Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال دوازدهم- شماره ۴۰- بهار ۱۳۹۷ Vol. 12, No. 40, Spring 2018

بررسی کیفیت آب زیرزمینی در محدوده‌ی شبکه‌های آبیاری و زهکشی با اهداف کشاورزی و شرب (مطالعه موردی: دشت عباس)

علیرضا حسینی[۱]، پژمان پورمحمد[۲] و احسان یارمحمدی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۲۶

چکیده

شناخت کیفیت آب‌های زیرزمینی، به عنوان یکی از مهم‌ترین و آسیب‌پذیرترین منابع تأمین آب در دهه‌های اخیر، یک امر ضروری است. توجه به این موضوع که تصفیه آب کار بسیار حساس و از لحاظ اقتصادی پر هزینه می‌باشد، بررسی کیفیت منابع آب‌های زیر زمینی را ضروری ساخته است. در این تحقیق به‌منظور بررسی ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی منطقه، در تابستان سال ۱۳۹۲ از تعداد ۲۱ حلقه چاهک مشاهده‌ای نمونه برداری بعمل آمد و پارامترهای مهم کیفی نمونه‌های مذکور به‌منظور بررسی مناسب بودن آب منطقه برای اهداف آبیاری و شرب مورد سنجش و محاسبه قرار گرفت. همچنین برای تعیین رخساره هیدروشیمیایی آب زیرزمینی منطقه از دیاگرام پایپر استفاده شد. نتایج نشان داد که نوع غالب رخساره هیدروشیمیایی آب زیرزمینی منطقه کلسیم سولفاته($Ca\text{-}SO_4$) بوده و بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی، از میان چاه‌های منطقه تنها چاه‌های L6C، O12-C، L15 و H9 برای استفاده شرب مناسب بودند و این چاه‌ها از نظر خطر سدیم و تغییر ساختمان خاک برای استفاده کشاورزی نیز دارای وضعیت خوب تا مجاز بودند. همچنین آب زیرزمینی منطقه دارای شاخص نفوذپذیری متوسط بوده و بایستی برای آبیاری خاک با نفوذپذیری کافی و کشت گیاهان مقاوم به شوری بکار گرفته شود.

کلید واژه‌ها: *کیفیت آب زیرزمینی، هدایت الکتریکی، رخساره هیدروشیمیایی، دشت عباس.*

مقدمه

آب زیرزمینی یک منبع آب طبیعی است و استفاده پایدار از آن یکی از بزرگترین چالش‌های برنامه‌ریزان منابع آب در سراسر دنیا می‌باشد. بطورکلی آب تأمین شده از منابع زیرزمینی به علت فیلتراسیون طبیعی از طریق خاک و رسوبات، عاری از ناخالصی‌های معلق و آلی می‌باشد [۱۳]. شناخت کیفیت آب‌های زیرزمینی، به عنوان یکی از مهم‌ترین و آسیب‌پذیرترین منابع تأمین آب در دهه‌های اخیر، یک امر ضروری است. همچنین با ازدیاد روز افزون جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضای استفاده از آب برای مقاصد مختلفی چون کشاورزی، شرب و صنعت لزوم توسعه سرمایه‌گذاری در بخش آب امری اجتناب ناپذیر است [۱۸]. فرآیندهای ژئوشیمیایی، زمین‌شناسی منطقه‌ای و الگوی کاربری اراضی از عوامل مهم کنترل شیمیایی آب‌های زیرزمینی به حساب می‌آیند [۱۶]. تبخیر از سطح خاک و جریان بازگشتی حاصل از آبیاری تاثیر بسزایی بر کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی دارد [۹،۱۷]. با افزایش روزافزون جمعیت، دسترسی به منابع غذایی سالم و کافی مستلزم داشتن منابع آب و خاک مناسب بوده و همچنین توجه به این موضوع که تصفیه آب کار بسیار حساس و از لحاظ اقتصادی پر هزینه است، بررسی کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی را ضروری ساخته است. ایجاد برخی تغییرات در خواص شیمیایی و فیزیکی آب غیر قابل برگشت بوده و یا اصلاح آن بسیار پر هزینه می‌باشد [۱۰].

مطالعات مختلفی در زمینه کیفیت آب زیرزمینی و تاثیر عوامل مختلف بر روی آن صورت پذیرفته است. باغوند و همکاران[۳][۳]، کیفیت آب زیرزمینی را در آبخوان کاشان در کویر مرکزی ایران برای مصارف کشاورزی بررسی نمود که نتایج نشان داد توزیع مکانی کاتیون‌ها و آنیون‌ها و همچنین EC به سمت شرق بوده و همه نمونه‌ها بدلیل غلظت بالای سولفات، پتاسیم، سدیم و کلر در محدوده مناسبی از نظر شرب قرار ندارند و از نظر کشاورزی نیز همه نمونه‌ها بجز چهار نمونه در مرکز محدوده مورد مطالعه، بدلیل داشتن EC بالا غیر قابل استفاده بودند. قادری و هزارخانی[۸]، در تحقیقی به طبقه‌بندی هیدروشیمیایی آب زیرزمینی دشت چاردولی قروه پرداختند و نقشه توزیع مکانی غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها و به دنبال آن هدایت الکتریکی(EC) نشان داد که تمرکز یون‌ها در مرکز دشت بیشتر بوده و آب زیرزمینی دشت چهاردولی به علت

3- Baghvand et al

۱- نویسنده مسئول و استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه ایلام، پست الکترونیک: Ar.hoseini@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، مهندسان مشاور میراب زاگرس.

۳- مدیر حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای استان ایلام.

