بسم الله الرحمن الرحیم

مدیریت تحصیلات تکمیلی
دانشکده منابع طبیعی
گروه مرتع و آبخیزداری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
در رشته آبخیزداری

تأثیر خشکسالی روی کیفیت آب زیرزمینی دشت خاش با استفاده از شاخص SPI

استاد راهنما:
دکتر محمد نهتانی

استاد مشاور:
مهندس افشین جهانشاهی

تهیه و تدوین:
راضیه قویدل

بهمن 1393

چکیده

دشت خاش از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک ایران می‌باشد و در سال‌های اخیر متأثر از خشکسالی بوده است. این دشت در حوزه آبخیز خاش و در شرق کوه تفتان واقع شده است. برای انجام این تحقیق از اطلاعات پایه شامل مشخصات و موقعیت چاه‌ها و آمار کیفیت آب شامل آنیون‌ها، کاتیون‌ها، هدایت الکتریکی، سدیم قابل جذب، سختی کل و اسیدیته برای دوره آماری1381 تا 1391 استفاده گردید. از میان کل چاه‌های منطقه، تعداد 18 حلقه چاه به عنوان نمونه انتخاب گردید. این چاه‌ها کامل‌ترین چاه‌ها از نظر داده‌های آماری کیفی و نوسانات سطح آب زیرزمینی می‌باشند. برای تعیین شروع و پایان دوره-های خشکسالی از آمار بارندگی ایستگاه سینوپتیک خاش در دوره آماری 1365 تا 1392 و شاخص خشکسالی بارش استاندارد شده (SPI) استفاده شد. نتایج نشان داد که منطقه در سال‌های 1381، 1382 و 1383 به جز فصل زمستان، شرایط خیلی خشک و در سال‌های 1384 تا 1391 شرایط نسبتا نرمالی داشته است. بررسی همبستگی بین پارامترها نشان داد که پارامترهای pH، TDS، Na^{+}، Mg^{2+} و HCO_3^{-} در دوره خشک و نرمال دارای اختلاف معنی‌دار بوده‌اند. در انتخاب بهترین روش تخمین پارامترهای کیفی آب زیرزمینی برای میانگین هر یک از پارامترهای شیمیایی طی سال‌های خشک و نرمال، چهار مدل برتر نیم تغییرنمای کروی، نمایی، خطی و گوسین ارزیابی شد و بهترین روش‌های تخمین انتخاب و با استفاده از آن اقدام به تهیه نقشه‌های تغییرات پارامترهای شیمیایی آب زیرزمینی گردید. نقشه‌ها نشان دادند که از بین پارامترهای آماری مقدار K^{+}، CO_3^{2-}، CL^{-}، pH افزایش یافته است. آنالیز آماری داده‌های هیدروشیمی منابع آب نشان داد که در دوره نرمال بیشترین ضریب تغییرات مربوط به یون CO_3^{2-} وSO_4^{2-} و بعد از آن Ca^{2+} و در دوره خشک مربوط به یون CO_3^{2-} ، K^{+} و بعد CL^{-} بوده است. تعیین تیپ آب با استفاده از نمودار پایپر نشان داد که تیپ آب در دوره خشک کلروره سدیک ، بی‌کربنات سدیک و سولفاته سدیک و در دوره نرمال کلروره سدیک و بی‌کربنات سدیک بوده است. تعیین قابلیت مصرف آب‌های زیرزمینی دشت خاش با استفاده از دیاگرام شولر و ویلکوکس نشان داد که خشکسالی تأثیر چندانی روی کیفیت آب زیرزمینی برای کشاورزی و شرب نداشته است.

واژگان کلیدی: رده‌بندی کیفی آب، خشکسالی، شاخص SPI، دشت خاش

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و کلیات

1-1- مقدمه 2
1-2- تعریف مسأله..... 3
1-3- فرضیه‌های تحقیق..... 4
1-4- اهداف تحقیق..... 4
1-5- تعاریف و مبانی نظری پژوهش..... 5
1-5-1- کمّیت آب زیرزمینی..... 5
1-5-2- کیفیت آب..... 6
1-5-3- شاخص‌های کیفی آب..... 7
1-5-3-1- کاتیون‌ها..... 7
1-5-3-2- آنیون‌ها..... 8
1-5-3-3- اسیدیته (pH)..... 9
1-5-3-4- سختی آب (TH)..... 9
1-5-3-5- کل مواد جامد حل شده (TDS) 10
1-5-3-6- هدایت الکتریکی (EC)..... 10
1-6- خشکسالی..... 11
1-6- 1- اثرات خشکسالی بر منابع آب..... 12
1-7- شاخص خشکسالی SPI..... 12
1-8- ساختار پایان‌نامه..... 12

