بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران
۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹
The 23rd Symposium of Geological Society of Iran
10-11 November, 2020

بررسی هیدروژئوشیمی آب زیرزمینی دشت یزد – اردکان و تغییرات آن در اثر فعالیت‌های انسانی

۱-حسن ولی نیا۲- حمیدرضا ناصری۳- نرگس بیات

۱-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آب‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی hassanvalinia@gmail.com ۲- استاد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۳- دانشجوی دکتری هیدروژئولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران Hamidrezanassery@yahoo.com Nbayat87@yahoo.com

چکیده

آب‌های زیرزمینی به دلیل گستردگی و کیفیت خوب منبع اساسی برای انسان‌ها هستند. کیفیت آب در مناطقی که به عنوان منبع آب شرب هستند، اهمیت زیادی دارد. شیمی آب‌های زیرزمینی یک آبخوان تحت تأثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی متعددی و نیز رابطه بین یونی حاکم در هر منطقه قرار دارد. سطح و کیفیت آب‌های زیرزمینی همیشه متغیر بوده که برخی از تغییرات ناشی از پدیده طبیعی و برخی دیگر به دلیل فعالیت‌های بشر است. به این منظور داده‌های ۹۰ نمونه‌برداری از منابع آبی دشت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بررسی کیفیت نمونه‌های آب نشان دهنده کاهش کیفیت منابع آب گستره مورد مطالعه با گذشت زمان می‌باشد.

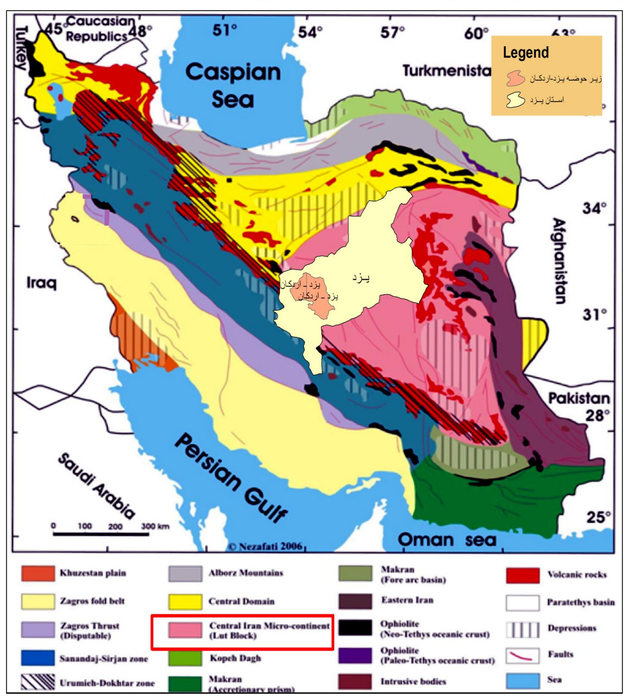
کلمات کلیدی: آب زیرزمینی، هیدروژئوشیمی، فعالیت های انسانی، دشت یزد– اردکان.

In arid regions, groundwater is the main source of drinking water due to its good quality and stability. The quality of groundwater is important, especially in the regions where supplied by groundwater. The chemical properties of the groundwater in an aquifer are influenced by several physical and chemical factors as well as the ionic relationship prevailing in each region. The variability of groundwater quality depends on human activities and environmental factors. For this purpose, the data of 90 samples of water resources of the plain have been analyzed. Assessing the quality of water samples indicates deterioration in the water quality for the study area over time.

