

بررسی سنگ‌های ماگمایی و اثرات زیست‌محیطی زون‌های دگرسانی منطقه یوزباشی چای (غرب قزوین)

رامین ساریخانی^{۱*}، آرتیمس قاسمی‌دهنوی^۲، رضا زارعی سهامیه^۳ و علی مرادپور^۴

۱، ۲، ۳ و ۴- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم آباد

* Sarikhani_r@yahoo.com نویسنده مسئول:

دریافت: ۹۵/۲/۲۷ پذیرش: ۹۵/۵/۳۰

چکیده

منطقه مورد بررسی یوزباشی چای در شمال غرب قزوین به لحاظ واحدهای چینه‌شناسی اساساً متعلق به سنوزوئیک است. شواهد صحرایی، بررسی‌های پترولوژیکی و داده‌های ژئوشیمیایی سنگ‌های ماگمایی و زون‌های دگرسانی منطقه یوزباشی چای حاکی از آنند که سنگ‌های منطقه متشکل از بازالت، آندزیت بازالتی، آندزیت، تراکی آندزیت، تراکیت، ریوداسیت، داسیت، توف و دایک می‌باشند. پلات نتایج آنالیز عناصر اصلی و کمیاب در دیگرام‌های متمایز کننده مختلف حاکی از آن است که این سنگ‌ها در اثر ماگماتیسم مرتبط با فرورانش و در حاشیه قاره تشکیل گردیده‌اند. طبق رده‌بندی واحدهای مختلف دگرسانی، محدوده وسیعی از منطقه متحمل دگرسانی از نوع آرژیلیک حدواسط تا پیشرفته گردیده است. در آب منطقه به دلیل اثرات زون‌های دگرسانی، کلسیم و سولفات دارای نابهنجاری بسیار بالایی است. همچنین نتایج آنالیز نمونه‌های آب منطقه دال بر سختی، بیش‌تر از حد مجاز می‌باشند. حضور کانی سولفات پتاسیم آلومینیم آبدار (آلونیت یا زاج) به عنوان منبع بالقوه‌ای برای تولید آب‌های اسیدی می‌باشد. براساس استاندارد آب آشامیدنی ایران در مناطق دگرسانی خصوصاً در محدوده معادن قازان داغی آب از نظر مقدار کل مواد جامد محلول (TDS) بالاتر از حد مجاز می‌باشد و حتی آب آقچه کند که جزء مناطق دگرسان شده می‌باشد در زمره آب‌های مسمومیت‌زا قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: یوزباشی چای، فرورانش، حاشیه قاره، دگرسانی، کل مواد جامد محلول (TDS)

مقدمه

در منطقه سنگ‌های آتشفشانی پالئوژن ضخامت بسیار زیادی به خود اختصاص داده‌اند که عمدتاً طی سه فاز آتشفشانی به وجود آمده‌اند. فاز اول با سن ائوسن متشکل از توف‌های زیر دریایی همراه رسوبات است که سازند کرج نامیده می‌شود و به دو عضو کردکند و عضو آمند تقسیم می‌گردد [۶ و ۴]. علت تفکیک سازند کرج به دو بخش را می‌توان وجود تناوبی از سنگ‌های رسوبی در شروع و خاتمه سکانس آذر آواری ائوسن- الیگوسن منطقه دانست [۲۲]. عضو کردکند با تناوبی از ماسه- سنگ و مادستون توفی شروع و با مادستون خاتمه می‌یابد و عضو آمند نیز با ماسه‌سنگ کمی توفی شروع می‌شود و نهایتاً به مادستون توفی و ماسه‌سنگ همراه با تناوب گدازه و توف ختم می‌شود [۵].

فاز دوم آتشفشانی نیز به سن ائوسن با شروع فعالیت در آتشفشان زاجکان مشخص می‌شود که اغلب متشکل از فوران‌های بازیک محیط خشکی و بیش‌تر از نوع تراکی بازالت است. در شمال یوزباشی چای و در مجاور جاده معدن زه‌آباد رخنمون کم وسعتی از این فوران‌ها قابل

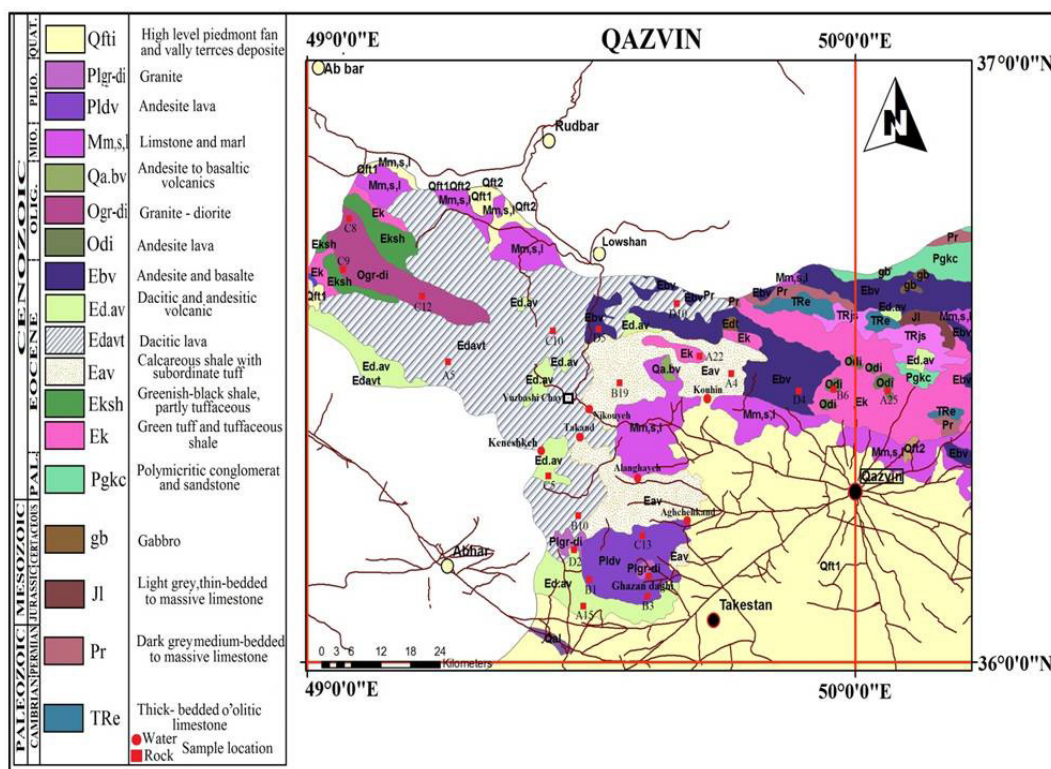
منطقه مورد مطالعه در غرب - شمال غرب قزوین و در محدوده‌ای به مختصات $15^{\circ} 36'$ تا $30^{\circ} 36'$ عرض شمالی و $49^{\circ} 30'$ تا $49^{\circ} 30'$ طول شرقی قرار دارد. گستره مورد بررسی در شمال غربی ایران وسعتی معادل 400 کیلومتر مربع را دارا می‌باشد و قسمتی از جاده اصلی قزوین - رشت، از آبرش به طرف لوشان را در بر می‌گیرد. از دیدگاه زمین‌شناسی منطقه مورد بررسی در نقشه زمین‌شناسی $1:100000$ قزوین قرار می‌گیرد (شکل ۱). واحدهای سنگی منطقه اساساً متعلق به سنوزوئیک‌اند و سنی معادل ائوسن و جوان‌تر از آن دارند. اغلب سنگ‌های آتشفشانی متعلق به وقوع فازهای آتشفشانی دوم و سوم ناحیه هستند [۲۰]. وجود دگر شیبی عمومی در این ناحیه بین سری ائوسن زیرین و فازهای ولکانیک جوان‌تر بالائی که از الیگوسن به بعد را شامل می‌شوند حاکی از وقوع فاز کوهزایی پیرنئن (ائوسن - الیگوسن) در منطقه است [۱۲ و ۳].

سن الیگومیوسن را برای این سنگ‌ها پیشنهاد نموده است.

در این تحقیق به بررسی پترولوژیکی و ویژگی‌های ژئوشیمیایی سنگ‌های ماگمایی، زون‌های دگرسانی منطقه یوزباشی چای و اثرات زیست‌محیطی آن پرداخته شده است. بر همین اساس بر پایه تجزیه شیمیایی سنگ‌های سالم و دگرسان شده محدوده مورد بررسی و نیز نمونه‌های آب زیرزمینی مناطق دگرسان شده و دگرسان نشده خصوصیات سنگ‌شناسی و اثرات زیست‌محیطی زون‌های دگرسانی بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

مشاهده است اما بیش‌ترین رخمون آن به سمت شمال منطقه می‌باشد [۱۶].

در فاز سوم که در الیگوسن به وقوع پیوسته است، فعالیت انفجاری آتشفشانی رونق زیادی داشته و طی آن حجم زیادی از ریولیت و داسیت همراه با توف‌های وابسته و ایگنمبریت رخمون یافته‌اند و در نتیجه آن، تقریباً سراسر منطقه طارم را تحت پوشش ستبرای زیادی از گدازه‌های یاد شده قرار داده است [۲]. به عقیده دیلیک و همکاران [۱۱] فاز دوم و سوم درطول الیگوسن پدید آمده و مجموعاً نشان‌دهنده محیط کششی و شدت حرکات این زمان در البرز است. عمده‌گسترش فعالیت این فاز در قسمت غربی منطقه است. جهانگیری [۱۸]



شکل ۱. موقعیت منطقه یوزباشی چای در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ قزوین [۱۲] - با تغییر

گرم لیتیم بورات و با دستگاه PW2404 توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی جهت تعیین عناصر اصلی و جزئی نمونه‌های آتشفشانی و نفوذی استفاده گردیده که نتایج در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. شیمی کانی‌ها با روش پردازش الکترونی برای تعیین ۱۰ عنصر به کمک دستگاه مدل Cameca SX100 و در مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران به انجام رسیده است. شرایط عملیاتی باریکه پرتو ایکس ۱۵ کیلو ولت و جریان پروب ۲۰ نانو آمپر بوده و کانی‌های سیلیکاته طبیعی به

روش مطالعه

جهت بررسی سنگ‌های محدوده مورد مطالعه، پس از بررسی‌های سنگ‌نگاری؛ از نمونه‌های گردآوری شده تعداد ۹۰ مقطع نازک جهت بررسی انتخاب و مطالعه گردیده‌اند، از این تعداد ۶ نمونه از سنگ‌های دگرسان شده برای آنالیز ICP و ۲۰ نمونه دیگر از سنگ‌های دگرسان نشده نیز جهت تجزیه عناصر اصلی به روش XRF انتخاب گردیده‌اند. در راستای انجام آنالیز XRF، ۴ گرم از هر نمونه با قطر ذرات ۶۰ میکرون به همراه ۰/۴

تکراری می‌باشند [۷ و ۱۰]. کانی‌های اوپاک منییتی به مقدار فراوان‌تر و هماتیت به مقدار کمتر حدود ۵٪ سنگ‌های آندزیتی را تشکیل می‌دهند که عمدتاً بصورت نیمه شکل‌دار تا بی‌شکل هستند (عکس ۲B).

