Environment and
Water Engineering
ISSN: 2476-3683

محیط زیست و مهندسی آب
شابک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

تأثیرسازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت شرب منابع آب زیرزمینی مجتمع روستایی آرندان، سنندج

محمدحسین قبادی، آوا عثمان‌پور و علی‌اکبر عباسی

دوره ۶، شماره۲، تابستان ۱۳۹۹، صفحات ۱۸۴- ۱۷۳

Vol. 6(2), Summer 2020, 173 – 184

DOI: 10.22034/jewe.2020.230964.1360

The Effect of Geological Formations on the Drinking Quality of Groundwater Resources of Arandan Rural Complex, Sanandaj, Iran

Ghobadi M. H., Osmanpour A. and Abbasi A. A.

www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

قبادی م. ح.، عثمان‌پور آ.، و عباسی ع. ا. (۱۳۹۹). تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت شرب منابع آب زیرزمینی مجتمع روستایی آرندان، سنندج. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۲، صفحات: ۱۸۴-۱۷۳.

Citing this paper: Ghobadi M. H., Osmanpour A. and Abbasi A. A. (2020). The effect of geological formations on the drinking quality of groundwater resources of Arandan Rural Complex, Sanandaj, Iran. Environ. Water Eng., 6(2), 173–184. DOI:10.22034/jewe.2020.230964.1360.

مطالعه تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت شرب منابع آب زیرزمینی مجتمع روستایی آرندان، سنندج

محمدحسین قبادی*[۱]، آوا عثمان‌پور[۲] و علی‌اکبر عباسی[۳]

[۱]استاد، گروه زمین‌شناسی مهندسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
[۲]دانشجوی دکتری، گروه زمین‌شناسی مهندسی (ژئوتکنیک)، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
[۳]کارشناسی‌ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران
***نویسنده مسئول**: amirghobadi@yahoo.com

مقاله اصلی
تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۲/۲۴] **تاریخ بازنگری:** [۱۳۹۹/۰۵/۱۱] **تاریخ پذیرش:** [۱۳۹۹/۰۵/۱۶]

چکیده

با توجه به بحران آب و اهمیت د ستر سی به آب با کیفیت منا سب و قابل شرب در ک شور به‌خ صوص در چند دهه اخیر، برر سی کیفیت آب و شناسایی عوامل مؤثر در کاهش کیفیت جهت برنامه‌ریزی بهینه امر مهمی به شمار می‌رود. در بیش‌تر مناطق روستایی ایران، آبخوان‌ها مهم‌ترین منابع تأمین آب شرب محسوب می شوند که کیفیت آب آن‌ها تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی قرار دارند. از جمله عوامل طبیعی سازندهای زمین‌شناسی و از جمله عوامل انسانی آلاینده‌های مرتبط با واحدهای صنعتی، فعالیت‌های شهری، فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه می‌باشند. در پژوهش حاضر سعی شده است بین زمین‌شناسی و کیفیت منابع آب زیرزمینی به‌منظور ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی رابطه برقرار شود. به‌منظور صحت‌سنجی نتایج پژوهش، ابتدا با انجام مطالعات صحرایی، زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی منطقه و منابع آلاینده احتمالی موجود شناسایی‌شد. سپس با آزمون‌های آزمایشگاهی مشخصه‌های شیمیایی آب مانند pH، TDS، سختی کل، میزان آنیون‌ها، کاتیون‌ها و کدورت، آب چاه اصلی مجتمع آرندان و سه منبع تأمین آب ثانویه در منطقه (چاه روستای آرندان، چشمه صوفیان، چشمه نوره) تعیین شد. در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار CHIMESTRY و EXCEL رده‌بندی آب انجام و تیپ آب و نوع سنگ منشأ مشخص شد. مطابق رده‌بندی انجام شده تیپ آب‌های زیرزمینی منطقه بی‌کربنات کلسیک - منیزیک است که با سازندهای آهکی و رسوبات کربناته گسترش یافته در ارتفاعات ناحیه مرتبط می‌باشد. نتایج نشان داد که از چهار نمونه مورد مطالعه آب چاه اصلی تأمین آب مجتمع آب‌رسانی آرندان، چشمه صوفیان و نوره برای آشامیدن منا سب بودند؛ و آب چاه رو ستای آرندان علیرغم متأثر بودن از زمین شنا سی منطقه به دلیل موقعیت نامنا سب و واقع شدن درمجاورت چاه‌های فاضلاب روستایی و محتوی مقدار نیترات بیش از حد مجاز، برای شرب نامناسب تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: آب آشامیدنی؛ تیپ آب؛ جنس؛ واحدهای سنگی؛ کیفیت فیزیکی و شیمیایی.

۱- مقدمه

ایران در زمره کشورهای با محدودیت منابع آب به شمار می‌آید، بخش چشم‌گیری از آب در کاربری‌های گوناگون از سفره‌های آب زیرزمینی تأمین می‌شود. به همین سبب برخورداری از آب زیرزمینی با کیفیت مطلوب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Moridi et al. 2016). همچنین یکی از اهداف سازمان جهانی آب، تأمین آب آشامیدنی سالم تا سال ۲۰۲۵ برای عموم است (Anonymous 2008). بیشترین جمعیتی که از نعمت آب شرب سالم محروم هستند در آسیا و آفریقا و در روستاها ساکن هستند (Sepehr 2006). حدود ۷۲٪ از سطح زمین با آب پوشیده شده است. از این مقدار حدود ۹۷٪ در اقیانوس ها و دریا ها قرارگرفته و بیش‌از حد شور و غیرقابل‌شرب هستند و حدود ۲/۴٪ در یخچال‌های طبیعی و قطب‌ها قرارگرفته‌اند؛ بنابراین کم‌تر از ۱٪ منابع آبی برای شرب، کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی در دسترس است. دسترسی به آب آشامیدنی سالم در بسیاری از کشورهای دنیا موضوع مهمی است. طبق آمار سازمان جهانی بهداشت سالانه ۱/۱ میلیارد نفر در جهان به منابع آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند (Heidari et al. 2010).