Key Words: Groundwater, hydrogeochemistry, human activities, Ardakan-Yazd plain

مقدمه

در بسیاری از کشورها آب‌های زیرزمینی منبع اصلی تأمین آب بخش‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی می‌باشند. تخمین زده می‌شود که تقریباً یک سوم جمعیت جهان از آب‌های زیرزمینی برای شرب استفاده می‌کنند [1]. مطالعات قبلی نشان داد که حدود ۶۵٪ از مصارف جهانی خانگی، ۲۰٪ آبیاری و ۱۵٪ مصارف صنعتی از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود [2]. کیفیت آب زیرزمینی در یک منطقه به ترکیب ژئوشیمیایی لایه‌های سنگی زمینه‌ای، کیفیت آب تغذیه‌ای، فرآیندهای برهم کنش خاک و آب، برهم کنش فاز خاک و گاز، سنگ‌های موجود در منطقه غیر اشباع و تعامل آن‌ها با آب تغذیه‌ای، زمان اقامت در سفره آبخوان و فرآیندهایی که در خود آبخوان اتفاق می‌افتد، بستگی دارد[3].آب‌های زیرزمینی و آلودگی‌های مربوط به آن، به‌عنوان منبع مهم آب آشامیدنی توجه بسیاری را به خود جلب کرده است [4] . بزرگ‌ترین تهدید برای حفظ منابع آب شیرین کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی است که برای برآوردن نیازهای جمعیت انسانی که به سرعت در حال رشد است، استفاده می‌شود. نظارت بر کیفیت آب یکی از ابزارهای مهم برای توسعه پایدار است و اطلاعات مهمی را برای مدیریت آب فراهم می‌کند. ارتباط بین آلودگی کشاورزی و آب‌های زیرزمینی کاملاً ثابت شده است[5] .آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط فعالیت‌های انسانی، از قبیل شهرنشینی و فعالیت‌های کشاورزی، یک مشکل در مناطق خشک و نیمه خشک است. دشت یزد – اردکان، گستره مورد مطالعه، در قسمت غربی استان یزد واقع شده است و از جمله شهرستان‌های واقع در این محدوده شهرستان‌های یزد، اردکان، میبد، تفت و مهریز می‌باشند. بر طبق تقسیم حوضه‌های آبریز، گستره مورد مطالعه دشت یزد در حوضه آبریز درجه یک فلات مرکزی و حوضه آبریز درجه ۲ کویر سیا کوه واقع شده است [6](شکل ۱) که در معرض آلاینده‌های مختلف انسانی، صنعتی و کشاورزی قرار دارد. صنایع موجود در این دشت را می‌توان بر اساس نوع صنعت به هشت گروه زیر تفکیک کرد: ۱) صنایع فلزی، ۲) صنایع غیر فلزی، ۳) صنایع ماشین سازی، ۴) نساجی، ۵) صنایع سلولزی، ۷) صنایع شیمیایی و ۸) کشاورزی [9][8][7]. حوضه آبریز یزد – اردکان با مساحت ۱۲۰۵۴ کیلومتر مربع در استان یزد واقع است. این منطقه به علت واقع بودن در زیر مرکز فشار زیاد جنب استوائی دارای بارندگی کم و نوسانات درجه حرارت زیاد است.



شکل ۱- موقعیت استان یزد و دشت یزد – اردکان در تقسیم بندی ساختاری ایران توسط اشتوکلین [10]

مواد و روش کار

داده‌های مورد استفاده (۹۰ نقطه نمونه‌برداری شامل چاه، چشمه و قنات [14]) که شامل منابع آب زیرزمینی که نمونه‌برداری از آن‌ها صورت گرفته شامل چهار گروه چاه عمیق، چاه نیمه عمیق، قنات و چشمه می‌باشند.

با توجه به کافی نبودن اطلاعات از بین ۱۴۷۰ برداشت در طول ۱۰سال، حدود ۸۰۰ نمونه‌گیری انتخاب شده و از آن‌ها برای رسم نقشه‌های کیفی آب زیرزمینی استفاده شده است.

مقدار غلظت یون‌های مختلف در منابع آب زیرزمینی با هم متفاوت بوده است. از این‌رو در جدول ۱ مقادیر حداکثر و حداقل غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی برای این منابع به‌صورت جداگانه آورده شده است. در جدول ۲ نیز مقادیر حداکثر، حداقل و متوسط غلظت سایر پارامترهای کیفی نشان داده شده است.