ج- آندزیت و توف آندزیتی: این سنگ‌ها بطور متناوب با آندزیت‌های بازالتی قرار گرفته‌اند و در فواصل بسیار کم به یکدیگر تبدیل می‌شوند. کانی‌های اصلی سنگ شامل پلاژیوکلاز شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار (۳۰٪-۲۵٪) بوده که اکثراً شکسته شده‌اند. در محل تماس با توده‌های نفودی پلاژیوکلازها تجزیه شده‌اند که می‌توان آن را ناشی از تأثیر فازهای هیدروترمال دانست. پیروکسن در این سنگ‌ها از نوع اوژیت بوده (حدود ۵٪-۳٪) و اکثراً شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار هستند (عکس ۲C).

د- تراکی آندزیت: سنگ‌های تراکی آندزیتی بصورت گدازه و توف بطور محدود در چند ناحیه گسترش داشته و بر روی سنگ‌های داسیتی منطقه قرار گرفته‌اند. کانی‌های اصلی سنگ شامل پلاژیوکلازهای اکثراً شکل‌دار و نیمه شکل‌دار بوده (بیش از ۴۰٪) و پیروکسن بصورت ادخال در داخل پلاژیوکلازها دیده می‌شود. از دیگر کانی‌های اصلی سنگ فلدسپات آلکان اغلب شکل‌دار و نیمه شکل‌دار و پیروکسن تقریباً اتومورف نوع اوژیت (حداکثر ۵٪) است و بیوتیت نیز به مقدار بسیار اندک (حدود ۱٪) قابل رویت می‌باشد (عکس ۲D).

ه- توف تراکی آندزیتی: فنوکریست‌های فلدسپات آلکان به همراه بلورهای ریز آن در زمینه سنگ دیده می‌شوند (حدود ۲۰٪-۱۵٪). پلاژیوکلاز نیمه شکل‌دار بوده و اکثراً دارای حاشیه واکنشی هستند. بیوتیت نیمه شکل‌دار تا بی‌شکل حدود ۱٪ تا ۲٪ مقطع سنگ را شامل می‌شوند. پیروکسن به مقدار کم و تجزیه شده ملاحظه می‌شود. حواشی به علت تجمع اکسیدهای آهن سیاه شده‌اند. کوارتز با خوردگی خلیجی در زمینه سنگ بصورت بلورهای ریز و به حالت تجمعی ولی به مقدار کم دیده می‌شوند.

و- تراکیت: سنگ‌های تراکیتی بصورت گدازه و توف در منطقه مورد مطالعه گسترش دارند. بلورهای پلاژیوکلاز (۲۰٪-۱۵٪) بصورت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار دیده می‌شوند که دارای حاشیه واکنشی هستند. با توجه به خمیره داسیتی سنگ و آنورتیت حدود ۵۵٪ پلاژیوکلازها به نظر می‌رسد که این فلدسپاتها متعلق به

عنوان مواد استاندارد مرجع برای کالیبراسیون استفاده گردیده‌اند. خطای بررسی برای عناصر اصلی ۱٪ و برای عناصر فرعی ۵٪ بود. نتایج میانگین تجزیه شیمیایی بر روی ۶ نمونه مقطع نازک صیقلی در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین برای بررسی اثرات زیست‌محیطی تعداد ۷ نمونه آب برداشت شده و به روش تجزیه شیمی مرطوب مورد آنالیز قرار گرفته‌اند. تحلیل نتایج حاصل از آنالیزهای شیمیایی سنگ‌ها با بهره گرفتن از نرم‌افزار Minpet و بررسی اثرات زیست‌محیطی آنالیزهای شیمیایی آب به کمک نرم‌افزار Aquawater صورت پذیرفته است.

سنگ‌نگاری

در منطقه مورد مطالعه سنگ‌های آذرین متنوعی از جمله بازالت ساب‌آلکان (کالکوالکان)، آندزیت بازالتی، آندزیت، تراکی آندزیت، تراکیت، ریوداسیت و داسیت دارای رخنمون هستند. علاوه بر سنگ‌های ذکر شده، واحدهای آذرآواری شامل توف (داسیتی، ریوداسیتی، تراکی آندزیتی و آندزیتی) و نیز دایک (دیوریت، آندزیت، گابرویدیوریت) نیز در منطقه قابل مشاهده می‌باشند. سنگ‌های آتشفشانی ائوسن ترم‌های حدواسط تا اسیدی را شامل می‌شوند اما در برخی مناطق در اثر عبور محلول‌های گرمایی متحمل دگرسانی گردیده‌اند.

الف- بازالت: این سنگ‌ها مربوط به واحد Ea_4 بخش آمند بوده که در مراحل آخر دومین فاز آتشفشانی منطقه تشکیل شده‌اند [۴]. کانی‌های اصلی سنگ متشکل از فنوکریست‌های پیروکسن نوع اوژیت (۵٪-۲٪)، پلاژیوکلازهای اغلب لابرادرویتی (۴۰٪-۳۰٪) که از نظر اندازه ریزبلور تا متوسط بلور بوده و بصورت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار و حتی میکروولیتی در زمینه سنگ دیده می‌شوند. مقدار الیوین این سنگ‌ها حدود ۵٪ تا ۶٪ است (عکس ۲A).

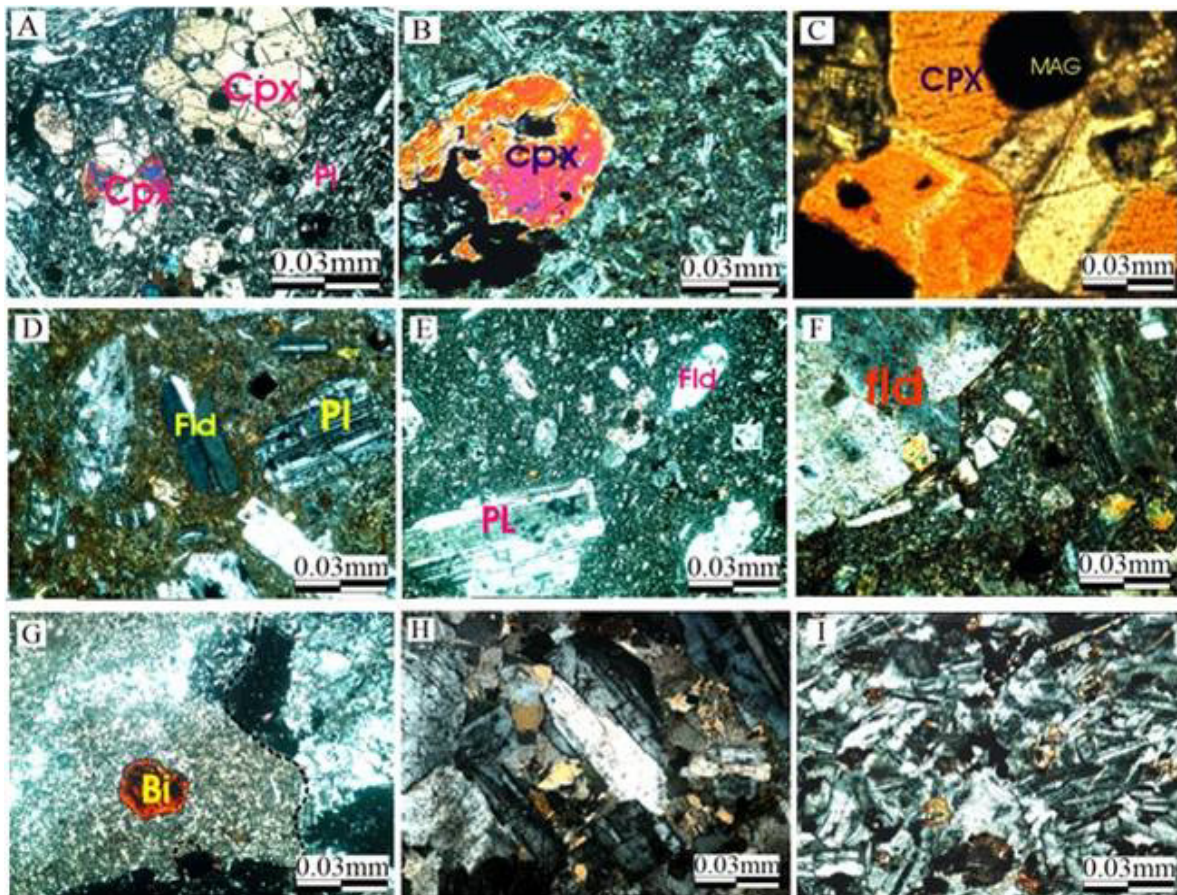
ب- آندزیت بازالتی: این سنگ‌ها واحد Ea_6 را در بالاترین قسمت توالی سنگ‌های ائوسن تشکیل داده‌اند. کانی‌های اصلی سنگ شامل فنوکریست‌های پیروکسن نوع اوژیت بوده (۱۰٪-۵٪) که در برخی قسمت‌ها با بلورهای پلاژیوکلاز رشد توامی را نشان می‌دهند. درشت بلورهای شکل‌دار و نیمه شکل‌دار متشکل از پلاژیوکلاز بایتونیتی (۴۰٪-۳۰٪) است. بلورهای پلاژیوکلاز به دلیل به نوسانات فشار آب مخزن ماگمایی دارای زوناسیون

دارند. پلاژیوکلاز (۲۰٪-۳۰٪)، فلدسپات آلکان (کمتر از ۱۰٪)، کوارتز (۱۵٪-۲۰٪) با خوردگی خلیجی از کانی‌های اصلی و روتیل و زیرکن از کانی‌های فرعی این سنگ‌ها در مقاطع می‌باشد (عکس ۲F).

ح- توف داسیتی و ریوداسیتی: حاوی کانی‌های پلاژیوکلاز اکثراً شکل‌دار و نیمه شکل‌دار (۳۰٪-۴۰٪)، فلدسپات آلکان نوع سانیدین بصورت شکل‌دار و نیمه شکل‌دار (حدود ۱۰٪)، کوارتز با خوردگی‌های خلیجی و حدود ۱٪ تا ۲٪ بیوتیت و هم‌چنین آپاتیت و تورمالین (ناشی از نفوذ محلول‌های پنوماتولیتی متعاقب نفوذ توده‌های کوارتز مونزونیتی) به عنوان کانی‌های فرعی می‌باشند (عکس ۲G).

این ماگما نبوده و به احتمال زیاد از اختلاط ماگمای ریولیتی و آندزیتی حاصل شده‌اند [۲۵]. فلدسپات آلکان حدود ۲۵٪ تا ۳۰٪ درصد مقطع سنگ را در برمی‌گیرد. پیروکسن‌ها با فراوانی حدود ۱۰٪ از نوع اوژیت بوده و در بین پلاژیوکلازها فشرده شده و حالت گزنومورف دارند. بیوتیت حدود ۳٪ تا ۵٪ مقطع سنگ را تشکیل می‌دهند. زمینه متشکل از مجموعه‌ای از میکروولیت‌های پلاژیوکلاز و شیشه می‌باشد که بلورهای پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن (اوژیت)، فلدسپات آلکان و بیوتیت در آن دیده می‌شود. میزان شیشه این سنگ‌ها بین ۱۵٪ تا ۲۰٪ در تغییر است. از کانی‌های فرعی این سنگ‌ها می‌توان به آپاتیت و زیرکن اشاره نمود (عکس ۲E).

