

مطالعه تاثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب شرب و کشاورزی منابع آب رودخانه ارداک، مشهد

محمدابراهیم فاضل ولی‌پور^{۱*}، الهام رضوانی ازغندی^۲ و محمد جوانبخت^۳

۱ و ۳- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، مشهد، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، مشهد، ایران

نویسنده مسئول: dr.ef.valipour@gmail.com *

نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۱۹

دریافت: ۹۹/۱۱/۵

چکیده

حوضه آبریز ارداک، واقع در استان خراسان رضوی، منبع جدید آب شرب و کشاورزی مشهد و حومه محسوب می‌گردد و به لحاظ منطقه‌بندی ساختاری در حوضه رسوبی کپه‌داغ واقع شده است. با توجه به بحران آب و اهمیت دسترسی به آب با کیفیت مناسب و قابل شرب در کشور بخصوص در چند دهه اخیر، بررسی کیفیت آب و شناسایی عوامل موثر در کاهش کیفیت آن جهت برنامه‌ریزی بهینه امر مهمی به شمار می‌رود. به همین جهت در پژوهش حاصل سعی شده است تاثیر سازندهای زمین‌شناسی در کیفیت منابع آب منطقه بررسی گردد. جهت دستیابی به این هدف ۱۱ نمونه آب برداشت و پارامترهای فیزیکی از قبیل PH، TDS، EC و TH در محل نمونه‌برداری از منطقه توسط مولتی‌متر اندازه‌گیری شد. آب رودخانه ارداک با میانگین TDS ۱۸۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر، میانگین EC ۲۷۱ میکروموس برسانتی‌متر، میانگین PH ۷/۸۹ و میانگین TH ۷۷۶ میلی‌گرم در لیتر دارای وضعیت مناسبی از لحاظ شرب و کشاورزی قرار دارد. براساس نمودار پایپر رخساره و تیپ اغلب آب‌ها در منطقه جز رخساره کلسیک و تیپ بی‌کربناته بوده و در برخی نمونه‌ها نیز تیپ سولفات می‌باشد، که با سازند آهکی مزدوران، سازند آهکی - ماری تیرگان و سازند ماری، گچی و ماسه‌سنگی شوربجه مرتبط می‌باشد. دیاگرام شولر نشان داد، آب منطقه مورد مطالعه علیرغم متاثر بودن از سازندهای زمین‌شناسی، از لحاظ شرب مناسب است و از لحاظ کشاورزی مناسب و کمی شور می‌باشد. بررسی‌های آماری نشان داد که بیشترین تاثیر در محتوای شیمیایی آب رودخانه ارداک متاثر از سازند مزدوران ۳ و سپس سازند تیرگان و شوربجه می‌باشد. از آنجائی که بیشترین مساحت حوضه را سازند مزدوران ۳ به خود اختصاص داده و لیتولوژی آن را سنگ‌های کربناته تشکیل می‌دهد این نتیجه قابل تایید می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارداک، آب آشامیدنی، تیپ آب، سازند زمین‌شناسی، هیدروژئوشیمی

۱- پیشگفتار

دسترسی ندارند (حیدری و همکاران، ۱۳۹۰). آلاینده‌های متنوعی از صنایع تولیدی، کشاورزی و فعالیتهای خانگی به منابع آب راه پیدا می‌کنند، بر محیط آبی تاثیر گذاشته و کیفیت آب را کاهش می‌دهند (عرفانیان و همکاران، ۲۰۲۰). امروزه رودخانه‌ها به عنوان مهمترین منبع تأمین و انتقال آب مصرفی در بخش‌های صنعت، کشاورزی و شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. مسیر حرکت رودخانه‌ها از جمله مواردی است که می‌تواند بر کیفیت منابع آبی تاثیر بگذارد (کویی‌آو و همکاران، ۲۰۱۸). نقش این تاثیر بر اثر واکنش متقابل واحدهای سنگی بر رودخانه و زمین‌های اطراف آن دو چندان می‌شود (گیپس‌والمگرن، ۲۰۰۵). هوازگی شیمیایی سنگ‌های مختلف با آب‌های طبیعی کاتیون‌ها و آنیون‌های متفاوتی را تولید

همواره منابع آب به ویژه آب‌های شیرین یکی از عوامل اصلی حفظ بهداشت و توسعه پایدار جوامع است که علاوه بر کمیت، وضع کیفی آن نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. کیفیت آب به عنوان یکی از مهم‌ترین خصوصیات آب‌های آشامیدنی همواره مدنظر بوده است. خصوصیات آب بازتابی از خاک‌ها و سنگ‌های مرتبط با آن می‌باشد (مالینا، ۱۹۹۶). یکی از اهداف سازمان جهانی آب، تأمین آب آشامیدنی سالم تا سال ۲۰۲۵ برای عموم است (آنونیموس، ۲۰۰۸). بیشترین جمعیتی که از نعمت آب شرب سالم محروم می‌باشند در آسیا و آفریقا و روستاها ساکن هستند (سپهر، ۲۰۰۶). طبق آمار جهانی سازمان بهداشت سالانه حدود ۱ میلیارد نفر در جهان به منابع آب آشامیدنی سالم

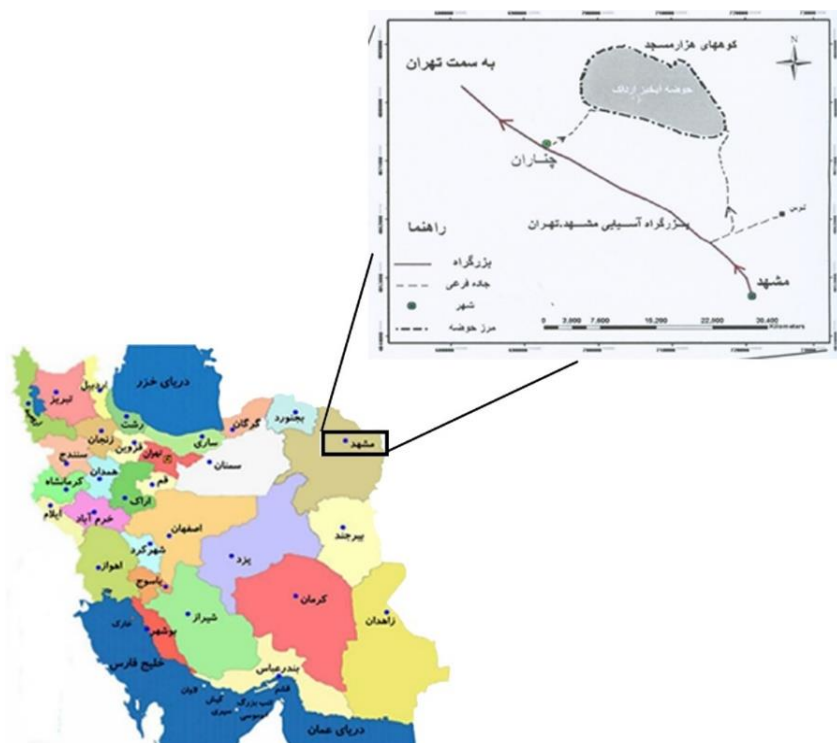
کیفیت منابع آب زیرزمینی می‌باشد. آلپر واورتان (۲۰۱۷) به بررسی فاکتورهای زمین‌شناسی و تاثیر آنها بر سلامت انسان در کوه مونت ادا ترکیه پرداختند، که نتایج این مطالعه تاثیر فرآیندهای دگرسانی و عوامل انسانی در کاهش کیفیت آب شرب این منطقه را نشان داده است. گیو و همکاران (۲۰۱۵) در تجزیه شیمیایی و روندیابی شاخص‌های کیفیت شیمیایی آب رودخانه چم انجیر خرم آباد به این نتیجه رسیدند که آب رودخانه از لحاظ شرب مناسب است. مهدو و همکاران (۲۰۱۸) کیفیت آب جهت مصارف کشاورزی و شرب را در روستاهای منطقه اوتارپرداش هند مطالعه نمودند و با توجه به شاخص TDS تمام نمونه‌ها دارای کیفیت مناسب جهت شرب و کشاورزی می‌باشند. از آنجائی که از آب رودخانه ارداک جهت تامین آب کشاورزی و شرب مناطق حاشیه‌ای و شهر مشهد استفاده می‌شود لذا هدف این مطالعه بررسی تاثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب رودخانه ارداک از دیدگاه شرب و کشاورزی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت و مشخصات جغرافیایی منطقه

حوضه آبریز ارداک با طول جغرافیایی ۵۹ درجه، ۱۵ دقیقه، ۲ ثانیه تا ۵۹ درجه، ۲۴ دقیقه، شرقی و ۳۶ درجه، ۴۴ دقیقه، ۵۳ ثانیه تا ۳۶ درجه، ۰۵ دقیقه، ۵۲ ثانیه شمالی در ۷۰ کیلومتری شمال غرب مشهد، واقع در استان خراسان رضوی و با مساحتی در حدود ۴۷۹ کیلومترمربع در حوضه آبریز کشف رود قرار دارد (شکل ۱). رودخانه ارداک یکی از سرشاخه‌های کشف رود است که از سمت شمال به این رودخانه می‌پیوندد و خود از دو شاخه به نام‌های میان مرغ (شاخه اصلی) از سمت شمال غرب و ابقد از سمت شمال شرق تشکیل شده است. این دو شاخه در منتهی‌الیه جنوب شرق حوضه به یکدیگر پیوسته و پس از طی حدود ۳ کیلومتر وارد دشت می‌شود و منبع تامین آب روستاهای بقمج، گاه، کلاته گاه و امردوک می‌باشد. مشخصات روستاها در جدول (۱) آمده است. متوسط دما و رطوبت نسبی در حوضه به ترتیب ۷/۷ درجه سانتی‌گراد و ۵۸ درصد، میانگین بارندگی سالانه ۳۰۴ میلی‌متر است. متوسط رواناب سالانه ۳۳ میلیون مترمکعب و دبی پایه رودخانه ۵۴۰ لیتر در ثانیه برآورد شده است. حوضه آبریز ارداک در اقلیم نیمه سرد و خشک قرار می‌گیرد.