جدول ۱: غلظت یون‌های مختلف در منابع آب زیرزمینی آبخوان یزد – اردکان (از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰)

یون	سولفات (mg/l)		بی کربنات (mg/l)		کلر (mg/l)		کلسیم (mg/l)		سدیم (mg/l)		منیزیم (mg/l)		سدیم (mg/l)	
مقادیر	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر
چاه عمیق	6728.6	70	1249	619.7	68.3	233.7	6647.3	24.14	1318.53	1014	27.2	193.1	789.2	15.8	193.27	4402	43.12	763.29
چاه نیمه عمیق	7103	1499	3586.3	341.6	131.76	211.7	4805	2703	3621	718.6	62.2	481.3	675.4	221	403	2823	1626.6	2157.7
قنات	4060.8	20.16	1230.1	732	91.5	275.7	3553.9	15.97	1042.8	431.2	35.2	126.7	520.8	12.6	125.1	2488	14.3	748.4
چشمه	319.68	20.16	165.2	292.8	190.32	242.1	78.1	22	60.22	73.4	36.8	58	71	15.8	42	76.56	19.14	51.96

جدول ۲: شاخص‌های کیفی آب‌های زیرزمینی آبخوان یزد–اردکان (از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰)

مقادیر	هدایت الکتریکی (µmoh/cm)			pH			سختی(mg/l)			مواد جامد محلول(mg/l)		
	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل
چاه عمیق	52682	440	5247.2	8.82	6.5	7.66	3975	151	964.57	14485	7.88	3249
چاه نیمه عمیق	16522	10795	13620	8.12	7	7.56	2898.8	1191	2210.8	10450	7289	8931
قنات	14710	308	4552.3	8.39	7.07	7.87	3928	123.4	642.6	9414	170	2979
چشمه	907	382	727.9	7.49	7.09	7.54	298.1	158.9	250	622	214	447

بحث

با توجه به استاندارد [17][16][15] WHO و استاندارد کشاورزی ایران [18] میزان سدیم این نمونه‌ها برای شرب و کشاورزی مناسب نیست. بر اساس استاندارد کیفیت منابع آب ایران میزان متوسط هدایت الکتریکی و غلظت کلسیم نمونه‌ها [14]بیشتر از استاندارد برای مصرف شرب است اما برای کشاورزی مناسب می‌باشد، ولی غلظت سایر پارامترها نیز از نظر مصرف شرب (Cl ،NO3 ،Na ، SO4، Ca ،Mg) و کشاورزی (Cl ،Na ، SO4،Mg) بیشتر از غلظت استانداردهای موجود می‌باشند (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه پارامترهای شیمیایی آب زیرزمینی در منابع آبی مختلف با استانداردهای مختلف شرب و کشاورزی

پارامتر	WHO (2006-1993)	استاندارد کشاورزی ایران	استاندارد کیفیت منابع آب ایران		متوسط غلظت نقاط نمونه‌برداری شده	
			شرب	کشاورزی	داده‌های سال ۸۱ تا ۹۰	
					چاه عمیق	قنات
pH	۸/۵-۶/۵	۸/۵-۶/۵	۸/۵ – ۶/۵	۸/۴-۶/۵	۷/۶۶	۷/۸۷
EC	۲۵۰۰	۶۰۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰۰	۵۲۵۷/۲	۴۵۵۲/۳
Cl	۴۰۰	۶۰۰	–	–	۱۳۱۸/۵۳	۱۰۴۲/۸
NO_3	۵۰	محدودیت ندارد	۵۰	–	-	-
SO_4	۴۰۰	۵۰۰	۲۵۰	–	۱۲۴۹	۱۲۳۰/۱
Na	۱۰۰	۲۵۰	–	–	۷۶۳/۲۹	۷۴۸/۴
Ca	۷۵	۲۰۰	–	–	۱۹۳/۱	۱۳۶/۷
Mg	۵۰	۱۰۰	–	–	۱۹۳/۲۷	۱۲۵/۱
Fe	۰/۲	۵	۰/۳	۵	-	-

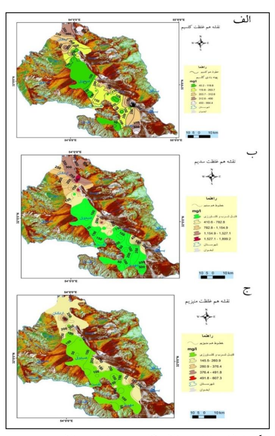
تغییرات مکانی آلودگی آبخوان یزد - اردکان