آب آشامیدنی سالم باید دارای شاخص‌های کیفی مناسبی (مانند خواص فیزیکی و شیمیایی) باشد. یکی از این شاخص‌ها، مقدار غلظت یون‌های اصلی در آب است. سازمان‌هایی نظیر سازمان بهداشت جهانی، وزارت نیرو و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استانداردهایی برای املاح محلول و آلاینده های مختلف در آب شرب ارائه کرده‌اند (Anonymous 2008. Anonymous 2006). کیفیت آب شرب پارامتر مهمی است، برای شناخت دقیق کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی انجام آنالیز شیمیایی آب و استفاده از نمودارهایی مانند پایپر و استیف و انطباق خصوصیات آن با استاندارد ملی و جهانی ضروری می‌باشد. ولی زمین شناسان با شناخت شرایط زمین‌شناسی منطقه قبل از انجام آنالیز شیمیایی، میکروبی و فیزیکی آب زیرزمینی می‌توانند به‌طورکلی تیپ آب های زیرزمینی را مشخص کنند (Ghobadi 2015).

در سال ۱۳۸۵ شاخص بهره‌مندی از آب آشامیدنی سالم در روستاهای ایران ۶۷/۴۸٪ اعلام‌شده است (Anonymous 2007). در اکثر مناطق مطالعات گسترده‌ای بر روی کیفیت آب انجام‌شده است به‌عنوان مثال Ebrahimi et al. (2003) کیفیت میکروبی- شیمیایی آب شرب شهر راوند را بررسی نمودند، آن‌ها در پژوهش خود نشان دادند که پارامترهای کلسیم، منیزیم، سختی و سولفات بیش از حد مجاز می‌باشند. Hossein Majdi et al. (2015) به بررسی کیفیت میکروبی و فیزیکی و شیمیایی آب شرب روستاهای شهرستان تکاب پرداختندکه مشخص شد آب این روستاها تقریباً در محدوده استاندارد ملی آب قرارگرفته است و فقط در برخی از روستاها سختی آب بالاتر از حد مطلوب بود. Mohammadzadeh et al. (2017) تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت بجستان را موردمطالعه قراردادند که بیانگر تأثیر سازندهای زمین‌شناسی در تعیین نوع تیپ آب زیرزمینی بود. همچنین تحقیق Piran Qarni Namin et al.(2018) بر روی تأثیر سازندهای زمین‌شناسی روی کیفیت آب زیرزمینی بیانگر این بوده است که خصوصیات شیمیایی سازندهای زمین‌شناسی تأثیرگذارترین عامل بر کیفیت منابع آب زیرزمینی می باشد. Alper and Orhan (2017) به بررسی تأثیر فاکتورهای زمین شناسی و تأثیر آن‌ها بر سلامت انسان در کوه مونت آدا ترکیه پرداختند که نتایج این مطالعه تأثیر فرآیندهای دگرسانی و عوامل انسانی در کاهش کیفیت آب شرب این منطقه را نشان داده است. همچنین در تحقیقی که توسط Karabi et al. (2011) در ۵ شهر استان بوشهر انجام‌گرفته است؛ با بررسی کیفیت آب که در این پژوهش از نوع خورنده می‌باشند به لزوم توجه به نوع آب در انتخاب سیستم آب‌رسانی را به‌منظور کاهش خسارات احتمالی و انجام اقدامات لازم موردتوجه قرار داده است. Madhav et al. (2017) همچنین کیفیت آب جهت مصارف کشاورزی و شرب را در روستاهای منطقه اوتار پرادش هند موردمطالعه قراردادند. نتایج این پژوهش نشان داد با توجه به شاخص TDS همه نمونه‌ها دارای کیفیت مناسب برای شرب و کشاورزی بودند درحالی‌که با توجه به توسعه کشاورزی در این منطقه و استفاده از کودهای کشاورزی نیترات دارو

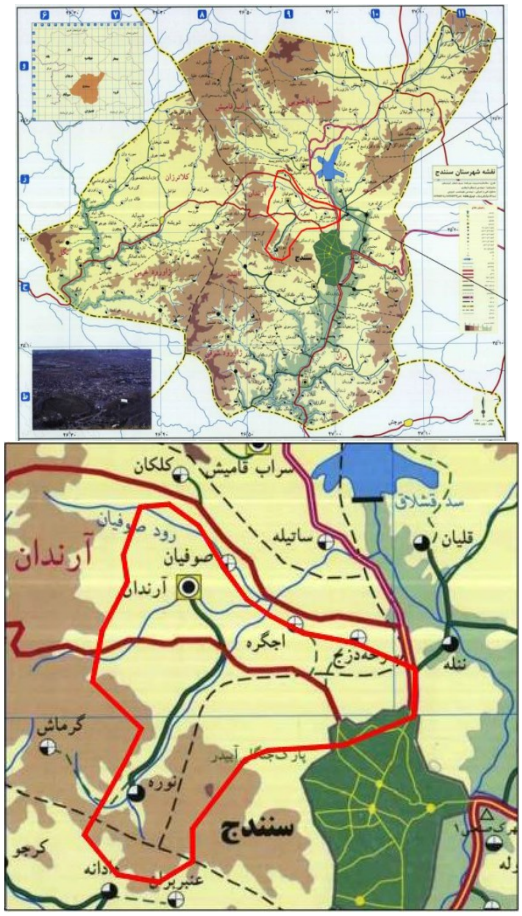
همچنین فاضلاب خانگی در ۴۰٪ نمونه‌ها میزان نیترات بیش‌تر از حد مجاز به‌دست‌آمده است. این مطالعه به تأثیر عوامل طبیعی و انسانی بر روی کیفیت آب را موردمطالعه قرار داده است.در مطالعه‌ای دیگر Ketata et al. (2011) روند تغییرات متغیرهای هیدروشیمیایی آب زیرزمینی لایه آبدار گیبس (جنوب شرقی تونس) در دوره‌ی آماری ۲۰۰۳-۱۹۵۵ با نرم‌افزارGIS بررسی کردند. نتایج نشان داد میزان شوری و سایر متغیرهای شیمیایی در طول زمان تغییر کمی کرده و در جهت حرکت آب زیرزمینی روند کاهشی داشت و وضعیت شیمیایی آبخوان بیش‌تر به جنس سنگ‌های تشکیل‌دهنده آن ارتباط داشت.