می‌کند (عرفانیان و همکاران، ۲۰۲۰). مکان‌هایی که کشاورزی در آن رونق زیادی دارد، استفاده غیراستاندارد از کودهای شیمیایی ممکن است باعث افزایش برخی از عناصر در منابع آبی گردد (مکلن تاپر و وهاتر (۲۰۰۴)، زهاو و همکاران (۲۰۲۰). آلودگی آب یک نگرانی جدی برای زندگی انسان به دلیل افزایش صنعتی شدن در جهان تبدیل شده است و رودخانه‌ها انتخاب اصلی و مسئول حمل آلاینده‌ها، به خصوص در کشورهای در حال توسعه می‌باشند (اکتر و همکاران، ۲۰۱۴). آب آشامیدنی سالم باید دارای شاخص‌های کیفی مناسب (مانند خواص فیزیکی و شیمیایی) باشد. یکی از این شاخص‌ها مقدار غلظت یون‌های اصلی در آب است. سازمان بهداشت جهانی، وزارت نیرو و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استانداردهایی برای املاح محلول و آلاینده‌های مختلف در آب شرب ارائه نموده‌اند (آنونیموس، ۲۰۰۸). انجام آنالیز شیمیایی آب و استفاده از نمودارهای پایپر، ویلکاکس و شولر و انطباق خصوصیات آن با استانداردهای ملی و جهانی ضروری می‌باشد، ولی زمین‌شناسان با شناخت شرایط زمین‌شناسی منطقه قبل از انجام آنالیز شیمیایی و فیزیکی آب می‌توانند به طور کلی تیپ آب را مشخص نمایند (قبادی و همکاران، ۱۳۹۹). ایران در زمره کشورهایی با محدودیت منابع آب به شمار می‌آید. در سال ۱۳۸۵ شاخص بهره‌مندی از آب آشامیدنی سالم در روستاهای ایران حدود ۶۸ درصد اعلام شد (آنونیموس، ۲۰۱۵). در اکثر مناطق مطالعات گسترده‌ای بر روی کیفیت آب انجام شد. به عنوان مثال ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۹) کیفیت میکروبی و شیمیایی آب شرب شهر راوند را بررسی نمودند. آن‌ها در پژوهش خود نشان دادند که میزان کلسیم، منیزیم، سختی و سولفات بیش از حد مجاز است. (مجدی و همکاران، ۱۳۹۲) به بررسی کیفیت آب شرب روستاهای شهرستان تکاب پرداختند و مشخص شد آب این روستاها تقریباً در محدوده استاندارد ملی آب قرار دارد. محمدزاده و همکاران (۱۳۹۶) تاثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت بچستان را مطالعه نمودند که بیانگر تاثیر این سازندها در تعیین تیپ نوع آب زیرزمینی بود. تحقیق پیران قرنی نمین و همکاران (۱۳۹۷) بر روی تاثیر سازندهای زمین‌شناسی روی کیفیت آب زیرزمینی بیانگر این بوده است که خصوصیات شیمیایی سازندهای زمین‌شناسی تاثیرگذارترین عامل بر



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی رودخانه ارداک

جدول ۱. موقعیت روستاهای تحت پوشش مجتمع آب رسانی ارداک

نام روستا	طول جغرافیایی			عرض جغرافیایی		
	درجه	دقیقه	ثانیه	درجه	دقیقه	ثانیه
بقمج	۵۹	۱۵	۲	۳۶	۵۰	۵۲
گاه	۵۹	۱۷	۷	۳۶	۵۰	۲۹
کلانه گاه	۵۹	۱۹	۳۱	۳۶	۴۹	۴۸
امردوک	۵۹	۲۰	۱۸	۳۶	۴۹	۵۵

۲-۳- بررسی داده‌ها و یافته‌های تحقیق

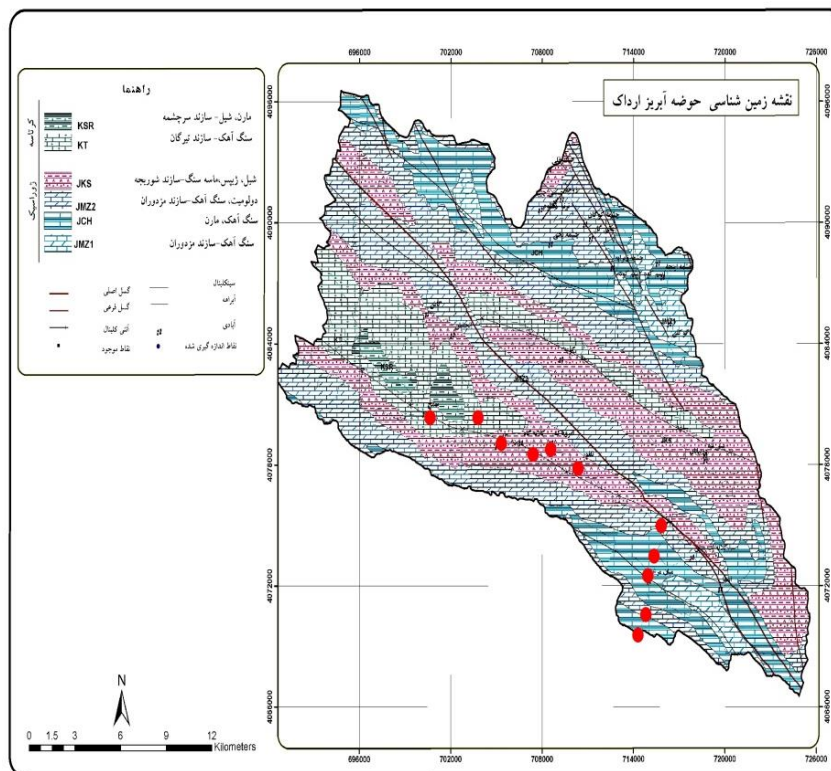
جهت ارزیابی کیفیت آب رودخانه ارداک، تعداد ۱۱ نمونه آب از سرشاخه اصلی، حدفاصل روستا بقمج (ارتفاعات غربی) تا انتهای مسیر رودخانه (منتهی به مخزن سد ارداک)، یک نمونه از مخزن سد و یک نمونه از خروجی مخزن سد برداشت گردید. پارامترهای EC, TH, TDS, PH و غلظت یون‌های پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، کلراید، بی‌کربنات، سولفات اندازه‌گیری شد (جدول ۲). از طرفی به منظور ارتباط سازندهای زمین‌شناسی با تغییرات هیدروژئوشیمیایی آب رودخانه ابتدا نقشه زمین‌شناسی حوضه آبریز در محیط GIS تهیه گردید. از طرفی از هر سازند تعداد ۲۰ نمونه سنگی به صورت سیستماتیک بسته به ضخامت آن جمع‌آوری شد. نمونه‌های هر سازند پودر شده و به صورت همگن ترکیب گردید. سپس نمونه‌های

۲-۲- زمین‌شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه در حوضه رسوبی کپه‌داغ قرار دارد. در این حوضه رسوبات ضخیمی از ژوراسیک تا میوسن با رخساره‌های متنوع بر روی هم قرار گرفته‌اند (بربریان، ۱۹۸۱). از سازندهای زمین‌شناسی منطقه می‌توان به سازند مزدوران ۱، ۲، و ۳، سازند شوربچه و سازند تیرگان مربوط به ژوراسیک و کرتاسه و رسوبات نئوژن اشاره نمود. سازند مزدوران از سنگ‌های کربناته، دولومیتی و مارنی، سازند شوربچه از شیل‌های آهکی، مارن و ماسه‌سنگ و سازند تیرگان از سنگ‌های آهک، شیل و شیل‌های آهکی تشکیل شده‌اند. لایه‌های مارنی و آهکی اکثراً توپوگرافی پست‌تری نسبت به آهک‌های صخره‌ای دارند (ترشیزیان و همکاران، ۱۳۷۹) (شکل ۲).

توسط نرم‌افزار SPSS و GIS صورت گرفت. اولین گام در تحلیل تهیه ماتریس ضرایب همبستگی از متغیرهای مورد مطالعه می‌باشد. تکنیک‌های آماری مانند آنالیز خوشه‌ای می‌توانند ابزار مناسبی برای تحلیل داده‌های هیدروشیمی باشند (گولر و همکاران، ۲۰۰۲).

سنگی و آب جمع‌آوری شده از رودخانه در آزمایشگاه زرازمای تهران به روش پلاسمای القایی آنالیز گردید (جدول ۳). جهت نمایش نموداری داده‌های کیفی از نمودارهای پایپر، دیورف، ویلکاکس و شولر ترسیم شده توسط Water Chemistry استفاده شد. تحلیل داده‌ها



شکل ۲. نقشه زمین‌شناسی منطقه (اقتباس از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چناران) و محل برداشت نمونه‌های آب

جدول ۲. مقادیر پارامترهای آماری محاسبه شده نمونه‌های آب رودخانه ارداک

پارامتر	TDS	PH	EC	HCO ₃	CL	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	TH
	mg/l		μs/cm	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	mg/l
تعداد	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
حداقل	۱۴۵	۷/۷۴	۲۱۰	۶/۳	۰/۰۵	۱/۹۸	۱/۳۶	۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۰۳	۱۸۰/۳
حداکثر	۲۵۱	۸/۰۳	۳۶۷	۱۰/۱	۰/۲۵	۷/۴۶	۷/۹	۰/۱	۰/۴۶	۰/۰۶	۱۲۵۲/۸
میانگین	۱۸۵	۷/۸۹	۲۷۱	۷/۴۷	۰/۱۹	۴/۹۸	۴/۱۹	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۰۵	۷۷۶
انحراف معیار	۳۴/۵	۰/۸۶	۵۱/۳۷	۱/۰۰۵	۰/۰۵	۰/۹۷	۲/۱۵	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۶۷۳/۰۵
واریانس	۱۱۷۴۶۵	۰/۷۶	۲۶۳۹/۲۲	۱/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۹۴	۴/۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱	۴۵۳۰۰۴
استاندارد WHO	۱۰۰۰	۸/۵-۶/۵	۳۰۰	۱۲۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۰۰	۵۰	۲۰۰	۱۲	۵۰۰

جدول ۳. آنالیز نمونه‌های سنگی (اعداد بر حسب ppm) است.

