفات در آبخوان دشت شهرکرد ۹۸
شکل ۵-۳۱- نقشه‌ی پهنه‌بندی نیترات در سال ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد ۹۹
شکل ۵-۳۲- نقشه‌ی پهنه‌بندی فسفات در ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد ۱۰۰

عنوان صفحه

شکل۵- ۳۳ واریوگرام‌های تجربی و مدل کروی برازش شده به نیترات و فسفات در آبخوان دشت شهرکرد (طی ۳ سال)..... ۱۰۵
شکل ۵-۳۴- نقشه‌ی پهنه‌بندی نیترات در سال ۱۳۸۵ در آبخوان دشت شهرکرد..... ۱۰۸
شکل ۵-۳۵- نقشه‌ی پهنه‌بندی نیترات در سال ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد..... ۱۰۹
شکل ۵-۳۶- نقشه‌ی پهنه‌بندی نیترات در سال ۱۳۹۰ در آبخوان دشت شهرکرد..... ۱۱۰
شکل ۵-۳۷- نقشه‌ی پهنه‌بندی فسفات در سال ۱۳۸۵ در آبخوان دشت شهرکرد..... ۱۱۱
شکل ۵-۳۸- نقشه‌ی پهنه‌بندی فسفات در سال ۱۳۸۹ در آبخوان دشت شهرکرد..... ۱۱۲
شکل ۵-۳۹- نقشه‌ی پهنه‌بندی فسفات در سال ۱۳۹۰ در آبخوان دشت شهرکرد..... ۱۱۳

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱- کنترل منابع آب کشور ۱۲
جدول ۲-۲- درصد توزیع جمعیت، آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و مساحت دو ناحیه شرقی و غربی ۱۳
جدول ۲-۳- وزن‌های اختصاص یافته به هفت مولفه‌ی مدل دراستیک ۲۲
جدول ۲-۴- وزن‌های اختصاص یافته به هفت مولفه‌ی مدل سینتکس ۲۳
جدول ۴-۱- تعداد و حجم برداشت منابع آب زیرزمینی دشت شهرکرد ۴۶
جدول ۴-۲- رتبه‌دهی در روش DRASTIC ۵۲
جدول ۴ -۳- رتبه‌دهی در روش SINTACS ۵۴
جدول ۵-۱- نتایج مربوط به تحلیل واریوگرام‌های شاخص‌های آلاینده‌ی آب زیرزمینی دشت شهرکرد و آماره‌های دقت آن‌ها ۵۸
جدول ۵-۲- مقادیر R2 ، RMSE و ME حاصل اعمال روش‌های کوکریجینگ، کریجینگ و IDW با توان‌های ۱ تا ۵ در تخمین نیترات و فسفات آب زیرزمینی دشت شهرکرد ۶۰
جدول۵-۳- درصد و مساحت پهنه‌های آلوده به نیترات و خلاصه آماری برای غلظت نیترات در هر پهنه بر اساس مشاهدات در آب زیرزمینی شهرکرد ۶۳
جدول۵-۴- درصد و مساحت پهنه‌های آلوده به فسفات و خلاصه آماری برای غلظت فسفات در هر پهنه بر اساس مشاهدات در آب زیرزمینی شهرکرد ۶۴
جدول۵-۵ - خلاصه آماری غلظت نیترات و فسفات بر اساس نقشه در آبخوان دشت شهرکرد ۶۴
جدول ۵-۶ - خلاصه آماری غلظت نیترات و فسفات بر اساس مشاهدات و نقشه در آب زیرزمینی شهرکرد ۶۴
جدول ۵-۷ - خلاصه آماری غلظت نیترات در آبخوان دشت شهرکرد طی چهار نوبت نمونه‌برداری ۶۵
جدول۵ -۸ - خلاصه آماری غلطت فسفات در آبخوان دشت شهرکرد طی سه نوبت نمونه‌برداری ۱۳۹۰ ۶۵
جدول ۵-۹- نتایج برازش مدل واریوگرام به نیترات آب زیرزمینی دشت شهرکرد در طی چهار نوبت نمونه‌برداری ۶۸
جدول ۵-۱۰- نتایج برازش مدل واریوگرام به فسفات آب زیرزمینی دشت شهرکرد در طی چهار نوبت نمونه‌برداری ۶۸
جدول۵ -۱۱- مقادیر R^2، RMSE ، ME و RMSE% مربوط به روش کریجینگ معمولی در تخمین غلظت نیترات برای چهار نوبت نمونه‌برداری از آب زیرزمینی شهرکرد ۶۹
جدول۵ -۱۲- مقادیر R^2، RMSE ، ME و RMSE% مربوط به روش کریجینگ معمولی در تخمین غلظت فسفات برای سه نوبت نمونه‌برداری از آب زیرزمینی شهرکرد ۶۹
جدول۵ -۱۳- درصد و مساحت پهنه‌های آلوده به نیترات در آب زیرزمینی شهرکرد در طی چهار نوبت نمونه‌برداری ۷۹
جدول۵-۱۴- درصد و مساحت پهنه‌های آلوده به فسفات در آب زیرزمینی شهرکرد در طی چهار نوبت نمونه‌برداری ۸۰
جدول ۵-۱۵- درصد و مساحت پهنه‌های مختلف آسیب پذیری آبخوان شهرکرد بر اساس مدل دراستیک ۸۲
جدول۵-۱۶- ضرایب هم بستگی نقشه‌های هم غلظت نیترات و فسفات با نقشه نهایی دراستیک در آبخوان دشت شهرکرد ۸۵
جدول ۵-۱۷- خلاصه آماری غلظت آلاینده‌ی نیترات در سه کلاس آسیب پذیری مدل دراستیک در چهار زمان ۸۶