ز- داسیت و ریوداسیت: سنگ‌های داسیتی نیز بصورت گدازه و توف در منطقه مورد مطالعه گسترش



شکل ۲. مقاطع میکروسکوپی نمونه‌های گردآوری شده از منطقه یوزباشی چای. A: نمایی از بلورهای پورفیری کلینوپیروکسن (Cpx) و میکروولیت‌های پلاژیوکلاز (Pl) در XPL. B: کلیواژهای کلینوپیروکسن (Cpx) در سنگ‌های آندزیت بازالتی در XPL. C: کلینوپیروکسن و کانی‌های اوپاک (Mag = مگنتیت) در نمونه‌های آندزیتی در XPL. D: بلورهای پلاژیوکلاز (Pl) و فلدسپات (Fld) در سنگ‌های تراکی آندزیتی در XPL. E: پورفیرهای پلاژیوکلاز (Pl) و فلدسپات (Fld) در سنگ‌های تراکییتی در XPL. F: بافت گلوپورفیری در نمونه‌های داسیتی (Fld = فلدسپات) در XPL. G: قطعه لیتیکی در سنگ توف داسیتی (Bi = بیوتیت) در XPL. H: بافت گرانولار در گدازه ریولیتی در XPL. I: بلورهای پلاژیوکلاز و پیروکسن و تبدیل پلاژیوکلازها به کانی‌های اوپاک در نمونه‌های میکروگابرودیوریت در XPL.

عناصر اصلی در سنگ‌های آذرین منطقه به شرح زیر است:

مقدار SiO_2 در سنگ‌های آتشفشانی منطقه بین ۵۱/۴۶٪ تا ۶۷/۸٪ در نوسان است، به گونه‌ای که ترم بازیگ دارای ۵۱/۴۶٪ (گدازه بازالتی ائوسن- الیگوسن) و ترم اسیدی دارای ۶۷/۸٪ سیلیس (گدازه ریولیتی ائوسن) می‌باشند؛ در سنگ‌های نفوذی بازیگ این مقدار از ۶۱/۴۶٪ تا ۵۰/۸٪ متغیر است. کاهش میزان Al_2O_3 در سنگ‌های آتشفشانی بازیگ از ۱۶/۸۸٪ تا ۱۴/۳۸٪ در سنگ‌های اسیدی صورت می‌گیرد و در سنگ‌های نفوذی بازیگ از ۱۷/۷۷٪ تا ۱۵/۲۱٪ در سنگ‌های اسید متغیر است در نوسان است. لذا بر اساس تقسیم‌بندی مقدار آلومینیم [۳۶] سنگ‌های آتشفشانی و نفوذی منطقه همگی جزء سنگ‌های پرآلومین به شمار می‌آیند. مقدار TiO_2 از ۰/۸٪ در سنگ‌های بازیگ تا ۰/۱۱٪ در سنگ‌های اسید تغییر می‌کند. با توجه به خصوصیات ژئوشیمیایی Ti و Fe^{3+} و روند تفریقی صورت گرفته از ترم‌های بازیگ به ترم‌های اسیدی این کاهش توجیه پذیر است. تغییرات این اکسید در سنگ‌های نفوذی از ۵/۳۶٪ تا ۱/۱۴٪ می‌باشد.

مقدار اکسید آهن به دلیل تفریق صورت گرفته و یا فوگاسیته بالای اکسیژن از ۸/۶۴٪ در سنگ‌های آتشفشانی بازیگ تا ۱/۱۵٪ در سنگ‌های اسیدی کاهش می‌یابد. تغییرات آهن در سنگ‌های نفوذی بین ۹/۲۵٪ تا ۳/۸۸٪ می‌باشد. مقدار CaO در سنگ‌های آتشفشانی بازیگ از ۷/۷۴٪ تا ۰/۴۲٪ در سنگ‌های اسیدی تغییر می‌کند. این کاهش بر اساس مشارکت این عنصر در ساختار پلاژیوکلازها و پیروکسن‌های کلسیم‌دار بوده و لذا متناسب با افزایش روند تفریق به تدریج مقدار آن در ماگما کم می‌شود و در سنگ‌های اسیدی به حداقل مقدار خود می‌رسد [۱۴]. مقدار این اکسید در سنگ‌های نفوذی از ۸/۶۰٪ تا ۴/۹۴٪ می‌باشد.

مقدار MgO در سنگ‌های آتشفشانی بازیگ از ۶/۸٪ تا ۰/۶۶٪ در سنگ‌های اسیدی تغییر می‌کند و در سنگ‌های نفوذی از ۵/۸۸٪ به ۲/۲۲٪ کاهش می‌یابد. این روند نزولی با توجه به مشارکت این عنصر در ساختار کانی‌های حرارت بالای فرومنیزین و کاهش آن با ادامه روند تبلور در سنگ‌های منطقه مطابقت دارد. در سنگ‌های بازیگ منطقه مقدار K_2O از ۱/۰۴٪ به ۹/۷۲٪

ط - ریولیت: به دو صورت گدازه و توف در قسمت‌های شمالی منطقه گسترش دارد. این سنگ‌ها حاوی کوارتز اکثراً بی‌شکل با خوردگی خلیجی (۴۰٪-۳۰٪)، فلدسپات آلکالن (حدود ۴۰٪) نوع سانیدین بصورت نیمه شکل‌دار تا بی‌شکل و پلاژیوکلاز به مقدار کم در این سنگ‌ها دیده می‌شود، بیوتیت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار بوده و دارای انکلوزیون‌هایی از کانی‌های اوپاک است (عکس ۲H).

ی - میکرودیوریت: پیروکسن نوع اوژیت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار از کانی‌های اصلی این سنگ‌ها می‌باشد. میکروگابرودیوریت نیز در منطقه دارای برونزد می‌باشند. بافت این سنگ‌ها گرانولار و اینترگرانولار بوده و متشکل از پلاژیوکلازهای اتومورف و پیروکسن نوع اوژیت (۱۰٪-۵٪) می‌باشند (عکس ۲I). در شمال مسیر جاده کوهین - لوشان میکروگابروها نیز دیده می‌شوند. بافت این سنگ‌ها دولریتی و اینترگرانولار بوده، بیش از ۵۰٪ مقطع سنگ از پلاژیوکلازهای اتومورف و مستطیلی شکل تشکیل یافته است. پیروکسن‌های شکل‌دار و نیمه شکل‌دار اوژیتی (۲۰٪-۱۵٪)، حدود ۲٪ الیون و ۱٪ تا ۲٪ بیوتیت بی‌شکل تا نیمه شکل‌دار از دیگر کانی‌های این سنگ‌ها به شمار می‌روند.

ک - ایگنمبریت: در منطقه سنگ‌های ایگنمبریتی به رنگ‌های مختلف سفید، قهوه‌ای، قهوه‌ای تا ارغوانی و صورتی رنگ دیده می‌شود. ساخت جوش خورده جریانی در ایگنمبریت‌های منطقه حاکی از فعالیت آتشفشان مربوطه در محیط خشکی است [۲۱]. ایگنمبریت‌ها غالباً بصورت توف با ترکیب ریولیتی دیده می‌شوند. مطالعه میکروسکوپی مقاطع نازک ایگنمبریت‌ها نشان می‌دهد که دارای بافت ویتروفیریک و پورفیروآفانیتیک هستند. فنوکریستال‌های قابل تشخیص در آن‌ها عبارتند از پلاژیوکلاز، بیوتیت، کوارتز و فلدسپات که در یک زمینه شیشه‌ای قرار گرفته‌اند. کوارتز نیز حدود ۱۰٪ مقطع سنگ را تشکیل داده است.

بحث و بررسی

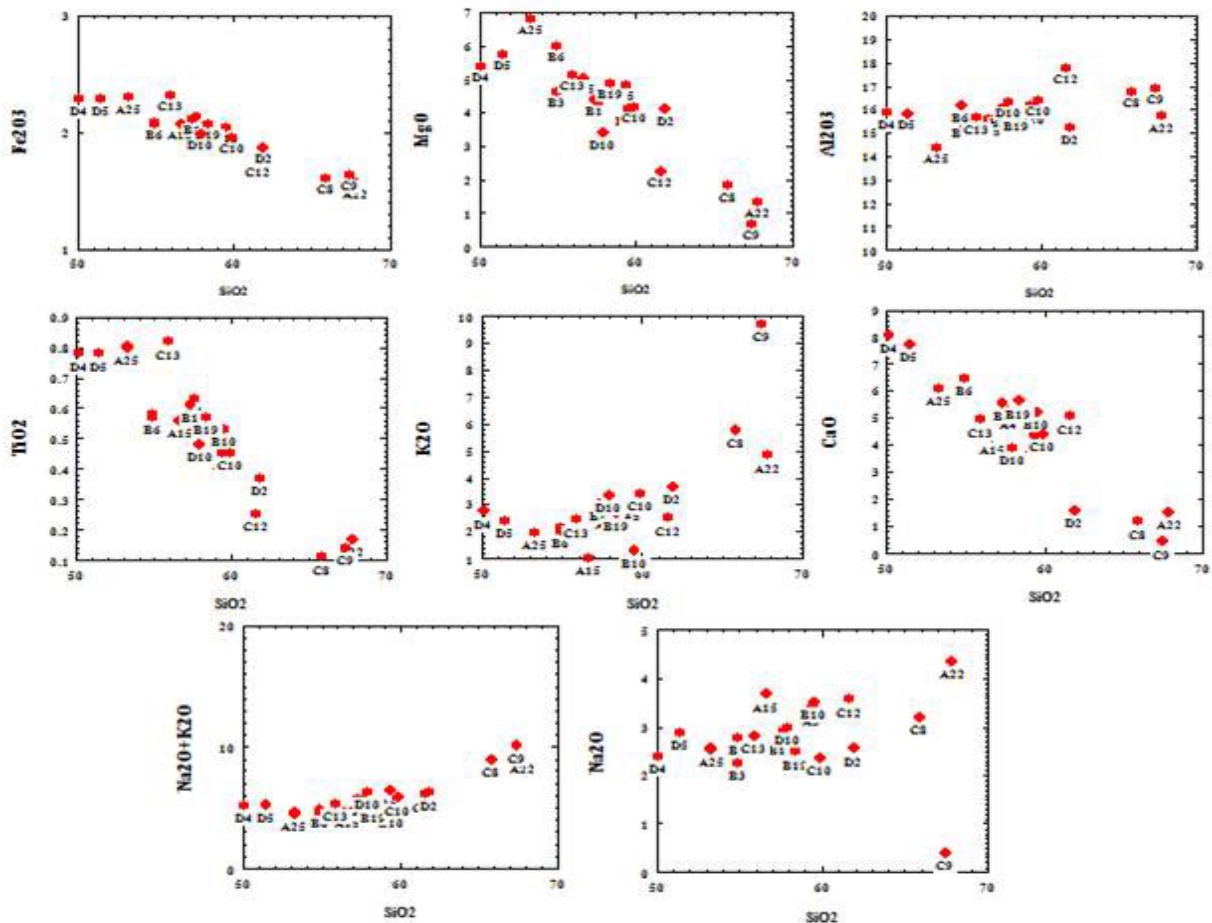
به منظور تعیین سری ماگمایی، شیمی ماگما و تحولات آن، مطالعات ژئوشیمیایی بر روی ۲۰ نمونه از انواع مختلف سنگ‌های آتشفشانی و نفوذی منطقه یوزباشی به روش XRF انجام شده است (جدول‌های ۱ و ۲). تغییرات

سنگ‌های نفوذی از ۰/۴۶٪ تا ۰/۱۴٪ می‌باشد. با توجه به روندهایی که اکسیدهای عناصر اصلی در نمودارهای هارکر (شکل ۳) نشان می‌دهند می‌توان نتیجه گرفت که فرایند تبلور بخشی و تفریق در تکوین سنگ‌های ماگمایی منطقه نقش مهمی داشته است. روند نزولی MgO ، CaO و TiO_2 ، Fe_2O_3 ، اکسیدهای آهن، تیتان و پلاژیوکلاز نسبت داده می‌شود. معمولاً روند کاهشی آلومینیوم توأم با پیشرفت جدایش ماگمایی را به تبلور بخشی پلاژیوکلاز طی آن جدایش نسبت می‌دهند.