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت بالای یون‌ها در محدوده مناسبی برای شرب قرار نمی‌گیرد. همچنین دیاگرام USSL نشان داد که به جز هفت چاه بقیه چاه‌ها از کیفیت قابل قبولی برای مصارف کشاورزی برخوردار هستند و نوع غالب آب منطقه $Ca\text{-}HCO_3$ است. نصرآبادی و عباسی مائده[۱۴]، با بررسی کیفیت آب زیرزمینی شهر تهران با استفاده از شاخص کیفی سازمان بهداشت جهانی نشان دادند که میزان کیفیت در سال ۱۳۹۱ کمتر از سال ۱۳۹۰ بود. همچنین مشخص گردید نقاط شرقی و جنوبی‌تر شهر تهران دارای کیفیت پایین آب جهت مصرف شرب هستند. از طرفی مقادیر کمی شاخص نشان داد طی دو سال متوالی، بیشترین نقاط طبقه‌بندی شده در بازه خوب، مربوط به مناطق شمالی و بیشترین نقاط طبقه‌بندی شده در بازه ضعیف، مربوط به مناطق جنوبی است. ابراهیمی و همکاران [۶]، با بررسی کمی و کیفی آب زیرزمینی و نفوذ آب شورحوزه دامغان نشان دادند که افت سطح آب بین سال‌های ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۰ بطور متوسط ۷/۴ متر بوده و به کمک دیاگرام‌های پایپر و چادا رخساره هیدروشیمیایی آب منطقه، Na-Cl تعیین شد. همچنین همه نمونه‌ها در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی WHO [۲۵]، غیرقابل استفاده برای مصارف شرب و کشاورزی شناخته شد[۶]. لذا این تحقیق با هدف بررسی کیفیت آب زیرزمینی محدوده‌ی شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت‌عباس واقع در استان ایلام جهت استفاده در کشاورزی و شرب با توجه به شاخص سازمان بهداشت جهانی[1] مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

۱- منطقه مورد مطالعه

۱-۱- موقعیت جغرافیایی و آب و هوا

محدوده مورد مطالعه دشت عباس در جنوب غربی ایران، در استان ایلام، در جنوب شرقی شهر دهلران، با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی و در حوزه آبریز رودخانه کرخه واقع شده است. این منطقه از شمال به دریاچه سد مخزنی کرخه، از جنوب به دشت فکه، از غرب به شهر موسیان و از شرق به رودخانه کرخه محدود می‌باشد. منطقه دشت عباس جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود و تابستان‌های گرم و طولانی و زمستان‌های نسبتا معتدل از خصوصیات بارز این منطقه است. مقدار بارش سالانه و حداکثر بارش ماهانه به‌ترتیب ۲۶۵/۷ و ۵۵/۶ میلی‌متر می‌باشد و در دی ماه حداکثر بارش ماهانه رخ می‌دهد. متوسط رطوبت نسبی سالانه حدود ۴۳ درصد و متوسط تعداد روزهای یخبندان ۱/۸ روز است. متوسط سالانه تبخیر از طشت حدود ۳۷۶۸ میلیمتر و تبخیر از سطح آزاد آب حدود ۲۱۳۲ میلی‌متر می‌باشد. متوسط سرعت باد سالانه در ارتفاع ۲ متری معادل ۱/۶۴ متر بر ثانیه محاسبه شده است. شایان ذکر است کـه در این دشت رودخانه دائمی وجود ندارد و رودخانه فصلی روفائیه در بخش میانی دشت نقش زهکشی جریان‌های سطحی و مازاد جریان آب شبکه‌ها را به پایین‌دست بر عهده دارد. منابع تامین آب کشاورزی دشت، از طریق تونل انتقال آب رودخانه کرخه (۳۰۰ میلیون مترمکعب) و آب زیرزمینی آبخوان آزاد دشت‌عباس می‌باشد. محدوده مورد مطالعه دارای مساحت ۱۵۶۴۰ هکتار بوده که موقعیت آن در شکل شماره یک نمایش داده شده است.

شکل ۱- موقعیت عمومی منطقه مورد مطالعه

Figure 1- General location of study area

۱-۲- زمین شناسی منطقه

دشت عباس به صورت یک دشتک فروافتاده در امتداد شمال‌غربی به جنوب‌شرقی در قوس جنوبی رشته کوه‌های زاگرس واقع شده که توسط نهشته‌های آبرفتی حاصل از فرسایش پرشده است. جنس لایه‌های رسوبی در این ناحیه اکثراً از نوع پادگانه‌های جوان است. به علت رسوب‌گذاری خاص ناشی از جریان سیلابی در منطقه، جنس لایه‌های آبدار در این محدوده عمدتاً از نوع لایه‌های درهمی از گراول دانه ریز به همراه مقدار کمی ماسه، رس و سیلت می‌باشد. با توجه به اطلاعات حاصل از لوگ‌های حفاری چاه‌های مشاهده‌ای و بررسی‌های زمین‌شناسی در منطقه دشت عباس نوع سفره آب‌های زیرزمینی از نوع آزاد می‌باشد. که در رسوبات مخروط افکنه‌های آبرفتی و رسوبات حاصل از فرسایش نهشته‌های پلیو کواترنری تشکیل شده است[۱].