نمونه‌ها	Na	Ca	Mg
تیرگان	۴۷۸/۸	۳۸۹۰۴۵/۵	۸۱۲۷/۲
شوریجه	۷۴۹/۷۲	۷۰۳۳/۳۶	۶۰۵۴
مزدوران ۱	۳۸۰۰	۳۲۲۶۷۵	۷۸۴۵۰
مزدوران ۲	۸۸۵۰	۳۸۴۹۵۰	۳۲۰۰
مزدوران ۳	۳۸۳۳/۳۳	۳۸۴۳۶۶/۷	۵۰۶۶/۶۶

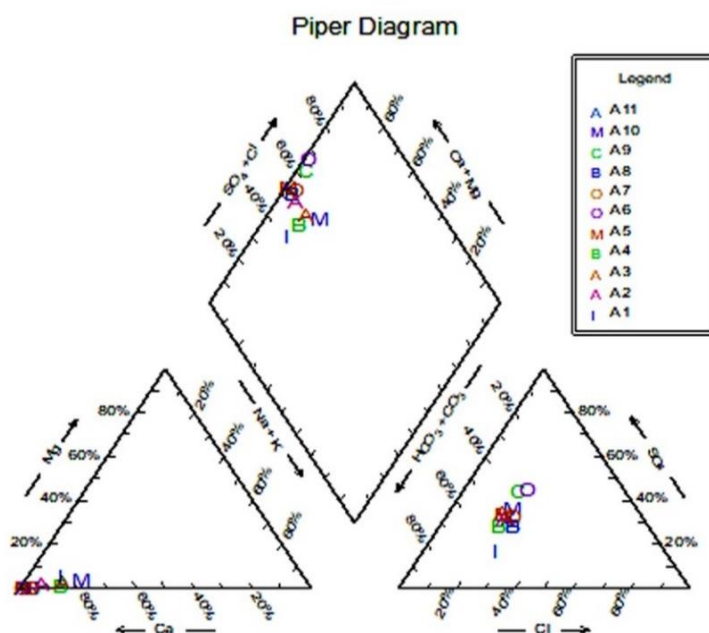
۴-۲- نمودار پایپر

یکی از روش‌های متداول برای تعیین تیپ آب استفاده از نمودار پایپر است (پایپر، ۱۹۴۴). در این نمودار مقادیر آنیون‌ها و کاتیون‌های بدست آمده از نمونه‌های آب رودخانه ارداک مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به نمودار (شکل ۳) مشخص شد که در نمونه‌های برداشت شده از آب رودخانه کاتیون کلسیم و آنیون بی‌کربنات غالب است. لذا رخساره هیدروشیمیایی در تمام نمونه‌ها از نوع بی‌کربنات کلسیک است فقط در نمونه A9 یعنی ورودی

به مخزن سد به دلیل وجود لایه‌های تبخیری سازند شورجه از نوع سولفات کلسیک می‌باشد.

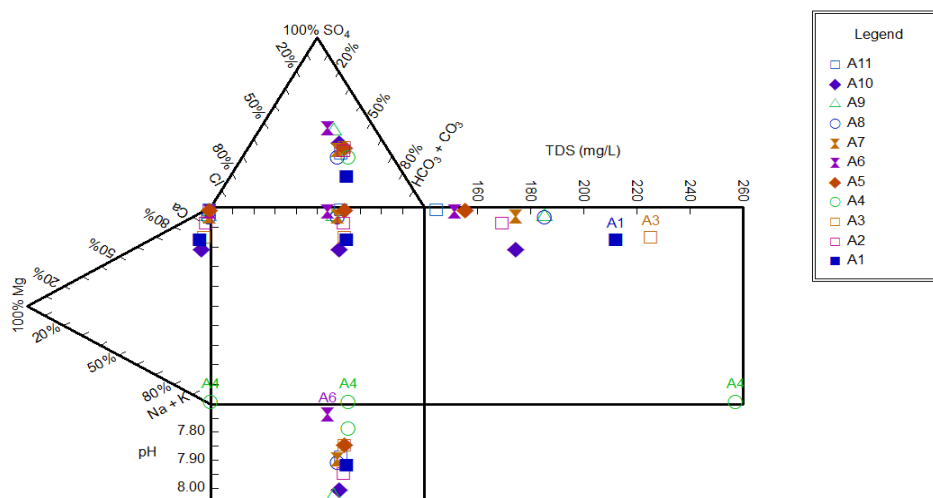
۴-۵- نمودار دیورف

نمودار دیورف (دیوروف، ۱۹۴۸)، شکل پیشرفته نمودار پایپر است که بطور همزمان نسبت‌های یونی کاتیونی و آنیونی با TDS و PH نمونه‌های آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. از آنجائی‌که دامنه تغییرات TDS بین ۱۵۰ تا ۲۶۰ ppm و دامنه تغییرات PH بین ۷/۷ تا ۸/۳ متغیر است لذا در این نمودار نیز کلسیم و بی‌کربنات در اکثر نمونه‌ها به جز نمونه A9 یون غالب هستند (شکل ۴).



شکل ۳. دیاگرام پایپر نمونه‌های برداشت شده، رودخانه ارداک

Durov Diagram



شکل ۴. دیاگرام دیورف نمونه‌های برداشت شده، رودخانه ارداک

۲-۶- دیاگرام شولر

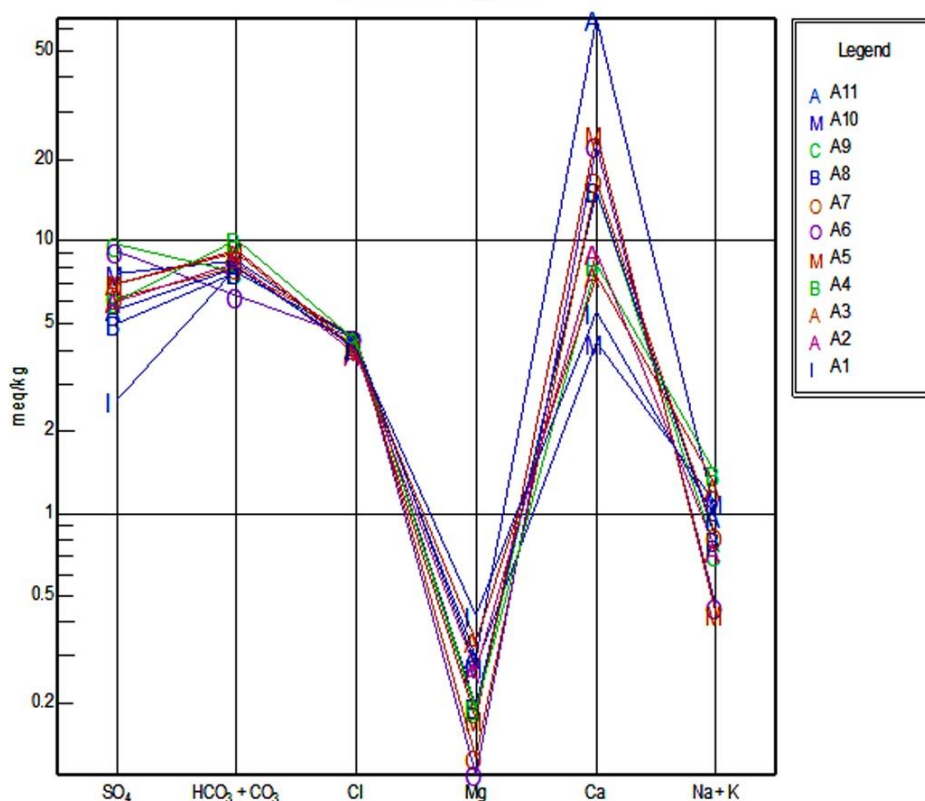
یکی از معیارهای طبقه‌بندی آب از لحاظ شرب استفاده از دیاگرام شولر (شولر، ۱۹۶۲)، است. نتایج بدست آمده از این نمودار در شکل ۵ نشان داده شده است. معمولاً در این نمودار بر اساس فراوانی یون‌ها کیفیت آب رودخانه طبقه‌بندی می‌گردد به عنوان مثال با توجه به تغییرات کلر که بین ۴ تا ۶ میلی‌اکی‌والان گرم بر کیلوگرم می‌باشد. کیفیت آب رودخانه ارداک عمدتاً برای شرب مناسب است لذا بررسی محتوای آب رودخانه ارداک از لحاظ تمام آنیون‌ها و کاتیون‌ها در رده خوب تا متوسط قرار می‌گیرد. بنابراین با توجه به تیپ آب رودخانه که از نوع بی‌کربنات

کلسیک می‌باشد، آب منطقه مورد مطالعه از لحاظ شرب موردی ندارد.

۲-۷- دیاگرام ویلکاکس

خطر سدیم و خطر شوری دو معیار مهم در طبقه‌بندی آب‌ها برای کشاورزی می‌باشند. میزان هدایت الکتریکی EC و TDS نشان‌دهنده خطر شوری می‌باشند. معمولاً نمودار ویلکاکس بر اساس تغییرات هدایت الکتریکی و شوری (تغییرات عنصر سدیم) به بخش‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌گردد. بر اساس بررسی‌های انجام شده و طبق جدول ۴ و شکل ۶ نمونه‌ها در کلاس C_1S_1 (مناسب) و C_2S_1 (تقریباً مناسب) قرار می‌گیرند.