در اکثر نواحی آبخوان میزان یون سدیم نسبت به کلسیم و منیزیم بیشتر بوده است. یون سدیم در نواحی جنوبی آبخوان دارای غلظت کمتری بوده و با حرکت به سمت نواحی شمالی آبخوان و در مسیر جریان آب زیرزمینی بر غلظت آن افزوده شده است. در بخش‌های مرکزی آبخوان غلظت یون سدیم بیشتر از غلظت یون کلسیم و غلظت یون کلسیم نیز اندکی از یون منیزیم بیشتر بوده، ولی در بخش‌های شمالی بعد از یون سدیم غلظت یون منیزیم بیشتر بوده و یون کلسیم دارای کمترین غلظت است. در نواحی شمالی غلظت یون سدیم با فعالیت صنایع غذایی، شیمیایی و غیر فلزی انطباق خوبی نشان داده است. یون کلسیم در نواحی مرکزی آبخوان و در شهر یزد که کشاورزی و کشت گلخانه‌ای بیشترین گسترش را دارد، بیشترین غلظت را دارا می‌باشد(شکل ۲).

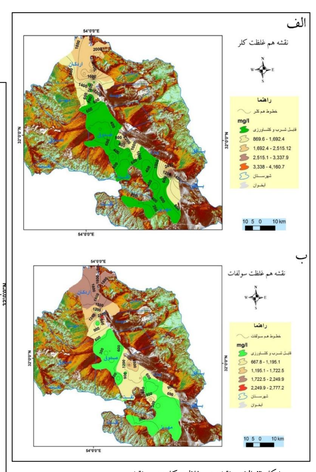
در گستره شهرهای مهریز و صدوق غلظت یون بی‌کربنات نسبت به سولفات و کلر در آب‌های زیرزمینی بیشتر بوده است. در حاشیه جنوب شرقی شهر یزد یون کلر غلظت بیشتری داشته و در سایر نواحی مانند اردکان، میبد و یزد میزان یون‌های کلر و سولفات بالا بوده و میزان بی‌کربنات کاهش یافته است (شکل ۳). در ادامه تمام اطلاعات نقشه های تهیه شده با هم ترکیب و یک نقشه که دارای ارزش پنج از نظر حد استاندارد بوده تهیه گردیده است. بر اساس استانداردهای مورد استفاده از بین این پنج ارزش تنها مکان‌هایی که با ارزش یک نشان داده شده‌اند ازنظر شرب و کشاورزی مناسب بوده و مکان‌های که با ارزش دو نشان داده شده‌اند، تا حدودی از نظر کشاورزی قابل استفاده می‌باشند. در نهایت با توجه به جدول ۴، نقشه آلودگی آب زیرزمینی آبخوان یزد – اردکان برای سال ۹۰ تهیه شده است (شکل ۴). در این نقشه مناطق نامطلوب آب زیرزمینی با دوایری مشکی رنگ نشان داده شده است. طبق نقشه، به سمت شمال آبخوان میزان املاح آب زیرزمینی افزایش و کیفیت منابع آب زیرزمینی کاهش یافته است.

جدول ۴: وزن دهی به یون‌های مختلف برای تهیه نقشه آلودگی آب زیرزمینی آبخوان یزد – اردکان (سال ۹۰)

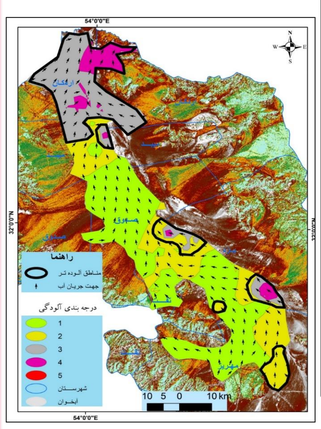
نام یون	منیزیم	کلسیم	سدیم	سولفات	کلر
وزن لایه (٪)	۱۵	۱۷	۲۰	۲۲	۲۶



شکل ۲: الف – نقشه هم غلظت کلسیم ، ب – نقشه هم غلظت سدیم، ج – نقشه هم غلظت منیزیم در گستره یزد – اردکان.