۲-روش تحقیق

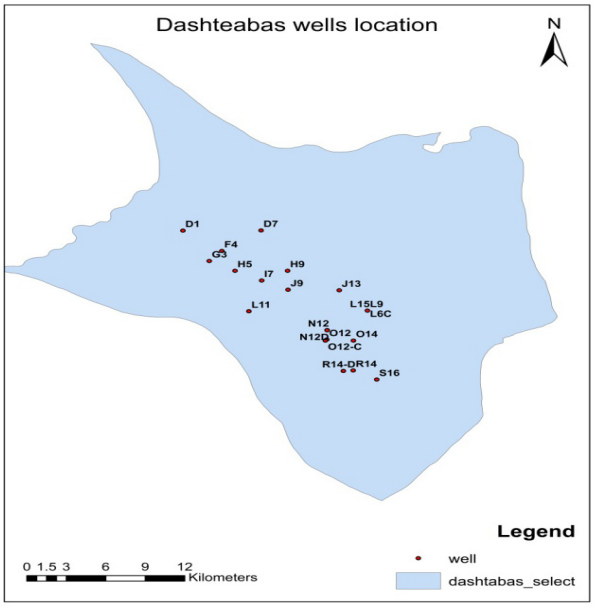
در این تحقیق به‌منظور بررسی ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی منطقه و هیدروژئوشیمی آبخوان، در فصل تابستان سال ۱۳۹۲ از تعداد ۲۱ حلقه چاه مشاهده‌ای نمونه‌برداری بعمل آمد. نقشه موقعیت چاه‌های مشاهده‌ای در شکل شماره دو نشان داده شده است.

انتقال نمونه‌ها در شرایط استاندارد و ظروف دربسته جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه کیفیت آب سازمان آب و برق خوزستان انجام گرفت. پارامترهای مهم کیفی آب از جمله هدایت الکتریکی(EC)، pH، آنیون‌های اصلی (کلرور، سولفات، بی‌کربنات)، کاتیون‌های

1- World Health Organization

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- موقعیت چاه‌های مطالعاتی منطقه دشت عباس

Figure 2- Location of Dashteabas area study wells

اصلی (کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم)، باقیمانده خشک(TDS[1])، سختی کل(TH[2])، درصد سدیم(Na%)، شاخص نفوذپذیری(PI[3]) و نسبت جذبی سدیم(SAR[4]) نمونه‌های مذکور مورد سنجش و محاسبه قرار گرفت.

۲-۱- تعیین رخساره هیدروشیمیایی آب زیرزمینی

نمودار سه خطی پایپر[5][۱۵]، یک روش نمایش گرافیکی یون‌های اصلی برای تعیین سریع رخساره هیدروشیمیایی آب زیرزمینی است (شکل سه). در این نمودار، غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در زیر هر یک از دو مثلث سمت راست و چپ نشان داده شده است. لوزی مرکز نمودار، ترکیب این یون‌ها را نشان داده و نمونه‌ها را به شش رخساره متفاوت تقسیم می‌کند. برای رسم دیاگرام پایپر و تعیین رخساره هیدروشیمیایی آب زیرزمینی منطقه از داده‌های مربوط به غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها بر حسب درصد میلی اکی‌والان بر لیتر در نرم افزار RockWorks14 استفاده شد.

۲-۲- شاخص‌های کیفیت آب آبیاری

در کشاورزی، آب به عنوان یک منبع مهم که برای رشد گیاه مورد نیاز است در نظر گرفته می‌شود [۲۳]. از آنجایی‌که دشت عباس یکی از بزرگترین دشت‌ها و قطب‌های کشاورزی در استان ایلام بوده، به همین دلیل در این منطقه ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی برای اهداف کشاورزی مورد توجه قرار گرفت. مناسب بودن آب‌های زیرزمینی برای آبیاری مشروط به اثرات آن بر ترکیبات معدنی خاک و گیاه است. درواقع نمک می‌تواند از لحاظ فیزیکی، با محدود کردن جذب

1- Total Dissolved Solids
2- Total Hardness
3- Permeability Index
4- Sodium Adsorption Ratio
5- piper

جدول ۱- خطر نسبت جذبی سدیم برای استفاده آبیاری[۶]

Table 1. Sodium adsorption ratio hazard for irrigation usage of water.

محدودیت(Limitation)	خطر قلیاییت (alkalinity hazard)	نسبت جذبی سدیم(SAR)
استفاده برای محصولات حساس به سدیم (products for sodium-sensitive)	کم(low)	1-10
نیاز به آبشویی(need to leaching)	متوسط(moderate)	10-18
نامناسب برای استفاده مداوم(unsuitable for continuous use)	زیاد(high)	18-26
نامناسب(unsuitable)	خیلی زیاد(very high)	>26

آب از طریق تغییر فرآیندهای اسمزی، رشد گیاه را محدود کرده و از لحاظ شیمیایی، با تاثیر مواد سمی بر فرآیندهای متابولیک گیاه بسیار مضر باشد [۲۱]. به‌منظور بررسی مناسب بودن آب منطقه برای اهداف آبیاری پارامترهایی مانند نسبت جذبی سدیم (SAR)، شاخص نفوذپذیری (PI) و درصد سدیم (Na ٪) محاسبه شد که در زیر به آن‌ها پرداخته شده است:

۲-۲-۱- خطر قلیایی و شوری(SAR)

هدایت الکتریکی و غلظت سدیم دو عامل بسیار مهم در طبقه‌بندی آب آبیاری می‌باشند. نمک بالا در آب، علاوه بر تاثیر مستقیم بر رشد گیاهان، با تغییر ساختمان خاک، نفوذپذیری و هوادهی به طور غیر مستقیم نیز رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مثلا باعث افزایش فشار اسمزی شده و جذب آب توسط ریشه را با مشکل مواجه می‌کند [۲۱]. غلظت نمک بالا در آب منجر به تشکیل خاک شور شده، در حالی که غلظت سدیم بالا منجر به توسعه یک خاک قلیایی می‌شود. میزان بالای سدیم در آب ممکن است اثرات مضری در بسیاری از خاک‌ها داشته و به مدیریت خاص منابع آب و خاک، مانند استفاده از گچ، نیاز دارد. همچنین میزان بی‌کربنات بالا و کلسیم نسبتا کم در آب آبیاری نیز خطرناک محسوب می‌شود [۱۸]. خطر نسبت جذبی سدیم در جدول شماره یک بیان شده و این پارامتر از طریق معادله شماره یک قابل محاسبه است:

$$SAR = \frac{Na^{+}}{[(Ca^{2+}+Mg^{2+})]^{0.5}} \qquad (۱)$$

۲-۲-۲-شاخص نفوذپذیری(PI)