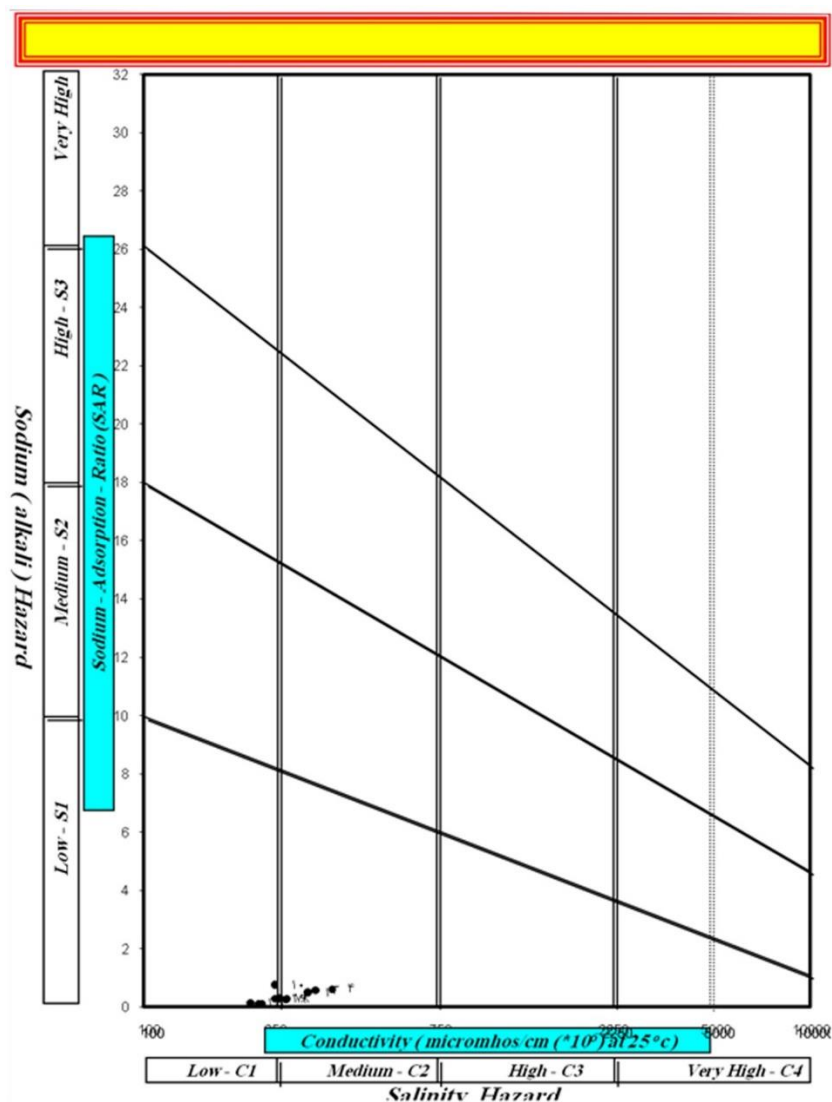
Schoeller Diagram



شکل ۵. نمودار شولر منابع مورد مطالعه

جدول ۴. رده‌های مختلف آب و نوع کیفیت براساس تقسیم‌بندی ویلکاکس

تأثیرات	میزان شوری	TDS (mg/l)	EC (μ mhos/cm)
بدون تأثیرات زیان‌آور	شوری کم	<۲۰۰	<۲۰۰
مضر برای گیاهان حساس	شوری متوسط	۲۰۰-۵۰۰	۲۵۰-۸۵۰
مضر برای اکثر گیاهان	شوری زیاد	۲۰۰-۱۵۰۰	۸۵۰-۲۲۵۰
فقط مناسب برای گیاهان مقاوم	شوری خیلی زیاد	۱۵۰۰-۳۰۰۰	۲۲۵۰-۵۰۰۰



شکل ۶. نمودار ویلکاکس منابع مورد مطالعه

ورودی به مخزن و کمترین مقدار آن ۱/۹۸ میلی‌اکی‌والان در لیتر در روستای بقمج می‌باشد. مقدار سولفات بالاتر از استاندارد جهانی است.

کلسیم: کلسیم از کاتیون‌های اصلی آب‌های سطحی و زیرزمینی است. کلسیم می‌تواند از سازندهای کربناته یا غیر کربناته که دارای عنصر کلسیم و انحلال‌پذیر هستند (مانند سنگ‌های آهکی، دولومیتی یا تبخیری و حتی دارای کانی‌هایی نظیر پلاژیوکلاز کلسیم‌دار) در منابع آب ایجاد گردد. میانگین فراوانی این عنصر ۴/۱۹ میلی‌اکی‌والان در لیتر است که بیشینه مقدار آن ۷/۹۰ در روستای امرودک و کمترین مقدار آن ۱/۳۶ میلی‌اکی‌والان در لیتر در مخزن سد است. مقدار کلسیم از استاندارد جهانی بیشتر است.

بی‌کربنات: منشا بی‌کربنات بیشتر به انحلال سنگ‌ها و کانی‌های کربناته مانند کلسیت و دولومیت سازند مزدوران و تیرگان مرتبط می‌باشد البته اتمسفر و احیای سولفات‌ها و حتی هوازدگی سیلیکات‌ها نیز می‌توانند منشا فرعی در این خصوص به حساب آیند (جوانبخت و همکاران، ۱۳۹۹). میانگین فراوانی بی‌کربنات ۷/۴۷ میلی‌اکی‌والان در لیتر است که بیشینه مقدار آن ۱۰/۱ میلی‌اکی‌والان در روستای کلاته گاه و کمترین مقدار آن ۶/۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر در دوشاخه امرودک - تلغور است.

سولفات: سولفات از اکسیداسیون پیریت و سایر سولفات‌ها که در سنگ‌های رسوبی و آذرین توزیع شده‌اند، توسط میکروارگانسیم‌های کاتالسیست حاصل می‌شود (بوور، ۱۹۷۸). میانگین فراوانی سولفات ۴/۹۸ میلی‌اکی‌والان در لیتر است که بیشینه مقدار آن ۷/۴۶ در

مقدار آن ۲۱۰ میکروموس بر سانتی‌متر در خروجی مخزن سد است. مقدار میانگین سختی کل ۷۷۶ (TH) میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. که بیشینه مقدار آن ۱۲۵۲ میلی‌گرم بر لیتر در روستای امرودک و کمترین مقدار آن ۱۸۰ میلی‌گرم بر لیتر در مخزن سد است. میانگین PH برابر با ۷/۸۹ است که بیشینه آن ۸/۰۳ در ورودی مخزن سد و کمترین مقدار آن ۷/۷۴ در دوشاخه امرودک- تلغور می‌باشد. مقدار سختی کل و هدایت الکتریکی از استاندارد جهانی بالاتر است. تکامل منابع آب با جنس رخنمون‌های سنگی اطراف حوضه، واکنش آن‌ها با آب‌های موجود و ویژگی‌های آب ارتباط دارد (جونز و دکامپو، ۲۰۱۴). جنس سازندهای زمین‌شناسی اطراف حوضه یکی از عوامل مهم در روند تغییرات هیدروژئوشیمیایی محسوب می‌شود. هوازگی شیمیایی سنگ‌های مختلف در اثر واکنش با آب‌های ورودی، کاتیون و آنیون‌های متفاوتی تولید می‌کند (شکل ۶). این امر موجب اختلاف در نسبت $HCO_3/Ca+Mg$ اولیه در محلول می‌شود (جونز و دکامپو، ۲۰۱۴). بسته به نوع سنگ منشأ نسبت عناصر موجود در آب‌های منطقه تغییر می‌کند به طوری که می‌توان با بررسی این نسبت‌ها تا حدودی به تاثیر منشأ در روند تغییرات محتوای عنصری منابع آب پی برد. همانطور که در شکل مشخص است می‌توان با توجه به محتوای عنصری هر نمونه آب تاثیر منشأ در آن را بررسی نمود بر این اساس با توجه به نقشه زمین‌شناسی و گسترش سازندها در بالادست که بیشتر سنگ‌های رسوبی کربناته و آواری هستند، هر نمونه (شکل‌های ۹) مورد ارزیابی قرار گرفت. همانطوریکه در شکل دیده می‌شود در طی تکامل منابع آب، ممکن است در اثر هوازگی شیمیایی، رخنمون‌های سنگی کربناته اطراف حوضه، $CO_3^{2+} > Ca^{2+} + Mg^{2+}$ و یا در اثر هیدرولیز سولفیدها $CO_3^{2+} > Ca^{2+} + Mg^{2+}$ و یا سایر نسبت‌های نشان داده شده در شکل باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد احتمالاً سنگ‌های تبخیری در نمونه‌های A6 و A9 (نزدیک روستای کلاته گاه و میان مرغ)، سازندهای کربناته در اکثر نمونه‌ها به جز A6 (کلاته گاه)، هوازگی پلاژیوکلاز فلدسپار در همه نمونه‌ها به جز A6 (کلاته گاه)، هیدرولیز کانی‌های کلسیتی و سولفیدی در اکثر نمونه‌ها به جز A6 (کلاته گاه) و هیدرولیز سولفیدها و سیلیکات‌ها در همه نمونه‌ها به جز A6 (کلاته گاه) در ترکیب شیمیایی منابع آبی موثر می‌باشد. منابع تامین‌کننده یون‌های وارده به

سدیم: معمولاً اکثراً سدیم حاصل هوازگی‌های شیمیایی کانی‌ها و سنگ‌های سدیم‌دار می‌باشد به طوری که در اثر هوازگی (مانند پلاژیوکلازهای سدیم‌دار در سنگ‌های آواری) و یا انحلال این سنگ‌ها ایجاد می‌گردد. میانگین فراوانی این عنصر ۲۸ میلی‌اکی‌والان در لیتر است، که بیشینه مقدار آن ۴۶/۰ در روستای کلاته گاه و کمترین مقدار آن ۱۴/۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر در روستای امرودک است. مقدار سدیم از استاندارد جهانی کمتر است.

کلراید: کلر موجود در منابع آب بیشتر حاصل انحلال نهشته‌های تبخیری است و معمولاً به ندرت در صورت وجود کانی‌های کلردار به صورت مستقیم در منابع آب وارد می‌شوند. میانگین فراوانی این عنصر ۱۹/۰ است که بیشینه مقدار آن ۲۵/۰ در خروجی مخزن سد و کمترین مقدار آن ۰/۵ در روستای امرودک می‌باشد. مقدار کلراید از استاندارد جهانی کمتر است.

پتاسیم: وجود پتاسیم همانند سایر عناصر می‌تواند در اثر انحلال یا هوازگی شیمیایی کانی‌های پتاسیم‌دار (مانند پلاژیوکلازهای پتاسیم‌دار و یا فلدسپات‌های آلکالن) در منابع آبی وارد می‌شوند. میانگین فراوانی پتاسیم ۰/۵ است که بیشینه مقدار آن ۰/۶ در روستای کلاته گاه و کمترین مقدار آن ۰/۳ در روستای امرودک می‌باشد. مقدار پتاسیم از استاندارد جهانی کمتر است.

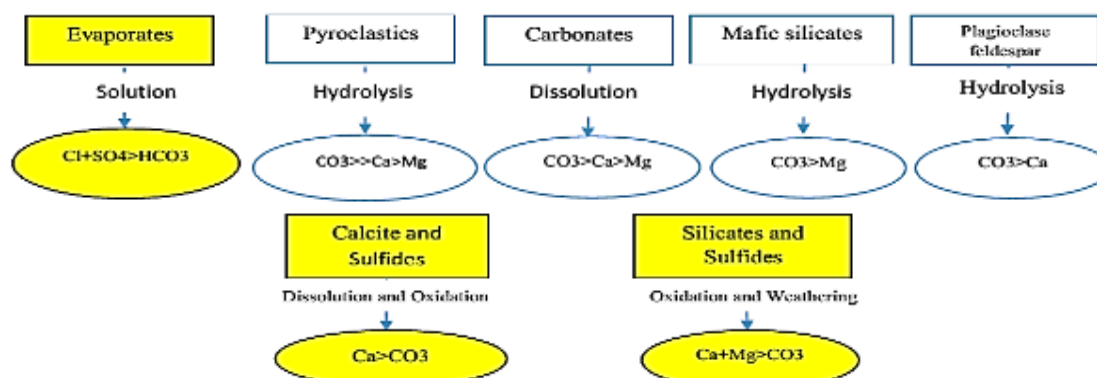
منیزیم: در سنگ‌های رسوبی منشأ یون منیزیم عمدتاً کانی‌های دولومیت و منیزیت است (دئوتسچ، ۱۹۹۷). میانگین فراوانی منیزیم ۰/۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر است که بیشینه مقدار آن ۱/۰ در خروجی مخزن سد و کمترین مقدار آن ۰/۲ در دو شاخه امرودک- تلغور می‌باشد. مقدار منیزیم از استاندارد جهانی کمتر است.