در این پژوهش به بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب مجتمع روستایی آرندان واقع در شمال شرق شهر سنندج بر اساس استانداردهای ملی و جهانی پرداخته شده است و با بررسی ساختار زمین‌شناسی تأثیر آن بر تیپ آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه قرارگرفته است. علاوه بر این جهت صحت سنجی نتایج سایر منابع آلاینده احتمالی از نظر تأثیر بر کیفیت منابع آب منطقه نیز شناسایی شده است. منطقه مورد مطالعه روستاهای زیادی واقع شده‌اند که منبع اصلی تأمین آب آن‌ها از آب‌های زیرزمینی شامل چشمه و چاه تأمین می‌گردد. مجتمع آب‌رسانی آرندان جهت تأمین آب شرب ۶ روستای پرجمعیت منطقه که در سال‌های اخیر با توجه به نزدیکی به شهر سنندج و پتانسیل توسعه و افزایش جمعیت آن‌ها تحت پوشش قرار داده است. با توجه به افزایش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی در محدوده طرح مورد مطالعه لزوم بررسی کیفیت آب در شرایط فعلی جهت برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح منابع آب موجود و جلوگیری از آلودگی این منابع در آینده امری ضروری بشمار می‌آید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه موردمطالعه

منطقه مورد مطالعه در شمال و شمال غربی شهر سنندج دارای مختصات جغرافیایی ´۳۰ و° ۳۵ تا ´۱۸ و °۳۵ عرض های شمالی و´۵۰ و° ۴۶ تا ´۰۵ و° ۴۷ طول‌های خاوری قرارگرفته است (شکل ۱). روستاهای مشمول طرح آب‌رسانی مجتمع آب‌رسانی آرندان شامل: روستاهای کلکان، صوفیان، آرندان، سرخه دزج، اجگره و نوره می‌باشند. مشخصات روستاها در جدول (۱) نشان داده‌شده است. محدوده مورد مطالعه به لحاظ ساختاری جز مناطق مرتفع و ارتفاعات منطقه به‌صورت تپه ماهوری در بخش شرقی و کوهستانی در بخش غرب و شمالی دیده می‌شوند. بارش سالانه منطقه ۴۵۸/۴ mm و نوع اقلیم منطقه از روش دمارتن نیمه‌خشک و به روش آمبرژه نیمه‌خشک سرد می‌باشد. ۱۵٪ مصارف آبی در حوضه آبریز آرندان مربوط به آب آشامیدنی می‌باشد (Anonymous 2018). محل تأمین آب اصلی مجتمع چاه واقع در اراضی روستای سرخه دزج (چاه اصلی مجتمع آرندان) می‌باشد. در مواقع بحرانی و قطع منبع اصلی آب شرب روستاها از چاه‌ها و چشمه‌های محلی تأمین می‌شود؛ که در این مقاله دو چشمه و یک چاه با در نظر گرفتن پراکندگی مناسب در منطقه و جهت مقایسه مورد آنالیز قرارگرفته است.

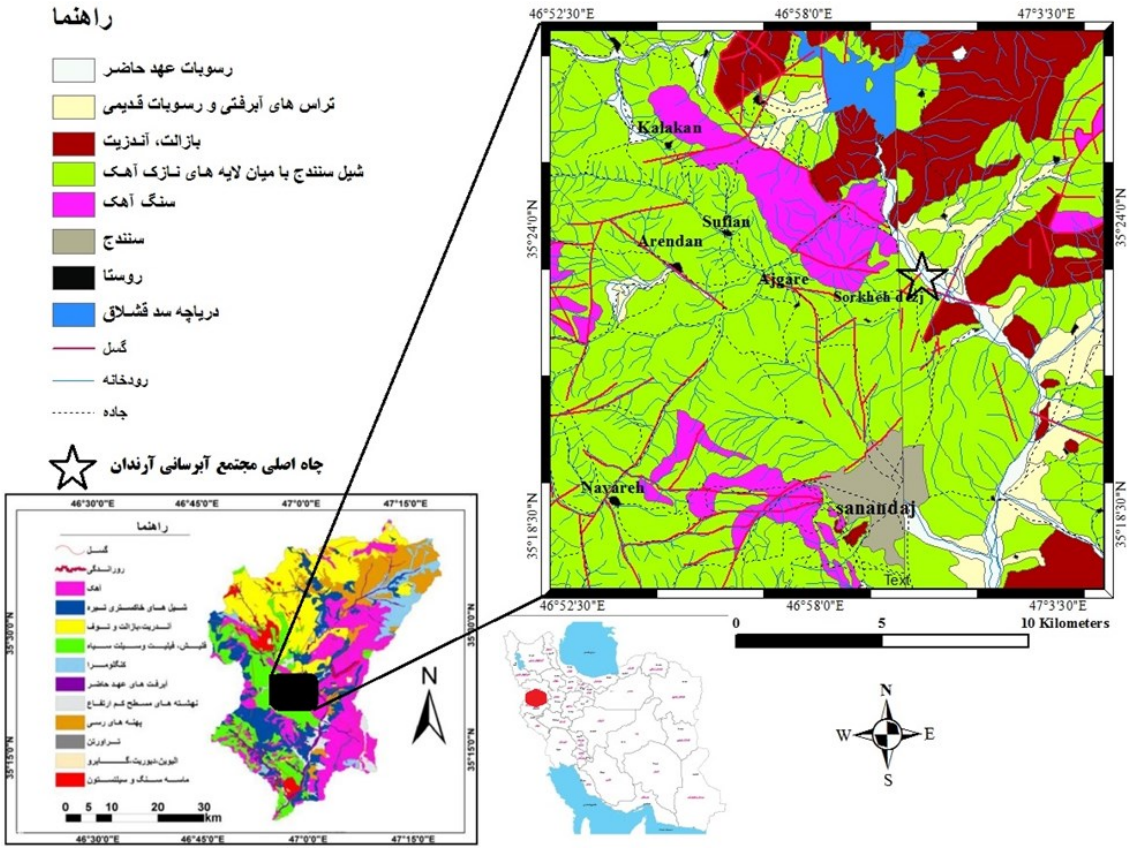


شکل ۱- منطقه مورد مطالعه
Fig. 1 The study area in Iran

جدول ۱- موقعیت روستاهای تحت پوشش مجتمع آب‌رسانی آرندان

Table 1 Location of the villages under coverage of the Arandan Rural Complex

نام روستا	Longitude			Latitude		
	″	′	°	″	′	°
آرندان	58	54	46	11	23	35
اجگره	42	57	46	23	22	35
صوفیان	03	56	46	45	23	35
سرخه دزج	09	59	46	09	22	35
کلکان	47	54	46	25	25	35
نوره	26	53	46	48	18	35