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

2-1- مقدمه..... 15
2-2- پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور 15
2-3- پژوهش‌های انجام شده در خارج از کشور..... 25
2-4- جمع‌بندی مرور منابع 29

فصل سوم: مواد و روش‌ها

3-1- مقدمه..... 31
3-2- معرفی محدوده مطالعاتی..... 31
3-2-1- موقعیت جغرافیایی..... 31
3-2-2-اقلیم 32
3-2-2-1- بارندگی..... 32
3-2-2-2-دما..... 32

3-2-2-3- تبخیر و تعرق حقیقی..... 33
3-2-3- زمین-شناسی 33
3-2-3-1- چینه‌شناسی و لیتولوژی..... 34
3-2-3-1-1- سنگ‌های رسوبی..... 34
3-2-3-1-1-1- سازندهای فلیش پالئوسن..... 34
3-2-3-1-1-2- سازندهای آهکی دوران سوم..... 35
3-2-3-1-1-3- سازندهای فلیش ائوسن..... 35
3-2-3-1-1-4-سازندهای آذرین..... 36
3-2-3-2- تکتونیک محدوده مورد مطالعه..... 36
3-2-3-3- ضخامت آبرفت..... 37
3-2-3-4-رسوبات آبرفتی..... 38
3-2-3-5- هیدروژئولوژی..... 38
3-2- بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی..... 39
3-4-روش تحقیق..... 40
3-4-1- گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای و ابزار تحقیق..... 40
3-4-2-منابع برداشت آب‌های زیرزمینی در نظر گرفته شده برای مطالعه 41
3-4-2-1- انتخاب چاه‌های مناسب..... 41
3-4-2-2- خصوصیات شیمیایی چاه‌های مورد مطالعه 41
3-4-3- مطالعات آزمایشگاهی..... 42
3-4-3-1-اسیدیته (PH)..... 42
3-4-3-2- هدایت الکتریکی (EC)..... 43
3-4-3-3-سختی کل (TH) 43
3-4-3-4-کلرور (CL^-)..... 44
3-4-3-5-پتاسیم (k^+)..... 44

3-3-4-6- سدیم (Na^+) 45
3-3-4-7-سولفات (so_4^{2-}) 45
3-5- توصیف نموداری سنجش‌های شیمیایی 45
3-5-1- نمودار پایپر 46
3-5-2- نمودار شولر 47
3-5-3- نمودار ویلکاکس 48
3-6- شاخص بارش استاندارد شده (SPI) 50
3-7- مفهوم زمین‌آمار 50
3-7-1-کاربرد زمین‌آمار در مطالعات کیفی و کمّی 51
3-7-2- مراحل آنالیز زمین آمار 52

3-7-2-1- روش‌های تخمین 53
3-7-2-1-1- روش کریجینگ 53
3-8- ویزگی‌های متغیرنمای 53
3-8-1- دامنه تأثیر 53
3-8-2- سقف یا آستانه متغیرنمای 54
3-8-3- اثر قطعه‌ای 54
3-9- نرم افزار +GS 54
3-10- انتخاب بهترین مدل برازش شده برای نیم تغییرنماهای تجربی 55
3-11- کنترل و بازسازی آمار 55
3-12- مقایسه میانگین پارامترها در طول دوره آماری 56

فصل چهارم: نتایج و بحث

4-1- مقدمه 58
4-2- ارزیابی شاخص خشکسالی SPI 58
4-3- خصوصیات شیمیایی چاه‌های مورد مطالعه 59
4-4- انتخاب بهترین روش تخمین پارامترهای کیفی آب زیرزمینی 61
4-5- مقایسه میانگین پارامترها در دوره نرمال و خشک 67
4-6- نقشه‌های پهنه‌بندی پارامترهای شیمیایی آب زیرزمینی در دوره‌های خشک و نرمال 68
4-6-1- کاتیون Na^+ 68
4-6-2- کاتیون Mg^{2+} 70
4-6-3- آنیون HCO_3^- 71
4-6-4- اسیدیته pH 73
4-6-5- کل املاح قابل انحلال (TDS) 74
4-7- تحلیل آماری داده‌های هیدروشیمی 76
4-7-1- آنالیز آماری داده‌های هیدروشیمیایی 76
4-8- قابلیت مصرف آب‌های زیرزمینی دشت خاش 79
4-8-1- کیفیت از لحاظ شرب 79
4-8-2- کیفیت از لحاظ کشاورزی 82
4-8-3- نمودار پایپر 86
4-9- نتیجه‌گیری 89
4-10- پیشنهادات 89
4-10-1-پیشنهادات پژوهشی 89
4-10-2-پیشنهادات اجرایی 90