استفاده طولانی مدت از آب آبیاری میزان نفوذپذیری خاک تحت تاثیر محتویات آب آبیاری (کلسیم، منیزیم، سدیم و بی‌کربنات) می‌تواند تغییر کند[۱۰]. لذا به منظور بررسی میزان تاثیر این یون‌ها بر نفوذپذیری خاک، شاخص نفوذپذیری محاسبه و ارزیابی گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- پارامترهای کیفی آب زیرزمینی چاه‌های مطالعاتی

Table 3- Groundwater quality parameters of study wells

پارامتر(parameters)	واحد (Unit)	نام چاه ها(wells symbol)										
		D1	D7	F4	G3	H5	H9	I7	J13	J9	L11	L15
اسیدیته (pH)	-	7.13	7.36	7.1	6.33	7	7.66	7.9	7.43	6.55	7.26	7.42
هدایت الکتریکی (EC)	cm^{-1}) (µmhos میکروموس برسانتی متر	2430	1730	2460	3090	2140	1430	1670	1630	4650	11630	1410
کل موادجامدحل شده (TDS)	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	1661	1177	1721	2554	2160	1004	1068	1027	4094	9520	874
کلسیم(Ca^{+2})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	242	174	222	464	198	115	144	142	640	736	96
منیزیم(Mg^{+2})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	20	27	57	34	16	27	19	40	83	213	17
سدیم(Na^{+})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	268	197	190	170	222	159	190	167	345	1330	160
پتاسیم(K^{+})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	5	4	8	3	7	3	7	6	3	6	3
سولفات$(SO4^{-2})$	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	494	401	623	1112	399	260	281	339	1609	3036	227
کلرید(Cl^{-})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	396	252	276	248	260	260	240	256	508	1520	228
بی‌کربنات$(HCO3^{-})$	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	180	190	154	190	290	104	220	166	260	198	96
سختی کل(TH)	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	686.6	545.6	788.9	1298.5	560.2	398.3	437.8	519.2	1939.6	2714.3	309.7
درصد سدیم(%Na)	(%)درصد	51	50	41.5	25.8	51.7	53.3	54.7	48.7	32.5	58.5	59.1
نسبت جذبی سدیم(SAR)	-	23.4	19.7	16.1	10.8	21.5	18.9	21.1	17.5	18.2	61.1	21.3
شاخص نفوذپذیری(PI)	-	53.1	53	43.2	27.5	54.8	56.2	58	33.8	51.5	58.2	49

پارامتر(Parameter)	واحد (Unit)	نام چاه ها(Wells symbol)									
		L6C	L9	N12	N12D	O12	O12-C	O14	R14	R14-D	S16
اسیدیته(pH)	-	7.92	6.93	-	7.42	6.3	7.91	7.22	7.04	7.5	6.56
هدایت الکتریکی(EC)	cm^{-1}) (µmhos میکروموس برسانتی متر	1410	3050	8030	2610	4980	1420	6880	3520	3090	11490
کل موادجامدحل شده(TDS)	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	875	2160	6682	1835	4341	914	5573	9520	2388	875
کلسیم(Ca^{+2})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	117	317	896	229	656	114	608	696	352	848
منیزیم(Mg^{+2})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	26	32	156	67	169	20	116	34	29	68
سدیم(Na^{+})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	170	302	820	230	294	159	800	133	321	1810
پتاسیم(K^{+})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	3	6	12	10	5	3	5	13	5	6
سولفات$(SO4^{-2})$	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	272	797	2556	547	1878	245	2092	1593	888	1942
کلرید(Cl^{-})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	240	320	1216	340	508	240	944	188	396	2832
بی کربنات$(HCO3^{-})$	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	150	290	206	286	258	112	160	254	186	194
سختی کل(TH)	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	399.1	923.2	2879.3	847.5	2333.5	367	1995.5	1877.8	998.3	2397.3
درصد سدیم(%Na)	(%)درصد	54.7	46.9	44.2	44.8	26.6	54.7	52.6	16.7	46.1	66.5
نسبت جذبی سدیم (SAR)	-	20.1	22.9	35.8	18.9	14.5	19.4	42.1	7	23.3	84.6
شاخص نفوذپذیری(PI)	-	59	62.2	44.6	46.9	27.7	57.9	53.3	17.3	47.7	66.9

دانین[1] [۱۹۶۴]، آب آبیاری را بر اساس شاخص نفوذپذیری(PI) طبقه‌بندی کرد[۵]. شاخص نفوذپذیری مطابق زیر تعریف می‌شود:

$$PI = \left\{ \frac{[(Na^{+})+(HCo3^{-})^{0.5}]}{[(Ca^{2+})+((Mg^{2+})+(Na^{+}))]} \right\} * 100 \quad (۲)$$

۲-۲-۳-درصد سدیم(%Na)

محتوای سدیم، معمولا تحت عنوان درصد سدیم یا سدیم محلول

1- Doneen

www.SID.ir

Archive of SID

در آب بیان می شود (معادله سه):

$$Na\% = \left\{\frac{[(Na^{+})+(k^{+})]}{[(Ca)^{2+}+(Mg^{2+})+(Na^{+})+(k^{+})]}\right\} * 100 \qquad (۳)$$

درصد سدیم مهم‌ترین عامل تعیین کننده مناسب بودن آب‌های زیرزمینی به عنوان منبع آبیاری است. کیفیت آب آبیاری براساس درصد سدیم درطبقه بندی زیر بیان شده است:

جدول ۲- طبقه‌بندی کیفی آب آبیاری براساس درصد سدیم[۲]

Table 2- Classification of water suitability for irrigation based on Na%.