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه (برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ سنندج)

Fig. 2 Geological map of the region (taken from 1: 100000 and 1: 250,000 geological map of Sanandaj

۲-۲- مطالعات صحرایی

۲-۲-۱-زمین‌شناسی و هیدرولوژی منطقه

محدوده مورد مطالعه در شمال غربی شهر سنندج بین طول های جغرافیایی ′ ۵۰ °۴۶ و ′ ۰۵ °۴۷ و عرض های جغرافیایی ′ ۱۸ °۳۵ و ′ ۳۰ °۳۵ واقع‌شده است و به لحاظ تقسیمات ساختاری واقع در زون سنندج سیرجان می‌باشد (Aghanbati 2004). راستای اصلی گسل‌های منطقه در امتداد راستای گسل اصلی زاگرس است. واحدهای زمین شناسی منطقه مربوط به کرتاسه بالایی و بر اساس نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ (شکل ۲) سنندج شامل، شیل سیاه سنندج با لایه‌های آهکی و ماسه سنگی در محدوده روستاهای آرندان، نوره و صوفیان، لایه‌های نازک آهک ماسه‌ای و شیل در محدوده روستای نوره، ماسه‌سنگ نازک لایه و کنگلومرای تیره‌رنگ و سخت‌تر نسبت به

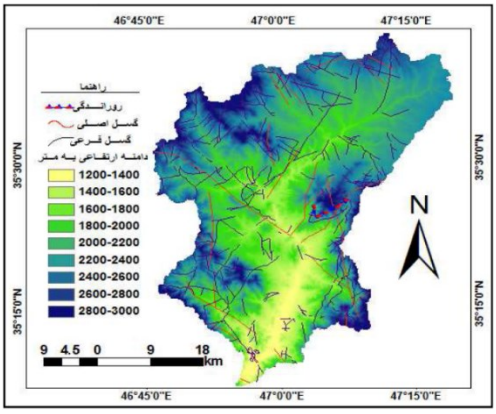
واحدهای شیلی منطقه در بخش غربی و ابتدای سرشاخه‌های حوضه آبریز، آهک میکرایتی با لایه‌های آهکی آلی تخریبی به‌صورت محدود در شمال شرق و جنوب منطقه، واحد فلیش واقع در شمال غربی منطقه و آبر فت های جوان در بخش غربی روســـ تای آر ندان و مسیل‌های عهد حاضر در منطقه قابل مشاهده می‌باشند (Sanandaj Geological Map Report, Azizi and Moein Vaziri 2010). وجود گسل با امتداد شمال شرقی-جنوب غربی که باعث جابه‌جایی مسیر رودخانه شده است خود عامل تغذیه رسوبات محل احداث چاه شده است. رژیم رودخانه ساتیله دائمی بوده و حداکثر دبی لحظه‌ای آن ۲۱۸ m^3/s و دارای عمق متوسط ۱ m می‌باشد (Sanandaj City Water and Sewerage Company Report). همچنین طی بازدید انجام‌گرفته و با استفاده گوگل ارث کم‌ترین فاصله چاه اصلی مجتمع آرندان از رودخانه ۲۷۵ m اندازه‌گیری شد.

ویژگی‌های هیدروژئولوژیک به وجود آب سطحی دائمی (رودخانه ساتیله)، گسترش رسوبات واریزه‌ای و دشت سیلابی و قرار گرفتن چاه اصلی مجتمع در پایین‌دست سد قشلاق سنندج وابسته است. با توجه به وضعیت ارتفاعی منطقه و قرارگیری واحدهای آهکی در ارتفاعات و همچنین نقشه هیدرولوژی محدوده مطالعاتی می‌توان تغذیه دشت را در سه مدل توضیح داد. مدل اول تغذیه از واحدهای آهکی با در نظر گرفتن شیب هیدرولیکی، مدل دوم جهت غالب جریان‌های سطحی و قرار گرفتن محل احداث چاه اصلی مجتمع در مسیر یکی از سرشاخه‌های اصلی رودخانه قشلاق، مدل سوم با توجه به وجود رودخانه دائمی ساتیله در شرق چاه اصلی مجتمع و قطع شدن رودخانه در امتداد مسیر چاه توسط گسل (شکل ۵) را می‌توان از منابع تأمین آب چاه در نظر گرفت.با توجه به عمق زیاد لایه‌های آبرفتی و بافت پراکنده این واحد در محل عبور گسل فوق و پوشش کامل منطقه توسط باغ‌ها امکان تشخیص نوع گسل وجود نداشت. با توجه به مطالعات صحرایی و بررسی‌های انجام‌شده در ترانشه‌ها و حفاری‌های انجام‌شده در منطقه عمق آبرفت از ۱۰ تا ۴۰ m برآورد شده است(شکل ۳)؛ که به‌صورت درشت‌دانه در تماس با سنگ‌بستر شیلی، به‌تدریج ریزدانه در بالا و در آخرین سکانس رسوبی متوسط دانه و در بعضی قسمت‌ها با میان لایه‌های رسوبی دشت سیلابی حاوی قلوه‌سنگ‌های بزرگ می‌باشد.

شکل ۳- محل توسعه چاه اصلی مجتمع (واحدهای آبرفتی منطقه)

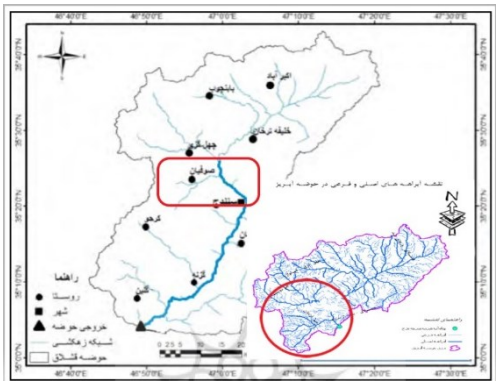
Fig. 3 Main well development site of the (complex (alluvial units of the region

همان‌طور که از نقشه گسل‌ها و مدل ارتفاعی منطقه قابل‌مشاهده است (شکل ۴)، جهت غالب شکستگی‌ها در منطقه به‌موازات جهت اصلی راندگی زاگرس در امتداد شمال غرب-جنوب شرقی و جهت بعضی گسل‌های فرعی در محدوده مورد مطالعه از جمله گسل عبوری از رودخانه ساتیله شمال شرقی-جنوب غربی می‌باشد (Report behind the Geological Map 1: 100000 Sanandaj).