عنوان صفحه

جدول ۵-۱۸- خلاصه آماری غلظت آلاینده‌ی فسفات در سه کلاس آسیب پذیری مدل دراستیک در چهار زمان نمونه‌برداری ۸۷
جدول ۵-۱۹- درصد و مساحت پهنه‌های مختلف آسیب پذیری آبخوان شهرکرد بر اساس مدل سینتکس ۹۰
جدول۵-۲۰- ضرایب هم بستگی نقشه‌های هم غلظت نیترات و فسفات با مدل سینتکس نهایی آبخوان دشت شهرکرد ۹۳
جدول ۵-۲۱- خلاصه آماری غلظت آلاینده‌ی نیترات درپنج کلاس آسیب پذیری مدل سینتکس در چهار زمان نمونه برداری ۹۴
جدول ۵-۲۲- خلاصه آماری غلظت آلاینده‌ی فسفات در پنج کلاس آسیب پذیری مدل سینتکس در چهار زمان نمونه برداری ۹۵
جدول ۵-۲۳- خلاصه آماری غلظت دو آلاینده نیترات و فسفات در آبخوان دشت شهرکرد در سال ۱۳۸۹ ..... ۹۷
جدول ۵-۲۴- نتایج برازش مدل واریوگرام کروی به نیترات و فسفات آب زیرزمینی دشت شهرکرد ۹۸
جدول۵-۲۵- درصد و مساحت پهنه‌های آلوده به نیترات و فسفات در آب زیرزمینی شهرکرد در سال ۱۳۸۹ ..... ۱۰۲
جدول۵ -۲۶- ارزیابی مدل واریوگرام کروی و روش کریجینگ معمولی برای پهنه‌بندی نیترات و فسفات در آب زیرزمینی شهرکرد ۱۰۲
جدول ۵-۲۷- خلاصه آماری غلظت نیترات در آبخوان دشت شهرکرد در سال‌های مختلف ۱۰۳
جدول ۵-۲۸- خلاصه آماری غلظت فسفات حل شده در آبخوان دشت شهرکرد در سال‌های مختلف ۱۰۳
جدول ۵-۲۹- مشخصات مدل واریوگرام توصیف کننده تغییرات مکانی نیترات در آب زیرزمینی شهرکرد طی سال‌های مختلف ۱۰۵
جدول ۵-۳۰- مشخصات مدل واریوگرام توصیف کننده تغییرات مکانی فسفات در آب زیرزمینی شهرکرد طی سال‌های مختلف ۱۰۶
جدول۵ –۳۱- مقادیر R^2، RMSE ، ME و %RMSE مربوط به روش کریجینگ معمولی در تخمین غلظت نیترات و فسفات در سه نوبت نمونه برداری از آب زیرزمینی شهرکرد ۱۰۷
جدول۵-۳۲- درصد و مساحت پهنه‌های آلوده به نیترات طی سال‌های مختلف نمونه‌برداری در آب زیرزمینی دشت شهرکرد ۱۱۵
جدول۵-۳۳- درصد و مساحت پهنه‌های آلوده به فسفات طی سال‌های مختلف نمونه‌برداری در آب زیرزمینی دشت شهرکرد ۱۱۵
جدول۵-۳۴- همبستگی غلظت نیترات و فسفات در طی سال های نمونه‌برداری بر اساس مشاهدات و بر اساس نقشه ها ۱۱۶
جدول ۵ –۳۵- همبستگی غلظت نیترات با فسفات در طی سال‌ها بر اساس مشاهدات و بر اساس نقشه ها ۱۱۷