طبقه بندی(Classification)	درصد سدیم(Na٪)
عالی(Excellent)	<20
خوب(Good)	20-40
مجاز(Permissible)	40-60
مشکوک(Doubtful)	60-80
نامناسب(Unsuitable)	>80

نتایج

نتایج آزمایش هیدروشیمیایی نشان داد که یون‌های سدیم(Na^{+}) و سولفات(SO_4^{-2}) یون‌های غالب هستند(جدول شماره سه). هدایت الکتریکی(EC) نمونه‌ها در محدوده ۱۴۱۰ تا ۱۱۶۳۰ میکروموس بر سانتی‌متر (میانگین ۳۸۴۵/۲ میکروموس بر سانتی‌متر) قرار گرفته است. pH نمونه‌ها نیز از محدوده نسبتا اسیدی تا قلیایی مشاهده شد و از۶/۳ تا ۷/۹۲ (میانگین ۷/۲) متغیر بود. همچنین میزان باقیمانده خشک (TDS) نیز در محدوده ۸۷۴ تا ۹۵۲۰ میلی‌گرم بر لیتر (میانگین ۲۹۵۳/۵ میلی‌گرم بر لیتر) قرار داشت.

۳-۱- رخساره هیدروشیمیایی

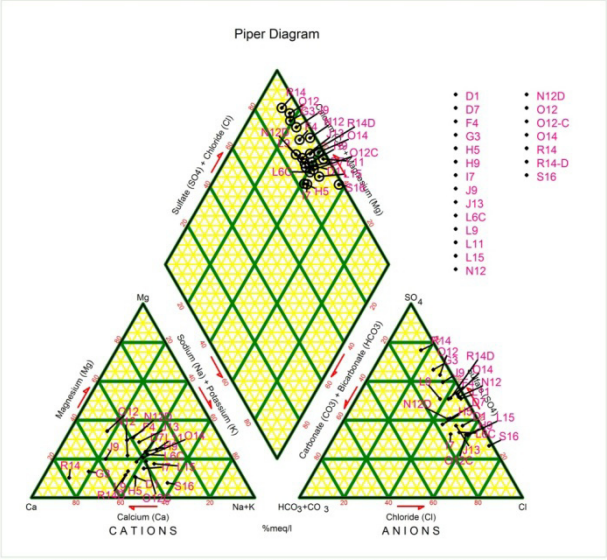
بر اساس دیاگرام پایپر(شکل سه)، در گروه کاتیون‌ها اکثر نمونه‌ها در محدوده نوع Ca^{+2} و $Na^{+}+K^{+}$ و راجع به آنیون‌ها نیز همه‌ی نمونه‌ها در محدوده نوع Cl^{-}، SO_4^{-2} و $HCO3^{-}$ قرار می‌گیرند. در نهایت برازش اطلاعات کیفی نمونه‌ها روی لوزی مرکزی دیاگرام نشان می‌دهد که نوع غالب رخساره هیدروشیمیایی آب زیرزمینی منطقه کلسیم سولفاته(Ca-SO_4)یا سولفات کلرات- کلسیم منیزیم بوده که نوع معمول حاصل از آب‌های سطحی و زهکشی معادن گچ می‌باشد. نتیجه بدست آمده با تحقیق گوتام و همکاران[۷] مطابقت دارد.

۳-۲- بررسی کیفیت آب

از آنجایی‌که آب زیرزمینی منطقه غالبا مورد استفاده کشاورزی و شرب قرار می‌گیرد، بررسی مناسب بودن کیفیت آب منطقه برای این دو هدف در دستور کار قرار گرفت.

۳-۲-۱-بررسی کیفیت آب زیرزمینی برای استفاده شرب

از آنجا که کیفیت آب‌های زیرزمینی ممکن است توسط عوامل مختلف کاهش یابد، قابلیت شرب آن باید از طریق استانداردهای



شکل۳- دیاگرام پایپر چاه‌های مطالعاتی منطقه دشت عباس

Figure 3- Piper diagram of Dasht'abas area study wells

خاص کنترل شود. در این بخش، غلظت‌های مشاهده شده از ترکیبات عمده آب‌های زیرزمینی منطقه دشت عباس با حدود توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای تعیین مناسب بودن آب برای مصرف انسان در جدول شماره(۴) مقایسه شده است.

مطابق جدول شماره(۴)، اکثر چاه‌ها از لحاظ اسیدیته بدون محدودیت بوده و تنها دو چاهک G3 و O12 دارای حد اسیدی و کمتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی بودند. از لحاظ شوری و باقیمانده خشک نیز اکثر چاهک‌ها مقادیر بالایی داشته و تنها چاه‌های L15، L6C، O12-C، S16 و H9 در محدوده مجاز قرار گرفتند. همچنین چاه‌های، L15، L6C، O12-C، I7 و H9 از نظر سختی، چاه‌های L6C، L15، O12-C، I7، R14 و G3 از نظر میزان کلرید، چاه‌های L6C، L15، O12-C، I7، J3،H9،G3، R14، D7 و F4 از نظر میزان سدیم و چاه‌های L6C،L15، O12-C، I7، J13،H9،H5 از نظر میزان سولفات موجود در آب شرب دارای حد مجاز بودند. توجه به این نکته ضروری است که با توجه به عدم اندازه‌گیری غلظت نیترات و کربنات موجود در آب منطقه، نمی‌توان با قطعیت در مورد مناسب بودن آب منطقه برای استفاده شرب تصمیم گرفت.