اکسیدهای Na_2O و K_2O بطور کلی با افزایش سیلیس، روندی افزایشی از خود نشان می‌دهند. به طور کلی این دو روند افزایشی به عنوان شاهدهی بر وجود فرایندهای تبلور بخشی، اختلاط ماگمایی و هضم می‌باشند. ماکادو و همکاران [۲۶] عقیده دارد که میزان K_2O بیش‌تر تحت تأثیر فرایندهای جدایش ماگمایی که حین صعود دستخوش آن گشته است، قرار می‌گیرد.

در سنگ‌های اسیدی افزایش پیدا کرده است. تغییرات مقدار K_2O در سنگ‌های نفوذی از ۲/۴۲٪ تا ۲/۷۸٪ می‌باشد. این اکسید در سنگ‌های اسیدی و حد واسط منطقه از میزان نسبتاً بالایی برخوردار است که این امر به علت غنی‌شدگی از پتاسیم در سری ماگمایی و مشارکت آن در ساختار فلدسپات‌های آلکالن و بیوتیت است. مقدار اکسید Na_2O در سنگ‌های حد واسط محدوده مورد بررسی از ۴/۳۴٪ به ۰/۴٪ در سنگ‌های ریولیتی کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه انتظار می‌رود مقدار این اکسید در مراحل پایانی تبلور ماگما بدلیل مشارکت Na_2O در ساختار فلدسپات‌های آلکالن موجود در سنگ‌های اسیدی بیش‌تر از سنگ‌های بازیک باشد، این کاهش را می‌توان با وقوع دگرسانی هیدروترمال بر این سنگ‌ها توجیه نمود. تغییرات این اکسید در سنگ‌های نفوذی بین ۳/۵۷٪ تا ۲/۴۱٪ می‌باشد.

در سنگ‌های آندزیتی مقدار P_2O_5 از ۰/۴۵٪ تا ۰/۴۰٪ در ریولیت‌ها کاهش می‌یابد. تغییرات این عنصر در



شکل ۳. نمودار هارکر [۱۵]، رفتار اکسیدهای عناصر اصلی در برابر سیلیس در نمونه‌های یوزباشی چای

در نمودار $P_2O_5*10-MnO*10-TiO_2$ نیز نمونه‌های بازالتی منطقه مورد مطالعه از لحاظ موقعیت تکتونیکی در محدوده جزایر قوسی و حاشیه قاره قرار می‌گیرد (شکل ۵E). آنگونه که از نمودار $FeO_1-MgO-Al_2O_3$ [۳۱] مشخص است نمونه‌ها در محدوده بازالت‌های کوهزایی قرار گرفته‌اند (شکل ۵F).

نمودارهای چند عنصری نرمالیز (نمودارهای عنکبوتی) عادی سازی شده تیپ‌های سنگی منطقه مورد مطالعه در شکل‌های ۶A و ۶B ارائه شده است. همانگونه که در شکل ۶A مشخص است گدازه‌های منطقه از عناصر ناسازگار با پتانسیل یونی پایین مانند Sr, K, Rb, Ba غنی شده‌اند. این غنی‌شدگی‌ها در کنار وجود آنومالی Nb یکی از اختصاصات بارز ماگماتیسیم مرتبط با منطقه فرورانش است [۴۱] و سنگ‌های تولید شده را به حواشی فعال قاره نسبت می‌دهد. آنومالی منفی Nb در نمودارهای چند عنصری نرمالیز (نمودارهای عنکبوتی) یکی از شاخص‌های مناسب جهت تعیین میزان آلودگی با سنگ‌های پوسته قاره‌ای است و می‌تواند نشان‌دهنده شرکت احتمالی پوسته در فرایندهای ماگمایی باشد.

هم‌چنین با توجه به این نکته که هر محصول ماگمایی مشتق شده از یک منشا گوشته‌ای تهی شده، بدون هیچ آلودگی پوسته‌ای باید یک الگوی عناصر ناسازگار مسطح از خود نشان دهد [۲۴]، غنی‌شدگی در عناصر ناسازگار و عناصر LILE همچون Ba, K و Rb در نمونه‌های مورد مطالعه احتمالاً در نتیجه آلودگی مذاب با پوسته قاره‌ای است به گونه‌ای که این ماگما در مسیر صعود به سطوح بالای پوسته دچار این حادثه شده است [۱۳]. تشابه الگوی REE در همه نمونه‌ها نشانه وجود یک خاستگاه مشترک برای همه ولکانیک‌های مورد مطالعه می‌باشد.

همانگونه که در نمودار عناصر کمیاب (شکل ۶B) مشاهده می‌شود مقادیر REE بهنجار شده بر حسب کندریت حاکی از غنی‌شدگی LREE نسبت به HREE می‌باشند. فقیر شدگی زیاد HREE نسبت به LREE را می‌توان به تاثیر حضور گارنت در سنگ منشاء نسبت داد. با توجه به مشابهت رفتاری Eu و Sr در شرایط احیائی و غنی بودن نمونه‌های مورد بررسی از فلدسپات، آنومالی مثبت Eu را در نمودار شاهد می‌باشیم. جهت تشخیص و رده‌بندی زون‌های دگرسانی هیدروترمال منطقه مورد مطالعه ۶ نمونه از سنگ‌های دگرسان شده مناطق تاکنند،

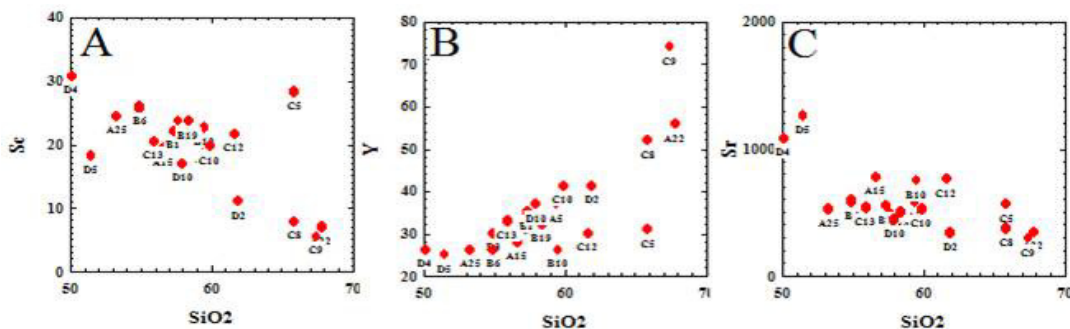
پلات نتایج آنالیز در نمودارهای مختلفی به انجام رسیده است که در ادامه برخی از آن‌ها ارائه شده و جهت جلوگیری از گستردگی مطلب از ارائه برخی دیگر خودداری گردیده است. از جمله این نمودارها می‌توان به نمودار تغییرات Sr/SiO_2 (شکل ۴A)، نمودار تغییرات Y/SiO_2 (شکل ۴B)، نمودار تغییرات Sc/SiO_2 (شکل ۴C)، نمودار تغییرات Ba/SiO_2 (نمودار ارائه نشده) و نمودار تغییرات Zr/SiO_2 (نمودار ارائه نشده) اشاره نمود، که همگی تایید کننده وقوع تفریق و اختلاط ماگمایی در ماگمای تشکیل‌دهنده منطقه مورد بررسی می‌باشد. از آنجا که برای تعیین سری‌های ماگمایی نمودارهای متعددی ارائه گردیده، لذا با بهره‌گیری از برخی از این نمودارها سعی شده نوع ماگماهای بوجود آورنده سنگ‌های آتشفشانی منطقه مورد بررسی تعیین گردد. در نمودار تغییرات درصد وزنی مجموع آلکالی در مقابل سیلیس [۸]، نمونه‌های منطقه مورد بررسی در محدوده ریولیت، آندزیت و تراکی آندزیت تا بازالت قرار می‌گیرند (شکل ۵A). پلات نتایج در نمودار Y, Zr, TiO_2 [۴۲] نیز نتیجه مشابهی را در اختیار قرار داده است (نمودار ارائه نشده).

جهت تفکیک سنگ‌های سری آلکالن از سری ساب آلکالن از نمودار مجموع آلکالن در مقابل سیلیس [۱۷] استفاده شده است. بر اساس این نمودار (شکل ۵B) سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده ساب‌آلکالن قرار می‌گیرند. جهت تمایز سنگ‌های سری تولیتی از سری کالکوآلکالن از نمودار AFM استفاده گردیده است. پلات نتایج آنالیز سنگ‌های منطقه مورد بررسی در این نمودار حاکی از آن است که تمامی نمونه‌ها در محدوده کالکوآلکالن قرار می‌گیرند (شکل ۵C).

