بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی

پایانامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی منابع طبیعی-آبخیزداری

عنوان:

بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب زیرزمینی در دشت یزد – اردکان

استاتید راهنما:

دکترحسین ملکی نژاد – دکتر محمد رضا اختصاصی

استاد مشاور:

دکتر فرهاد نژادکورکی

مهندس محمدرضا کهدوئی

نگارنده:

ذبیح اله شریفی

مهر ۸۹

تقدیم به روح پدر

و به زحمات بی دریغ مادرم

باسپاس از یگانه یزدانی که ازبامدادتا دل شب،در پگاه، در نیمروز، در پسین و شامگاهان،همه زندگی ما را پرکرده است و بدون لطف او این همه من را نصیب نمی گردید.

دسترنج مهر استاد است که همچون پدر لطف و توجه خودرا از فرزند دریغ نداشته و گنجینه دل خودرا با سخاوت به سوی فرزند می گشایدتا زندگی کردن را بیاموزاند.

با قدردانی فراوان از اساتیدراهنما دکتر حسین ملکی نژاد،دکترمحمدرضااختصاصی و اساتیدمشاوردکتر فرهادنژادکورکی،مهندس محمدرضا کهدوئی وهمه دوستانی که مارا در انجام این تحقیق یاری نمودند.

ما به آن مقصد عالی نتوانیم رسید هم مگر پیش نهد لطف شما گامی چند

چکیده

یکی از بزرگترین سفره‌های آب زیر زمینی استان یزد در دشت یزد - اردکان واقع شده است. افزایش جمعیت و بهره برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی این دشت جهت مصارف شرب، صنعت و کشاورزی در طول چند دهه گذشته، باعث تغییراتی در کمیت و کیفیت این منبع آبی شده است. در این تحقیق از داده های کیفی آب های زیرزمینی این دشت در بازه زمانی سال های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸استفاده شد. مقادیر بیشینه، کمینه و میانگین هر پارامتر برای هر چاه و هر سال تعیین گردید. پارامترهای شیمیائی مهم آب با استفاده از مقادیر استاندارد آب در ایران مورد مقایسه قرار گرفت. سپس تیپ غالب و سیر تکاملی آب با نرم افزار هیدرو-ژئوشیمیائی(Aquachem) مشخص شد و با استفاده از آزمون من‌کندال چاه هایی که روند تغییرات کیفی داشته اند، مشخص شد. به منظور درون یابی و تعیین پراکنش مکانی وضعیت کیفیت منابع آب از روش های زمین آمار کریجینگ، وزن دهی معکوس و RBF استفاده شد. مناسب ترین روش درون یابی با کمک پارامترهای آماری مجذور میانگین مربعات خطا و ضریب همبستگی شناسایی شد. با استفاده از داده های مکانی و توصیفی و بکارگیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) لایه های اطلاعات مکانی برای همه پارامترهای کیفی آب زیرزمینی دشت تهیه شد. نتایج بررسی ها، نشان داد که دشت مذکور براساس تحلیل خوشه ای دارای سه زون کیفیت آب در محدوده های غربی، میانی و حاشیه شرقی می باشد. بررسی روند تغییرات هیدروشیمیایی آب به کمک نمودارهای پایپر و استیف در دشت نشان دهنده روند تغییرات در طول زمان می‌باشد. تیپ غالب این دشت کلروره - سولفاته بوده و منابعی که در مجاورت سازند نئوژن و دلتای پلایای اردکان واقع شده‌اند تغییرات کیفی بیشتری در طول زمان و مکان داشته‌اند. نتایج بدست آمده از آزمون های مختلف نشان داد که رفتار تغییر شاخص‌های کیفی آب در تیپ های مختلف ژئومورفولوژی یکسان نمی باشد. به عبارت دیگر این پدیده نشان می‌دهدکه زون بندی کیفی منابع آب تحت تأثیر رخساره های ژئومورفولوژی دشت یزد بوده و سازند نئوژن در امتداد شمال شرقی و دلتای پلایای اردکان در افزایش شوری و کاهش کیفیت منابع آب زیر زمینی موثر می-باشد.