۳-۲-۲-بررسی کیفیت آب زیرزمینی برای استفاده کشاورزی

مناسب بودن آب های زیرزمینی برای آبیاری مشروط به اثرات آن بر ترکیبات معدنی خاک و گیاه است. غلظت های بالای نمک در آب می‌تواند ساختار خاک را تغییر داده و باعث کاهش نفوذپذیری خاک و هوادهی شده، در نتیجه رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد[۲۳]. همچنین باعث افزایش فشار اسمزی محلول خاک و محدود کردن جذب آب توسط گیاه می شود[۲۲].

۳-۲-۲-۱- خطر قلیایی و شوری(SAR)

1- Gautam et al

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه پارامترهای کیفی آب زیرزمینی منطقه با حدود توصیه شده سازمان بهداشت جهانی برای استفاده شرب

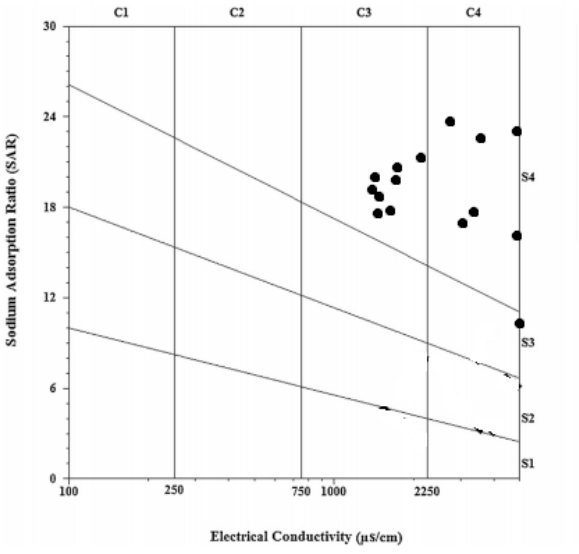
Table 4- Comparison of groundwater quality parameters with the World Health Organization recommended limits for drinking

پارامتر(Parameter)	واحد(Unit)	حد سازمان بهداشت جهانی(WHO Limit)	محدوده مشاهداتی نمونه‌ها(Observation range of samples)	میانگین مشاهدات(Average of observations)	ارزیابی کیفیت(Quality assessment)
اسیدیته (pH)	-	6.5- 8.5	6.3- 7.92	7.2	۹۰/۵درصد چاه‌ها در محدوده مجاز (Within the prescribed limit for 90.5% samples)
هدایت الکتریکی (EC)	cm^{-} (µmhos میکروموس[1] برسانتی متر	1500	1410- 11630	3845.2	۱۹ درصد چاه‌ها در محدوده مجاز (Within the prescribed limit for 19% samples)
کل مواد جامدحل شده (TDS)	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	1000	874- 9520	2953.5	۱۹ درصد چاه‌ها در محدوده مجاز (Within the prescribed limit for 19% samples)
سختی کل (TH)	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	500	309.7- 2879.3	1200.8	۲۳/۸ درصد چاه‌ها در محدوده مجاز (Within the prescribed limit for 23.8% samples)
کلرید (Cl^{-})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	250	188- 2832	555.6	۲۸/۵ درصد چاه‌ها در محدوده مجاز (Within the prescribed limit for 28.5% samples)
سدیم (Na^{+})	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	200	133- 1810	401.8	۴۷/۶ درصد چاه‌ها در محدوده مجاز (Within the prescribed limit for 47.6% samples)
سولفات($SO4^{-2}$)	(mgl^{-1}) میلی گرم برلیتر	400	227-3036	1028.1	۳۳/۳ درصد چاه‌ها در محدوده مجاز (Within the prescribed limit for 33.3% samples)

آزمایشگاه شوری ایالات متحده آمریکا(USSL[1]) برای تخمین خطر قلیاییت آب آبیاری با استفاده از نسبت جذب سدیم نموداری را ارائه کرده است[۱۸]. داده‌های تحلیلی نمونه‌های مشاهداتی چاه‌ها در این نمودار(شکل-۴) آورده شده است. همانطور که گویاست، اکثر نمونه‌ها در کلاس C3-S4 (شوری زیاد و قلیاییت خیلی زیاد) و C4-S4 (شوری خیلی زیاد و قلیایت خیلی زیاد) قرار دارند که توصیه می‌شود از آب زیرزمینی منطقه برای آبیاری خاک با نفوذپذیری بالا و کشت گیاهان مقاوم به شوری استفاده شود.

۳-۲-۲-۲- شاخص نفوذپذیری(PI)

دومنیکو و شوارتز[2]، به طبقه‌بندی آب آبیاری بر اساس شاخص نفوذپذیری پرداختند و این طبقه‌بندی شامل سه کلاس مناسب(PI > 75)، نسبتا مناسب(75>PI>25) و نامناسب(25 > PI) بود[۴]. براساس شکل شماره پنج و مقادیر محاسبه شاخص نفوذپذیری در جدول شماره سه، همه نمونه‌ها در کلاس دو قرار گرفته و نفوذپذیری تقریبا مناسبی داشتند. نتایج مشابهی در بررسی کیفیت آب زیرزمینی