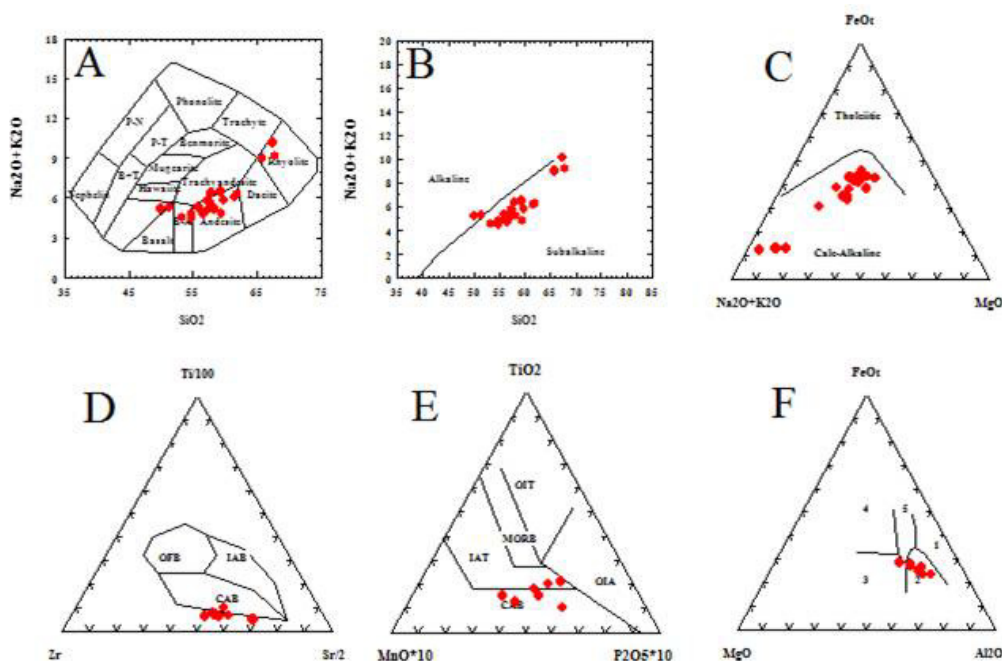
جهت تعیین و تمایز محیط تکتونیکی سنگ‌های منطقه مورد بررسی از نمودار $Ti/100-Zr-Sr/2$ [۳۰] استفاده گردیده است. آنگونه که در این نمودار مشخص است (شکل ۵D) نمونه‌ها در میدان CAB (بازالت‌های کالکوآلکالن) قرار می‌گیرند. پلات نتایج در نمودار $Ti/100-Zr-Y*3$ نشان می‌دهد سنگ‌های بازالتی، آندزیت بازالتی منطقه مورد مطالعه به لحاظ موقعیت تکتونوماگمایی در محدوده حاشیه قاره‌ها قرار می‌گیرند (نمودار ارائه نشده).

رسیده است. گسترش این واحد دگرسانی در حاشیه خارجی زون‌های دگرسانی به عبارتی در قاعده و در محل مجاورت با توده‌های نفوذی منطقه می‌باشد.

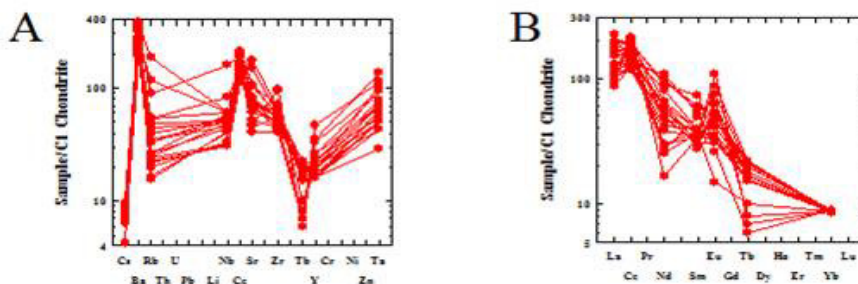
نیکوئی، قازان داغ، النگیه، آچه کند، یوزباشی چای، زاجکان علیا و سفلی تهیه و به روش ICP آنالیز شده‌اند. نتایج تجزیه شیمیایی در جدول ۳ ارائه گردیده است. در این تحقیق با مطالعات کانی‌شناسی انجام شده در منطقه مورد مطالعه دگرسانی پروپلیتیک به اثبات



شکل ۴. A: نمودار تغییرات Sr/SiO₂، B: نمودار تغییرات Y/SiO₂، C: نمودار تغییرات Sc/SiO₂



شکل ۵. A: نمودار SiO_2/Na_2O+K_2O [۸]، B: نمودار مجموع آلکان در مقابل سیلیس [۱۷]، C: نمودار مثلثی AFM، D: نمودار Ti-Ir، E: نمودار $TiO_2-MnO-P_2O_5$ ، F: نمودار بازالت جزایر قوسی، OFB: بازالت کف اقیانوس، CAB: بازالت کالکوالکان، OIA، OIT: بازالت جزایر اقیانوسی، MORB: بازالت ریفت اقیانوسی، IAT: تولیت جزایر قوسی، CAB: بازالت کالکوالکان، نمودار $FeO^*-MgO-Al_2O_3$ [۲۱]، ۱- مراکز گسترش، ۲- کوهزایی، ۳- ریفت های اقیانوسی، ۴- جزایر اقیانوسی، ۵- قاره



شکل ۶. A: نمودار تغییرات عناصر ناسازگار سنگ‌های آتشفشانی یوزباشی چای نرمالیز شده براساس کندریت، B: نمودار تغییرات عناصر کمیاب سنگ‌های آتشفشانی یوزباشی چای نرمالیز شده براساس کندریت [۳۹]

پیشرفته در منطقه مورد مطالعه گسترش بیشتری را داراست، در بخش میانی نمودار قرار گرفته‌اند و بعد از محدوده موسکویت - مونتوریونیت قرار می‌گیرد. دگرسانی سربستی که در پایین‌ترین بخش دیاگرام واقع شده، حاکی از بالا بودن مقدار پتاسیم در محیط دگرسانی است. نمونه‌هایی که در این محدوده قرار می‌گیرند نشان دهنده نمونه‌ها سربستی شده‌اند.

در نمودار Q-P [۹] پارامتر Q برابر با $(K+Na+2/3Ca)$ -Si/3 و پارامتر P برابر با $(Na+Ca)$ -K می‌باشد (شکل ۸A)؛ کلسیم به عنوان عنصری فعال در محیط دگرسانی مورد توجه قرار می‌گیرد. در این نمودار نمونه‌های منطقه در محدوده دارای مقادیر بالای Q و مقادیر پایین عناصر قلیایی و قلیایی خاکی قرار دارند، در این نمونه‌ها سنگ مادر اولیه در طی فرایند دگرسانی، عناصر قلیایی و قلیایی خاکی خود را از دست داده و در عوض عناصر غیر متحرک از جمله سیلیس در محیط باقی‌مانده‌اند. با توجه به اینکه نمونه‌ها نزدیک به محور تعیین کننده متاسوماتیسم K,Na قرار دارند و به عبارتی بیشتر در میدان Na متاسوماتیسم قرار گرفته‌اند، می‌توان پذیرفت که خروج پتاسیم و سدیم تقریباً به یک میزان از محیط صورت گرفته است، با این تفاوت که میزان خروج پتاسیم از محیط کمی بیشتر از سدیم بوده است. بر همین اساس می‌توان اذعان نمود این نمونه‌ها متحمل مرحله دگرسانی پیشرفته شده‌اند [۱۹].

براساس نمودار K-Na [۹] که در آن چهار نوع دگرسانی قابل تفکیک است (شکل ۸B)؛ نمونه‌های مربوط به دگرسانی سربستی در محدوده Na-Metasomatism واقع شده و نمونه‌های دگرسانی آرژلیک حدواسط در محدوده آرژلی شدن قرار گرفته‌اند. دو نمونه مربوط به زون آرژلیک پیشرفته در پایین‌ترین قسمت دیاگرام قرار دارند و حاکی از شستشوی شدید و خروج عناصر سدیم و پتاسیم از محیط دگرسانی هستند. آنگونه که در این نمودار نیز مشخص است چهار نمونه آرژلیک متوسط در محدوده آرژلیک و دو نمونه در محدوده آرژلیک پیشرفته قرار می‌گیرد. نمونه‌های پایینی اسیدی‌تر بوده و ترکیب داسیتی تا تراکیتی دارند. در سنگ‌های اسیدی فلدسپات و موسکویت به کانی‌های رسی تبدیل شده‌اند، این دگرسانی به واسطه جانشینی پلاژیوکلاز به وسیله کانی‌های رسی، سربستی و کوارتز مشخص می‌گردد که

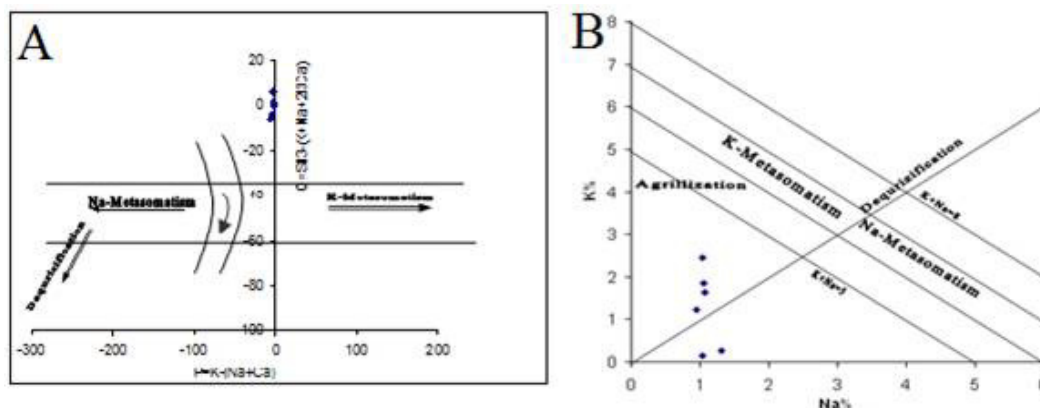
با توجه به شواهد کانی‌شناسی و ویژگی‌های شیمیایی، در منطقه دگرسانی آرژلیک به دو گونه آرژلیک حدواسط و آرژلیک پیشرفته اثر نموده است. این دگرسانی حجم بسیار زیادی از ذخایر کائولینیت و آلونیت را در منطقه مورد مطالعه به وجود آورده است (شکل‌های ۷A و ۷B). این گستردگی به میزانی است که تقریباً بیشتر منطقه را فرا گرفته و به صورت معادن فعال از آن‌ها استفاده می‌شود. بیش‌ترین گستردگی این دگرسانی در قسمت جنوب یوزباشی چای می‌باشد. به سبب آبشویی کاتیون‌های قلیایی و ایجاد شرایط اسیدی تشکیل کائولینیت، دیکیت و پیروفیلیت صورت پذیرفته است. زون آلونیتی در منطقه مورد مطالعه در شمال‌غرب یوزباشی چای قابل مشاهده است. حضور این زون دگرسانی در منطقه بیانگر شرایط بسیار اسیدی و فعالیت بالای سولفات [۲۳] می‌باشد؛ به گونه‌ای که در سنگ‌های آتشفشانی که حالت احیاء دارند، وجود آلونیت بیانگر فعالیت بالای H_2S است [۲۸]. در منطقه محلول‌های گرمابی و ماگمایی غنی از سولفات، در شرایط اکسیدان و در دمای کمتر از $300^{\circ}C$ موجب هیدرولیز سنگ‌های غنی از Al و K شده و در نتیجه، آلونیت تشکیل گردیده است. در شمال‌غرب یوزباشی چای این زون از بالا به زون سیلیسی و از اطراف و پایین به زون آرژلیک محدود شده است. بر همین اساس در شرق روستای یوزباشی چای و غرب روستای زاجکان سفلی به سبب حادث شدن دگرسانی سیلیسی معادن سیلیس تشکیل گردیده‌اند؛ به گونه‌ای که در این قسمت‌ها رگه‌های کوارتز و جانشینی سنگ‌های سیلیکاته و کربناته با انواع کانی‌های نهان بلور مانند ژاسپر یا کالسدون ظاهر شده‌اند؛ که خود شاهدی بر حضور محلول‌های ماگمایی، گرمابی و یا دگرگونی غنی از سیلیس در منطقه می‌باشند [۲۹ و ۳۷]. با استفاده از نمودار AKF (نمودار نمایش داده نشده) سه نوع دگرسانی آرژلیک حدواسط، آرژلیک پیشرفته و سربستی از یکدیگر تفکیک گردیده‌اند. نمونه‌های دگرسانی پیشرفته که در واحدهای ولکانیکی منطقه دیده شده‌اند، در قطب A (سیلیکات‌های آلومینیم) متمرکز گردیده و نشانگر آنند که عناصری نظیر آهن، پتاسیم، منیزیم، سدیم و کلسیم بشدت از محیط شسته و در نتیجه آن مقدار Al_2O_3 (و SiO_2) در محیط افزایش یافته است. دگرسانی آرژلیک حدواسط که نسبت به آرژلیک

داده است) و در دسته دیگر که در قسمت آرژیلیک حد واسط قرار گرفته‌اند، دارای پتاسیم زیادتر و متحمل خروج سدیم بیش‌تر گردیده‌اند [۲۷]. ماهیت اسیدی سنگ‌های منطقه به سمت دگرسانی آرژیلی پیشرفته و نمونه‌های حدواسط بیش‌تر به سمت آرژیلیک متوسط سوق پیدا کرده‌اند.