۳- یافته‌ها و بحث

خلاصه بررسی نتایج اولیه آماری نمونه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. میانگین جامدات کل محلول (TDS) نمونه‌های آب رودخانه ارداک تقریباً برابر با ۱۸۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر می‌باشد. بیشینه مقدار آن ۲۵۸ میلی‌اکی‌والان در لیتر در روستای کلاته گاه و کمترین مقدار آن ۱۴۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر در خروجی مخزن سد است. مقدار میانگین هدایت الکتریکی (EC) برابر با ۲۷۱ میکروموس بر سانتی‌متر است که بیشینه آن ۳۶۷ میکروموس بر سانتی‌متر در روستای کلاته گاه و کمترین

نمونه‌های آب حوضه‌های آبریز متاثر از لیتولوژی سنگ‌ها و رسوباتی است که در معرض هوازدگی قرار می‌گیرند (اکستر و هاردی، ۱۹۷۸؛ اکستر، ۱۹۸۰؛ جونز و کامپو، ۲۰۱۴). لذا دانستن زمین‌شناسی منطقه برای دانستن شیمی آب ضروری می‌باشد. آب‌های سطحی و زیرزمینی، منابع تامین کننده یون‌هایی است که در داخل آب رودخانه حل شده و باعث بالا رفتن EC آب منطقه می‌شود. هوازدگی شیمیایی سنگ‌های مختلف با آب‌های طبیعی، کاتیون‌ها و آنیون‌های متفاوتی را تولید می‌کند. براساس آنالیزهای جمع‌آوری شده توسط وایت و درک (۱۹۹۳)، سوهن (۲۰۰۳) آب‌های در تماس با دولومیت مشابه آب‌های در تماس با سنگ‌های آهکی دارای Ca نسبت مولاری

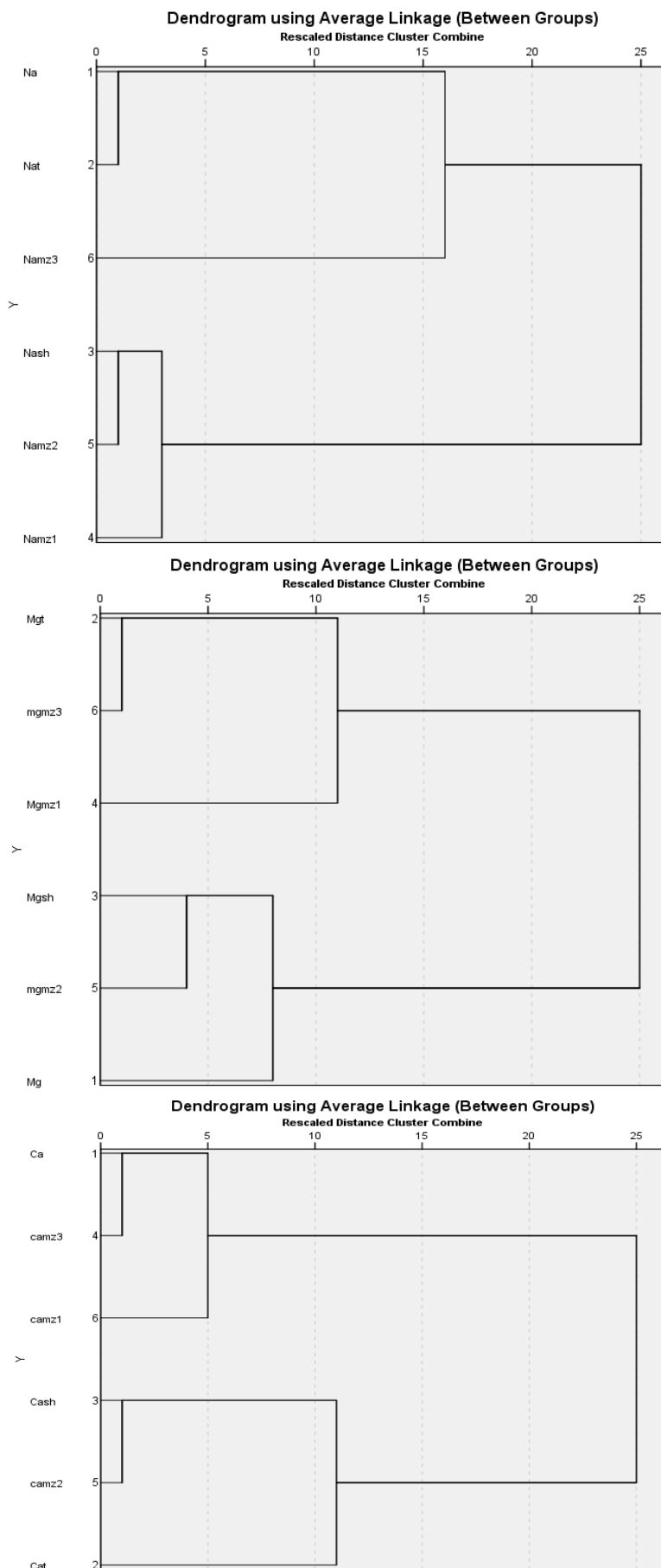
نمونه‌های آب حوضه‌های آبریز متاثر از لیتولوژی سنگ‌ها و رسوباتی است که در معرض هوازدگی قرار می‌گیرند (اکستر و هاردی، ۱۹۷۸؛ اکستر، ۱۹۸۰؛ جونز و کامپو، ۲۰۱۴). لذا دانستن زمین‌شناسی منطقه برای دانستن شیمی آب ضروری می‌باشد. آب‌های سطحی و زیرزمینی، منابع تامین کننده یون‌هایی است که در داخل آب رودخانه حل شده و باعث بالا رفتن EC آب منطقه می‌شود. هوازدگی شیمیایی سنگ‌های مختلف با آب‌های طبیعی، کاتیون‌ها و آنیون‌های متفاوتی را تولید می‌کند. براساس آنالیزهای جمع‌آوری شده توسط وایت و درک (۱۹۹۳)، سوهن (۲۰۰۳) آب‌های در تماس با دولومیت مشابه آب‌های در تماس با سنگ‌های آهکی دارای Ca نسبت مولاری



شکل ۷. رابطه‌ی بین خاستگاه و ترکیب شورابه‌ی اقتباس از جونز و کامپو (۲۰۰۳)

آنالیزهای ژئوشیمیایی نمونه‌های جمع‌آوری شده از واحدهای سنگی و آب رودخانه مورد اریایی قرار گرفت. از آنجائیکه فقط تعدادی از عناصر در این نمونه‌ها مقدار قابل قبول داشتند لذا عناصر کلسیم، سدیم و منیزیم انتخاب گردید. آنالیز داده‌ها در نرم‌افزار SPSS جهت بررسی ماتریس همبستگی پیرسون برای کاتیون‌های کلسیم، سدیم و منیزیم (شکل ۸ و جدول ۵) نشان داد که سدیم موجود در آب رودخانه ارداک بیشترین همبستگی را با سازند تیرگان (t) و کمترین همبستگی را با سازند مزدوران ۱ (mz) دارد. بیشترین همبستگی کلسیم با سازند مزدوران ۳ (mz3) و مزدوران ۱ (mz1) و کمترین وابستگی با سازند شوربچه می‌باشد و همچنین بیشترین همبستگی منیزیم با سازند مزدوران ۲ (mz2) و سازند شوربچه (sh) و کمترین وابستگی با مزدوران ۳ (mz3) است.

آب‌های در تماس با شیل‌ها، CO_3 بالا داشته و بعضی از نظر SO_4 خیلی غنی هستند، Ca و Na کاتیون‌های غالب آن‌ها بوده و PH ممکن است از حد اسیدی ۴ (غنی از سولفات) تا حد بازی ۹ (غنی از کربنات) متغیر باشد T.D.S. کاملاً بالا است، به ویژه برای آب‌هایی که از سولفات و کلرید غنی هستند. از آنجائیکه نمونه‌های آبی برداشت شده از رودخانه ارداک دارای CO_3 بالا و غنی از Ca و Na هستند لذا می‌توان لیتولوژی شیلی را در محتوای عنصری آب‌های منطقه موثر دانست. آب‌های در تماس با ماسه‌سنگ‌ها از نظر کاتیونی خیلی متغیر ولی از نظر آنیونی، CO_3 غالب است، سیلیس پایین و PH نزدیک خنثی است. بررسی هیدروژئوشیمیایی نمونه‌های برداشت شده نشان می‌دهد که احتمالاً واحدهای ماسه‌سنگی تا حدودی در تامین عناصر موجود در منابع آبی اثر گذار بوده‌اند. به منظور بررسی اثر سازندها بر روی کیفیت آب رودخانه ارداک



شکل ۸. دندروم آنالیز خوشه‌ای کاتیون نمونه‌های رودخانه ارداک

جدول ۵. ماتریس همبستگی پیرسون برای کاتیون‌های نمونه‌های آب رودخانه ارداک

پارامترها	Ca ²⁺	Ca _t	Ca _{sh}	Ca _{mz1}	Ca _{mz2}	Ca _{mz3}
Ca ²⁺	۱					
Ca _t	۰/۱۱۶	۱				
Ca _{sh}	-۰/۳۱۰	۰/۱۹	۱			
Ca _{mz1}	۰/۶۱۴	۰/۴۵	۰/۳۹	۱		
Ca _{mz2}	-۰/۰۵	-۰/۸۷	-۰/۷۴	-۰/۷۲	۱	
Ca _{mz3}	۰/۷۰۹*	-۰/۴۷	-۰/۹۲	۰/۷۱	-۰/۹۹	۱