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

افزایش جمعیت و به ویژه بالا رفتن سطح زندگی سبب توسعه صنایع و کشاورزی می‌شود. محدودیت منابع آب در آینده بیشتر از نظر آلودگی مطرح است تا از نظر حجم آب قابل دسترس، به همین علت بحرانی از آب سالم وجود دارد که اگر تا دیروز به کشورهای صنعتی محدود می شد، امروز در مورد کشورهای در حال توسعه هم صدق می‌کند. تمامی آب موجود در کره زمین که حجم آن ۱۳۹۰۰۰۰۰۰۰ میلیارد متر مکعب برآورد شده است و به صورت نا برابر در اقیانوس‌ها، یخ‌های قطبی، زیرزمین، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و اتمسفر پخش شده و هیدروسفر را به وجود آورده است. مقدار کمی از این آب یعنی در حدود ۳۵۰۰۰۰۰۰ میلیارد متر مکعب (۲/۵٪) آب شیرین است که تقریبا یک سوم آن در درون آبخوان‌های زیرزمینی ذخیره شده است (محمدی فتیده، ۱۳۶۶).

نقش آب در جامعه نظیر نقش خون در بدن انسان است و آلوده شدن آن مشابه عفونی شدن خون می‌باشد. متاسفانه قسمت اعظم منابع آبی قابل دسترس به طور فزاینده‌ای شرایط استفاده را از دست می‌دهند. در شرایطی که از یک سو بهره‌برداری از منابع آب تشدید شده و از سوی دیگر تلاش‌های عمده‌ای برای کاهش آلودگی‌ها و بهبود کیفیت آب صورت نمی‌گیرد، امکان استفاده از آب برای مصارف گوناگون تقلیل یافته و به طور طبیعی شرایط استفاده مجدد نیز محدود می‌شود (خزاعی و نژادروشن، ۱۳۸۰).

از جمله آلاینده‌های آب‌های زیرزمینی یون نیترات و فسفات می‌باشد، که یون نیترات به دلیل قابلیت انحلالی زیادی که دارد و به علت وجود نیتروژن حل شده یکی از آنیون‌های پایدار آب بوده و هم‌چنین به علت عدم بر هم کنش با مواد زمینه به شدت متحرک است. نیترات‌ها در طبیعت به صورت نیتریت‌ها احیا می‌شوند و با تخریب هموگلوبین خون و تشکیل متوگلوبین، که سمی است اختلالات خطرناکی را به وجود می آورند. این همان متموگلوبینمیای (Methemoglobiemia) نوزادان است (دتا و همکاران، ۱۹۹۷).