با آبشویی همه کاتیون‌های قلیایی همراه می‌باشد. به همین دلیل سنگ‌های اسیدی که دارای کانی‌های فلسیک هستند بیش‌ترین شستشو را دارا می‌باشند. نمونه‌هایی که نزدیک به محل تقاطع دو محور واقع‌اند، نشان‌دهنده خروج نسبتاً کامل کاتیون پتاسیم و سدیم از محیط دگرسانی هستند (دگرسانی آرژیلیک پیشرفته که خروج پتاسیم نسبت به سدیم در این نمونه‌ها بیش‌تر رخ



شکل ۷. A: معدن کائولینیت قازان داغی، B: حوضچه‌های تبلور زاج در معدن آلونیت تاکند



شکل ۸. A: موقعیت نمونه‌های دگرسانی منطقه یوزباشی چای در نمودار Q-P-B; B: موقعیت نمونه‌های دگرسانی منطقه یوزباشی چای در نمودار Na-K

حضور آلونیت و کانی‌های گوگردی، آب‌های موجود، ویژگی سولفات‌ها شدیدی را نشان داده و به شدت اسیدی می‌باشند [۳۳].

یکی از اثرات ملموس دگرسانی هیدروترمال بر کیفیت شیمیایی آب، تغییراتی است که در نوع و رخساره آن ایجاد می‌کند، لذا ابتدا آب‌های مناطق دگرسان شده و غیردگرسان شده در طبقه‌بندی‌های مرسوم از جمله پایپر [۳۲]، استیف [۳۸] و شولر [۳۵] طبقه‌بندی شده و سپس تغییرات پارامترهای شیمیایی آب‌های یاد شده مورد بررسی قرار گرفته است.

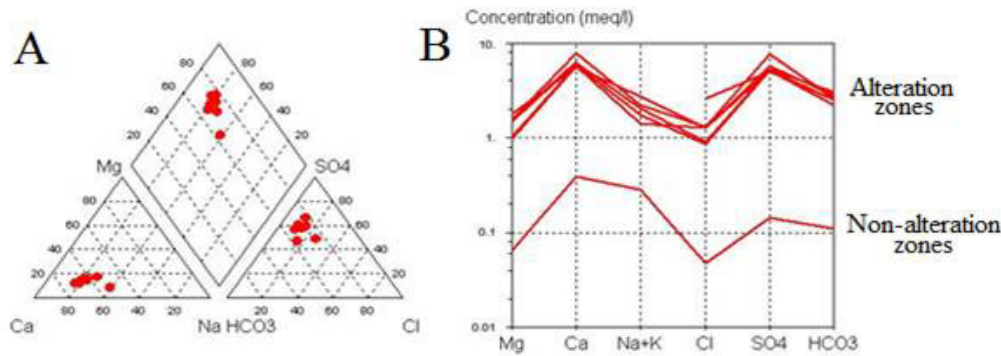
در منطقه مورد بررسی زون‌های دگرسان تاثیرات زیست‌محیطی قابل‌توجهی ایجاد نموده‌اند. منظور از اثرات شیمیایی زون‌های دگرسانی، تغییرات میزان کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در آب‌های زیرزمینی منطقه مورد بررسی می‌باشد. در راستای بررسی اثرات زیست‌محیطی زون‌های دگرسان شده بر پارامترهای مختلف شیمیایی آب، تعداد ۷ نمونه آب از مناطق مختلف محدوده مورد بررسی جمع‌آوری و آنالیز گردیده و نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

براساس بررسی‌های صحرائی و آزمایشگاهی، در مناطق دگرسان شده به دلیل بالا بودن یون سولفات در اثر

جهت شناخت وضعیت کیفی آب از نظر شرب، نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب بر روی نمودار شولر ترسیم گردیده است. براساس نتایج حاصل از این دیاگرام (شکل ۹B و جدول ۵) اغلب آب‌های دگرسانی در زمره آب‌های نامطلوب و بد قرار گرفته و در پاره‌ای موارد مضر شناخته شده‌اند. بالا بودن یون سولفات، مزه ترش و خوردگی این نوع آب از جمله عوامل نامطلوبیت این آب‌ها است. نمونه‌های متعلق به مناطق غیر دگرسانی منطقه کوهین به صورت جداگانه‌ای در پایین نمودار قرار گرفته است و نشان می‌دهد که از نظر بسیاری از کاتیون‌ها و آنیون‌ها فقیر شدگی دارند. اما در قسمت بالا که مجموع مناطق دگرسان شده است از نظر این کاتیون‌ها و آنیون‌ها غنی هستند و در مجموع از نظر CaSO_4 غنی‌شدگی و از نظر MgCl_2 تهی‌شدگی نشان می‌دهد.

موقعیت آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در طبقه‌بندی پایپر، در شکل ۹A ارائه شده است. با نگاهی به این نمودارها در می‌بایم که آب‌های مناطق دگرسانی عمدتاً سولفات کلسیمی و تا حدودی سولفات سدیمی هستند. نمونه‌های زون دگرسان شده تاکنند و نیکوئیه به حدزیادی سولفات هستند. این آب‌ها به دلیل قابلیت انحلال نسبتاً بالای خود به میزان قابل توجهی حاوی عناصر مختلف فلزی هستند، به نحوی که کمی از شفافیت آن‌ها کاسته شده است [۳۴].

نتایج در نمودار استیف، قرابت زیادی با طبقه بندی پایپر، نشان داده و تیپ سولفات شدید آب‌های مناطق دگرسان شده را مورد تأیید قرار می‌دهد (نمودار نمایش داده نشده).



شکل ۹. A: موقعیت آب‌های مناطق دگرسانی و غیردگرسانی در دیاگرام پایپر [۳۲] B: موقعیت آب‌های مناطق دگرسانی و غیردگرسانی در دیاگرام شولر [۳۵]

کلرید پایین می‌باشد. میزان کلرید در میان نمونه‌ها تنها در آب نشتایی زون دگرسانی قازان داغی و در زون دگرسانی تاکنند بالا بوده و به ترتیب ۹۱ mg/lit و ۴۶ mg/lit می‌باشد و لذا طعم کمی شوری را ایجاد نموده است و می‌توان اذعان داشت که در سنگ‌های دگرسانی، اساساً یون کلرید حضور ندارد. در منطقه مورد مطالعه سختی آب در قسمت‌های دگرسان شده عمدتاً بالا است (به طور میانگین ۳۸۲/۳۸ mg/lit مقدار این پارامتر در منطقه تاکنند به ۴۶۹/۹ mg/lit می‌رسد).

بررسی pH نمونه‌های آب دگرسانی و غیردگرسانی محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد که براساس میزان ماندگاری آب و افزایش سطح تماس با حجم و توده دگرسانی، میزان pH برابر با سطح استاندارد می‌باشد. به نحوی که از نظر مقدار pH در عیار مجاز قلیایی واقع

با توجه به داده‌های جدول ۵ آب قسمت‌های دگرسان شده در زمره آب‌های نامناسب و آب‌های قسمت دگرسان نشده‌ای مانند کوهین در قسمت قابل شرب (خوب) قرار می‌گیرد. بر اساس طبقه‌بندی ویلکوکس [۴۰] برای آب‌های زیرزمینی (بر اساس دو عامل هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم S.A.R به لحاظ کاربرد در کشاورزی) و با توجه به S.A.R های بدست آمده از مناطق مختلف، نیکوئیه با S.A.R برابر ۱۸/۸ در معرض خطر قلیایی شدن زیاد و تاکنند از نظر Na با S.A.R برابر ۱۴ در خطر قلیایی شدن متوسط هستند. در این بین کوهین با S.A.R برابر ۸ در معرض خطر قلیایی شدن کم می‌باشد.

نمونه‌های آب مناطق دگرسانی و غیردگرسانی نشان می‌دهد که میزان کلرید عموماً زیر حد مجاز ۲۵۰ ppm می‌باشند و به عبارتی در زون‌های دگرسانی، میزان یون

معمولاً خوب و قابلیت شرب آب در قازان داغی و آقچه کند و النگیه وضعیت مطلوبی ندارد. براساس استاندارد آب آشامیدنی ایران، مقدار عیار مجاز TDS، ۵۰۰ و عیار مسمومیت‌زا ۱۵۰۰ > میلی‌گرم در لیتر است، در منطقه مورد مطالعه این مقدار در نواحی تاکند، کنشکه و نیکوئیه کمتر از مقدار مجاز است و در آقچه کند عیار آن حتی تا حد مسمومیت‌زا هم می‌رسد.