پارامترها	Mg ²⁺	Mg _t	Mg _{sh}	Mg _{m1}	Mg _{m2}	Mg _{m3}
Mg ²⁺	۱					
Mg _t	-۰/۱۶۱	۱				
Mg _{sh}	۰/۱۹۶	۰/۴۲۹	۱			
Mg _{m1}	-۰/۱۱۶	۰/۲۵۴	-۰/۱۸۲	۱		
Mg _{m2}	۰/۳۵۰	۰/۱۴۸	-۰/۲۶۴	-۰/۸۸۵	۱	
Mg _{m3}	-۰/۹۰۳	۰/۹۶۹	۰/۴۱۴	۰/۲۲۳	۰/۲۴۷	۱

پارامترها	Na ⁺	Na _t	Na _{sh}	Na _{m1}	Na _{m2}	Na _{m3}
Na ⁺	۱					
Na _t	۰/۱۱	۱				
Na _{sh}	-۰/۳۳	-۰/۴۶	۱			
Na _{m1}	-۰/۹۴	۰/۲۹	-۰/۷۸	۱		
Na _{m2}	-۰/۲۷	-۰/۵۷	۰/۷۴	۰/۳۷	۱	
Na _{m3}	-۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۴۵	-۰/۵۶	-۰/۷۶	۱

رودخانه ارداک که از سمت شمال به این رودخانه وارد می‌شود قابل تشخیص است (شکل ۹) لذا می‌توان تحلیل صورت گرفته در این خصوص را تایید نمود به طوریکه از نمونه A6 تاثیر سازند تیرگان بیشتر از نمونه‌های ابتدایی است. از طرفی در نمونه A9 نیز که تغییراتی در محتوای ژئوشیمیایی آب رودخانه قابل تشخیص است را می‌توان تاثیر سازند شوربجه در این ارتباط را موثر دانست.

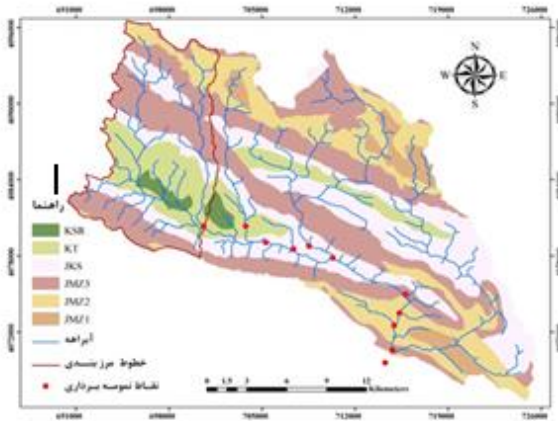
بر این اساس می‌توان منشأ بی‌کربنات منطقه را به انحلال سنگ‌ها و کانی‌های کربناته مانند کلسیت و دولومیت سازندهای مزدوران ۳ و تیرگان نسبت داد. سولفات می‌تواند از انحلال کانی‌های تبخیری ژپس موجود در ماسه‌سنگ سازند شوربجه وارد آب منطقه شده باشد. (جوانبخت و همکاران، ۲۰۲۰)، کلسیم می‌تواند از سازندهای کربناته مزدوران ۳ و تیرگان که بیشترین درصد مساحت را در منطقه دارد و نیز ترکیبات غیرکربناته مانند کانی‌های تبخیری ژپس در سازند شوربجه منشأ گرفته باشد. لیتولوژی‌های ریزدانه مانند شیل در سازندهای تیرگان و شوربجه می‌تواند با تبدیل کانی‌های رسی به یکدیگر

۴- ارتباط ضرایب همبستگی کاتیون‌ها با سازندهای منطقه

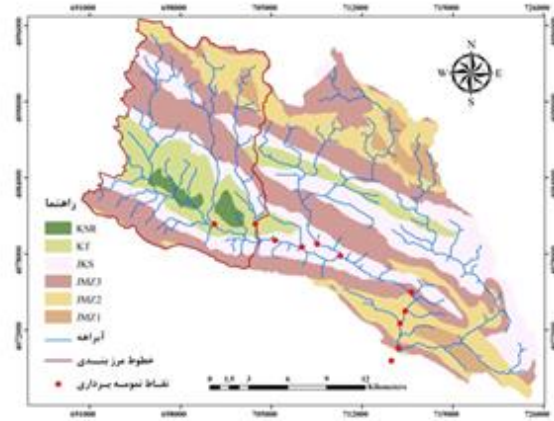
به منظور بررسی هر یک از سازندها بر نقاط نمونه‌برداری، نقشه حوضه آبریز ارداک به محیط GIS منتقل گردید. در محیط GIS تمام سازندها بر اساس نقشه زمین‌شناسی منطقه به صورت مجزا ترسیم و میزان مساحت هر یک مشخص گردید (جدول ۶). مرزبندی هر یک از نقاط نمونه‌برداری براساس لایه آبراهه و توپوگرافی انجام شد (شکل ۹). نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که سازند مزدوران ۳ که بیشترین مساحت را در منطقه در بردارد، بیشترین تاثیر را نیز در حوضه آبریز ارداک داشته است. از روستای بقمج تا روستای کلاته گاه به ترتیب سازند مزدوران ۳، سازند تیرگان و سازند شوربجه و از روستای کلاته گاه تا مخزن سد به ترتیب سازند مزدوران ۳، شوربجه و تیرگان در کیفیت آب رودخانه ارداک نقش داشته‌اند. بررسی‌های صورت گرفته نیز نشان‌دهنده تغییرات محتوای عناصر در نمونه به خصوص A6 می‌باشند (روستای کلاته گاه) از آنجائیکه در محل این روستا یکی شاخه‌های اصلی

یون‌های پتاسیم، سدیم و کلر را به تبخیری‌های سازند شوربچه و تیرگان می‌توان نسبت داد. دولومیت‌های سازند مزدوران ۲ و نیز سیمان کربناته ماسه‌سنگ‌ها و شیل‌های سازند شوربچه در منشا منیزیم نقش داشته‌اند.

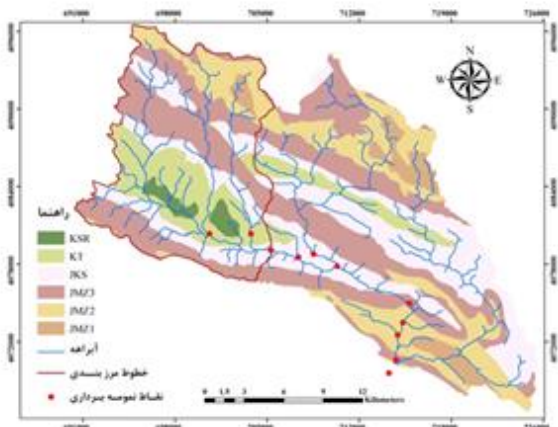
یون‌های مختلفی مانند سدیم آزاد نمایند. انحلال نهشته‌های تبخیری در سازندهای مزدوران و شوربچه و نیز نهشته‌های نئوژن بالادست سد که شامل رسوبات تبخیری می‌باشد در افزایش یون کلراید نقش داشته‌اند. وجود