فصل پنجم منابع و ماخذ

فهرست جداول

جدول 1-1- طبقه‌بندی سختی آب-ها 10
جدول 1-3 مشخصات چاه‌های مورد مطالعه 41
جدول 2-3- طبقه‌بندی بارندگی استاندارد شده (SPI) 50
جدول 1-4. مقدار ماهانه شاخص SPI در ایستگاه بارندگی خاش 58
جدول 2-4- میانگین پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی دشت خاش در سال‌های خشک 59
جدول 3-4- میانگین پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی دشت خاش در سال‌های نرمال 60
جدول4-4، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین Na^{+} 61
جدول5-4، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین Ca^{2+} 62
جدول 6-4، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین K^{+} 62
جدول7-4 ، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین EC 63
جدول8-4 ، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین TDS 63
جدول 9-4، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین Ph 64
جدول 10-4، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین SO_4^{2-} 64
جدول 11-4، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین TH 65
جدول12-4، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین Mg^{2+} 65
جدول13-4، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین HCO_3^{-} 66
جدول 14-4، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین SAR 66
جدول15-4 ، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی برای تخمین CL^{-} 67
جدول16-4 ، مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی CO_3^{2-} 67
جدول 17-4 ،مقایسه میانگین پارامترهای کیفی در دوره خشکسالی و نرمال 68
جدول 18-4 ،پارامترهای آماری داده‌های هیدروشیمیایی نمونه‌های آب دشت خاش در دوره نرمال و خشک 76
جدول 19-4- ماتریس همبستگی بین متغیرهای مختلف در دوره‌های نرمال و خشک 78
جدول20-4- طبقه‌بندی کیفیت شیمیایی آب چاه‌های دشت خاش برای شرب با استفاده از دیاگرام شولر 82
جدول 21-4 طبقه‌بندی چاه‌های محدوده مورد مطالعه از لحاظ مصارف کشاورزی 85

فهرست اشکال

شکل 1-3 نقشه موقعیت منطقه..... 32
شکل 2-3- نقشه زمین‌شناسی منطقه..... 34
شکل 3-3- نقشه موقعیت چاه‌های مشاهده‌ای آبخوان دشت خاش..... 42
شکل4-3- دیاگرام پایپر..... 46
شکل 5-3- نمودار شولر..... 47
شکل 6-3- نمودار ویلکاکس..... 49
شکل 7-3- متغیرنمای و عامل‌های آن..... 53
شکل 1-4- نقشه تغییرات Na^{+} ، در دوره نرمال و دوره خشک..... 69
شکل 2-4- نقشه تغییرات Mg^{2+}، در دوره نرمال و خشک..... 70
شکل 3-4- نقشه تغییرات $HCO3^{-}$، در دوره نرمال و خشک..... 72
شکل4-4-نقشه تغییرات PH ، در دوره نرمال و خشک..... 73
شکل5-4- نقشه تغییرات TDS ، در دوره نرمال و خشک..... 75
شکل 6-4- طبقه‌بندی چاه‌های دشت خاش در دوره خشک برای استفاده شرب..... 80
شکل 7-4 -طبقه‌بندی چاه‌های دشت خاش در دوره نرمال برای استفاده شرب..... 81
شکل8-4- طبقه‌بندی چاه‌های دشت خاش در دوره خشک برای استفاده کشاورزی..... 83
شکل9-4-طبقه‌بندی چاه‌های دشت خاش در دوره نرمال برای استفاده کشاورزی..... 84
شکل 10-4 - دیاگرام پایپر نمونه‌های آب چاه‌های دشت خاش در دوره نرمال..... 87
شکل11-4 - دیاگرام پایپر نمونه‌های آب چاه‌های دشت خاش در دوره خشک..... 88