می‌شود. در نمونه آب زون دگرسانی نیکوئیه $pH = ۸/۵۵$ و برابر با حد استانداردهای ارائه شده جهانی است. کوهین دارای کمترین میزان یعنی $pH = ۷$ می‌باشد. در منطقه مورد مطالعه نمونه آب‌های دگرسانی قلیایی‌تر بوده، در حالی که در منطقه کوهین که در منطقه غیردگرسانی واقع است، pH کاهش می‌یابد. از نظر مواد جامد محلول (TDS) قابلیت شرب آب در نیکوئیه، تاکند و کنشکه

جدول ۱. نتایج تجزیه شیمیایی عناصر اصلی سنگ‌های آذرین منطقه یوزباشی چای به روش XRF (برحسب wt%)

Oxide Sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	Total
A4	58.66	16.11	2.11	5.53	5.27	4.28	2.75	3.90	0.08	0.63	0.16	99.48
A5	59.59	16.17	2.95	3.9	4.39	4.81	3.04	3.39	0.07	0.45	0.16	98.92
A15	57.67	16.57	2.46	6.8	4.26	5.02	1.04	3.87	0.22	0.56	0.16	98.63
A22	67.8	16.7	1.57	0.35	1.71	1.46	4.84	4.34	0.05	0.17	0.04	99.03
A25	55.31	15.38	2.3	6.34	6.1	6.8	2.97	2.85	0.37	0.86	0.18	99.46
B1	57.29	15.9	2.11	5.29	5.86	4.89	3	2.97	0.15	0.71	0.19	98.36
B3	57.9	15.46	2.18	5.84	6.84	4.91	2.47	2.56	0.09	0.58	0.14	98.97
B6	55.93	16.12	2.27	6.81	6.44	5.96	2.03	2.76	0.22	0.57	0.14	99.25
B10	59.52	16.05	2.03	5.46	6.24	4.48	1.79	3.51	0.13	0.63	0.14	99.98
B19	58.38	15.84	2.07	5.83	5.75	4.9	2.77	2.69	0.07	0.57	0.15	99.02
C5	57.23	16.21	2.02	4.94	7	5.88	2.42	2.62	0.11	0.52	0.21	99.16
C8	65.87	16.74	1.61	2.18	1.4	1.83	5.93	3.2	0.19	0.11	0.1	99.16
C9	65.41	16.88	1.64	1.12	2.62	0.66	9.72	0.4	0.36	0.14	0.11	99.06
C10	59.89	16.39	1.95	4.63	4.39	4.17	4.43	2.67	0.07	0.75	0.14	99.48
C12	61.64	17.77	1.57	3.13	5.06	2.87	2.93	3.87	0.01	0.25	0.14	99.24
C13	57.9	15.62	2.62	5.41	4.94	5.51	2.96	2.82	0.12	0.82	0.28	99
D2	60.9	17.2	2.87	3.9	3.59	4.08	3.69	2.57	0.08	0.36	0.13	99.37
D4	54.08	15.83	2.58	6.91	8.26	5.36	2.78	2.41	0.14	0.78	0.64	99.77
D5	53.64	15.8	2.48	6.32	7.74	5.72	2.51	2.86	0.24	0.78	0.45	98.54
D10	57.91	16.3	1.98	5.3	5.89	4.4	3.74	2.99	0.18	0.48	0.15	99.32

جدول ۲. نتایج تجزیه شیمیایی عناصر کمیاب سنگ‌های آذرین منطقه یوزباشی چای به روش XRF (برحسب ppm)

sample	A4	A5	A15	A22	A25	B1	B3	B6	B10	B19	C5	C8
Ba	554.1	575	908.4	763	514.7	572	878.1	463	821	469.9	566.2	639
Ce	82.2	84.87	124.7	117.9	96.75	82.9	122.8	70.83	116.3	71.9	84.12	97.27
Cr	35.86	21.76	17.02	13.56	35.72	25.39	28.55	44.41	40.16	50.06	16.56	16.04
Cs	1.63	1.69	1.41	1.46	1.52	1.51	1.17	1.19	1.83	0.77	1.38	1.34
Eu	1.97	1.85	2.61	1.51	4.99	3.07	2.05	2.53	2.68	1.82	2.33	3.65
Hf	4.83	4.09	3.44	6.33	3.08	3.99	3.14	2.86	2.73	3.08	2.17	2.97
La	42.55	25.52	21.99	46.38	20.32	36.28	26.27	26.32	35.4	23.93	25.88	30.33
Nb	12.45	11.89	10.11	39.12	8.09	13.14	12.06	7.45	10.39	11.31	10.84	14.76
Nd	28.15	12.85	11.76	40.57	19.62	29.78	7.64	18.07	30.37	24.96	27.72	13.86
Ni	42.28	31.74	35.2	42.13	32.37	33.86	39.46	40.49	9.02	36.14	28.58	38.24
Rb	79.6	102.9	38.45	206.6	44.85	90.67	57.03	52.38	35.79	80.22	61.33	226.5
Sc	23.58	20	19.27	7.04	34.38	22.13	25.46	25.97	22.74	23.72	28.23	7.74
Sm	5.93	7.52	5.63	11.05	6.02	4.52	5.18	5.17	6.1	5.37	4.19	5.77
Sr	490.4	580.4	776.6	347.8	522.3	552.8	599.6	584.2	750.5	499.8	467.7	375.0
Ta	0.67	0.8	0.73	1.89	0.37	1.04	1.02	0.92	0.74	0.64	0.82	1.31
Tb	0.72	0.59	0.77	0.22	0.79	0.62	0.67	0.77	0.64	0.68	0.67	0.3
Y	33.58	36.74	27.57	56.01	26.23	35.15	30.20	25.99	25.93	32.39	30.99	51.93
Yb	1.5	1.47	1.49	1.5	1.48	1.49	1.49	1.5	1.45	1.48	1.46	1.49
Zr	189.7	212.2	216.6	371.1	168.0	207.0	209.1	174.7	217.6	185.4	169.8	168.8

جدول ۲. ادامه

Sample	C9	C10	C12	C13	D2	D4	D5	D10
Ba	878.68	486.35	520.98	629.9	618.23	828.4	806.81	669.25
Ce	126.83	76.76	81.71	87.81	97.25	113.12	80.43	99.67
Cr	22.21	66.64	41.58	65.43	18.26	8.88	22.59	14.01
Cs	1.60	1.38	1.49	1.5	1.61	1.31	1.54	1.21
Eu	6.24	1.8	0.86	2.62	1.99	2.85	4.25	3.55
Hf	2.93	4.32	4.53	3.64	3.56	3.72	3.73	3.81
La	38.58	23.85	29.45	29.84	37.69	45.9	51.94	41.22
Nb	15.02	14.72	13.65	14.59	20.3	7.75	7.81	12.57
Nd	22.31	22.43	13.86	46.52	37.3	43.41	50.1	22.66
Ni	36.3	32.02	32.6	25.75	40.89	32.32	42.21	36.57
Rb	423.65	125.42	76.44	60.2	124.33	54.89	49.91	113.87
Sc	5.51	19.66	21.68	0.31	11.05	30.72	18.22	16.85
Sm	5.87	4.75	5.19	8.26	5.81	8.99	8.11	4.49
Sr	249.7	523.31	771.03	541.8	335.77	1079.2	1262.6	442.25
Ta	1.61	1.3	1.51	0.70	0.99	0.61	0.72	1.05
Tb	0.26	0.57	0.38	0.83	0.58	0.83	0.74	0.62
Y	73.88	40.59	30.16	32.68	40.92	26.38	24.55	36.8
Yb	1.48	1.48	1.47	1.46	1.49	1.48	1.49	1.48
Zr	159.29	215.14	168.43	235.16	208.38	225.81	248.37	195.27

جدول ۳. تجزیه شیمیایی عناصر اصلی سنگ‌های دگرسان شده به روش ICP (بر حسب wt%)

sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	TiO ₂
D3	61.34	15.42	2.11	2.30	2.95	3.55	2.8	5.93	0.11	0.61
B12	59.77	16.77	2.56	7.08	1.87	1.13	3.52	0.64	0.11	1.06
B18	64.77	16.47	2.14	2.31	3.56	3.51	2.86	3.91	0.08	0.64
C14	62.43	15.94	2.07	1.66	3	3.72	2.83	4.43	0.09	0.57
D13	51.13	15.98	2.43	8.69	2.41	7.62	2.79	0.34	0.04	0.93
C6	48.03	13.02	2.29	7.69	9.06	5.64	2.54	2.94	0.23	0.79

جدول ۴. نتایج آنالیز شیمی مرطوب نمونه‌های آب مناطق مختلف در محدوده یوزباشی چای

Parameter	Keneshkeh	Takand	Aghchekhand	Ghazan Daghi	Alanghayeh	Nikouyeh	Kouhin
Ec(ms)	0.56	0.33	2.38	2.03	2.45	0.48	1.52
pH	8.05	8.25	8.33	8.3	8.25	8.55	7.9
CO ₃ (mg/l)	0	0	0	0	0	0.2	0
HCO ₃ (mg/l)	185	158	153	155	134.2	170.8	6.7
Cl(mg/l)	32	46	30	91	45	45	1.7
SO ₄ (mg/l)	251	368	248	238	248	274	6.86
Ca(mg/l)	123	157	116	128	115.2	112	7.8
Mg(mg/l)	18.2	19	12.5	19	11.8	21.6	0.8
Na(mg/l)	45	50	39	53	32	62	6.52
K(mg/l)	2.5	2	1.7	0	1.5	2.0	0.13
TDS(ppm)	429.4	250.2	1669.2	1391.1	1676.2	345.72	1126.2

جدول ۵. طبقه بندی آب آشامیدنی طبق نظریه شولر

Cl mg/lit	SO ₄ mg/lit	Na mg/lit	Mg mg/lit	Ca mg/lit	pH	Classification of water for drinking
28	37	69	4.4	20	7.3	For drinking (good)
35	48	73	6	25	7.8	For drinking (acceptable)
54	57	104	37	85	9	Inappropriate
550	650	730	72	130	10	Bad
603	720	880	85	175	11	Can be used in emergency situations
2124	960	1150	144	240	11>	Non-potable

نتیجه‌گیری

آزمایشگاهی، در مناطق دگرسان شده بالا بودن یون سولفات در اثر حضور آلونیت و کانی‌های گوگردی در آب‌های موجود، ویژگی سولفات‌های شدید را ایجاد نموده و به آن‌ها خاصیت اسیدی داده است. در برخی مناطق دگرسانی آب‌های موجود از نظر مقدار TDS بالاتر از حد مجاز می‌باشد و حتی در بخش‌هایی مسمومیت‌زا می‌باشد.

قدردانی

در کار پژوهش این مقاله از اساتید ارجمندی که در مرحله داوری این مقاله با یادآوری اشتباهات نویسندگان این نوشته را پربارتر کرده‌اند سپاسگزاریم.

منابع

- [۱] درویش‌زاده، ع (۱۳۷۱) زمین‌شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر، ۹۰۱ ص.
- [2] Aghazadeh, M., Castro, A., Badrzadeh, Z. and Vogt, K (2011) Post-collisional polycyclic plutonism from the Zagros hinterland: the Shaivar Dagh plutonic complex, Alborz belt, Iran. *Geological Magazine*, 148(5-6), 980-1008.
- [3] Amidi, S. M., Emami, M. H. and Michel, R (1984) Alkali character of Eocene volcanism in the middle part of central Iran and its geodynamic situation. *Geologische Rundschau* 73(3): 917-932.
- [4] Asiabanha, A (2006) A Paleogene two-stage volcanism in the Alborz zone, Iran. 5th International conference on Continental Volcanism, Guangzhou, China.
- [5] Assereto, R (1966) The Jurassic shemshak formation in central Elburz (Iran). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 72 (4):1133-1182.
- [6] Axen, G. J., Lam, P. S., Grove, M., Stockli, D. F. and Hassanzadeh, J (2001) Exhumation of the west-central Alborz Mountains, Iran, Caspian subsidence, and collision-related tectonics. *Journal of Geology* 29(6): 559-562.
- [7] Best, M. G. and Christiansen, E. H (2001) *Igneous Petrology*, Oxford, Blackwell Science, 458 pp.
- [8] Cox, K. G., Bell, J. D. and Pankhurst, R. J (1979) *The interpretation of igneous rocks*. George Allen and Unwin, 464 pp.
- [9] Cuney, M., Lerory, J., Valdiviezo, P.A., Daziano, C., Gamba, M., Zarco, A.J., Morello, O., Ninci, C. and Molina, P (1989) Geochemistry of the uranium mineralized Achala granitic complex, Arjentina: comparison with hercynian of peraluminus, [M], IAEA-Tc-542/16, Vienna, 211-232.