شکل ۴- نقشه پراکندگی گسل‌ها و مدل ارتفاعی منطقه (Yamani et al., 2017)

Fig. 4 Fault distribution map and elevation model of the region (Yamani et al., 2017)



شکل۵- حوزه آبریز اصلی و فرعی منطقه موردمطالعه

Fig. 5 Main and sub-catchment area of the study area

جدول ۲- نیاز آبی منطقه

Table 2 Area water needs

نام روستا	Water demand, l/s	Available water, l/s	LPCD, l/s
آرندان	4.6	2	142
اجگره	0.8	0	133
صوفیان	0.63	0	95
سرخه دزج	2.5	منبع آب چاه مجتمع	157
کلکان	1.14	0	101
نوره	1.5	0	116

جدول ۳- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب

Table 3 Results of chemical analysis of water samples

محل نمونه‌برداری	علامت اختصاری	کدورت	EC, µm/cm	pH	(ppm) TDS	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	$HCO3^{-}$	Cl^{-}	$SO4^{2-}$	T, °C	Q, m^3/S
چاه اصلی مجتمع	w1	0.37	478.1	7.21	306	98	15.1	0.01	146	14.2	32	18.9	22
چشمه صوفیان	w2	0	328.5	7.15	210.2	60	6.11	0.01	86	4.1	54	20.1	0.5
چاه روستای آرندان	w3	2.17	713.9	7.16	457	128	34	0.01	122	95.5	74	15.5	0.4
چشمه نوره	w4	0.92	346.5	7.5	221.8	80	11	0.01	104	5.6	63	21	0.35

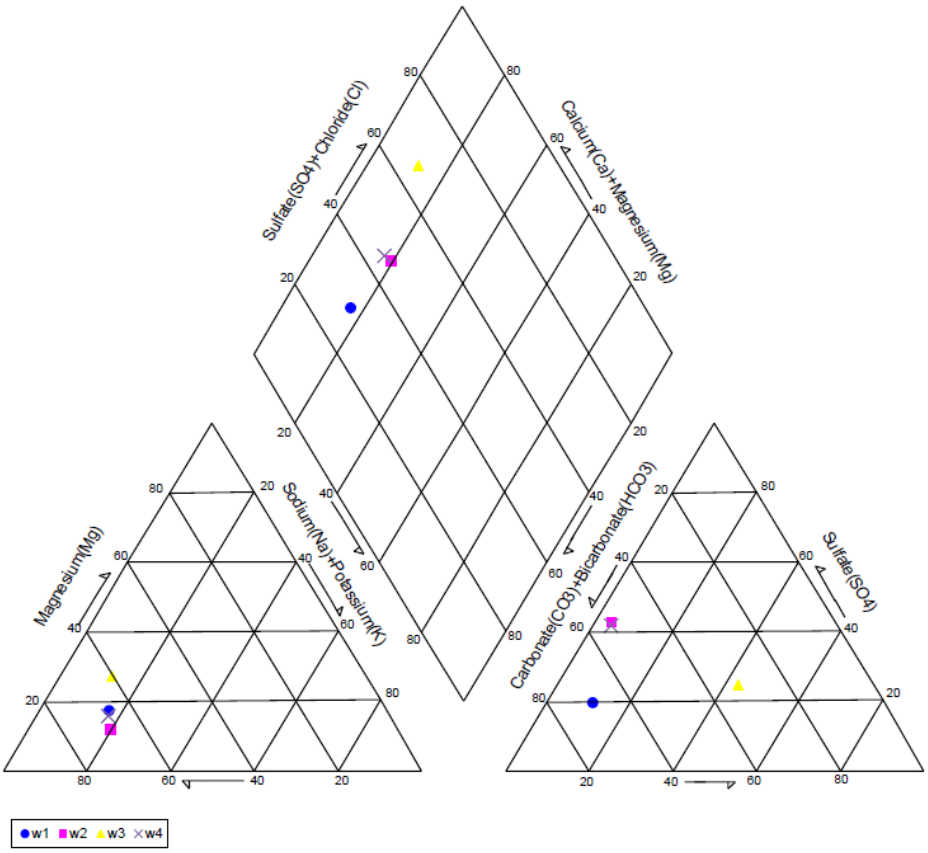
۲-۳- مطالعات آزمایشگاهی

آب آشامیدنی روستاهای منطقه از آب زیرزمینی (چاه و چشمه) تأمین می‌شود. بر اساس مطالعات میدانی و تحقیقات انجام‌شده در کل ۹۲٪ کل آب شرب روستاهای محدوده طرح از چاه اصلی مجتمع آرندان واقع در اراضی روستای سرخه دزج و ۸ ٪ آن‌که به‌صورت جزئی از محل چشمه‌های طبیعی و چاه‌های روستایی می‌باشد. جهت برآورد تیپ غالب آب منطقه و قابل استناد بودن به کل

منطقه، سه منبع دیگر علاوه بر منبع اصلی (چاه اصلی مجتمع) شامل دو چشمه نوره و صوفیان و چاه روستای آرندان که از لحاظ پراکندگی جغرافیایی منطقه را پوشش دهند، مورد بررسی قرار گرفتند. منابع اصلی تأمین آب منطقه مورد مطالعه سه چاه با میزان دبی مجموع m^3/d ۲۲۰۰ و ۴ چشمه با دبی m^3/d ۱۸۰ هستند. طبق آمار سازمان آب و فاضلاب روستایی شهر سنندج میزان مصرف سالانه آب آشامیدنی مجتمع در سال m^3 ۷۴۰۹۴۴ در سال ۹۷ گزارش‌شده‌است (Sanandaj Water and Sewerage Company report)(جدول ۲). به‌منظور پایش وضعیت آب آشامیدنی منطقه آزمون‌های فیزیکی-شیمیایی مطابق با جمعیت تحت پوشش و آخرین ویرایش استاندارد ملی ۱۰۵۳ و دستورالعمل پایش و نمونه‌برداری شرکت آبفای کشور توسط کارشناسان شرکت آب و فاضلاب و در آزمایشگاه مستقر در این شرکت انجام شده است. نتایج آزمون‌های انجام شده در جدول (۳) آورده شده است.