فهرست اشکال

شکل 1-3 نقشه موقعیت منطقه..... 32
شکل 2-3- نقشه زمین‌شناسی منطقه..... 34
شکل 3-3- نقشه موقعیت چاه‌های مشاهده‌ای آبخوان دشت خاش..... 42
شکل4-3- دیاگرام پایپر..... 47
شکل 5-3- نمودار شولر..... 48
شکل 6-3- نمودار ویلکاکس..... 49
شکل 7-3- متغیرنمای و عامل‌های آن..... 53
شکل 1-4- نقشه تغییرات Na^{+} ، در دوره نرمال و دوره خشک..... 69
شکل 2-4- نقشه تغییرات Mg^{2+}، در دوره نرمال و خشک..... 70
شکل 3-4- نقشه تغییرات $HCO3^{-}$، در دوره نرمال و خشک..... 72
شکل4-4-نقشه تغییرات PH ، در دوره نرمال و خشک..... 73
شکل5-4- نقشه تغییرات TDS ، در دوره نرمال و خشک..... 75
شکل 6-4- طبقه‌بندی چاه‌های دشت خاش در دوره خشک برای استفاده شرب..... 81
شکل 7-4 -طبقه‌بندی چاه‌های دشت خاش در دوره نرمال برای استفاده شرب..... 82
شکل8-4- طبقه‌بندی چاه‌های دشت خاش در دوره خشک برای استفاده کشاورزی..... 84
شکل9-4-طبقه‌بندی چاه‌های دشت خاش در دوره نرمال برای استفاده کشاورزی..... 85
شکل 10-4 - دیاگرام پایپر نمونه‌های آب چاه‌های دشت خاش در دوره نرمال..... 88
شکل11-4 - دیاگرام پایپر نمونه‌های آب چاه‌های دشت خاش در دوره خشک..... 89

فصل اول

مقدمه و کلیات

1-1- مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت و افزایش نیاز آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت، شرب و بهداشت فشار زیادی به منابع آب زیرزمینی وارد می‌شود. این مسأله در کنار وقوع خشکسالی‌های شدید و طولانی مدت شرایطی را برای کشور، خصوصا برای مناطق خشک و فراخشک پدید آورده که آن را با چالش‌های جدی در زمینه کمّیت و کیفیت آب مواجه کرده است (اکرامی و همکاران،1390). رشد جمعیت، صنعتی شدن جوامع و بالا رفتن استانداردهای زندگی باعث افزایش نیاز به منابع آب شده است (Abedi Koupai et al., 2011).

با اینکه 75 درصد سطح زمین از آب پوشیده شده، تنها قسمت اندکی از آن به‌عنوان آب شیرین و قابل استحصال است که از این مقدار در حدود 70 درصد به مصرف کشاورزی می‌رسد. کشور ایران از نظر وضعیت آب نسبت به میانگین جهانی در شرایط بحرانی‌تری قرار داشته و جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است، به‌طوریکه سهم ایران از کل منابع آب تجدید شونده جهان تنها 0/36 درصد است. بر این اساس تنها راه ممکن برای مقابله با مشکل کمبود آب، استفاده بیشتر و بهینه از منابع آب موجود برای اهداف مختلف و بخصوص کشاورزی است (عبدی، 1385).

شرایط اقلیمی، نحوه توزیع زمانی و مکانی ریزش‌های جوی، رشد بی رویه جمعیت، مصرف فزاینده آب، برداشت های اضافی و عدم رعایت قوانین و مقررات استفاده و توزیع عادلانه آب، کشور را با بحران کم آبی و حتی بی آبی مواجه نموده و منابع آبی بویژه ذخایر آب زیرزمینی را تهدید می نماید. افزایش فعالیت‌های کشاورزی، دامداری و صنعتی و همچنین افزایش جمعیت بخصوص در 10 سال اخیر باعث افزایش مصرف آب و در نتیجه کاهش ذخائر آب زیرزمینی و بیلان منفی سفره های آب شده است (حسن‌آباد و همکاران، 1391). آگاهی از کیفیت شیمیایی این منابع می‌تواند نقش عمده‌ای در بهره‌برداری و مصرف آن‌ها داشته باشد، به‌عنوان مثال وجود بیش از حد کلسیم

در آب باعث افزایش سختی آن می‌شود، و استفاده از آن برای شرب را محدود می‌نماید (موسوی، 1384).

2-1- تعریف مسأله

کشور ایران به علت قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه‌خشک از نظر منابع آب دارای وضعیت نامطلوب‌تری نسبت به متوسط دنیا است. وقوع خشکسالی‌های متناوب و طولانی و نوسانات زیاد آب و هوایی، کمبود آب، به‌ویژه منابع آب سطحی را تشدید می‌کند. بدین ترتیب منابع آب زیرزمینی منبع مهمی جهت تأمین آب مصرفی در بخش‌های اقتصادی، کشاورزی، اجتماعی و شرب مردم این مناطق می‌باشد (شمسی‌پور، 1385).

از مهم‌ترین اثرات خشکسالی می‌توان تخریب کیفیت آب، تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک و بیابان‌زایی را نام برد. اصولا خشکسالی با کمبود بارندگی و افت کمی و کیفی منابع آب شروع ولی با عدم مدیریت، خسارت و پیامدهای منفی آن تشدید می‌شود. عموماً واکنش آب‌های زیرزمینی در دوره‌های خشکسالی به سرعت آب‌های سطحی نبوده و اثر خشکسالی بر این منابع در یک دوره زمانی به اوج خود خواهد رسید. وجود آب ذخیره شده از سال‌های گذشته در مخازن آب زیرزمینی باعث می‌شود واکنش به کم‌آبی در این منابع به نسبت آب‌های سطحی روند آرام‌تری داشته باشد، ولی با توجه به اینکه تجدید این منابع نیز بسیار طولانی‌تر از آب‌های سطحی می‌باشد؛ لذا تأثیر خشکسالی‌های بلندمدت بر منابع آب زیرزمینی بسیار جدی‌تر از بحران آب در منابع سطحی می‌باشد (میرزایی،1387). خشکسالی یکی از پدیده‌های جوی است که بخش‌های مختلف محیطی را در طول دوره حاکمیت تحت تأثیر قرار می‌دهد. بخش‌های متأثر شده از شرایط بلندمدت خشکسالی، منابع آب زیرزمینی است که اغلب کمتر از سایر بخش‌ها مورد توجه قرار گرفته است (شکیبا و خسروی، 1390)

کمبود بارش در مقیاس زمانی کوتاه‌مدت، سبب ایجاد نوسان در رطوبت خاک و دوره‌های طولانی‌تر باعث تغییرات در منابع آب زیرزمینی و سطح آب مخازن می‌شود (Mishra and Singh، 2010). پس در کنار موضوع بحران آبی و خشکسالی‌ها (مطالعه کمّی)، بحث حفاظت آبخوان‌ها در برابر آلودگی‌ها (مطالعه کیفی) پیش می‌آید. به این منظور می‌بایست از یکسری از چاه‌ها طی یک دوره چندساله آزمایشات شیمیایی مربوطه انجام پذیرد تا سلامت آن مورد بررسی قرار گیرد (کردوانی، 1370). با توجه به خشکسالی‌های اخیر منطقه خاش و تأثیر آن بر کیفیت آب چاه‌ها و قنات‌ها، پیش‌بینی و روندیابی کیفیت آب این منابع و همچنین تعیین شدت فراوانی و وسعت خشکسالی‌های این منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

1-3- فرضیه‌های تحقیق

1-خشکسالی سال‌های 1381 تا 1391 سبب ایجاد تغییر در خصوصیات شیمیایی آب زیرزمینی دشت خاش شده است.

2-در دوره آماری 1381 تا 1391، کیفیت آب دشت خاش از نظر شرب کاهش یافته است.

3-تعدادی از پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی دشت خاش مانند هدایت الکتریکی[1]، بی‌کربنات و سختی کل[2] در طی سال‌های آبی مورد بررسی (1391-1381) روند صعودی داشته‌اند.

1-4- اهداف تحقیق

گرچه هدف نهایی انجام این تحقیق کمک به حل مشکل کم آبی و پیشگیری از وقوع بحران آب در منطقه مطالعاتی است، میتوان گفت برای نیل به این هدف لازم است گام‌های اساسی برداشته شود. از این رو، اهداف اصلی این تحقیق را می توان به صورت زیر برشمرد:

1- بررسی تأثیر خشکسالی‌های اخیر بر کیفیت آب زیرزمینی دشت خاش

2- بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه به لحاظ کشاورزی و شرب

1- EC
2 - Total dissolved

3-پهنه‌بندی کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه

کاربرد این تحقیق، شناخت بیشتر از مسائل آب‌های زیرزمینی و امکان مدیریت بهینه کمّی و کیفی آن در دشت خاش و نیز کمک به تعیین راه‌کارهای لازم جهت مقابله با بحران خشکسالی در منطقه می‌باشد. حل مشکل افت سطح آب زیرزمینی درمنطقه مذکور، نیازمند بررسی دقیق و مؤثرعوامل دخیل در آن می‌باشد. لذا از آنجا که به نظر میرسد عامل خشکسالی یکی از مهم‌ترین این عوامل می‌باشد، ضرورت دارد تا نسبت به مطالعه آن اقدام گردد. بر این اساس، اتخاذ راهکارهای مناسب برای جبران افت سطح آب در آبخوان مذکور و پیشگیری از تشدید مشکل، تا حدی منوط به نتایج این تحقیق می باشد.

5-1- تعاریف و مبانی نظری پژوهش

1-5-1- کمّیت آب زیرزمینی

کمّیت آب‌های زیرزمینی بیانگر اهمیت و ارزش آن‌ها در ارتباط با دیگر اجزا در چرخه هیدرولوژریکی می‌باشد. دریاها و اقیانوس‌ها با اینکه 97 درصد ذخیره آبی کره زمین را تشکیل می‌دهند، ولی به علت داشتن املاح زیاد برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعتی غیرقابل استفاده می‌باشند. همین‌طور از لحاظ حجم، دومین محل ذخیره آبی یعنی یخ‌های قطبی و کوه‌های یخی که بیش از 2 درصد آب موجود را (در حالت انجماد) تشکیل می‌دهند، نیز در شرایط کنونی چندان قابل استفاده نیستند. به این ترتیب تقریبا 0/635 درصد یعنی کمتر از یک درصد از تمامی ذخیره آبی در روی زمین دارای کیفیت تقریبا خوب است و می‌تواند مورد استفاده موجودات زنده قرار گیرد. در این راستا آب‌های زیرزمینی با حدود 0/6 درصد نقش به‌سزایی را در تامین آب مورد نیاز بخش کشاورزی، صنعت و شرب به خود اختصاص می‌دهند (طالب بیدختی، 1379و سعیدی فر،1383).

2-5-1- کیفیت آب‌زیرزمینی

یکی از موضوعات بسیار مهم در هیدرولوژی و هیدروژئولوژی کاربردی کیفیت آب است زیرا عمده فعالیت‌های آب‌شناسی در جهت تأمین آب برای مصارف کشاورزی، شرب و صنعت می‌باشد. هرکدام از این موارد آب به لحاظ کیفی می‌بایست دارای ویژگی‌های کیفی و معیارهای مشخصی باشد و اگر تأمین چنان آبی مقدور نباشد، این فعالیت‌ها مختل می‌گردد. آب‌های زیرزمینی یک منبع خوب و مناسب برای شرب و از منابع مهم بهره‌برداری در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشند. این آب‌ها در حین عبور از لایه‌های خاک و زمین به طور طبیعی تصفیه شده در نتیجه بی‌رنگ و عاری از هر گونه مواد معلق و اغلب فاقد آلودگی‌های میکروبی بوده و کمترین نیاز به تصفیه را دارد. همچنین این منابع به دلیل پتانسیل آلودگی کمتر و ظرفیت ذخیره زیاد نسبت به آب های سطحی به‌عنوان یک منبع مهم مورد توجه قرار دارند (تقی‌زاده مهرجردی و همکاران، 1387و قاسمی،1390). امروزه بررسی‌های کیفی آب دامنه گسترده‌تری پیدا کرده و مسائل مربوط به آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی را نیز شامل می‌گردد. در مطالعات هیدرولوژی همراه با مطالعه کمّی مقدار آب، معیارهای کیفی آن نیز بررسی می‌شوند. این معیارها برای مصارف مختلف، متفاوت است (قاسمی،1390).

پارامترهای تعیین کیفیت آب شرب عبارتند از، سختی، قلیائیت[1]، اسیدیته[2]، املاح قابل انحلال[3] و غلظت مواد شیمیایی از قبیل کلسیم(Ca^{2+})، منیزیم(Mg^{2+})، سدیم(Na^{+})، پتاسیم(K^{+})، منگنز(Mn^{2+})، کلر(CL^{-})، آهن(Fe^{2+}) و مواد رادیواکتیو. برای تعیین کیفیت آب شرب معمولا از کمیت غلظت و یا خواص دیگری مانند رنگ، بو، کدری و هدایت الکتریکی که هر کدام بر حسب واحدهای مخصوص بیان می‌شوند استفاده می‌شود. عناصر دیگری از قبیل آرسنیک، جیوه و کروم و همچنین باکتری‌ها و ویروس‌ها جزء مواردی هستند که در ابتدا در آب‌های زیرزمینی وجود

1-Sodium Adsorption Rotio (SDR)
2-PH
3-Total Dissolved Sals (TDS)

ندارند ولی به نوعی ممکن است به آن اضافه شده و در تعیین کیفیت آب زیرزمینی مؤثر باشند (Freeze،1979). افت کیفیت آب زیرزمینی یکی از نتایج استفاده بی‌رویه از این آب‌ها می‌باشد که سبب خسارات هنگفت به کشاورزی، سازه‌های آبی و خاک‌هایی که از این نوع آب‌ها تغذیه می-شوند، شده است (بی‌نام، 1384). ایران سرزمینی خشک و نیمه‌خشک در جهان می‌باشد که 95 درصد از آب آن مصارف کشاورزی دارد و بیش از 80 درصد این آب با بهره‌برداری از آب زیرزمینی تامین می‌گردد. بنابراین، آب زیرزمینی به‌ویژه در مناطق خشک یک مسئله حیاتی به‌شمار می‌رود و در چنین شرایط آب و هوایی به مدیریت بیشتری نیاز دارد (Ahmadi and sedghamiz ،2007).

3-5-1- شاخص‌های کیفی آب

نزولات جوی و آب‌های سطحی در عبور از میان اتمسفر و سازندهای مختلف زمین‌شناسی، املاح موجود را در خود حل می‌کنند. از این‌رو کیفیت آب زیرزمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین مدت توقف آب در زیرزمین نیز در کیفیت آب نقش مؤثری دارد(کرمی و بیاتی خطیبی، 1390). به منظور شناسایی سیستم‌های هیدرولوژیک و هیدروژئولوژیک، اندازه‌گیری تعدادی از ویژگی‌های آب ضروری است. نحوه بررسی و ارائه این پارامترها در انجام تفاسیر مربوطه نقش مهم و اساسی دارد. بنابراین در این بخش به معرفی و شرح مختصر پارامترهای مرتبط با این پژوهش پرداخته شده است.

3-5-1-1- کاتیون‌ها[1]

کاتیون‌های مهم آب عبارتند از Na^+، K^+، Ca^{2+} و Mg^{2+}. نمک‌های سدیم بسیار محلول بوده و در تمام آب‌های طبیعی موجود است. مقدار (k^+) در آب‌های معمولی بسار کم بوده و معمولا آزمایشگاه‌ها این دو عنصر را به طور جداگانه اندازه‌گیری نمی‌کنند. در واقع نقش پتاسیم مشابه سدیم است (صداقت، 1387).

1 -Cations

کاتیون کلسیم(Ca^{2+}) تقریبا در تمام آب‌های طبیعی وجود داشته و خاک‌ها نیز از نظر کلسیم اشباع می‌باشند. وجود کلسیم در آب باعث افزایش نفوذ آب به داخل خاک می‌شود. از نظر آبیاری هر چه مقدار کلسیم محلول آب بیشتر باشد آن آب مطلوب‌تر خواهد بود. به همین دلیل کلسیم به صورت گچ[1] به خاک داده می‌شود، تا خصوصیات فیزیکی آن را بهبود بخشد. اما وجود کلسیم در آب باعث سختی آن می‌شود که استفاده از آن را برای شرب و صنعت محدود می‌سازد. همچنین منیزیم (Mg^{2+}) به مقدار قابل ملاحظه‌ای در آب‌ها وجود داشته و رفتار آن در آب یا خاک مشابه کلسیم است. (علیزاده، 1386).

2-3-5-1- آنیون‌ها[2]

آنیون‌های مهم آب شامل So_4^{2-}، Co_3^{2-} و Hco_3^{2-} است. بی‌کربنات (Hco_3^{2-}) مهم‌ترین آنیون موجود در آب‌های طبیعی است. بی‌کربنات سدیم و پتاسیم به صورت جامد موجودند (مانند جوش شیرین، Baking soda). اما بی‌کربنات‌های کلسیم و منیزیم تنها به صورت محلول وجود دارند. برخی آب‌ها حاوی کربنات (Co_3^{2-}) نیز می‌باشند. منظور از آب‌های کربناته آن‌هایی هستند که محتوی کربنات سدیم و تا اندازه‌ای کربنات پتاسیم می‌باشند(علیزاده، 1389).

از دیگر آنیون‌هایی که در تمام آب‌های طبیعی یافت می‌شوند، کلر (CL^-) است. در صورتی‌که غلظت کلر در آب زیاد باشد به لحاظ رشد گیاه سمی خواهد بود. سولفات(SO_4^{2-}) در تمام آب‌های طبیعی به مقدار فراوان وجود دارد. سولفات‌های سدیم، منیزیم و پتاسیم به آسانی در آب محلولند. اما سولفات کلسیم یا گچ قابلیت حل محدودی دارد. در صورت وجود یون سولفات در آب سازه‌های آبی باید با مصالح ضد سولفات ساخته شوند (صداقت،1387).