شکل۴- دیاگرام USSL چاه‌های مطالعاتی منطقه دشت عباس

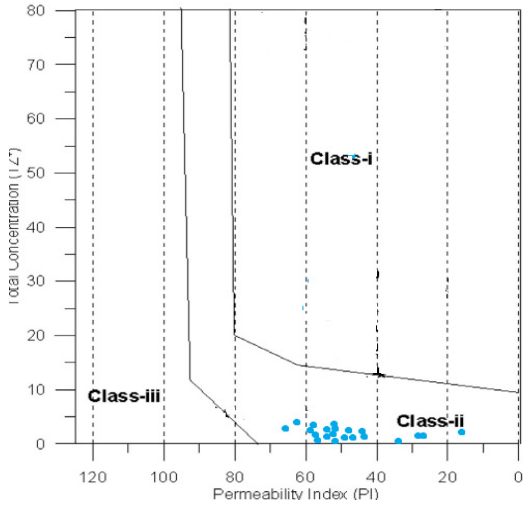
Figure 4- USSL diagram of Dasht'abas area study wells

1- US Salinity Laboratory

2- Domenico and Schwartz

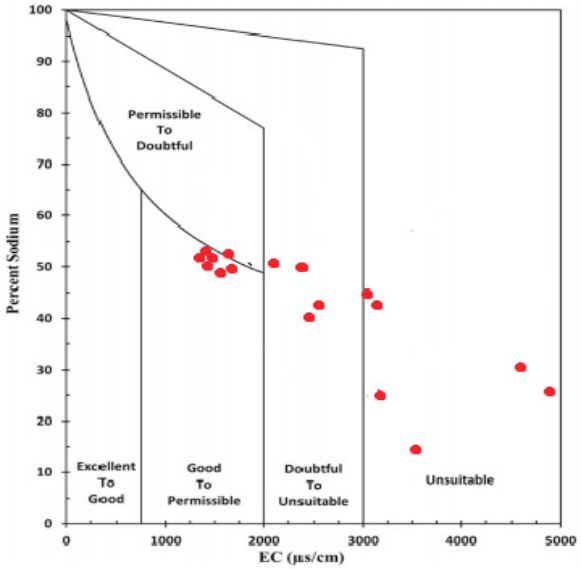
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵- طبقه‌بندی آب آبیاری بر اساس شاخص نفوذپذیری(Doneen,1964)

Figure 5- Doneen (1964) classification of irrigation water based on the permeability index (PI).



شکل۶- طبقه‌بندی آب آبیاری بر اساس درصد سدیم و هدایت الکتریکی(Wilcox ,1948)

Figure 6- Suitability of groundwater for irrigation based on sodium percentage and electrical conductivity (Wilcox, 1948)

حوضه آبریز رود سوبارنارخا در هند بدست آمد که در آن ۱۷ درصد نمونه‌ها در کلاس دو قرار داشتند[۷].

۳-۲-۲-۳- درصد سدیم(%Na)

نمودار ویلکاکس[1]، برای طبقه‌بندی آب زیرزمینی از درصد سدیم و هدایت الکتریکی استفاده می‌کند که بر اساس آن آب زیرزمینی به پنج طبقه عالی تا خوب، خوب تا مجاز، مجاز تا مشکوک، مشکوک تا نامناسب و نامناسب تقسیم می‌شود[۲۴]. همانطور که در شکل شماره(۶) پیداست، اکثر نمونه‌ها در دو محدوده خوب تا مجاز (چاه‌های D7، H9، I7، J13، L15، L6C و O12-C) و مشکوک تا نامناسب (چاه‌های D1، F4، H5 و N12D) و نامناسب (R14-D، G3، L9، J9، O12 و R14) قرار دارند. همچنین چاه‌های S16، O14، N12 و L11 به دلیل میزان EC بالا، خارج از این طبقه‌بندی و شامل طبقه‌بندی نامناسب می‌شوند. نتیجه بدست آمده در تطبیق با نتایج ارزیابی کمی و کیفی آب زیرزمینی حوضه کاشان می‌باشد که در آن ۵۲/۴ درصد نمونه‌ها از نظر درصد سدیم در محدوده مجاز قرار داشتند[۱۲].

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس دیاگرام پایپر نوع غالب رخساره هیدروشیمیایی آب زیرزمینی منطقه کلسیم سولفاته($Ca\text{-}SO_4$) تعیین شد. بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی، از میان چاه‌های منطقه تنها چاه‌های L6C، O12-C، L15 و H9 دارای قابلیت شرب می‌باشند. شاخص‌های مختلف بکار گرفته شده جهت سنجش کیفیت آب زیرزمینی برای استفاده کشاورزی نیز نشان داد که آب زیرزمینی منطقه دارای شاخص نفوذپذیری متوسط بوده و بایستی برای آبیاری خاک با نفوذپذیری کافی و کشت گیاهان مقاوم به شوری بکار گرفته شود. همچنین چاهک‌های L6C، O12-C، L15 و H9 از نظر خطر سدیم و تغییر ساختمان خاک نیز دارای وضعیت خوب تا مجاز بودند.

1- Wilcox

منابع

1. Abkavosh Sarzamin consulting engineers., 2013. First phase report of Dasht Abbas drainage Studies.

2. Arumugam, K., Elangovan, K., 2009. Hydrochemical characteristics and groundwater quality assessment in Tirupur region, Coimbatore district, Tamil Nadu, India. Environ. Geol. 58 (7), 1509–1520.

3. Baghvand, A., Nasrabadi, T., Bidhendi, G.N., Vosoogh, A., Karbassi, A. and Mehrdadi, N., 2010. Groundwater quality degradation of an aquifer in Iran central desert. *Desalination*, *260*(1), pp.264-275.

4. Domenico, P.A., Schwartz, F.W., 1990. Physical and Chemical Hydrogeology, vol. 824. Wiley, New York.

5. Doneen, L.D., 1964. Notes on Water Quality in Agriculture. Water Science and Engineering Paper 4001,

www.SID.ir

Archive of SID

16. Rajesh, R., Brindha, K., Murugan, R., Elango, L., 2012. Influence of hydrogeochemical processes on temporal changes in groundwater quality in a part of Nalgonda district, Andhra Pradesh, India. Environ. Earth Sci. 65, 1203–1213.