۳- یافته‌ها و بحث

کیفیت آب زیرزمینی یک منطقه وابسته به بارندگی، واکنش‌های بین آب و سنگ میزبان و همچنین فعالیت‌های انسانی به‌عنوان کشاورزی، زباله‌های خانگی و صنعتی منطقه است. با توجه به اینکه شیمی آب زیرزمینی ممکن است دارای کیفیت متفاوت بسته به عوامل اقلیمی و فصلی باشد، تجزیه و تحلیل آب زیرزمینی برای مشخص کردن مناسب بودن آب زیرسطحی برای مصارف آب آشامیدنی مهم است. آب مصرفی برای مصرف انسان باید " ایمن و سالم "، بی‌بو، بی‌رنگ، خوب در طعم و عاری از عوامل شیمیایی مضر باشد.

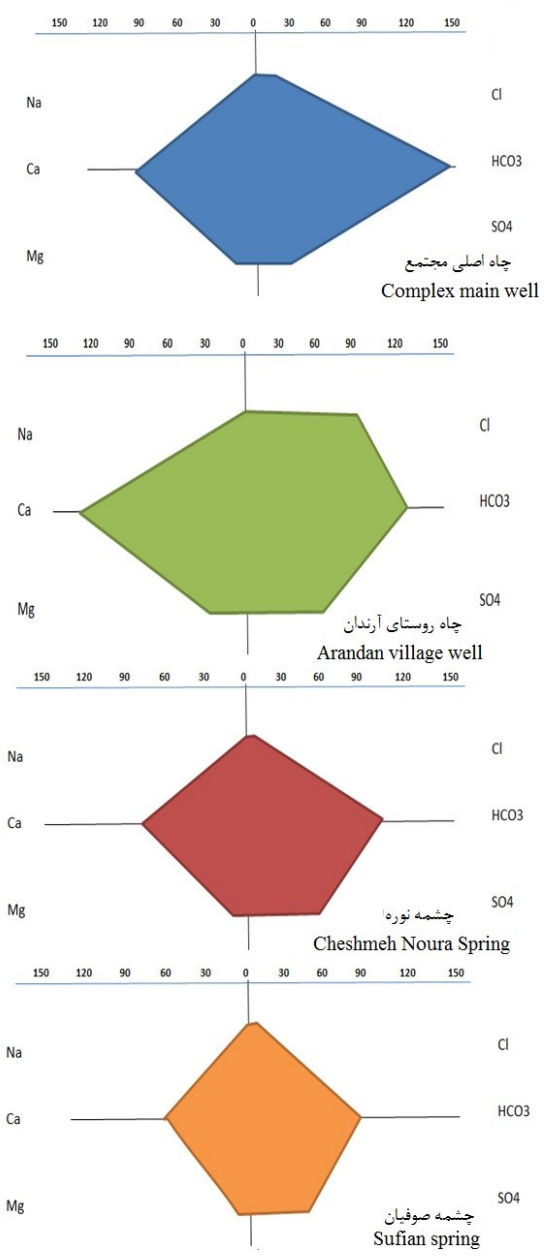


شکل ۶- نمودار پایپر (w1= چاه اصلی مجتمع آرندان،w2=چشمه صوفیان،w3=چاه روستای آرندان،w4=چشمه نوره)

Fig. 6 Piper diagram (w1 = main well of Arandan complex, w2 = Soofian spring, w3 = Arandan village well, w4 = Navareh spring)

با استفاده از نرم‌افزارchemistry نتایج آنالیز شد و از نمودار پایپر و استیف به ترتیب جهت تعیین کیفیت و تیپ آب و نوع سنگ منشأ استفاده گردید. از نمودار پایپر برای طبقه‌بندی رخساره‌های آب بر اساس یون‌های غالب استفاده می‌شود (Piper, 1944). غلظت کاتیون‌ها به‌ترتیب به‌صورت $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+}$ و غلظت آنیون‌ها

به‌ترتیب به‌صورت $HCO_3^- > SO_4^{2-} > CL^-$ بود. تحلیل نمودارهای درختی نشان می‌دهد یون‌های بی‌کربنات-کلسیک تیپ غالب در ناحیه مورد مطالعه چاه واقع در رو ستای آرندان ا ست که به دلیل آلودگی در حال حا ضر فقط جهت مصارف کشاورزی به کار می‌رود (شکل ۶).



شکل ۷- نمودار استیف منابع موردمطالعه
Fig. 7 Stiff diagrams of the studied sources

تیپ غالب آب منطقه مورد مطالعه با توجه با سایر نتایج آنالیزها از نوع بیکربنات کلسیک-منیزیک است. غلظت بالای یون بیکربنات در این آب‌ها نیز، ناشی از فرسایش و هوازدگی کانی‌های کربناته می‌باشد. سنگ‌های آهکی منطقه در کیفیت آب زیرزمینی منطقه نقش اصلی را دارند. همچنین منشأ بخشی از کاتیون Mg^{2+} می‌تواند واریزه‌های واحدهای شیلی منطقه با شد. هیدروژئو شیمی منابع مطالعاتی نشان می‌دهد مقدار کاتیون کلسیم و آنیون بیکربنات در این آب‌ها غالب می‌باشند.

برای تعیین منشأ آب زیرزمینی نمودار استیف برای همه نمونه‌ها ترسیم شده و با توجه به نمودارهای استیف آب-های حاصل از سنگ‌های مختلف Hanslu (1995) منشأ سنگی آب منطقه سنگ‌های آهکی و آهکی-دولومیتی تعیین شد (شکل ۷).

بر اساس میزان کل مواد جامد محلول (TDS) که در همه نمونه‌ها کمتر از ۵۰۰ ppm به‌دست‌آمده است (جدول ۳) و طبق رده‌بندی هیم، ۱۹۷۰ آب در رده شیرین قرار دارد. مقدار pH ۴ نمونه در محدوده مطلوب طبق استاندارد ملی ۱۰۵۳ بین ۶/۵ تا ۸/۵ قرارگرفته ا ست. م شخص ا ست که تمامی نمونه‌ها از لحاظ سدیم، کلرید و سولفات در رده مجاز قرار دارند؛ که با جنس سنگ‌های سازندهای منطقه همگونی دارد. مقدار نیترات مجاز محاسبه شده (جدول ۵) طبق استاندارد ۱۰۵۳ ایران در سه نمونه چشمه صوفیان، چشمه نوره و چاه اصلی مجتمع (سرخه دزج) در رده مطلوب کمتر از یک قرار دارد.