1- gypsum
2- Anions

نیترات‌ها برخلاف سولفات کمتر در آب‌های طبیعی یافت می‌شوند. حتی مقدار کمی از آن در آب در تغذیه گیاه مؤثر خواهد بود. ولی وجود نیترات در آب نشان‌دهنده آلودگی آب با فاضلاب خانگی و یا شستشوی کودهای ازته می‌باشد (مهدوی، 1387).

3-3-5-1- اسیدیته (pH)

اسیدیته یکی از پارامترهای مهم آب‌های زیرزمینی است و در تفسیر نتایج آزمایش آب نقش مهمی دارد که عبارت است از توانایی آب در خنثی‌سازی یون‌های هیدروکسید، اسیدیته را می‌توان بر حسب میلی‌گرم بر لیتر یون هیدروژن بیان کرد که pH نام دارد. مقدار pH در بسیاری از آب‌های زیرزمینی بستگی به تعادل دی‌اکسیدکربن، کربنات و بی‌کربنات دارد. در این تعادل مقدار دما و فشار هم مؤثر است و لذا با تغییر این عوامل میزان pH نیز تغییر می‌کند (مقیمی، 1385).

4-3-5-1- سختی آب (TH)

سختی آب مربوط به املاحی است که در آب حل شده و باعث بالا رفتن سنگینی آن می‌گردد. این املاح شامل یون‌های فلزی مخصوصا کلسیم و منیزیم می‌باشد که معمولا به‌صورت بی‌کربنات، سولفات، کلرید و نیترات در آب وجود دارند. آبی که شامل مقدار زیادی نمک‌های کلسیم و منیزیم باشد آب سخت و آبی مثل باران که شامل مقدار کمی از مواد حل شده می‌باشد به‌نام آب سبک یا نرم گفته می‌شود. سختی آب را به‌دو دسته، سختی موقت و سختی دائم تقسیم می‌کنند. سختی موقت در آب به دلیل وجود نمک‌های بی‌کربنات مانند بی‌کربنات منیزیم و کلسیم می‌باشد که در اثر جوشاندن آب رسوب می‌کند. سختی دائم به علت وجود نمک‌هایی به‌جز بی‌کربنات کلسیم و منیزیم مانند سولفات و کلرید منیزیم و کلسیم حل شده در آب می‌باشد (قربانی، 1388). سختی آب شرب نباید از 500 تجاوز نماید و در شرایط خوب، کمتر از 80 باشد. نرم یا سخت بودن آب‌ها را به‌صورت جدول 1-1 طبقه‌بندی می‌کنند:

جدول 1-1- طبقه‌بندی سختی آب‌ها (علیزاده، 1386)

نوع آب	میزان سختی (میلی‌گرم برلیتر)
نرم	0-50
متوسط	51-120
سخت	121-180
خیلی سخت	180<

سختی آب در صنعت نیز نقش مهمی دارد، به‌ویژه در صنایع تهویه، کاغذ، مواد غذایی و نساجی افزایش آن باعث ایجاد مشکل و کاهش کیفیت مواد تولیدی می‌گردد (علیزاده، 1386).

1-5-3-5- کل مواد جامد حل شده (TDS)

کل مواد جامد حل شده (TDS) که بعضاً با مقدار خشک یکسان در نظر گرفته می‌شود، مستقیما میزان مواد جامد حل شده در آب را نشان می‌دهد. این پارامترها معمولا بر حسب میلی-گرم برلیتر و یا قسمت در میلیون بیان می‌شود (مقیمی، 1385).

غلظت املاح محلول در آب یا باقیمانده خشک را در صورتی که فاقد بی‌کربنات باشد، می‌توان به سادگی با تبخیر حجم معینی از آب و اندازه‌گیری وزن املاح باقیمانده تعیین کرد. غلظت املاح محلول در آب باران کمتر از 10 میلی‌گرم برلیتر است و در آب دریاهای آزاد، متوسط آن 35هزار میلی‌گرم برلیتر می‌باشد. غلظت املاح محلول در تعیین تناسب آب برای مصارف شرب انسان و دام، کشاورزی و صنعت نقش مهمی دارد (مهدوی، 1390).

1-5-3-6- هدایت الکتریکی (EC)

یکی از راه‌های ساده تعیین غلظت یون‌های محلول در آب، اندازه‌گیری هدایت الکتریکی است. هر چه میزان املاح محلول در آب بیشتر باشد قابلیت هدایت الکتریکی نیز افزایش می‌یابد به