کلمات کلیدی: کیفیت آب زیرزمینی، روند زمانی و مکانی، دشت یزد-اردکان، سیستم اطلاعات جغرافیایی

فصل اول:کلیات (مقدمه، هدف، ضرورت)

۱-۱-مقدمه. ۲

۱-۲-تعاریف ۳

۱-۲-۱- تعریف سفره آب زیر زمینی ۳

۱-۲-۲- سطح ایستایی ۳

۱-۲-۳- چاهها ۴

۱-۲-۳-۱- چاه مشاهده ای ۴

۱-۲-۴-کیفیت آب ۵

۱-۲-۴-۱- واحد اندازه گیری ۶

۱-۲-۵- زمین آمار ۶

۱-۲-۵-۱-درون یابی ۷

۱-۳- اهداف تحقیق ۸

۱-۳-۱- فرضیات تحقیق ۸

فصل دوم: پیشینه تحقیق

۲- ۱- مقدمه ۱۰

۲-۲- مطالعات انجام گرفته در جهان ۱۰

۲-۳- مطالعات انجام گرفته در ایران ۱۱

فصل سوم : مواد و روشها

۳-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه ۱۵

۳-۲- تعیین حدود و تهیه نقشه محدوده مطالعاتی ۱۶

۳-۳- زمین شناسی محدوده مطالعاتی ۱۸

۳-۳-۱- سازند نئوژن ۱۸
۳-۳-۲- سازندهای آبرفتی درشت دانه تا ریزدانه ۱۹
۳-۴- روش جمع آوری و پایش داده های آماری ۲۱
۳-۵- کاربرد نرم افزار هیدروشیمیایی ۲۱
۳-۵-۱- نمودار استیف ۲۱
۳-۵-۲- نمودارپا یپر ۲۱
۳-۶- کاربرد زمین آمار در بررسی کیفی و کمی آب زیر زمینی ۲۳
۳-۶-۱- روشIDW ۲۳
۳-۶-۲- روشRBF ۲۴
۳-۶-۳- روش کریجینگ ۲۴
۳-۶-۴- روش کوکریجینگ ۲۵
۳-۶-۴-۱- واریوگرام ۲۵
۳-۶-۴-۲- انواع واریوگرام ۲۶
۳-۶-۵- اعتبارسنجی متقاطع ۲۶
۳-۷- آزمون من کندال ۲۷
۳-۸- تحلیل خوشه ای و آنالیز روند ۲۸
فصل چهارم : بحث و نتایج
۴-۱- مقدمه ۳۰
۴-۲- بررسی روند تغییرات زمانی ومکانی عمق آب زیر زمینی ۳۰
۴-۲-۱- نتایج روشهای درون یابی برای عمق آب زیر زمینی ۳۰
۴-۲-۲- نتایج تغییرات زمانی سطح آب زیر زمینی ۳۰

۴-۲-۳- نتایج تغییرات مکانی عمق آبهای زیر زمینی دشت یزد-اردکان.....۳۳

۴-۳- نتایج تغییرات کیفی آب زیر زمینی دشت یزد- اردکان با تحلیل خوشه ای.....۳۳

۴-۴- نتایج تحلیل نمودار های هیدروشیمیایی.....۳۵

۴-۵- آنالیزروند پارامترهای کیفی آب زیر زمینی.....۴۲

۴-۵-۱- بررسی روندخطی میانگین پارامترهای کیفی آب زیرزمینی.....۴۴

۴-۵-۲- نتایج روند زمانی پارامترهای کیفی با آزمون من کندال.....۵۱

۴-۶- بررسی تغییرات مکانی پارامترهای کیفی با استفاده از روشهای درون یابی.....۵۴

۴-۶-۱- نتایج روشهای درون یابی برای پارامترهای کیفی آب زیر زمینی ۵۴

۴-۶-۲- مقایسه نتایج واریوگرام پارامترهای کیفی آب زیر زمینی.....۵۷

۴-۶-۳- نتایج تغییرات مکانی پارامترهای کیفی آب زیر زمینی ۶۱

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری.....۹۳

۵-۲- پیشنهادات.....۹۴

منابع ومأخذ.....۱۰۲

شکل(۳–۱)– نقشه موقعیت کلی دشت یزد – اردکان در کشور.....۱۵

شکل(۳ -۲)- نقشه ژئومورفولوژی دشت یزد – اردکان.....۱۶

شکل(۳- ۳)- نمودار تعداد چاهها در کاربری های مختلف.....۱۷

شکل(۳- ۴)- نمودار تعداد چاهها در تیپ های مختلف.....۱۷

شکل(۳-۵)- نقشه زمین شناسی دشت.....۲۰

شکل(۳-۶)- نمودار پایپر.....۲۲

شکل(۴-۱)- نمودارتوزیع عمق آب زیرزمینی دشت یزد – اردکان.....۳۱

شکل(۴-۲)- نقشه تغییرات مکانی عمق آب زیرزمینی با استفاده از روش کریجینگ ساده.....۳۲