جدول ۴- سختی کل محاسبه‌شده
Table 4 Total hardness calculated

ردیف	محل نمونه‌برداری	علامت اختصاری	سختی کل	کیفیت آب بر اساس سختی کل
1	چاه اصلی مجتمع	w1	306	کا ملاً سخت
2	چشمه صوفیان	w2	174	سخت
3	چاه روستای آرندان	w3	460	کا ملاً سخت
4	چشمه نوره	w4	245	سخت

بر اســـاس ســـختی کل آب محل‌های مورد آنالیز در رده سـخت و خیلی سـخت قرار دارند (جدول ۴) (محاسـبه با ا ستفاده از نرم‌افزارCHEMISTRY). سنگ‌های کربناته سبب افزایش سختی آب منطقه شده است.

بر اساس طبقه‌بندی رخساره آب با استفاده از نمودار پایپر آب چاه اصلی مجتمع و دو چشمه صوفیان و نوره برای مصرف شرب مجاز و دارای کیفیت مناسب بودند. آب چاه آرندان در بعضی پارامترها از جمله کدورت و میزان نیترات در محدوده غیرمجاز برای شرب قرار داشت.

جدول ۵- مقدار نیترات و محاسبه حد مطلوب آن (ppm)
Table 5 Nitrate content and calculation of its optimum limit (ppm)

SL	Sampling station	Station Code	NO_3, mg/l
1	Complex main well	W	1.3
2	Soofian Spring	W2	3.9
3	Arandan village well	W3	63.2
4	Cheshmeh Navareh spring	W4	4.9

۳-۱- بررسی میدانی سایر منابع آلاینده

با بررسی‌های میدانی صورت گرفته تمام منابع دارای پتانسیل احتمالی آلایندگی آب شرب در منطقه شناسایی و مورد بررسی قرارگرفته‌اند. عوامل تأثیرگذار در این بررسی شامل: فاصله از منابع تأمین آب مورد مطالعه، موقعیت ارتفاعی و شیب منطقه و پتانسیل آلایندگی هریک از منابع شناسایی شده بود. زمین‌های کشاورزی در منطقه به‌صورت باغچه‌ای قرارگرفته‌اند. هرچند فاصله کمی از منابع آبی بخصوص چاه اصلی مجتمع دارند ولی نتایج پایش محلی نشان‌دهنده بی‌تأثیر بودن بر روی کیفیت آب زیرزمینی منطقه به‌دلیل شخصی بودن این زمین‌ها و استفاده حداقلی از سموم کشاورزی بود که نتایج آنالیزها نیز این موضوع را تائید کرده است (شکل ۸).

هیچ واحد صنعتی در فاصله کم‌تر از ۷۰۰ m از چاه اصلی مجتمع قرار نگرفته بود و طی بررسی‌های صورت گرفته هیچ‌کدام از واحدهای موجود نیز مواد و تولیدات آلاینده طی فرآیند تولید را ندارند. به‌عنوان مثال واحد گلخانه هیدروپونیک که کم‌ترین فاصله را از چاه اصلی مجتمع دارد دارای سیستم کاملاً بسته و تأییدیه اداره کل محیط‌زیست می‌باشد (شکل ۹).

شکل ۸- موقعیت زمین‌های کشاورزی و چاه‌های کشاورزی اطراف چاه اصلی مجتمع (نقاط آبی: چاه‌های کشاورزی)
Fig. 8 Location of agricultural lands and agricultural wells around the complex main well (blue points: agricultural wells)

شکل ۹- موقعیت واحدهای صنعتی اطراف چاه اصلی مجتمع آرندان
Fig. 9 Location of industrial units around the main well of Arandan complex

شکل ۱۰- موقعیت لندفیل شهر سنندج و محل تخلیه نخاله‌های ساختمانی
Fig. 10 Landfill location of Sanandaj city and Construction waste dump

محل دفن زباله‌ی مجتمع روستاهای آرندان واقع در لندفیل شهر سنندج با فاصله ۲۲ kn از محل چاه و دارای شیب ارتفاعی منفی نسبت به محل مورد مطالعه و در پایین‌دست قرارگرفته است. همچنین محل دفن نخاله‌های ساختمانی در فاصله مجاز از چاه اصلی مجتمع قرارگرفته است و این نخاله‌ها در حجم کم می‌باشند که با توجه به فاز توسعه سه‌راهی سنندج-مریوان-دیواندره در سال جاری به‌صورت کامل پاک‌سازی می‌شود (شکل ۱۰).

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کلی را به شرح ذیل بیان کرد:

۱- کیفیت آب‌های زیرزمینی تحت تأثیر خصوصیات و ویژگی‌های زمین‌شناسی و نوع آبرفت قرارگرفته است.

۲- بررسی تیپ سنگ منشأ آب منطقه با واحدهای زمین‌شناسی نشان داد که در سه نمونه چشمه صوفیان، چاه روستای آرندان و چشمه نوره آبخوان کارستیک و سنگ منشأ آهکی-دولومیتی می‌باشد. هرچند چاه اصلی مجتمع آرندان در آبخوان آبرفتی احداث شده است ولی منشأ آب آن از واحدهای آهکی-دولومیتی منطقه شناسایی شده است که با شیب هیدرولیکی و ساختارهای زمین‌شناسی منطقه قابل تعمیم است.

۳- با توجه به تیپ و کیفیت آب که در این منطقه غیر خورنده است هرچند با توجه به‌سختی این آب‌ها امکان رسوب‌گذاری در شبکه‌های آبرسانی را خواهد داشت، می‌توان تمهیدات لازم در انتخاب سیستم ذخیره و انتقال آب مجتمع به‌منظور کاهش خسارات سیستم آب‌رسانی و اقدامات پایشی در زمان مناسب انجام گردد.

نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه با توجه به نزدیکی این منطقه به شهر سنندج، افزایش جمعیت تحت پوشش و گسترش واحدهای صنعتی و افزایش تأثیر عوامل انسانی به‌منظور برنامه‌ریزی بهتر و تعیین حریم برای این فعالیت‌ها و مدیریت کارآمد مصرف منابع آب زیرزمینی منطقه مفید خواهد بود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مدیرعامل محترم و کارشناسان محترم واحد آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب روستایی شهر سنندج که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند صمیمانه تشکر می‌نماییم.