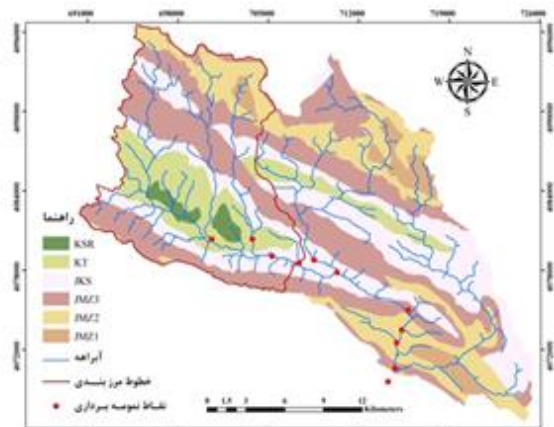
A1



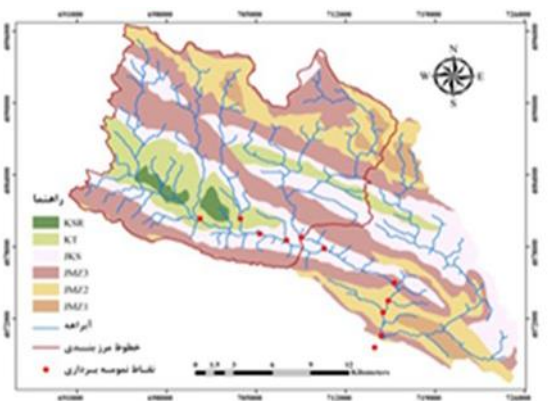
A2



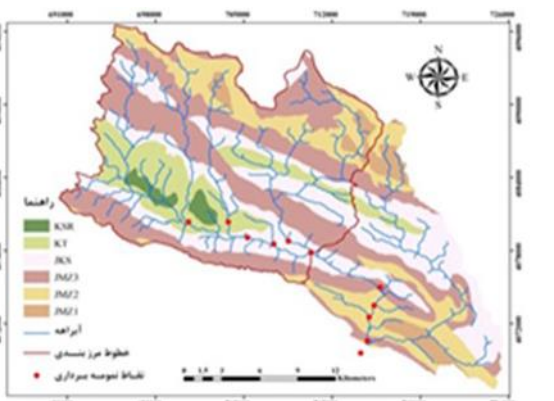
A3



A4

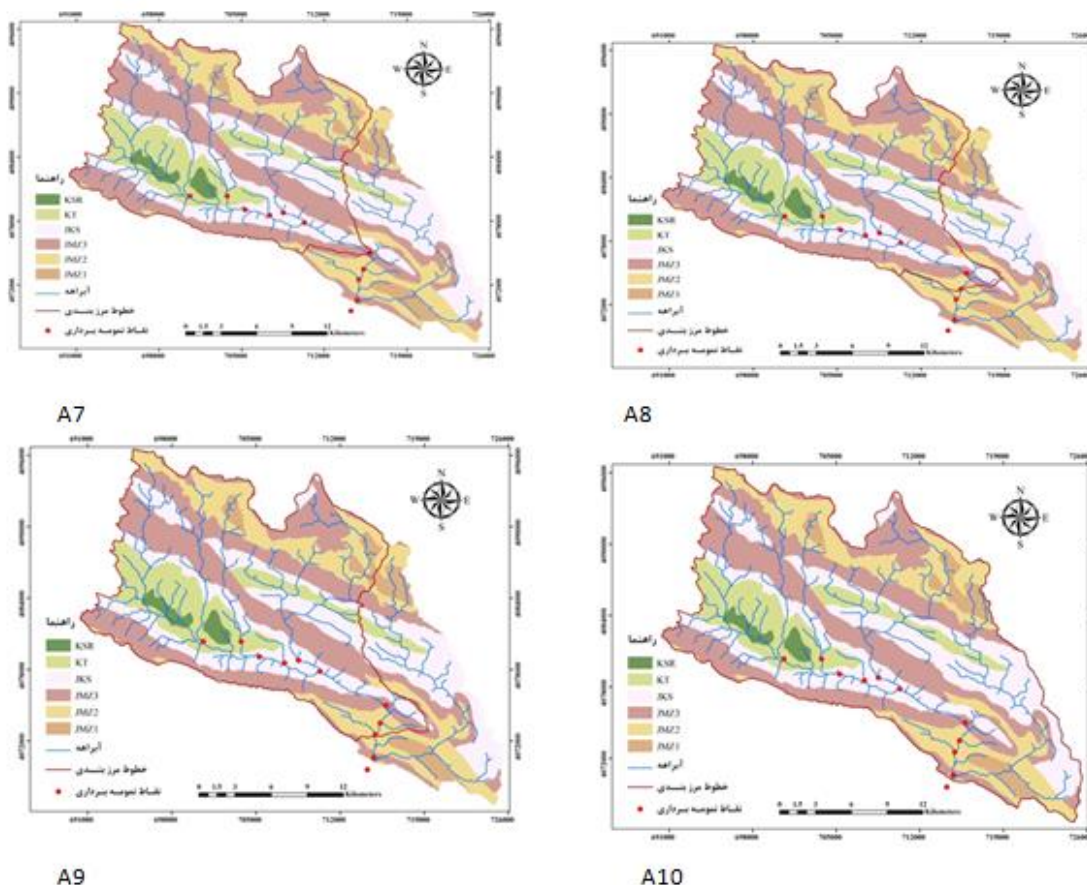


A5



A6

شکل ۹. نقشه‌های مرزبندی نقاط نمونه‌برداری رودخانه ارداک



ادمه شکل ۹. نقشه‌های مرزبندی نقاط نمونه‌برداری رودخانه ارداک

۵- نتیجه‌گیری

بخصوص در روستای کلاته گاه شده است. قرارگیری رسوبات تبخیری در معرض آب‌های سطحی و نزولات جوی، یون‌های سدیم و کلر را در اثر انحلال زیاد آزاد نموده و سبب افزایش این یون‌ها در آب رودخانه شده است. انحلال نهشته‌های تبخیری سازندهای مزدوران و شورابه و نیز نهشته‌های نئوژن بالادست سد ارداک در ایجاد یون کلر تاثیر داشته است. دولومیت‌های سازند مزدوران و سیمان دولومیتی ماسه‌سنگ‌ها و شیل‌های سازند شورابه و تیرگان نیز در منشأ یون منیزیم آب رودخانه موثر بوده است. وضعیت هیدروژئوشیمیایی آب رودخانه ارداک نسبت بالای Ca/Na و میزان SiO_2 پایین را نشان می‌دهد که حاکی از تاثیر بیشتر سازندها و سنگ‌های کربناته دولومیتی و آهکی بر روی محتوی ژئوشیمیایی آب رودخانه است، اما چون مقدار نسبت Ca/Mg در نمونه‌های برداشت شده از آب رودخانه یکسان نمی‌باشد و افزایش قابل توجه یون کلسیم نشان‌دهنده تاثیر کم سنگ‌های دولومیتی در تشکیل محتوی یونی آب رودخانه است. استفاده از ضریب همبستگی پیرسون برای کاتیون‌های Mg , Ca و Na نشان

جهت بررسی تغییرات کیفیت آب رودخانه ارداک واقع در ۷۰ کیلومتری شمال غرب مشهد که بخشی از حوضه آبریز کشف‌رود بوده و آب شهر مشهد و روستاهای اطراف حوضه را از لحاظ شرب و کشاورزی تامین می‌کند، از نتایج ۱۱ ایستگاه نمونه‌برداری استفاده گردید. نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های آب نشان می‌دهد که آب این حوضه با جنس سازندهای زمین‌شناسی اطراف حوضه آبریز ارداک و نیز هوازدگی شیمیایی سنگ‌های مختلف در اثر واکنش با آب‌های ورودی ارتباط داشته و کاتیون‌ها و آنیون‌های مختلفی تولید می‌کند. انحلال سنگ‌ها و کانی‌های کربناته مانند کلسیت و دولومیت سازندهای مزدوران ۳ و تیرگان و نیز انحلال سیمان کربناته ماسه‌سنگ‌های سازند شورابه در منشأ یون کلسیم و کربنات و نیز انحلال لایه‌های تبخیری ژپس سازند شورابه در منشأ یون‌های کلسیم و سولفات آب رودخانه موثر بوده است. شیل‌های سازند تیرگان و شورابه و نیز هوازدگی کانی‌های سدیم‌دار سازند شورابه سبب آزاد شدن یون سدیم در آب رودخانه

وارد رودخانه می‌گردد، تاثیر این سازند را بیشتر نشان می‌دهد. در قسمت ورودی مخزن سد تاثیر سازند شوربجه بیشتر است. براساس نمودار پایپرو دیورف، بخش عمده حوضه آبریز ارداک از نوع بی‌کربنات و سولفات بوده و از کیفیت مناسبی جهت شرب برخوردار می‌باشد. نمودار ویلکاکس نشان می‌دهد که عمده نمونه آب‌های منطقه مورد مطالعه در کلاس CIS1 و C2S1 قرار گرفته و جهت استفاده کشاورزی مناسب است. آب رودخانه ارداک از لحاظ میزان TDS، EC، TH و دارای وضعیت استاندارد بوده و قابل شرب است. وجود سختی نسبتاً بالا در آب را می‌توان به وسعت زیاد سازند مزدوران در منطقه مرتبط دانست که از سنگ‌های کربناته و دولومیتی تشکیل شده است.

می‌دهد که سدیم بیشترین همبستگی را با سازند تیرگان و کمترین همبستگی را با سازند مزدوران ۱، کلسیم بیشترین همبستگی را با سازندهای مزدوران ۱ و ۳ و کمترین همبستگی را با سازند شوربجه و منیزیم بیشترین همبستگی را با سازند مزدوران ۲ و شوربجه و کمترین وابستگی را با سازند مزدوران ۳ دارد. از ارتفاعات غربی یعنی روستای بقمج به سمت کلاته گاه سازند مزدوران و سپس سازندهای تیرگان و شوربجه و از روستای کلاته گاه تا مخزن سد بیشترین تاثیر را در کیفیت آب رودخانه سازند مزدوران و سپس سازندهای شوربجه و تیرگان داشته‌اند. با توجه به اینکه در روستای کلاته گاه یکی از شاخه‌های اصلی رودخانه پس از عبور از سازند تیرگان از سمت شمال

جدول ۶. مساحت هریک از سازندهای منطقه در نقاط نمونه‌برداری

سازندها	JMZ1	JMZ2	JMZ3	JKS	KT	KSR	
A1	مساحت	0	۱۱۴۸۱۶۹۳/۱	۵۲۵۱۳۰۴۸/۷۲	۲۶۳۶۸۶۵۴/۲۱	۳۳۶۴۷۳۸۸/۷۹	۵۳۱۰۷۴۱/۳۳۸
	مترمربع	0	۸/۸۷۸۴۰۸	۴۰/۶۰۶۵۸	۲۰/۳۹	۲۶/۰۱۸۴	۴/۱۰۶۶۱۸
A2	مساحت	۳۴۰۶۲۹۰/۵	۲۱۰۷۶۰۸۴	۵۴۸۳۱۴۸۵	۳۸۹۱۸۶۴۷	۴۲۳۴۸۶۲۱	۸۷۴۶۵۷۰
	درصد	۲/۱۱۶۵۶	۱۲/۴۴۶۹۲	۳۲/۳۸۱۸۸	۲۲/۹۸۴۲۲	۲۵/۰۰۹۸۶	۵/۱۶۵۴۶۹
A3	مساحت	۳۳۶۸۳۱۵/۴	۲۲۰۳۵۱۲۰	۵۸۳۵۶۸۸۴	۴۲۱۸۵۰۸۴	۴۴۶۳۵۰۱	۸۷۴۶۵۷۰
	درصد	۱/۸۷۷۹۰۶	۱۲/۲۸۵۰۴	۳۲/۵۳۵۱۸	۲۳/۵۱۹۰۷	۲۴/۹۰۶۴۱	۴/۸۷۶۳۹۶
A4	مساحت	۳۳۷۹۳۱۸/۷	۲۲۱۲۱۳۲۷	۶۴۱۷۳۰۱۱	۴۷۵۴۷۷۸۷	۴۶۸۱۲۳۹۹	۸۷۴۶۵۷۰/۵
	درصد	۱/۷۵۲۹۳۶۷	۱۱/۴۷۴۸۸۳	۳۳/۲۸۸۱۳۹	۲۴/۶۶۴۲۲۱	۲۴/۲۸۲۷۵۷	۴/۵۳۷۰۶۳۹
A5	مساحت	۸۲۰۲۵۳۳/۷۲	۴۵۹۸۱۴۵۹	۱۱۰۸۸۴۰۳۴	۷۶۵۰۴۶۵۰/۳	۵۶۹۲۵۳۷۳/۵	۸۷۴۶۵۷۰/۵۴
	درصد	۲/۶۶۹۹۷۰۸	۱۴/۹۶۵۷۵	۳۶/۰۸۹۸۲	۲۴/۹۰۰۲۴	۱۸/۵۲۷۷	۲/۸۴۶۷۷۷
A6	مساحت	۸۲۰۲۵۳۴	۴۶۹۱۹۰۲۲	۱۱۷۴۸۴۵۱۸	۸۰۷۵۹۸۲۲	۵۶۹۲۵۳۷۳	۸۷۴۶۵۷۰/۵
	درصد	۲/۵۷۱۰۲۲	۱۴/۷۰۶۴۱	۳۶/۸۲۴۶۳	۲۵/۳۱۳۵۶	۱۷/۸۴۲۸۳	۲/۷۴۱۵۴۶
A7	مساحت	۸۲۰۲۵۳۴	۴۷۵۶۳۹۵۹	۱۲۶۶۲۳۸۹۱	۸۷۷۱۸۱۷۶	۵۶۹۲۵۳۷۳	۸۷۴۶۵۷۰/۵
	درصد	۲/۴۴۸۲۶	۱۴/۱۶۵۱۹	۳۷/۷۱۰۳۲	۲۶/۱۲۳۶۷	۱۶/۹۵۳۱۵	۲/۶۰۴۸۴۸
A8	مساحت	۸۴۶۱۵۸۰	۵۱۸۶۵۴۲۷	۱۳۱۱۹۵۷۱۰	۹۱۰۶۰۶۲۳	۵۶۹۲۵۳۷۳	۸۷۴۶۵۷۰/۵
	درصد	۲/۴۲۹۷۰۶	۱۴/۸۹۲۹۳	۳۷/۶۷۲۲۸	۲۶/۱۴۷۶۶	۱۶/۳۴۵۸۷	۲/۵۱۱۵۴
A9	مساحت	۸۴۶۱۵۸۰	۶۰۳۲۷۰۰۸	۱۳۴۱۹۶۶۷۲	۹۱۷۳۴۷۵۶	۵۶۹۲۵۳۷۳	۸۷۴۶۵۷۰/۵
	درصد	۲/۳۴۷۸۸۳	۱۶/۷۳۹۲۸	۳۷/۲۳۶۳۱	۲۵/۴۵۴۱۶	۱۵/۷۹۵۴۱	۲/۴۲۶۹۶۱
A10	مساحت	۲۲۸۹۶۳۲۹/۴۵	۹۳۷۷۳۱۰۵/۷۵	۱۶۹۲۴۴۹۷۵/۶	۱۴۰۲۵۲۳۵۳/۸	۶۲۱۱۶۴۵۵/۸۹	۸۷۴۶۵۷۰/۵۳۹
	درصد	۴/۶۰۶۶۳۱	۱۸/۸۶۶۷	۳۴/۰۵۱۲۷	۲۸/۲۱۸۱	۱۲/۴۹۷۵۳	۱/۷۵۹۷۶۸