اضافه شدن فسفر به آب نیز پدیده‌ی یوتروفیک شدن آب‌ها را ایجاد می‌کند که مشکلاتی را در ظاهر، بو و مزه آب پدید می‌آورد. که سبب افزایش هزینه تصفیه‌ی آب می‌شود (هاندا، ۱۹۹۰). در سیستم‌های آب شیرین فسفات نوعی ماده محدود کننده به حساب می‌آید.

ارزیابی آسیب‌پذیری روشی برای شناسایی نواحی مستعد به آلودگی در آبخوان‌ها است. روش‌های زیادی برای ارزیابی آسیب پذیری آبخوان‌ها ارائه شده است که شامل روش‌های فرآیندی، آماری و روش‌های اندیس و همپوشانی می‌باشد (چیت سازان و اختری، ۱۳۸۵). از جمله این روش‌ها مدل دراستیک (DRASTICS) و سینتکس (SINTACS) است. این دو مدل از هفت مولفه تشکیل شده‌اند که عبارتند از، ۱- عمق تا سطح ایستابی ۲-تغذیه خالص ۳- محیط آبخوان ۴- محیط خاک ۵- توپوگرافی ۶- محیط غیر اشباع و ۷- هدایت هیدرولیکی (چیت سازان و اختری، ۱۳۸۵).

۱-۲- لزوم انجام تحقیق

تاکنون دو مطالعه بر روی آبخوان دشت شهرکرد صورت گرفته است. در مطالعه اول، میرزایی (۱۳۸۸) ارزیابی آسیب پذیری و نقشه پتانسیل آلودگی آبخوان دشت شهرکرد را با استفاده از دو مدل دراستیک و سینتکس انجام داد، که غلظت متوسط نیترات را در ۹۶ حلقه چاه مورد مطالعه حدود mg/L ۱۸ با کمینه و بیشینه به ترتیب حدود ۶ و ۴۱ میلی‌گرم بر لیتر به دست آورد. هم‌چنین میانگین غلظت فسفات را در دشت شهرکرد برابر mg/L ۰/۰۵ با کمینه و بیشینه به ترتیب ۰/۰۱۵ و ۰/۰۱۱ میلی‌گرم بر لیتر به دست آورد. غلظت نیترات و فسفات در همه‌ی ۹۶ حلقه چاه از حد توصیه شده توسط اداره حفاظت محیط زیست پایین‌تر است. کمینه غلظت نیترات و فسفات بالاتر از صفر است که نشانه نفوذ نیترات و فسفات به آبخوان است. در صحت‌سنجی مدل‌های دراستیک و سینتکس ضریب همبستگی بین لایه هم غلظت نیترات با لایه آسیب پذیری دراستیک در حدود ۰/۴۳ و با لایه آسیب‌پذیری سینتکس برابر ۰/۵ بدست آمده است. با توجه به این ضرایب همبستگی هر دو مدل عملکرد خوبی دارند. هم‌چنین ضریب همبستگی بین لایه هم غلظت فسفات با لایه آسیب‌پذیری دراستیک در حدود ۰/۲۳ و با لایه آسیب‌پذیری سینتکس برابر ۰/۳۱ بدست آمده است. غلظت نیترات و فسفات ۹۶ حلقه چاه در فصل تابستان مشخص کرد مدل سینتکس به دلیل ضریب هم بستگی بیشتر نسبت به مدل دراستیک با لایه‌های هم غلظت نیترات و فسفات، بهتر مناطق آسیب‌پذیر را مشخص می‌کند.

و مطالعه دوم، لاله‌زاری و همکاران (۱۳۸۸) بررسی تغییرات ماهانه نیترات در آب زیرزمینی دشت شهرکرد و پهنه‌بندی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی را انجام دادند. در این تحقیق از ۱۰ چاه مورد بهره‌برداری در طول ۱۲ ماه سال (تیر۱۳۸۶ تا خرداد ۱۳۸۷) ۱۲۰ نمونه‌برداری به صورت ماهانه انجام شد و غلظت نیترات نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بخش‌های میانی دشت در مقایسه با شمال و جنوب، از غلظت نیترات پایین‌تری برخوردارند و تغییرات کمتری را در طول فصول مختلف سال را می‌توان مشاهده کرد. فصل تابستان بیشترین غلظت نیترات را به دلیل برداشت زیاد محصولات و فعالیت‌های کشاورزی نشان داد. در پاییز و زمستان، مجموع غلظت نیترات روند رو به کاهشی داشت. به جز آبان و اسفند ماه که میانگین حدود ۲۴ میلی‌گرم در لیتر داشت، میانگین بقیه ماه‌ها بین ۲۱ تا ۲۳ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. بیشترین غلظت نیترات در بخش‌هایی از جنوب دشت مشاهده شد که در دو ماه، از حد استاندارد

۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیز بیشتر بود. نتایج هم‌چنین حلالیت بالای نیترات و در ادامه آبشویی آن را در اثر آبیاری و نیز نقش فعالیت‌های کشاورزی نشان داد. این مطالعه از لحاظ طول زمانی جالب است ولیکن به نظر می‌رسد که تعداد ۱۰ چاه از یک دشت شهرکرد برای نتیجه‌گیری به ویژه در مورد میانگین‌ها کم باشد.

تاکنون مطالعه‌ای بر روی اعتبار مدل‌های آسیب‌پذیری بر اساس فصل نمونه‌گیری در دشت شهرکرد صورت نگرفته است. هم‌چنین بررسی تغییرات مکانی آلاینده‌های نیترات و فسفات و تعیین بهترین روش درون‌یاب جهت پهنه‌بندی این دو آلاینده، نیز در این آبخوان در طی فصول مختلف بررسی نشده است. لیکن مطالعه این آبخوان سزاوار بررسی است. این پژوهش با هدف اعتباریابی مدل‌های دراستیک (DRASTIC) و سینتکس (SINTACS) به منظور تعیین آسیب‌پذیری آبخوان دشت شهرکرد با استفاده از تغییرات فصلی غلظت‌های نیترات و فسفات و پهنه‌بندی زمین آماری آلاینده‌های نیترات و فسفات در طی سه فصل بهار، تابستان و پاییز انجام شده است.

۱-۳- اهداف تحقیق

اهداف این پژوهش عبارتند از:

- مقایسه چند روش درون‌یابی مکانی و انتخاب مناسب‌ترین روش برای پهنه‌بندی آلاینده‌های نیترات و فسفات در آب زیرزمینی شهرکرد
- نوسان فصلی غلظت و الگوی تغییرات مکانی نیترات و فسفات آب زیرزمینی شهرکرد
- پهنه‌بندی استعداد آلودگی آبخوان شهرکرد و صحت سنجی مدل دراستیک (DRASTIC) با استفاده ازغلظت‌های فصلی آلاینده های نیترات و فسفات
- پهنه‌بندی استعداد آلودگی آبخوان شهرکرد و صحت سنجی مدل سینتکس (SINTACS) با استفاده از غلظت‌های فصلی آلاینده های نیترات و فسفات
- الگوهای تغییرات مکانی و پهنه‌بندی زمین آماری نیترات و فسفات در آب زیرزمینی دشت شهرکرد در سال ۱۳۸۹
- تغییرات در الگوی توزیع مکانی و پهنه‌بندی نیترات و فسفات آب زیرزمینی شهرکرد طی یک دوره پنج ساله

۱-۴- فصل‌بندی پایان نامه

این پایان نامه در پنج فصل نگاشته شده است:

فصل اول مقدمه است که ضرورت اعتباریابی مدل‌های آسیب پذیری در طی فصول مختلف و بررسی تغییرات مکانی آلاینده ها در دشت شهرکرد، اهداف و ساختار پایان نامه را بیان می‌کند.

فصل دوم به کلیات، تعاریف، معرفی دو مدل آسیب پذیری، تعریف زمین آمار ، روش‌های درون‌یابی، درون‌یاب کریجینگ و ورایوگرام می‌پردازد. ابتدا اهمیت آب‌های زیرزمینی و آلودگی آن‌ها و انواع آلاینده‌ها ذکر می‌شود.

فصل سوم شامل بررسی منابع و تحقیقات صورت گرفته در زمینه آلودگی آب‌های زیرزمینی و آسیب پذیری آبخوان و بررسی زمین آماری آلاینده‌های آب‌های زیرزمینی در سطح جهان و ایران به ویژه در طی دوره‌ها و فصول مختلف می‌پردازد.

فصل چهارم مواد و روش‌ها می‌باشد. ابتدا منطقه مورد مطالعه معرفی می‌شود که در آن وضعیت جغرافیایی، منابع آب و زمین شناسی منطقه تشریح می‌شود. سپس نحوه نمونه‌گیری ،انتخاب روش درون‌یابی مناسب جهت پهنه‌بندی و بررسی تغییرات مکانی نیترات و فسفات، تهیه نقشه‌های آلودگی و اعتباریابی با مدل‌های آسیب پذیری ذکر می‌شود.

فصل پنجم نتایج پژوهش را ارائه می‌دهد. ابتدا انتخاب بهترین روش درون‌یابی جهت پهنه‌بندی نیترات و فسفات بررسی شده است سپس پهنه‌بندی فصلی، اعتباریابی مدل‌های دراستیک و سینتکس با نقشه‌های آلودگی تهیه شده در طی سه فصل، پهنه‌بندی زمین آماری نیترات و فسفات در آب زیرزمینی دشت شهرکرد بر اساس میانگین سه بار تکرار در سال ۱۳۸۹، و پهنه‌بندی نیترات و فسفات آب زیرزمینی شهرکرد طی یک دوره پنج ساله خواهد آمد. در فصل آخر نتیجه‌گیری نهایی آورده می‌شود.

فصل دوم
کلیات

۲-۱- مقدمه

آب در کره زمین مصارف گوناگونی دارد مثل آشامیدن، به عمل آوردن محصولات کشاورزی، به گـردش در آوردن صنایع، تولید نیرو و نیز پرورش موجودات دریایی که بیشتر آن‌ها برای انـسان جنبـه غـذایی دارنـد. وجود آب می‌تواند باعث بالا رفتن بهداشت در یک محیط و یا موجب بروز انواع بیماری‌ها بشود، زیرا آب خـود یک ناقل موثر میکروب‌ها نیز هست.

میانگین دبی آب‌های جاری کشور ایران تقریبا بین ۲۵۳۷ و ۳۱۵۰ مترمکعب بر ثانیه تغییر می‌کند که این مقدار آب با بهره‌دهی ۶۰ درصد (میانگین آب مصرفی سالانه ۱۵۰۰۰ متر مکعب در هر هکتـار محـسوب شده است) برای زراعت بیش از چهار میلیون هکتار زمین کافی نبوده و بنابراین می‌بایست بر میزان بهره‌دهـی آبیاری افزوده شود.

در حال حاضر حدود ۷۹ میلیارد متر مکعب از منابع آب کشور طبق جدول ۲-۱ کنترل می‌شود.

جدول ۲-۱- کنترل منابع آب کشور

آب‌های سطحی		آب‌های زیرزمینی	
منبع	میلیارد متر مکعب در سال	منبع	میلیارد متر مکعب در سال
سدها	۲۵	چاه‌ها	۱۳/۵
کنترل‌های دستی	۲۵	قنوات	۹/۰
		چشمه	۶/۵
جمع	۵۰	جمع	۲۹

۲-۲- میزان آب و توزیع آن در سطح کشور

میزان بارندگی سالیانه در کشور ایران حدود ۴۰۰ میلیارد متر مکعب می‌باشد که ۲۴۰ میلیارد متر مکعب آن بخار شده و نزدیک به ۶۰ میلیارد متر مکعب آن به زمین فرو می‌رود. در نتیجه ۸۰ تا ۱۰۰ میلیارد متر مکعب آن از بارندگی به صورت آب‌های سطحی در مناطق مختلف کشور جاری می‌گردد(گلکار و فرهمند، ۱۳۸۹).

از ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت ایران، پس از کم کردن میزان گستردگی کوه‌ها، تپه ماهورها، باتلاق‌ها، جنگل‌ها، اراضی موات و بایر حدود ۲۰ میلیون هکتار زمین مزروعی باقی می‌ماند. تاسیسات مخزنی ذخیره آب که در حال حاضر فعال بوده و یا در دست ساختمان می‌باشند، بالغ بر ۳۸/۴ میلیارد متر مکعب از گنجایش ذخیره آب‌های سطحی کشور را دارا می‌باشند که مجموعا ۳۴ درصد مجموع آب‌های سطحی و آب‌های زیزمینی کشور را تشکیل می‌دهند. (گلکار و فرهمند، ۱۳۸۹)

اگر به مساحت ایران به صورت دو ناحیه شرقی و غربی توجه شود درصد توزیع جمعیت، آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و مساحت ، طبق جدول ۲-۲ مشخص خواهد شد.

جدول ۲-۲- درصد توزیع جمعیت، آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و مساحت دو ناحیه شرقی و غربی

شرح	ناحیه شرقی	ناحیه غربی
جمعیت	٪۳۰	٪۷۰
بارندگی	٪۴۰	٪۶۰
آب‌های سطحی	٪۴۰	٪۶۰
آب‌های زیرزمینی	٪۴۳	٪۵۷
مساحت	٪۷۰	٪۳۰

حدود ۳۰ میلیارد متر مکعب از آب‌های سطحی و ۲۹ میلیارد مترمکعب از آب‌های زیرزمینی به مصارف کشاورزی (ضمن تولید برق آبی)، صنعتی و خانگی می‌رسد. طبق برآوردهای موجود از ۵۹ میلیارد متر مکعب آب حدود یک میلیارد آن به مصارف صنعتی و ۱/۵ میلیارد ان به مصارف خانگی می‌رسد و بدین لحاظ بخش کشاورزی مصرف کننده عمده آب می‌باشد. آمار نشان داده که از ۲۰ میلیون هکتار اراضی کاملا قابل کشت و حدود ۳۱ میلیون هکتار اراضی که شرایط قابل کشت را دارا می‌باشند تنها تا سال ۱۳۵۷ ، ۳/۵ میلیون هکتار آن زیرکشت آبی رفته که مصارف کشاورزی آن حدود ۵۱ میلیارد متر مکعب در سال بوده است. یعنی حدود ۱۴/۵ هزار متر مکعب آب به ازا هر هکتار مصرف شده که این نشان دهنده استفاده بی رویه از آب در کشاورزی می‌باشد (گلکار و فرهمند، ۱۳۸۹).

۲-۳- آب‌های زیرزمینی

آب‌های زیرزمینی بعد از یخچال‌ها بزرگترین منابع آب شیرین کره زمین هستند. در اکثر نقاط جهان آب زیرزمینی تامین کننده اصلی آب شرب است. آب‌های زیرزمینی از دو جنبه کمی و کیفی قابل بررسی می‌باشند. . در کشورهای در حال توسعه و جهان سوم، بیشترین توجه به یافتن سفره‌های آب زیرزمینی

مناسب جهت تامین آب مورد نیاز شرب و کشاورزی معطوف گردیده است و این در حالی است که کمتر به حفظ کیفی آبخوان‌ها توجه می‌شود (قیصری و همکاران ۱۳۸۶). به طور کلی بسیاری از روستاییان و بعضی از شهرهای بزرگ آب آشامیدنی خود را از آب‌های زیرزمینی تامین می‌کنند (جلالی و کلاه‌چی ۱۳۸۴).