References

Anonymous. (2015). Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Drinking water chemical and physical properties. National Iranian Standard No 1053 [in Persian]

Anonymous. (2008). WHO Guidelines for drinking-water quality secondaddendum to third edition. Geneva, World Health Organization. Available:http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum. 20081119. pdf.

Anonymous. (2006). Water and Wastewater Engineering Co. Annual performance report of Iranian Rural Water and Wastewater Companies in 2006. Available at: http://www.nww.co.ir/ [In Persian].

Ardeshirzadeh S. (2017). Evaluation of drinking water quality indices (case study: Bushehr province, Iran). Environ. Health Eng. Manage. J. 2017, 4(2), 73–77.

Alper B. and Orhan G. (2017). Effect of geogenic factors on water quality and its relation to human health around Mount Ida, Turkey. Water, 9(1), 66.

Aqanbati A. (2004). Geology of Iran, Publications of the Geological Survey of Iran [In Persian]

Azizi H. and Moein Vaziri H. (2008). Pethrology of the cretaceous volcanic rocks in North Sanandaj. J. Sci. Univ. Tehran, 34(2), 17-24 [In Persian]

Ebrahimi A. (2003). Survey of Microbial and chemical quality of drinking water

Ravand city in 2002 years. Second National Seminar on Environmental Health, Ahvaz [In Persian]

Ghobadi M. H (2010). Groundwater, published by Bu Ali Sina University [In Persian]

Ghobadi M. H. (2015). Geology of environmental engineering. Bu Ali Sina University Press [In Persian].

Geological map and report 1: 100000 Sanandaj [In Persian]

Heidari M., Mesdaghinia A. R, Miranzadeh M. B., Younesuan M., Naddafi K. and Mahvi A. H. (2010). Examining the microbial quality of drinking water in Kashan's Villages and the role of rural water and wastewater company in its improvement. Health Sys. Res., 6, 898-906 [In Persian].

Hounslow A. W. (1995). Water quality data: analysis and interpretation. Lewis publishers, 397p

Hem J. D. (1970). Study and interpretation of chemical characteristics of natura water. U.S. Geological Survey Water Supply Paper, 1473.

Karabi M. A., Hasanabadi M., Alinejhad A., Khamirchi R. and Tabaraee Y. (2011). Evaluation of physical, chemical and microbial quality of drinking water in Davarzan Province villages of Sabzevar in authomn 2010. J. Student Res. Center, 16(2),18-28.

Majdi H., Gheibi L. and Soltani T. (2015). Evaluation of physicochemical and microbial quality of drinking water of villages in Takab Town in West Azerbaijan in 2013. J. Rafsanjan Univ. Med. Sci., 14(8), 631-642 [In Persian]

Madhav S., Ahamad A., Kumar A., Kushawaha J., Pardeep S. and Mishra P. K. (2018). Geochemical assessment of groundwater quality for its suitability for drinking and irrigation purpose in rural areas of SantRavidas Nagar (Bhadohi), Uttar Pradesh. Geol. Ecol. Landscapes, 2(2), 127-136.

Moridi A., Kerachian, R. and Zokaei M. (2016), Assessment of Iran's water resources quality (2004-2014). Iran Water Resour. Res., 12(4), 23-35 [In Persian].

Mohammadzadeh F., Ekhtesari M, R. and Hosseini S. Z. (2017). The effects of geological formations on groundwater quality with application of Boolean logic, case study: Bajestan watershed plain. Watershed Eng. Manage., 9(1), 11-21 [in Persian].

Piper A. M. (1944). Agraphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. Eos Trans. Am. Geophys. Union J., 25, 914-923.

Sepehr M. (2006). Management of supply drinking water in rural areas. John Wiley & Sons, 706: 14404-22.

Yamani M., Yousefi F., Moradi A., Abbasi M. and Barzkar M. (2017). Zoning landform evolutions potential affects the drainage network case study: river basin Gheshlagh. Quant. Geomorph. Res., 5(3), 20-37 [in Persian].

Ketata M., Hamzaoui F., Gueddari M., Bouhlila R. and Ribeiro L. (2011) Hydrochemical and statistical study of ground water in Gabes-South deep aquifer (South-eastern Tunisis). Phys. Chem. Earth A/B/C, 36(5-6), 187-196.

The Effect of Geological Formations on the Drinking Quality of Groundwater Resources of Arandan Rural Complex, Sanandaj, Iran

Mohammad Hossein Ghobadi [1], Ava Osmanpour[2*] and Ali Akbar Abbasi[3]

[1]Professor., Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

[2]PhD Scholar, Department of Engineering Geology (Geotechnique), Faculty of Basic Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

[3]M.Sc., Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Corresponding author:amirghobadi@yahoo.com

Original Paper

Received: May 13, 2020 **Revised:** August 01, 2020 **Accepted:** August 06, 2020

Abstract

Given the water crisis and the importance of access to suitable and potable quality water in the country, especially in recent decades, it is crucial to study the water quality and identify the factors affecting quality reduction for optimal planning. In most rural areas of Iran, aquifers are the most important sources of drinking water supply, whose water quality is affected by natural and human factors. Among the natural factors are geological formations and among human factors are pollutants related to industrial units, urban activities, and agricultural activities in each region. In the present study, it was attempted to establish a relationship between geology and the quality of groundwater resources in order to assess the quality of drinking water. In order to validate the research results, by conducting field studies, the geology, geomorphology of the region, and possible sources of contaminants were identified. Then, through laboratory tests, chemical properties of water such as pH, TDS, total hardness, amount of anions, cations and turbidity of the water of the main well of Arandan complex and three secondary water supply sources in the region (well of Arandan village, Cheshmeh Soofian spring, and Navareh spring) were determined. In the next step, using CHIMESTRY and EXCEL software, water classification was performed and the type of water and type of source stone were determined. According to the classification, the groundwater type of the area is calcium-magnesium bicarbonate, which is associated with calcareous formations and carbonate sediments spread in the heights of the area. The results showed that out of the four samples studied, the main water supply well of Arandan, Soofian and Navareh water supply complexes were suitable for drinking; the well water of Arandan village, despite being affected by the geology of the region, was found to be unsuitable for drinking due to its unfavorable location and location in the vicinity of rural sewage wells and containing excess nitrate.

Keywords: Drinkable Water; Physical and Chemical Quality; Rock Units; Type; Water Type.