شکل(۴- ۳)- نمودار دندروگرام بدست آمده از نرم افزار Minitab و زون بندی دشت ۳۴

شکل(۴- ۴)- نمودار پایپر ۳۵

شکل(۴- ۵)- نمودار پایپر.....۳۶

شکل(۴- ۶)- نمودار پایپر.....۳۶

شکل(۴- ۷)- نمودار استیف چاه کارخانه سیمان ۳۷

شکل(۴- ۸)- نمودار استیف چاه آجر فرد.....۳۸

شکل(۴- ۹)- نمودار استیف چاه شور زارچ ۳۹

شکل(۴- ۱۰)- نمودار استیف چاه ابوتراب رجائی.....۴۰

شکل(۴-۱۱)- نمودارآنالیز روند میانگین هدایت الکتریکی در طول دوره آماری.....۴۴

شکل(۴-۱۲)- نمودارآنالیز روند میانگین PH در طول دوره آماری.....۴۴

شکل(۴-۱۳)- نمودارآنالیز روند میانگین کلسیم در طول دوره آماری.....۴۵

شکل(۴–۱۴)- نمودارآنالیز روند میانگین منیزیم در طول دوره آماری.....۴۵

شکل(۴-۱۵)- نمودارآنالیز روند میانگین کلر در طول دوره آماری.....۴۶

شکل(۴-۱۶)- نمودارآنالیز روند میانگین سولفات در طول دوره آماری.....۴۶

شکل(۴-۱۷)- نمودارآنالیز روند میانگین SAR در طول دوره آماری.....۴۶

شکل(۴-۱۸)- نمودارآنالیز روند میانگین سدیم در طول دوره آماری.....۴۷

شکل(۴-۱۹)- نمودارآنالیز روند میانگین بی کربنات در طول دوره آماری.....۴۷

شکل(۴-۲۰)- نمودارآنالیز روند میانگین TH در طول دوره آمار.....۴۷

شکل(۴-۲۱)- واریو گرام نمائی منیزیم ۵۸

شکل(۴-۲۲)- واریو گرام نمائی SAR ۵۸

شکل(۴-۲۳)- واریو گرام نمائی کلسیم ۵۸

شکل(۴-۲۴)- واریو گرام نمائی بی کربنات ۵۹

شکل(۴-۲۵)- واریو گرام نمائی کلر.....۵۹

شکل(۴-۲۶)- واریو گرام نمائی سولفات ۵۹

شکل(۴-۲۷)- واریو گرام نمائی هدایت الکتریکی ۶۰

شکل(۴-۲۸)- واریو گرام نمائی TH ۶۰

شکل(۴-۲۹)- واریو گرام نمائی سدیم ۶۰

شکل(۴– ۳۰)- نقشه تغییرات مکانی هدایت الکتریکی.....۶۲

شکل(۴-۳۱)- نمودار مقایسه مساحت هدایت الکتریکی در دوره های مختلف.....۶۳

شکل(۴–۳۲)- نقشه تغییرات مکانی کلسیم ۶۵

شکل(۴– ۳۳) – نمودار مقایسه مساحت کلسیم در دوره های مختلف ۶۶

شکل(۴ -۳۴)- نقشه تغییرات مکانی نسبت جذب سدیم ۶۸

شکل(۴-۳۵)- نمودار مقایسه مساحت نسبت جذب سدیم در دوره های مختلف.....۶۹

شکل(۴–۳۶)- نقشه تغییرات مکانی PHدر دوره های مختلف ۷۱

شکل(۴–۳۷) - نمودار مقایسه مساحت PHدر دوره های مختلف.....۷۲

شکل(۴–۳۸)- نقشه تغییرات مکانی سدیم.....۷۴

شکل(۴– ۳۹)-نمودار مقایسه مساحت طبقات سدیم در دوره های مختلف ۷۵

شکل(۴– ۴۰)- نقشه تغییرات مکانی کلر.....۷۷

شکل(۴-۴۱)- نمودار مقایسه مساحت طبقات کلر در دوره های مختلف.....۷۸

شکل(۴-۴۲)- نقشه تغییرات مکانی بی کربنات.....۸۰

شکل(۴-۴۳)- نمودار مقایسه مساحت طبقات بی کربنات در دوره های مختلف ۸۱

شکل(۴-۴۴)- نقشه تغییرات مکانی سولفات.....۸۳

شکل(۴-۴۵)- نمودارمقایسه مساحت طبقات سولفات در دوره های مختلف.....۸۴

شکل(۴-۴۶)- نقشه تغییرات مکانی منیزیم.....۸۶

شکل(۴-۴۷)- نمودار مقایسه مساحت طبقات منیزیم دردوره های مختلف.....۸۷

شکل(۴-۴۸)- نقشه تغییرات مکانی سختی.....۸۹

شکل(۴-۴۹)-نمودار مقایسه مساحت طبقات سختی در دوره های مختلف ۹۰

جدول(۴-۱)- مقایسه روش های درون یابی از نظر دقت برآورد ها برای سطح آب زیر زمین..... ۳۰

جدول(۴-۲)- نتایج آماری عمق آب زیرزمینی برای ۵۰ چاه مشاهده ای..... ۳۱

جدول(۴-۳)- مقادیر حداقل ،حداکثر، میانگین پارامترهای کیفی..... ۴۳

جدول(۴-۴)- نتایج آماری پارامتر کیفی EC برای ۵۰چاه مشاهده ای..... ۴۸

جدول(۴-۵)- نتایج آماری پارامتر کیفی SAR برای ۵۰چاه مشاهده ای..... ۴۸

جدول(۴-۶)- نتایج آماری پارامتر کیفی Mg برای ۵۰چاه مشاهده ای..... ۴۸

جدول(۴-۷)- نتایج آماری پارامتر کیفی SO4 برای ۵۰چاه مشاهده ای..... ۴۸

جدول(۴-۸)- نتایج آماری پارامتر کیفی Ph برای ۵۰چاه مشاهده ای..... ۴۹

جدول(۴—۹)- نتایج آماری پارامتر کیفی HCO^3برای ۵۰چاه مشاهده ای..... ۴۹

جدول(۴—۱۰)- نتایج آماری پارامتر کیفی Ca برای ۵۰چاه مشاهده ای..... ۴۹

جدول(۴-۱۱)- نتایج آماری پارامتر کیفیClبرای ۵۰ چاه مشاهده ای..... ۴۹

جدول(۴-۱۲)- نتایج آماری پارامتر کیفی Na برای۵۰چاه مشاهده ای..... ۵۰

جدول(۴-۱۳)- نتایج آماری پارامتر کیفی TH برای۵۰ چاه مشاهده ای..... ۵۰

جدول(۴-۱۴)- نتایج روند زمانی با استفاده از آزمون من کندال..... ۵۲

جدول(۴-۱۵)- چاههای که پارامتر های کیفی روند زمانی افزایشی..... ۵۳

جدول(۴-۱۶)- چاههایی که پارامترهای کیفی روند منفی ۵۳

جدول(۴-۱۷)- مقایسه روشهای دورن یابی از نظر دقت برآورد ها برای هدایت الکتریکی ۵۴

جدول(۴-۱۸)- مقایسه روشهای دورن یابی از نظر دقت برآورد ها برای سولفات..... ۵۴

جدول(۴-۱۹)- مقایسه روشهای دورن یابی از نظر دقت برآورد ها برای PH..... ۵۵

جدول(۴-۲۰)- مقایسه روشهای دورن یابی از نظر دقت برآورد ها برای SAR..... ۵۵

جدول(۴-۲۱)- مقایسه روشهای دورن یابی از نظر دقت برآورد ها برای بی کربنات..... ۵۵

جدول(۴-۲۲)- مقایسه روشهای درون یابی از نظر دقت برآورد ها برای سدیم،کلر،منیزیم،.....۵۶

جدول(۴ -۲۳)- مقایسه انواع مدل واریوگرام از نظر دقت برآوردها RMSE.....۵۷

جدول(۴-۲۴)- مساحت طبقات هدایت الکتریکی در دوره های مختلف.....۶۳

جدول(۴-۲۵)- مساحت طبقات کلسیم در دروه های مختلف.....۶۶

جدول(۴- ۲۶)- مساحت طبقات نسبت جذب سدیم دردوره های مختلف.....۶۹

جدول(۴ -۲۷)- مساحت طبقات PHدر دوره های مختلف.....۷۲

جدول(۴-۲۸)- مساحت طبقات سدیم در دوره های مختلف.....۷۵

جدول(۴-۲۹)- مساحت طبقات کلر در دوره های مختلف.....۷۸

جدول(۴-۳۰)- مساحت طبقات بی کربنات در دوره های مختلف.....۸۱

جدول(۴-۳۱)- مساحت طبقات سولفات در دوره های مختلف.....۸۴

جدول(۴ -۳۲)- مساحت طبقات منیزیم در دوره های مختلف.....۸۷

جدول(۴ -۳۳) – مساحت طبقات سختی در دوره های مختلف.....۹۰

فصل اول

کلیات

(مقدمه،هدف،ضرورت)

۱-۱- مقدمه

امروزه در دنیا تامین آب آشامیدنی بهداشت شهرها از طریق استخراج منابع آب زیرزمینی متداول گردیده و مطالعات وبررسی علمی فراوانی در مورد کیفیت آب زیرزمینی و پیشگیری از آلودگی این منابع در اکثر کشورها صورت گرفته است. ازآنجا که کشور ایران جز مناطق بیابانی کره زمین محسوب می شود لزوم استفاده بهینه از منابع آب های زیر زمینی با توجه به رشد صنایع و کشاورزی در کشور و وابستگی این صنایع به منابع آبی لازم است که یک برنامه ریزی دقیق و اصولی برای بهره برداری صحیح از منابع آب موجود در هر منطقه صورت گیرد.گرچه در ابتدا در بحث توسعه پایدار، تنها بهره برداری از منابع قابل تجدید مطرح بوده، ولی امروزه در مفهوم آن بهره برداری بهینه از تمامی منابع جای دارد. آب بعنوان یک منبع قابل تجدید همواره بعنوان یک رکن اصلی توسعه مطرح بوده است. با افزایش جمعیت و افزایش نیاز آب در بخش های مختلف کشاورزی، شرب، بهداشت،و نهایتا افزایش تولید و ایجاد پتانسیل های آلودگی فشار زیادی به منابع آبها وارد شده است. از آنجاکه منابع تجدید شونده در هر اقلیم ارقام نسبتا ثابتی می باشند از این رو بایستی سیاستها و روشهای اتخاذ شده در جهت حفظ و مصرف بهینه از این منابع ساماندهی گردد (صداقت،۱۳۸۷).

مقایسه سرانه کل منابع آب شیرین قابل دسترسی در بین مناطق جهان متفاوت است . بیش از یک میلیارد نفر از جمعیت جهان آب سالم ندارند و ۸۰ درصد بیماریها در کشور های در حال توسعه دارای منشاء آب ناسالم می باشند.(کرمی،۱۳۸۳) امروزه دشواریهای ناشی از کمبود آب و گفت و شنود در مورد آن با محوریت نگهداری، بهره برداری بهینه و صیانت از آن نعمت الهی از محافل علمی و کارشناسی فراتر رفته وتاسطح مدیران و برنامه ریزان ملی و اجلاسهای منطقه ای و جهانی ارتقاء یافته است. پیش بینی می شود در صورتی که روند کنونی ادامه یابد تا سال ۲۰۲۵ از هر سه نفر جمعیت کره زمین دو نفر از آنها در مناطق بحران زده از نظر آب زندگی خواهند کرد. مطالعات فائو در ۹۳ کشور حاکی از عدم پایداری آب در این کشور هاست. عدم پایداری به این مفهوم است که استفاده از آب بیش از مقداری است که در منابع جایگزین شود (ملکوتیان، ۱۳۸۳)

بررسی روند تغییرات منابع آب خصوصیات هیدرولیکی آبخوان و نحوه تاثیر عوامل طبیعی و مصنوعی حاکم برآن مد نظر می باشد که با استفاده از پایش آب زیر زمینی می توان به اطلاعاتی از قبیل خصوصیات زمین شناسی و هیدرو ژئولوژیکی آبخوان،توزیع بار هیدرولیکی در زمان و

مکان،جهت جریان آب زیر زمینی، کیفیت آب و میزان ماده آلوده کننده و خصوصیات منبع آلوده کننده دست یافت(صفری، ۱۳۸۱).

۱-۲- تعاریف

۱- ۲- ۱- سفره آب زیرزمینی

سفره آب به لایه یا منطقه قابل نفوذی در زیر سطح زمین گفته می‌شود که آب در آن می‌تواند جریان یابد. سفره آب همچنین باید قابلیت آبدهی خوبی داشته‌باشد. سطح فوقانی سفره آب یا سطح ایستایی همواره افقی نیست و به‌طور طبیعی از منطقه تغذیه آن ، یعنی محل و منطقه‌ای که آب زیرزمینی را تامین می‌کند، به طرف محل تخلیه دارای شیب است. بطور کلی شکل سطح ایستابی غالبا از شکل سطح زمین پیروی می‌کند. ولی برآمدگیهای آن هموارتر است. بنابراین سطح ایستابی در نواحی پست در نزدیک سطح زمین و در تپه‌ها و کوه‌ها درعمق زیاد تر قرار دارد.

بطور معمول در مناطق پرباران و در دشتها سطح ایستایی بالا و در مناطق خشک و کوهستانی پایین است. در مناطق مرطوب سطح ایستایی ممکن است تا نزدیک سطح زمین بالا بیاید. در گودیهای چنین نقاطی، ممکن است آبگیر و در صورت وجود پوشش گیاهی، باتلاق بوجود آید. تغییرات ارتفاع سطح ایستابی را بر حسب زمان به صورت نمودارهایی به نام هیدرو گراف نشان می دهند.

سفره‌های دارای بازدهی قابل توجه اغلب در رسوبات ناپیوسته شنی و ماسه‌ای تشکیل می‌شوند. آبرفتها، یعنی رسوباتی که توسط رودها در دره‌ها و دشتها برجای گذارده می‌شوند، معمولا سفره‌های آب زیرزمینی خوبی تشکیل می‌دهند. رسوبات رسی گرچه از تخلخل زیادی برخوردارند، ولی چون قابلیت نفوذ کمی دارند، با وجود حجم آب زیادی که ممکن است در خود ذخیره کرده‌باشند، سفره آب زیرزمینی تشکیل نمی‌دهند و به عنوان مواد غیر قابل نفوذ در نظر گرفته می‌شوند.درسنگهای رسوبی نیز آب معمولا در نمونه‌هایی ایجاد می‌شود که از تخلخل ثانوی قابل توجه برخوردار باشند. در این میان بهترین سفره آبها معمولا در سنگ های آهکی درز و شکافدار ایجاد می‌شود .

۱-۲-۲- سطح ایستابی :

سطحی است فرضی که در تمام نقاط آن فشار برابر فشار اتمسفر است و بطور قرار دادی آن را معادل صفر در نظر می گیرند. بار فشار آب زیر زمینی در نقطه معینی از منطقه اشباع،عبارت است از ارتفاع بالا آمدن آب در یک لوله قائم که تا آن نقطه فرو رفته باشد. چنین لوله ای را

پیزومتر می گویند. عوامل موثر در عمق سطح ایستابی، مقدار بارندگی، مقدار تبخیر، میزان تخلیه طبیعی و مصنوعی، خصوصیات زمین شناسی محل و توپوگرافی زمین می باشد.

۱-۲-۳- چاهها

در حال حاضر، چاه به عنوان ساده ترین و عملی ترین وسیله در تامین آب مورد نیاز برای مصارف شرب،صنعتی،کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر این از چاه برای خارج ساختن آبهای آلوده از سفره های زیر زمینی، جلوگیری از پیشروی آتبه های شور،کاهش زیر فشار در پی سدها و پایین آوردن سطح ایستابی به منظور زهکشی اراضی نیز استفاده به عمل می آید. امروزه چاه در تغذیه آب زیر زمینی نقش اساسی دارد.در ضمن با قرائت سطح ایستابی از شبکه چاههای مشاهده ای موجود در یک دشت، می توان سطح ایستابی متوسط یک دشت راتخمین زد.

۱-۲-۳-۱- چاه مشاهده ای :

چاهی که به منظور انجام مشاهدات، نظیر ثبت، اندازه گیری سطح آب یا فشار حفر گردیده است، برای بررسی گستره آبخوان به منظور طراحی شبکه چاههای مشاهده ای،ابتدا باید حدود آبخوان مشخص گردد تا شبکه چاههای مشاهده ای پیشنهادی بتواند تمام گستره آبخوان را پوشش دهد.استفاده از کلیه اطلاعات موجود از قبیل اطلاعات مربوط به چاهها، زمین شناسی،هیدروژئو لوژیکی،...موثر می باشد.

تراکم شبکه اندازه گیری:تراکم نقاط اندازه گیری آب زیر زمینی در منابع مختلف موارد متعددی ارائه شده است و بسته به اهداف تعیین شده مطالعات می تواند متفاوت باشد و در مطالعات آب زیر زمینی معمولا"دو نوع تراکم مطرح می گرددکه با توجه به سطح دقت مورد استفاده قرارمی گیرد.

تراکم زیاد: در مواردی که تراکم زیاد برای شبکه اندازه گیری آب زیر زمینی مد نظر باشد حدود ۱۰حلقه چاه در هر۱۰۰ کیلومتر مربع در نظر گرفته می شود .

تراکم قابل قبول : تجارب حاصل از مطالعات آب های زیر زمینی در ایران و همچنین مشکلات در انتخاب محل چاههای اندازه گیری نشان داده است که برای بررسی تغییرات آب زیر زمینی یک آبخوان نیاز به تراکم زیاد نبوده وبا تراکم کمتر می توان به ویژه برای آبخوان های با گسترش زیاد به هدف مورد نظر نایل آمد. بنابراین تراکم مناسب و قابل قبول که پیشنهاد می گردد، ۴ حلقه چاه

مشاهده ای برای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع در هر آبخوان می باشد. در این حالت فاصله چاهها از یکدیگر به طور متوسط حدود ۵ کیلومتر در نظر گرفته می شود.

۱-۲-۴- کیفیت آب

کیفیت آب زیر زمینی تابع مسیر عبور آن از درون سنگها می باشد و تغییرات آن به عواملی چون کانی های در تماس با آب، درجه حرارت مدت تماس آب با کانی ها، میزان دی اکسید کربن محلول در آب و غیره بستگی دارد. از این رو تغییر و تبدیل آب زیرزمینی در حین نفوذ و انتقال آب درون زمین امری اجتناب ناپذیر بوده و یکی از مراحل تکامل کیفیت آب زیر زمینی می باشد زیرا نتایج حاصل از بررسی هیدرو شیمیایی می توان به خصوصیات بسیاری از آبخوانها از جمله مسیر جریان تاثیر نوع سنگ کف آبخوان پی برد.(مظفری زاده و همکاران،۱۳۸۵)

تعیین مشخصات کیفی آب زیر زمینی، یعنی ویژگی های شیمیایی،فیز یکی و بیولوژیکی آن، نشان خواهد داد تا چه حد برای مصرف مورد نظر مناسب است. کیفیت آب زیرزمینی نتیجه کلیه فرآیند ها و واکنش هایی است که از زمان تشکیل و تراکم آب در اتمسفر، تا زمانی که توسط چاه، قنات یا چشمه از زیر زمین خارج می شود، بر روی آن عمل کرده است این فاصله زمانی ممکن است کمتر از یک روز یا صد ها سال به درازا بکشد.کیفیت آب زیر زمینی همچنین می تواند نشانه منشأوتاریخ آن، موادی که در زیر زمین با آن ها در تماس بوده و دمای نواحی عمیق تر باشد.

آب های زیر زمینی موجود در سنگ های آذرین و سنگ های دگرگونی متبلور، به علت قابلیت انحلال نسبتا" کم این سنگ ها، حاوی مواد محلول خیلی کمی هستند. آب های نفوذی دارای دی اکسیدکربن قدرت انحلالی بالایی دارند. گرانیت ها، بازالت ها، گنیس ها وتوف ها عموما " آب هایی با کیفیت عالی دارند. بسته به ترکیب کانی شناسی این سنگ ها، آب زیر زمینی موجود در آنها ممکن است حاوی sio^2 حاوی mg زیاد در مقایسه با ca کمی اسیدیته و یا کمی قلیایی باشند. رسوبات آبرفتی دشت ها و دره های که دامنه آن ها متشکل از سنگ ها ی آذرین قرار دارند،غالبا"دارای آب های زیر زمینی با کیفیت مطلوب اند. آبخوان های موجود در رسوبات آبرفتی چنانچه در حوضه بسته یا در تماس با سنگ های تبخیری یا آب های فسیل باشند. ممکن است آب هایی با نمک های محلول زیاد داشته باشند ولی در مناطقی که همفری برای خروج آب های زیرزمینی وجود دارد و آب های زیر زمینی قدیمیتر وآب های فسیلی با آب های جوی خیلی جدیدتری جانشین می شوند آبخوان ها حاوی آب های شیرین ترند. آب های زیر زمینی موجود در رسوبات آبرفتی معمولا یون های ca,mg,na,hco,so^4,clدارند. اصولا" اغلب آب های زیرزمینی

در ابتدای سیکل حرکتی خود(نواحی تغذیه آبهای زیر زمینی)دارای املاح کم بی کربناته بوده و پس از طی مسیر به مرور بر مقدار املاح آنها افزوده خواهد شدکه نتیجه این امر نیز ظهور تیپ های آبی سولفاته و کلروره در انتهای سیکل حرکت خواهدبود. البته بروز عواملی نظیر فاضلاب های صنعتی و شهری، آلاینده و غیره می تواند این پدیده تدریجی و تکاملی را برهم زده و مواردی را تسریع و نشدید نمایند.

بررسی خصوصیات شیمیایی یک نمونه آب مستلزم تجزیه شیمیایی آن است. تجزیه شیمیایی کامل یک نمونه آب زیر زمینی عبارت است از تعیین غلظت کلیه مواد معدنی موجود در آن یون هایی که به طور معمول در تجزیه شیمیایی آب های زیر زمینی اندازه گیری می شوند عبارت اند

Ca،Mg،K،Na، HCO3،NO3،SO4،Cl می باشند.

۱-۲-۴-۱- واحد اندازه گیری

غلظت عناصر یا یون های محلـول در آب را معمـولا" بـر حسـب میلـی گـرم در لیتـر ($\frac{1}{1000}$ گرم در لیتر) یا بر حسب وزن به صورت " قسمت در میلیون "(ppm) عبـارت اسـت از یک قسمت وزنی از مواد حل شده در یک میلیون قسمت وزنی از محلول (مثلا یک گرم ماده حل شده در یک میلیون گرم آب)در غلظت های کم که چگالی نسبی آب ۱/۰ است میلی گرم در لیتر و ppm از نظر عددی یکسان هستند.ولی اگر غلظت املاح در آب زیـاد باشـد میلـی گـرم در لیتـر بیشتر از ppmخواهدشد. غلظت یون های محلول در آب را بر حسب واحد " اکی والان " نیز بیـان می کنند .یک اکی ولان گرم از یک کاتیون یا آنیون عبارت از وزن اتمـی آن تقسـیم بـر ظرفیـت مثلا در ترکیب cacl2یک اکی ولان caعبارت است از $20 = \frac{40}{2}$ گرم کلسیم و یک اکـی ولان از یونclدر ترکیب مزبور معادل $35.5 = \frac{35.5}{1}$ گرم کلر است .بنابراین یک اکی ولان cacl2 عبارت است از ۵۵/۵ = ۲۰+۳۵/۵ گرم کلرید کلسیم . غلظت یون های محلول در آب های زیر زمینـی را بر حسب ۱/۱۰۰۰ وزن اکی ولان گرم در لیتر، یعنی" میلی اکی ولان در لیتر" (meq/l)مـی تـوان گفت که یک meq/l معادل یک "اکی ولان در میلیون " (epm) است به علت غلظت کم املاح در آب های زیر زمینی، غالبا " تفاوت بین meq/l و epm قابل صرفنظر کردن است

۱-۲-۵- زمین آمار

شاخه ای از آمار است که درآن مختصات داده های مربوط به جامعه، تحت بررسی وبه تبع آن

شاخه ای از آمار است که درآن مختصات داده های مربوط به جامعه، تحت بررسی وبه تبع آن ساختار مکانی داده ای مربوط، مورد مطالعه قرار می گیرد. استفاده از علم آمار در حرکت آبهای زیرزمین مستلزم ابزار ویژه آمار به شرح زیر می باشد:

الف) ساده سازی و عدم نیاز به داده های خیلی دقیق و پیچیده
ب) داشتن داده ها و فرآیند های فیزیکی که در توزیع مکانی این داده هاسهم دارند.
ج)تعیین رابطه مکانی بین داده ها(شمسایی، ۱۳۷۷)

۱-۲-۵-۱- درون یابی[1] :

عملیات درون یابی براساس ارزش تعداد محدودی از نقاط نمونه برداری شده که در سطح محدوده مورد مطالعه پراکنده شده اند،ارزش سلول های لایه رستر خروجی را به کمک یک رابطه ریاضی یا آماری بصورت تخمینی پیش بینی و برآورد می کند.(جوینی،۱۳۸۸)

از این قابلیت جهت پیش بینی و تخمین ارزش سایر نقاط مکانی که مقدار آنها نامشخص است نظیر ارتفاع مقدار بارندگی تمرکز مواد شیمیایی میزان آلودگی صوتی و...می توانید استفاده نمایید.

بازدید از تمام موقعیت های موجود در یک منطقه مورد مطالعه جهت اندازه گیری ارتفاع و یا میزان تمرکز یک پدیده معمولا سخت یا هزینه براست. بجای این کار می توانید از اطلاعات نقاط نمونه برداری شده از پدیده مورد نظر استفاده نمائید و برای سایر موقعیت ها بر اساس ارزش های موقعیت های معلوم، ارزش موقعیت های مجهول را برآورد و پیش بینی نمائید و به سلولهای مورد نظر در لایه رستر خروجی اختصاصی دهید. نقاط ورودی می توانند بصورت تصادفی(اتفاقی) یا بصورت قاعده مند وبا فواصلی منظم،نمونه برداری شده باشند. امروزه روشهای متعددی برای درون یابی وجود داردکه از جمله مهمترین روشهای موجود می توان به روشهای وزن دهی بر اساس عکس فاصله (IDW)، روش Spline وروش Kriging اشاره کرد. این روشها فرضیات و تئوریهای دقیق و مطمئنی را برای برآورد و محاسبه ارزش سایر موقعیت های موجود در بین و اطراف نقاط نمونه برداری شده ورودی دارند. متناسب با نحوه توزیع مکانی پدیده های مختلف(با توجه به ماهیت پدید های مختلف ،نحوه پراکنش و چگونگی روند تغییرات آنها با هم متفاوت است)وهمچنین نحوه توزیع و پراکنش نقاط نمونه برداری شده در سطح محدوده مورد مطالعه یکی از روشهای درون یابی اطلاعات ممکن است برآورد و تخمین

[1] Inter polation