17. Rajmohan, N., Elango, L., 2006. Hydrogeochemistry and its relation to groundwater level fluctuation in the Palar and Cheyyar river basins, southern India. Hydrol. Processes 20, 2415–2427.

18. Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, US Department of Agriculture Handbook 60.

19. Salinity Laboratory Staff, U.S., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No. 60, USDA

20. Shokoohi, r., hoseinzadeh, a., roshanaie, a., alipour, m., hoseinzadeh, s. 2012. Aydaghmush Dam Lake water quality study using the Water Quality Index (NSFWQI) and balance of nutrients. Journal of Health and Environment, Journal of Environmental Health Research Association, 4(4), 439-450.

21. Singh, P., Tiwari, A.K. and Singh, P.K., 2014. Hydro chemical characteristic and quality assessment of groundwater of Ranchi Township area, Jharkhand, India. *Current World Environment*, *9*(3), p.804.

22. Thorne, D.K., Peterson, H.B., 1954. Irrigated Soils. Constable and Company, London.

23. Tiwari, A.K., Singh, P.K. and Mahato, M.K., 2013. Chemistry of groundwater and their adverse effects on human health: A review. *Indian Journal of Health and Wellbeing*, *4*(4), p.923.

24. Todd, D.K., Mays, L.W., 2005. Groundwater Hydrology. Wiley, New Jersey.

25. World Health Organization (WHO), 2011. Guidelines for Drinking-Water Quality, 4th ed., Geneva, Switzerland.

26. Wilcox, L.V., 1948. The Quality of Water for Irrigation Use. Technical Bulletin 1962. United States Department of Agriculture, Washington

Department of Water Sciences and Engineering, University of California, California.

6. Ebrahimi, M., Kazemi, H., Ehtashemi, M. and Rockaway, T.D., 2016. Assessment of groundwater quantity and quality and saltwater intrusion in the Damghan basin, Iran. *Chemie der Erde-Geochemistry*.

7. Gautam, S.K., Maharana, C., Sharma, D., Singh, A.K., Tripathi, J.K. and Singh, S.K., 2015. Evaluation of groundwater quality in the Chotanagpur plateau region of the Subarnarekha river basin, Jharkhand State, India. Sustainability of Water Quality and Ecology, 6, pp.57-74.

8. Ghaderi, z., and hezarkhani, a., 2012. hydrochemical classification of groundwater Chahardoli Qorveh. Journal of water research in agriculture. 26: 4.417-423. (In Persian)

9. Guo, H., Wang, Y., 2004. Hydrogeochemical processes in shallow quaternary aquifers from the northern part of the Datong basin, China. Appl. Geochem. 19, 19–27.

10. Ishaku J M. Ezeigbo H I. 2010. Seasonal Variation in Chromium hexavalent and Copper Contamination in Groundwater of Jimeta-Yola Area, Northeastern Nigeria. Global J. Geol. Sci 8(2): 143-154.

11. Ishaku, I., Ahmed, A., Abubakar, M., 2011. Assessment of groundwater quality using chemical indices and GIS mapping in Jada area, Northwestern Nigeria. J. Earth Sci. Geotech. Eng. 1 (1), 35–60.

12. Jamshidzadeh, Z. and Mirbagheri, S.A., 2011. Evaluation of groundwater quantity and quality in the Kashan Basin, Central Iran. Desalination, 270(1), pp.23-30.

13. Karanth, K.R., 1989. Hydrogeology. Tata McGraw-Hill, New Delhi.

14. Nasrabadi, t., and abasi maede, p., 2013. Evaluation of groundwater quality in Tehran Using the World Health Organization Quality Index. Journal of humans and the environment. 26. 1- 12. . (In Persian).

15. Piper, A.M., 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. Eos. Trans. Am. Geophys. Union 25 (6), 914–928.

www.SID.ir

Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

Iran-Watershed Management Science & Engineering

Vol. 12, No. 40, Spring 2018

سال دوازدهم- شماره ۴۰- بهار ۱۳۹۷

Abstract

Investigation of Groundwater Quality in the Area of Irrigation and Drainage Networks for Agricultural and Drinking Purposes (Case Study: DASHTEABAS)

A.Hosseini[1], P. Poormohammad[2] and E.Yarmohamadi[3]

Received:2016/07/12 Accepted : 2017/12/26

Recognizing quality of groundwater as one of the most important and vulnerable sources of water supply in recent decades is a necessary and important issue. Water purification is sensitive and time consuming; therefore, investigation of the quality of groundwater supply is essential. In this research, in order to study chemical compounds of groundwater, 21 observed wells were sampled in the summer of 2013 year and important parameters of samples were measured and calculated for agricultural and drinking uses. Also Piper diagram was used to determine hydrochemical facies of the groundwater area. The results showed that dominant type of groundwater hydrochemical facies of region was calcium sulfate (Ca-S04). According to World Health Organization standard, among wells of region just H9, L15, O12, and L6C wells was suitable for drinking use and these wells in terms of sodium hazard and change of soil structure for agriculture use, had a good to admissible situation . Also, groundwater of that region had moderate permeability index; therefore, it should be used for soil irrigation with sufficient permeability and cultivation of salt tolerant plants.

Keywords: Groundwater quality, Electrical conductivity, Hydrochemical facies, DASHTEABAS.

1.Assistant Professor Department of Water Engineering, University of Ilam. Corresponding Author E-mail: ar.hoseini@yahoo.com
2. Master expert of Irrigation and Drainage, Mirab Zagros Consulting Engineers.
3. Director of Protection and Utilization, Regional Water Company, ILAM Province.

www.SID.ir