۲-۴ - وضعیت منابع آب استان چهارمحال و بختیاری

استان چهار محال و بختیاری با مساحتی معادل $16533\ km^2$ و ارتفاع متوسط ۲۶۶۸ متر در محدوده‌ی طول شرقی ۴۹° ۴۹' تا ۵۰° ۳۲' و عرض شمالی ۳۱° ۱۴' تا ۳۲° ۴۷' در جنوب غربی فلات ایران و بخش مرکزی رشته کوه‌های زاگرس قرار گرفته است.

قرار گرفتن در ارتفاع بلند در دامنه زردکوه بختیاری که به ارتفاع ۴۴۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد و همیشه پوشیده از برف است موجب گردیده تا توده‌های هوایی باران زا که از مدیترانه و دریای سیاه وارد کشور می‌شوند، بارش قابل توجهی با میانگین ۶۲۰ میلی‌متر معادل ۱۰/۱ میلیارد متر مکعب در این منطقه ایجاد کند (کبیریان دهکردی، ۱۳۸۵)

طبق آمار سال ۱۳۸۳، ۱۹۱۶ چاه عمیق، ۱۴۱۱ چاه نیمه عمیق، ۴۵۹ رشته قنات و ۸۷۴ چشمه در استان چهارمحال و بختیاری قرار دارد. میزان آب استحصالی از این منابع حدود ۱۱ میلیارد متر مکعب است که ۱۱٪ کل منابع آب کشور است. از طرف دیگر کل اراضی آبی تحت کشت محصولات آبی زراعی و باغی حدود ۱۸۵ هزار هکتار (۱۵۰ هزار هکتار زراعت و ۳۵ هزار هکتار باغ) است. در حال حاضر آب مصرفی در بخش کشاورزی یک میلیارد و چهارصد و شصت هزار مترمکعب است که از این مقدار تنها ۲۳۶ میلیون مترمکعب توسط آب‌های جاری شامل پمپاژ از رودخانه ها و چشمه ها تأمین می‌شود و مابقی از آب‌های زیرزمینی بوسیله چاه‌ها و قنات‌ها تامین می‌گردد .این در حالیست که آب خروجی .از استان حدود ۱۰ میلیارد مترمکعب است(محمدی و اسدی، ۱۳۸۵).

اگر چه استان از حجم قابل توجهی از آب‌های سطحی برخوردار است ولی به علت مشکلاتی از قبیل اختلاف ارتفاع بین رودخانه ها و دشت های مجاور استفاده از این آب ها در مصارف مختلف به آسانی میسر نیست .در نتیجه عمده مصارف آب استان از طریق برداشت از سفره های آب زیرزمینی صورت می‌گیرد .مقدار مصرف آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب و صنعت و معدن استان حدود ۹۷۹ میلیون مترمکعب برآورد گردیده که از این مقدار ۹۰/۵ درصد آن در بخش کشاورزی، ۷/۳ درصد برای شرب، و ۲/۲ درصد نیز در بخش صنعت و معدن به مصرف رسیده است (شمس الدینی، ۱۳۸۵).

استان چهارمحال و بختیاری دارای ۹ دشت است که به گزارش اداره کل امور آب استان، تمامی آنها با افت سطح آب‌زیرزمینی روبرو هستند .دشت های شهرکرد، سفیددشت، لردگان، خانمیرزا، فرادنبه، بروجن و ریگ با بیلان منفی آب مواجه بوده و جزء دشتهای ممنوعه محسوب می‌شوند.

۲-۵ - آلودگی آب

آب دارای قدرت انحلال استثنایی و بسیار زیاد است و می‌تواند مواد را در خود حل کند این مواد غالبا سمی هستند. از سوی دیگر آب به طور دائم در حال جریان است و به منزله یک عامل مهم انتشار آلودگی، در تمامی قلمروهای آب کره به شمار می‌رود. با آلوده شدن آب سلامت محیط زیست مورد تهدید قرار گرفته و کیفیت زندگی نیز در معرض حمله جدی قرار می‌گیرد. آلودگی که برای آب‌های سطحی خطرناک است به