شکل ۳: الف – نقشه هم غلظت کلر، ب – نقشه هم غلظت سولفات در گستره یزد – اردکان



شکل ۴: نقشه آلودگی آب‌های زیرزمینی در گستره یزد – اردکان

نتیجه گیری

افزایش استفاده از منابع آب زیرزمینی، افزایش واحدهای صنعتی در گستره مورد مطالعه و خشکسالی‌های توأماً در سطح گستره باعث کاهش مداوم کیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی در آبخوان یزد - اردکان شده است. نمودار پایپر آبخوان یزد - اردکان کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی در این آبخوان را نشان می‌دهند. با توجه به بررسی های انجام شده، غلظت یون‌های مختلف در نمونه‌های آب برداشت شده از آبخوان یزد – اردکان در سال‌های ۸۱ تا ۹۰ بسیار بالا بوده است که نشان دهنده کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی آبخوان با گذشت زمان می‌باشد. آبخوان در بخش‌های شمالی دشت یزد – اردکان از نظر استاندارد مصرف شرب و کشاورزی نامطلوب می‌باشد. در نواحی شمالی دشت یزد - اردکان مقدار غلظت سدیم نمونه‌های آب با فعالیت صنایع غذایی، شیمیایی و غیر فلزی گستره مورد مطالعه انطباق خوبی نشان می‌دهد. یون کلسیم نیز در نواحی مرکزی آبخوان و در گستره شهر یزد که کشاورزی و کشت گلخانه‌ای بیشترین گسترش را دارند، غلظت بیشتری دارد.

منابع

[1]. United Nations Environment Program (UNEP), 1999. Global environment outlook 2000. UK: Earthscan
[2]. Adimalla, N., Vasa, S.K., Li, P., 2018. Evaluation of groundwater quality, Peddavagu in Central Telangana (PCT), South India: an insight of controlling factors of fluoride enrichment. Journal of Modeling Earth Systems and Environment. 4, 841-852.
[3]. Freeze, A.R., Cherry, J.A., 1979. Groundwater. Prentice-Hall, Inc. Englewood cliffs, New Jersey (p. 604).
[4]. Trellu, C., Mousset, E., Pechaud, Y., Huguenot, D., van Hullebusch, E.D., Esposito, G., Oturan, M.A., 2016. Removal of hydrophobic organic pollutants from soil washing/flushing solutions: A critical review. Journal of Hazardous materials 306, 149-174.
[5] Hamilton, P. A., & Helsel, D. R., 1995. Effects of agriculture on ground-water quality in five regions of the United States. Journal of Ground Water, 33, 217–226.

[6]. سرتاج، م.، ۱۳۸۷، مطالعه هیدروژئولوژی استان یزد با تأکید بر مکان‌یابی محل‌های دفن پسماند ویژه، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان.
[7]. سودایی زاده، ح.، ۱۳۸۱، بررسی زیست‌محیطی منابع آلوده‌کننده آب و خاک در حوضه دشت یزد – اردکان، دانشگاه یزد.
[8]. اردکانیان، ر.، ۱۳۸۱، راهبرد توسعه پایدار در امور آب و فاضلاب، همایش راهبردی توسعه پایدار در بخش‌های اجرایی کشور، انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست.
[9]زارعی محمود آبادی، ه.، ۱۳۹۰، شناسایی منابع آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت یزد – اردکان، اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان کرمان.
[10] . Stocklin, J., 1968, Structural history and tectonic or Iran: a review, American association of petroleum geologist Bulletin 52, pp 1229- 1258.

[11]آقانباتی، ع.، 1383 ، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[12]. قبادیان، ع.، ۱۳۶۱، سیمای طبیعی استان یزد در ارتباط با مسائل کویری، انتشارات دانشگاه جندی شاپور.
[13] . سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین شناسی یزد - اردکان، با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰
[14]. شرکت آب منطقه ای استان یزد، ۱۳۹۰، گزارش نهائی مطالعات منابع آب محدوده مطالعاتی دشت یزد - اردکان.

[15]. WHO, 1993, Guidelines for Drinking Water Qualify. World Health Organization, Geneva.
[16].WHO, 2000, Air quality guidelines for Europe, second ed. WHO Regional Publications. European Series, No. 91.
[17]. World Health Organization, 2005, WHO Air Quality Guidelines Global Update2005: Report on a Working Group Meeting, WHO Regional Office for Europe, Germany.
[18]. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور (معاونت نظارت راهبردی، دفتر نظام فنی اجرایی) و دفتر استانداردها و معیارهای فنی معاونت آب و آبفای وزارت نیرو. ۱۳۸۸. راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی. انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور.