Archive of SID

مطالعه سنگهای آتشفشانی زیر دریایی منطقه حیران (شمال شرق اردبیل)

یوسف وثیق*
عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل
*(*عهده دار مکاتبات)*

چکیده

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق اردبیل و حد فاصل اردبیل - آستارا قرار دارد شواهد سنگ شناسی و ساختارهای تشکیل یافته موید فعالیت‌های آتشفشانی زیر دریایی در این منطقه می‌باشد ترکیب کلی این سنگ‌ها بازالتی بوده و اشکال پیلولاوا، دایک، منشور و دریاچه گدازه‌ای در نقاط متعدد نشان‌دهنده وجود آثار پوسته اقیانوسی در این منطقه می‌باشد. بر اساس مطالعات صورت گرفته در سایر نقاط البرز مانند چالوس، لاهیجان و املش و تشابه ساختاری منطقه حیران با این مناطق، ممکن است منطقه حیران دنباله باز شدگی نوار جنوبی دریای خزر باشد. بر اساس شواهد چینه شناسی و قرارگیری گدازه‌های بازالتی منطقه در زیر کنگلومرای فجن سن سنگ‌های آتشفشانی زیر دریایی این منطقه را همانند سایر مناطق عنوان شده در البرز می‌توان به کرتاسه نسبت داد.

واژگان کلیدی: *حیران، بازالت، پیلولاوا، کرتاسه.*

۱- مقدمه

بررسی پوسته اقیانوسی امتداد جنوبی دریای خزر از دیرباز مطرح و مورد توجه بوده است آنلز و دیگران اولین زمین شناسانی بودند که گدازه های پیلولاوایی را در چهاگوش قزوین - رشت معرفی نمودند (Annels and et al., 1975) گدازه‌های پیلولاوایی فوق سپس در مناطق متعددی از جمله چالوس، لاهیجان و املش و نیز از صومعه‌سرا تا آستارا مورد بررسی قرار گرفتند (درویش زاده و همکاران ۱۳۸۵؛ صلواتی، ۱۳۷۹) اتصال نقاط رخنمون این سنگ‌ها خطی تقریباً موازای ساحل جنوبی دریای خزر را نشان می‌دهد امتداد این باز شدگی تا گردنه حیران در شمال شرق اردبیل و حد فاصل اردبیل به آستارا ادامه داشته و احتمالاً با خروج از مرز ایران در جمهوری آذربایجان به سمت شمال غرب گسترش می‌یابد (Zonenshain and Le Pishon, 1986).

۲- روش مطالعه

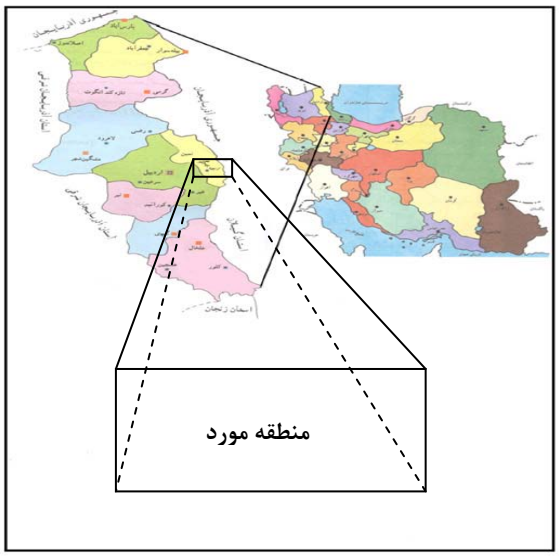
رخنمون سنگ‌های پیلولاوایی در محل ترانشه‌های جاده اردبیل به آستارا در منطقه حیران سبب شروع بررسی حاضر گردید با توجه به اینکه این سنگ‌ها قبلاً به صورت کامل معرفی نگردیده و فقط اشاره‌هایی به آن شده بود لذا در ابتدا مناطق گسترش آن‌ها مد نظر قرار گرفته و طی عملیات صحرایی متعددی که صورت گرفت محدوده گسترش آن‌ها معلوم گردید در این رابطه به دلیل وجود پوشش گیاهی انبوه در منطقه حیران و پوشیده بودن زمین امکان تعیین مناطق رخنمون پیلولاواها به دشواری امکان‌پذیر است پس از تعیین محدوده گسترش این سنگ‌ها نسبت به بررسی واحدهای سنگی زیر و روی آن اقدام گردید در مرحله بعد رخنمون‌های مورد اشاره به صورت کیفی مطالعه شده و با نمونه‌برداری و نیز اندازه‌گیری‌ها و تعیین و تفسیر اشکال مرتبط با پیلولاواها دنبال گردید مطالعه نمونه‌های

www.SID.ir

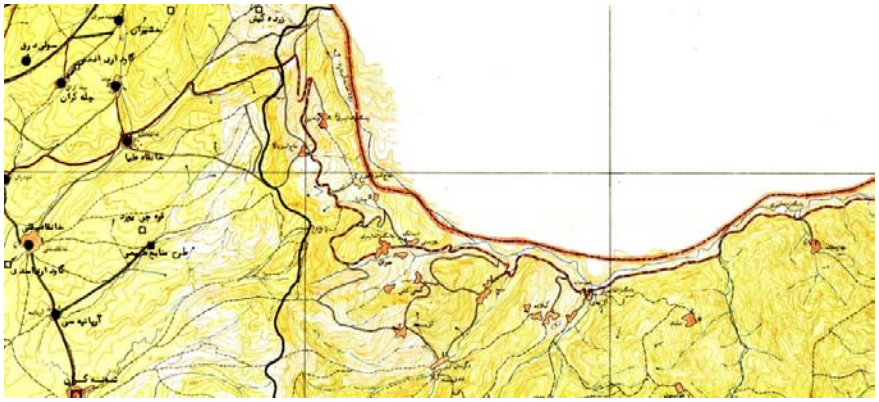
Archive of SID

ماکروسکپی و تعیین بافت و کانی‌های فنوکریست در مرحله بعدی انجام گرفته و بافت و ترکیب کانی شناسی نمونه‌ها با تهیه مقاطع میکروسکپی ادامه یافت و نتیجه این مطالعات به ارائه مقاله حاضر منجر گردید.

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات ساختمانی ایران جزو زون البرز غربی محسوب می‌شود. پوشش گیاهی انبوه در منطقه حیران هر چند سبب تشکیل یکی از مناطق بی بدیل طبیعی در این نقطه گردیده است ولی مطالعات زمین شناسی این منطقه را با دشواری زیادی همراه ساخته است. فقدان برونزدهای سنگی و شیب زیاد زمین از جمله مشکلات مورد اشاره می‌باشد. در شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه و در شکل ۲ موقعیت آبادی‌ها و راه‌های دسترسی موجود در منطقه و نقشه توپوگرافی آن مشاهده می‌شود.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه



شکل ۲: موقعیت آبادیها و راههای ارتباطی منطقه مورد مطالعه در نقشه توپوگرافی (مقیاس ۱۵۰۰۰۰: ۱)

۳- چینه شناسی منطقه

سنگ‌های آتشفشانی زیر دریایی در منطقه حیران اغلب به شکل گدازه بالشی و بعضاً به صورت دایک و منشور قابل مشاهده هستند واحد زیرین این سنگ‌ها چندان مشخص نبوده ولی در روی آن کنگلومرای پلی ژنتیکی قرار دارد که بیش از یکصد متر ضخامت داشته و به صورت ناپیوسته و با زاویه حدود ۱۸ درجه بر روی گدازه‌های زیر دریایی قرار

www.SID.ir

Archive of SID

دارد کنگلومرای مورد اشاره ضخیم لایه بوده و در بعضی نقاط حالت توده‌ای از خود نشان می‌دهد قطعات سازنده آن از چند سانتیمتر تا بیش از یک متر قطر داشته و فاقد جورشدگی می‌باشند این قطعات اغلب از جنس سنگ‌های آتشفشانی بوده و تکه‌هایی از سنگ‌های کربناته نیز در داخل آن مشاهده می‌گردد. در شکل ۳ وضعیت قرارگیری کنگلومرای مورد اشاره بر روی بازالت‌های بالشی در غرب روستای خانقاه مشاهده می‌شود.

در خصوص زمان تشکیل سنگ‌های آتشفشانی زیر دریایی بخش‌های جنوبی دریای خزر نظرات مختلفی ارائه شده است Annels و همکاران (۱۹۷۵) سن آپسین - آلبین را برای سنگ‌های آتشفشانی زیر دریایی لاهیجان - املش ارائه دادند Didon and Gemain (۱۹۷۶) اولین آثار آتشفشانی قابل توجه آتشفشانی این منطقه را به کرتاسه بالایی مربوط می‌دانند ولی افتخارنژاد (۱۹۷۵) فعالیت آتشفشانی مهم زیر دریایی منطقه را به ائوسن نسبت می‌دهد. خدابنده (۱۳۸۰) بدون اشاره به نام فسیل‌های سنگ‌های آهکی موجود در داخل کنگلومرای فوق الذکر، آن‌ها را به سن ماستریشتین نسبت داده و کنگلومرای مورد مطالعه را معادل سازند فجن در نظر گرفته است وجود آگلومرا همراه این رسوبات همانند شرایط حاکم بر مقطع تیپ آن (درویش زاده، ۱۳۷۰) احتمال تطابق کنگلومرای مورد اشاره با سازند فجن را تقویت می‌کند با این فرض سنگ‌های آتشفشانی زیر دریایی منطقه به قبل از پالئوسن مربوط خواهد بود. قرارگیری این واحد کنگلومرایی بر روی سنگ‌های آتشفشانی زیر دریایی و نسبت دادن سنگ‌های مشابه در دیگر نقاط البرز به کرتاسه فوقانی (درویش زاده و همکاران ۱۳۸۵؛ صلواتی، ۱۳۷۹) احتمال کرتاسه بودن سن سنگ‌های منطقه حیران را نیز به تأیید می‌رساند.

شکل ۳: مرز دگرشیب بازالت های زیر دریایی بالشی شکل و کنگلومرای معادل سازند فجن در غرب روستای خانقاه (نگاه به سمت شمال)

شکل ۴: نمونه ای از دایک های بازیک که کنگلومرای معادل فجن را در غرب روستای خانقاه قطع نموده و دچار آلتراسیون شدیدی شده است (نگاه به سمت جنوب غرب)

www.SID.ir

Archive of SID

واحد کنگلومرایی در چند نقطه توسط دایک‌های بازیک قطع شده‌اند که اغلب در حوالی روستای خانقاه قابل مشاهده هستند این دایک‌ها ترکیب دولریتی داشته و با توجه به تشابه سنگ شناسی آن‌ها با سنگ‌های بازالتی منطقه ممکن است تشکیل آن‌ها نتیجه فعالیت‌های ماگمایی تأخیری باشند. در شکل ۴ یکی از این دایک‌ها در غرب روستای خانقاه مشاهده می‌گردد که بر اثر شکستگی انقباضی فراوان و نفوذ سیالات گرم دچار آلتراسیون شدیدی شده است.

۴- سنگ‌های آتشفشانی زیر دریایی

پیلولاواها یا ساخت‌های بالشی به عنوان آثار فعالیت‌های آتشفشانی زیر دریایی در منطقه حیران رخنمون دارند این سنگ‌ها در ترانشه‌های جاده اردبیل به آستارا نیز در چندین نقطه قابل مشاهده می‌باشند که اغلب در نتیجه نفوذ سیالات، متحمل آلتراسیون شدیدی شده‌اند. مناطق رخنمون پیلولاواها متعدد بوده در محدوده طول جغرافیایی ′۲۹, °۴۸ تا ′۳۶,°۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی ′۲۴,°۳۸ تا ′۲۶,°۳۸ شمالی پراکنده هستند گرچه پوشیده بودن اغلب بخش‌های منطقه امکان ارائه سطح گسترش دقیقتر این سنگ‌ها را مشکل می‌سازد.

ضخامت برونزد پیلوها متغیر بوده از ۲ متر تا بیش از ۳۰ متر قابل مشاهده می‌باشد. در جنوب شرق روستای حاج امیر بهترین مقطع پیلوها مشاهده می‌گردد در اینجا ضخامت بیرونزدگی پیلوها بیش از ۳۰ متر است در شمال روستای دودران ضخامت پیلوها تا ۱۵ متر می‌رسد در جنوب شرق نمین این ضخامت کمتر از ۱۰ متر است در منطقه فندقلو ضخامت پیلوها به مراتب بیش از اعداد عنوان شده بوده ولی پوشش گیاهی بسیار انبوه مانع از مشاهده و تعیین ضخامت واقعی آن شده است ولی ضخامت چند ده متری آن محرز می‌باشد. تفاوت ضخامت بیرون زدگی‌ها به غیر از ضخامت واقعی پیلوها به مورفولوژی زمین و شکل ترانشه‌ها نیز وابسته می‌باشد در اشکال ۵و۶ نمایی از بیرون زدگی گدازه‌های بالشی در حوالی روستای حاج امیر و دودران مشاهده می‌گردد.

شکل ۵: رخنمون قابل توجه سنگهای آتشفشانی بالشی در حوالی روستای حاج امیر (نگاه به سمت شمال شرق)

شکل ۶: رخنمون سنگهای آتشفشانی بالشی در حوالی روستای دودران (نگاه به سمت شمال)

www.SID.ir

Archive of SID

قطر پیلوها از یک تا ۴ متر متغیر بوده و حالت کشیده دارند و به خمیر دندان خارج شده از تیوب شبیه هستند که اغلب مقطع عرضی گرد یا بیضی شکل آن‌ها قابل رویت بوده و در اثر توپوگرافی محل خروج و مجاورت با سایر پیلوها به اشکال متنوع دیده می‌شوند مشاهده حالت لوله‌ای در پیلوها نشان‌دهنده شیب قابل توجه پشته‌ای است که پیلوها از آن خارج و سرازیر شده اند. شیب زیاد زمین در گسیختگی پیلوها در حالت مذاب و تبدیل آن‌ها به قطعات کوچکتر نیز موثر بوده به گونه‌ای که قطعات حاصل از تقسیم پیلوها در مجاورت پیلوهای کامل مشاهده می‌گردند ضمن اینکه فعالیت‌های تکتونیکی در زمان خروج پیلوها نیز از جمله عوامل موثر در شکستگی و تبدیل آن‌ها به قطعات کوچکتر می‌باشد. در شکل ۷ نمونه‌ای از یک پیلولاوا لوله‌ای شکل و در شکل ۸ نمایی از مجاورت پیلوهای کامل و پیلوهای قطعه قطعه شده در رخنمون جنوب شرق روستای حاج امیر دیده می‌شود.

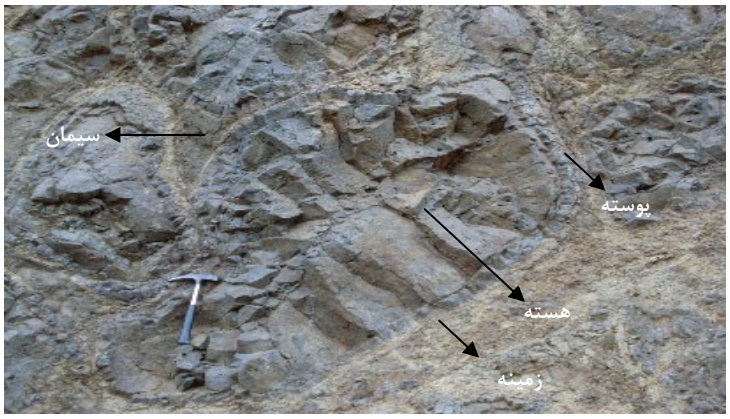
شکل ۷: نمونه‌ای از یک پیلو لوله‌ای بزرگ در حوالی روستای حاج امیر با سطح چین و شکن دار که شیب قرارگیری آن نشان‌دهنده شیب کف دریا در زمان خروج آن است (نگاه به سمت شمال شرق)

شکل ۸: نمایی از پیلوهای کامل (پائین) و پیلوهای قطعه قطعه شده ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی زمان فوران (بالا) در حوالی روستای حاج امیر (نگاه به سمت شمال شرق)

www.SID.ir

Archive of SID

در پیلوهای منطقه بخش‌های پوسته، هسته، زمینه و سیمان قابل شناسایی است (شکل ۹). پوسته در پیلوها یک تا ۵ سانتیمتر ضخامت داشته و گاهی به واسطه تأثیر هوازدگی از بخش هسته جدا شده است پوسته ریز بلـور بـوده در نمونه دستی آن کانی خاصی قابل شناسایی نیست که نشانه انجماد سریع در زمان خروج گدازه می‌باشد.