منابع

ابراهیمی، ا.، امین، م.، هاشمی، ح.، فولادی فرد، ر.، وحید دستجردی، م (۱۳۸۹) بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی منطقه راوند، نشریه تحقیقات نظام سلامت، دوره ۶، شماره ویژه نامه، ص ۹۱۸-۹۲۶.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از داوران محترم و سردبیر و هیات تحریریه مجله یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی کمال تشکر و قدردانی را دارند.

- Berberian, F. M., King, G. C (1981) Toward a pale geography and tectonic evolution of Iran, Canadian Journal of Earth Sciences, 18(2): 210-265.
- Bouwer, H (1978) Groundwater Hydrology, McGraw-Hill Book, New York, 480pp.
- Cohen, A. S (2003) Paleolimnology: the history and evolution of lake systems. Oxford University press, U. K.
- Durov, S. A (1948) Klassifikacija prirodnyh vodi graficeskoje izobrazenie ich sostava [Classification of natural waters and graphic representation of their composition]: Doklady Ak. Nauk SSSR, 59 (1): 87-90.
- Erfanian Kaseb, H., Torshizian, H. A., Jahani, D., Javanbakht, M., Kohansal Ghadimvand, N (2020) Studying Evolutionary Processes of Petergan Playa Brines in South Khorasan, East of Iran. [in Persian]
- Eugster, H. P (1980) Geochemistry of evaporitic lacustrine deposits. Annual Rev. Earth Planet. Sci, 8: 35-63.
- Eugster and Haridel, A (1978) Saline lakes, In Lerman A. (Ed), Lakes chemistry, Geology and Physics: Springer Verlage, 237-293.
- Gipperth, L., & Elmgren, R (2005) Adaptive coastal planning and the European Union's water framework directive: A Swedish perspective. AMBIO, 34(2): 157-162.
- Gu, Q., Li, J., Deng, J (2015) Eco-environmental vulnerability assessment for large drinking water resource: a case study of Qiandao Lake Area, China. Front. Earth Sci. 9: 578-589.
- Guler, C. Thyne, G. D., McCray, J. E., Turner, A. K (2002) Evaluation of graphical and multivariate statistical method for classification of water chemistry data. Hydrogeol, 10(4): 455-474.
- Jones, B., F. and Deocampo, D. M (2014) Geochemistry of saline lakes. Treatise Geochem, 7: 437-469.
- Madhav, S., Ahamad, A., Kumar, A (2018) Geochemical assessment of groundwater quality for its suitability for drinking and irrigation purpose in rural areas of Sant Ravidas Nagar (Bhadohi), Uttar Pradesh. Geology, Ecology, and Landscapes, 2: 127-136.
- Malina, J. F (1996) Water resources handbook. Mc GrawHill. NewYork, 8:1-49.
- McIntyre, N. R., & Wheeler, H. S (2004) A tool for risk-based management of surface water quality. Environmental Modeling & Software, 19: 1131-1140.
- Piper, A. M (1944) A graphical procedure in the geochemical interpretation of water analysis. Am Geophys Union Trans, 25: 914-923.
- Qiao, X., Zhao, C., Shao, Q., Hassan, M (2018) Structural characterization of corn stover lignin after hydrogen peroxide presoaking prior to ammonia fiber expansion pretreatment. Energy & Fuels, 32(5): 6022-6030.
- پیران قرنی نمین، س.، جاوید، ا.، قدوسی، ا. (۱۳۹۷) بررسی تاثیر سازندهای زمین‌شناسی بر روی کیفیت منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی دشت اردبیل)، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۲۰، شماره ۳.
- ترشیزیان، ح.، موسوی‌حرمی، ر.، نجفی، م (۱۳۷۹) مطالعه زمین‌ریخت‌شناسی کارست و بررسی پتانسیل آب در سازندهای سخت گستره مشهد- چناران، چهارمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران.
- جوانبخت، م.، اسدی، و.، دبیری، ر (۱۳۹۹) ارزیابی ویژگی‌های هیدروژئوشیمیایی و روند تکاملی آب‌های زیرزمینی دشت جاجریم، شمال شرق ایران، نشریه محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۳، ص ۲۰۶-۲۱۸.
- حیدری، م.، مصداقی‌نیا، ا.، میرزاده، ا.، یونسیان، م.، ندافی، م.، محوی، ک (۱۳۹۰) بررسی کیفیت میکروبی از نوشیدن آب در روستاهای شهرستان کاشان و نقش روستایی شرکت آب و فاضلاب در آن، نشریه سلامت سیستم، جلد ۶، ص ۸۹۸-۹۰۷.
- قبادی، م.، عثمان‌پور، ا.، عباسی، ع (۱۳۹۹) تاثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت شرب منابع آب زیرزمینی مجتمع روستایی آرنندان سنندج، نشریه محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۲، ص ۱۷۳-۱۸۴.
- مجدی، ح.، غیبی، ل.، سلطانی، ط (۱۳۹۴) بررسی کیفیت میکروبی و فیزیکی‌وشیمیایی آب شرب روستاهای شهرستان تکاب در استان آذربایجان غربی در سال ۹۲، نشریه دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، دوره ۱۴، شماره ۸، ص ۶۳۱-۶۴۲.
- محمدزاده، ف.، اختصاصی، م.، حسینی، ز (۱۳۹۶) بررسی تاثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی با کاربرد منطق بولین (مطالعه موردی حوضه آبخیز دشت بجنستان)، نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز، دوره ۶، شماره ۱، ص ۱۱-۲۱.
- Akter, M., T. Sikder, T., Ullah, A. K. M. A (2014) Water Quality assessment of an industrialzone polluted aquatic body in Dhaka, Bangladesh, Am. J. Environ. Protect, 3232-237.
- Alper B. and Orthan, G (2017) Effect of geogenic factors on water quality and its relation to human health around Mount Ida, Turkey. Water, 9(1): 66.
- Anonymous (2008) WHO guidelines for drinking water quality second addendum to third edition. Geneva World Health Organization. Available: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum.20081119.pdf.
- Anonymous (2015) Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Drinking water chemical and Physical properties. National Iranian Standard No 1053 (in Persian).

- Scholler, H (1962) *Lex souterraines*, Masson, Paris, 642pp.
- Sepehr, M (2006) *Managment of supply drinking water in rural areas*. John Wiley and Sons, 706: 14404-22.
- White, K. and Drake, N (1993) Mapping the disterbiution and abudance of gypsum in southcentral Tunisia from landsat Thematic Mapper data. *Zeits cherif Geomorphol*, 37: 309-325.
- Zhao, C., Qiao, X., Shao, Q., Hassan, M., Ma, Z., Yao, L (2020) Synergistic effect of hydrogen peroxide and ammonia on lignin. *Ind Crop Prod*, 146: 112-177.

Study the Effect of Geological formation On the Drinking Quality and Agriculture Water Resources of River Ardak, Mashhad

M. E. Fazelvalipour^{*1}, E. Ramezani Azghandi², and M. Javanbakht³

1, 3- Assist. Prof., Dept., of Geology, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad, Iran

2- M. Sc., student. of Geology, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad, Iran

* dr.ef.valipour@gmail.com

Recieved: 2021/1/24 Accepted: 2021/6/8

Abstract

Ardak Watershed, located in khorasan Razavi province and 70 km from Mashhad Causes a new source of dirinking water production and agriculture in Mashhad and its sububs and 1s located in terms of structural zoning, in the Kopeh Dagh. Given the water crisis and the importance of access to suitable and potable quality water in the country. Therefore, in the present study, it has been studied that it is effective in geological formation in the quality of water resources in the region. To achieve this goal, 11 water samples were taken from river and dom and physical parameters such as, PH, TDS, EC and TH were measured in situ using multimeter. The average TDS is 185 meq/l and average EC is 271 microzimens/sec and average PH is 7.89 and average TH is 776 mg/l in Ardak river is good condition in terms of drinking and agriculture. To the piper diagram, most of water in this region was a part of the Calcic and bicarbonate type facies, and in some examples, the sulfate type, which is associated with calcareous Mozdoran formation, marl limestone Tirgan formation and marl, sandstone, gypsum Shourigeh formation. Scholler diagram showed that water needed in the region, despite being affected by geological formation is suitable for drinking and it is suitable for agriculture and a little sality. Statistical studies showed that the greatest impact on the chemical water content of Ardak river is affected by the structure of Mozdoran³ and then formation Tirgan and Shourijeh. This result can be confirmed since the largest area of the basin is occupied by Mozdoran³ formation and its lithology is composed of carbonate rocks.

Keywords: Ardak, Drinkable water, Geological formation, Hydrogeochemical, Water type