بیش‌تر سنگ‌های آتشفشانی ترسیر ایران (از نظر حجمی و تنوع) از نوع کالکوالکالن هستند. از آنجایی که در این سنگ‌ها، آندزیت‌ها از همه فراوان‌تر و بعد از آن داسیت‌ها و ریولیت‌ها فراوانی بالایی دارند (در حالی که انواع بازالت کمیاب‌ترند) لذا حجم بسیار زیاد این سنگ‌های کالکوالکالن را نمی‌توانند محصول تفریق ماگماهای بازالتی دانست. بنظر درویش‌زاده در مجموع سنگ‌های آتشفشانی البرز، ویژگی‌های آتشفشانی‌های قاره‌ای را نشان می‌دهند. در این میان خصوصیات پتروشیمیایی البرز مرکزی از لحاظ عناصر اصلی همان منشأ فرورانش را تأیید می‌کند. با توجه به مطالب ذکر شده در قسمت‌های قبل، منطقه مورد مطالعه عمدتاً شامل سنگ‌های آذرین بازالت، آندزیت بازالتی، آندزیت، تراکی آندزیت، تراکیت، داسیت و ریوداسیت و دایک‌های میکروگابرو و دیوریت و دولریت می‌باشد که به لحاظ سنی اساساً متعلق به سنوزوئیک بوده و سنی معادل ائوسن و بعد از آن را دارند و توسط دایک‌های جوان‌تر قطع شده‌اند. بعلاوه در این زمان فازهای کوهزایی در منطقه مورد مطالعه به وقوع پیوسته که سبب ایجاد فوران‌های آتشفشانی در هر دو محیط خشکی و دریایی شده‌اند که ایگنمبرلیت‌ها و توفیت‌های موجود شاهدهی بر این ادعا می‌باشند. از نظر حجمی نیز فوران‌های اسیدی و حدواسط بیش‌تر از بایک می‌باشند. نمودارهای مختلف تعیین نوع ماگما، ماگمای سازنده‌ی این سنگ‌ها را کالکوالکالن معرفی می‌کند. روند تغییرات عناصر کمیاب، هم روند بوده که این امر دلالت بر هم منشأ بودن آن‌ها دارد. با توجه به شواهد ساختی، بافتی، کانی‌شناسی، ژئوشیمیایی و نمودارهای پترولوژیکی رسم شده سنگ‌های مذکور به محیط فرورانش نسبت داده می‌شود. بر این اساس تصور شکل‌گیری ماگمای سازنده فوق‌الذکر از طریق فرآیند ذوب بخشی گوشته تپی فوقانی متاسوماتیزه و آرایش اندک ماگمای سازنده با سنگ‌های پوسته قاره‌ای دور از ذهن نمی‌باشد. نمونه‌های دگرسانی پیشرفته که در واحدهای ولکانیکی منطقه دیده شده است و قرارگیری آن‌ها در قطب A نشانگر آنند که عناصری نظیر آهن، پتاسیم، منیزیم، سدیم و کلسیم به شدت از محیط شسته شده و در نتیجه آن مقدار Al_2O_3 (و SiO_2) در محیط افزایش یافته است. براساس بررسی‌های صحرایی و

- [23] Lattman, L and Parizek, R (1964) Relationship between fracture traces and the occurrence of ground water in carbonate rocks. *Journal of Hydrology* 2(2):73-91.
- [24] Le Maitre, R. W., Streckeis, A., Zanettin, B., Le Bas, M. J., Bonin, B. and Bateman, P (2005) *Igneous rocks: A classification and glossary of terms: recommendations of the international union of geological sciences subcommission on the systematics of igneous rocks*. Cambridge University Press, London, England, 2nd, 256 pp.
- [25] Li, X.W., Mo, X.X., Yu X.H., Ding, Y., Huang, X.F., Wei, P. and He, W.Y (2013) Petrology and geochemistry of the early Mesozoic pyroxene andesites in the Maixiu Area, West Qinling, China: Products of subduction or syn-collision. *Lithos*, 172-173(1): 158-174.
- [26] Machado, A., Lima, E. F., Chemale, F. J., Morata, D., Oteiza, O. Almeida. D. P. M., Figueiredo, A. M. G., Alexandre, F. M. and Urrutia, J. L (2005) Geochemistry constraints of Mesozoic- Cenozoic calc-alkaline magmatism in the South Shetland arc, Antarctica. *Journal of South American Earth Sciences*, 18 (3-4): 407-425.
- [27] Maclean, W.H (1990) Mass change calculation in altered rock Series. *Mineralium Deposita*, 25(1): 44-49.
- [28] Magowe, M. and Carr, J.R (2005) Relationship between lineaments and ground water occurrence in western Botswana. *Groundwater*, 37(2):282-286.
- [29] Mutakyahwa, M.K.D., Ikingura, J.R. and Mruima, A.H (2000) Geology and geochemistry of bauxite deposits in Lushoto district, Usambara Vill Marie, Quebe, Canada, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 64(13), 2199-2220.
- [30] Pearce, J. A. and Cann, J. R (1973) Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters* 19(2), 290-300.
- [31] Pearce, J. A. and Gale, G. H (1977) Identification of oredeposition environment from trace element geochemistry of associated igneous host rocks. *Geological Society, London, Special Publications*, 7(1): 14-24.
- [32] Piper, A.M (1944) A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. *American Geophysical Union* 25 (6), 914-928.
- [33] Sargaonkar, A., Rathi, B. and Baile, A (2011) Identifying potential sites for artificial groundwater recharge in sub-watershed of River Kanhan, India. *Environmental of Earth Science*, 62(5):1099-1108.
- [10] Deer, W. A., Howie, R. A., and Zussman, J (1992) *An Introduction to the Rock Forming Minerals*, 2nd ed., Longman, London. 696pp.
- [11] Dilek, Y., Imamverdiyev, N. and Altunkaynak, Ş (2010) Geochemistry and tectonics of Cenozoic volcanism in the Lesser Caucasus (Azerbaijan) and the peri-Arabian region: collision-induced mantle dynamics and its magmatic fingerprint. *International Geology Review*, 52(4-6) 536-578.
- [12] Geological map of Qazvin scale 1:100000. Geological Survey of Iran.
- [13] Geshi, N (2005) Structural development of dike swarms controlled by the change of magma supply rate: the cone sheets and parallel dike swarms of the Miocene Otoge igneous complex, Central Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 141(3-4): 267-281.
- [14] Hansen, H. and Grönvold, K (2000) Plagioclase ultraphyric basalts in Iceland: the mush of the rift. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 98(1): 1-32.
- [15] Harker, A (1909) *The natural history of igneous rocks*. Methuen, And Co. London, 384pp.
- [16] Hirayama, K., Samimi, M., Zahedi, M., Hushmandzadeh, A.M (1966) *Geology of Tarom district western part (Zanjan area, northwest Iran)*. Geological Survey of Iran, Tehran, Report 8, 40 pp.
- [17] Irvin, T. N. and Baragar, W. R. A (1971) *A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks*. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8 (5): 523-548.
- [18] Jahangiri, A (2007) Post-collisional Miocene adakitic volcanism in NW Iran: geochemical and geodynamic implications. *Journal of Asian Earth Sciences*, 30(3-4), 433-447.
- [19] Karakaya, N (2009) REE and HFSE element behavior in the alteration facies of Erenler Dagi Volcanics (Konya, Turkey) and kaolin occurrence, *Journal Geochemical Exploration*. 101(7), 185-208.
- [20] Kheirkhah, M., Allen, M. B. and Emami, M (2009) Quaternary syn-collision magmatism from the Iran/Turkey borderlands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 182(1-2), 1-12.
- [21] Kuscu, G. G. and Geneli, F (2008) Review of postcollisional volcanism in the Central Anatolian Volcanic Province (Turkey), with special reference to the Tepekoy Volcanic Complex. *Journal of Earth Sciences*, 99 (3), 593-621.
- [22] Lasemi, Y (1992) Submarine fans and turbidite deposits in the Karaj Formation (Abstract). 10th Geoscience Convention, Geology Survey of Iran, Tehran, Iran.

- [34] Sarikhani, R., Kamali, Z., Ghassemi Dehnavi, A. and Zarei Sahamieh, R (2014) Correlation of lineaments and groundwater quality in Dasht-e-Arjan Fars, SW of Iran. *Environmental Earth Sciences*, 68(3):779–794.
- [35] Schoeller, H (1935) Utilite de la notion des echanges de bases pour comparasion des eaux souterraines. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 5(5):651-657.
- [36] Shand, S.J (1943) Eruptive rocks, Their Genesis, Composition, Classification, and Their Relation to Ore-Deposits with a Chapter on Meteorite. T. Murby and Co, London, pp 444.
- [37] Smitha, P., Byrappa, K. and Ramaswamy, S (2007) Physico-chemical characteristics of water samples of Bantwal Taluk, south-western Karnataka, India. *Journal of Environmental Biology*, 28(3):591.
- [38] Stiff, H.A., Jr (1951) The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. *Journal of Petroleum Technology*, 3(10):15, 17.
- [39] Sun, S. S. and McDonough, W. F (1989) Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. – In: Saunders, A. D. & Norry, M. J. (eds.): *Magmatism in Ocean Basins*. Geol. Soc. of London Spec. Publ. 42(1): 313–345.
- [40] Wilcox, L.W (1995) Classification and use of irrigation water. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., 969 pp.
- [41] Wilson, M (1989) *Igneous Petrogenesis*. Unwin Hyman, London, 499 pp.
- [42] Winchester, J. A. and Floyd, P. A (1977) Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20(1): 325-343.

Study of magmatic rocks and environmental impact of alteration zones in Yuzbashi-Chay region (West of Qazvin)

R. Sarikhani^{1*}, A. Ghassemi Dehnavi², R. Zarei Sahamieh³ and A. Moradpour⁴

1, 2, 3, 4- Dept., of Geology, Faculty of Sciences, Lorestan University, Khoramabad

*Sarikhani_r@yahoo.com

Recieved: 2016/5/17 Accepted: 2016/8/21

Abstract

The studied area of Yuzbashi-Chay located in the North West of Qazvin and stratigraphically includes Cenozoic units. Field evidence, petrological studies and geochemical data of magmatic rocks and alteration zone suggest that, this area consist of basalt, basaltic andesite, andesite, trachyandesite, trachyte, rhyodacite, dacite, tuff and dike. Plot of the major and trace elements analysis results in different discrimination diagrams indicate that these rocks formed by subduction-related magmatism in continental margins environment. Based on classification of different alteration unites; the vast parts of studied area affected by intermediate to advanced argillic-type alteration. Besides; due to the effects of alteration zones, the amount of calcium and sulfate have very high anomaly in water. Furthermore; results of water samples analysis indicate that the water hardness is greater than standard limit. The presence of hydrated aluminum potassium sulfate minerals (alunite or alum) is main potential source to produce of acidic waters. Based on drink water standard of Iran, total dissolved solids (TDS) value in alteration areas, especially in Ghazan Daghi mines, is greater than standard limit and waters of Aghche Kand alteration area are classified in toxicant water type.

Keywords: Yuzbashi-Chay, Subduction, Continental margin, Alteration, Total dissolved solids (TDS)