شکل ۹: تفکیک چهار بخش سازنده پیلولاوا. تغییر شکل آن‌ها به علت مجاورت سه پیلو در حالت مذاب رخ داده است

نفوذ سیالات به غیر از پوسته، بر روی هسته پیلوها نیز تأثیر شدیدی داشته و سبب آلتراسیون آن‌ها شده است به گونه‌ای که برداشت نمونه سالم از آن‌را به دشواری ممکن می‌سازد هسته بعضـی از پیلوهـا در نتیجـه انقبـاض حرارتـی ناشی از انجماد سریع متحمل شکستگی‌های شعاعی شده‌اند. در شکل ۱۰ نمونه‌ای از شکستگی شـعاعی شـکل هسـته پیلو مشاهده می‌گردد.

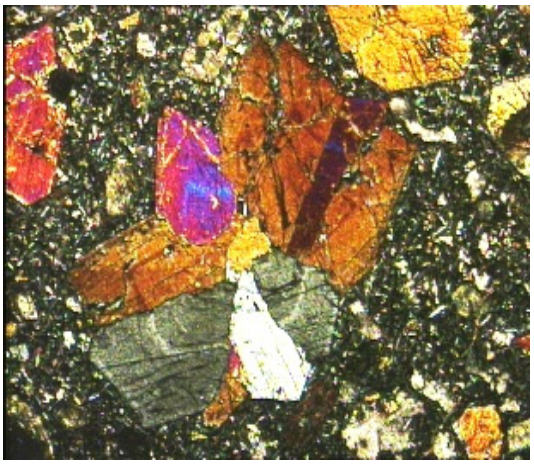
شکل ۱۰: شکستگی های انقباضی شعاعی شکل در هسته یکی از پیلوهای منطقه

در نمونه دستی سنگ‌های هسته پیلوها، کانی‌های درشتی قابل رویت هسـتند پیروکسـن متـداول بـوده و بعضـاً اولیوین نیز مشاهده می‌گردد انجماد این فنوکریست‌ها ممکن است به اتاق ماگمایی و یا زمان خروج مواد مذاب مربـوط باشد این سنگ‌ها دارای بافت عمومی پورفیریک بوده و بعضاً حالت گلومروپورفیریک نیز از خود نشان می‌دهند.

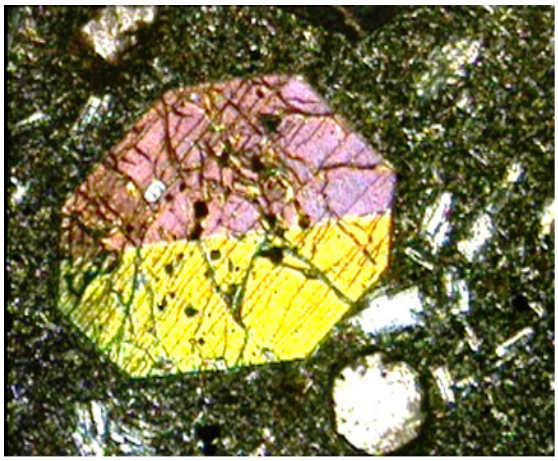
اغلب فنوکریست‌های پیروکسن خود شکل و قد کوتاه بوده و دارای سطوح بلورین کامل می‌باشند اندازه آن‌ها نیـز بزرگتر از ۲ میلیمتر است ژوتو (۱۹۹۷) و درویش زاده (۱۳۸۱) چنین مشخصاتی از فنوکریست‌ها را نتیجه انجماد کانی در اتاق ماگمایی می‌دانند. در شکل۱۱و۱۲تصاویر میکروسکپی از بافت گلومروپورفیریک و فنوکریسـت‌هـای پیروکسـن موجود در خمیره ریز بلور سنگ مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱: بافت گلومروپورفیریک ناشی از تجمع بلورهای پیروکسن در خمیره ریز دانه سنگ (بزرگنمایی ۱۰ برابر - نور XPL)



شکل ۱۲: فنوکریست پیروکسن ماکل دار در خمیره ریز بلور سنگ با بافت پورفیریک (بزرگنمایی ۱۰ برابر - نورXPL)

زمینه پیلوها در اثر نفوذ سیالات به شدت متحمل آلتراسیون شده و به ذرات منفصل تبدیل شده‌اند که به راحتی از یکدیگر جدا می‌شوند این ذرات رنگ روشن داشته و تعیین ترکیب کانی شناسی آن‌ها تقریباً غیرممکن می‌باشد گرچه این ذرات اصولاً حاصل واکنش ذرات خرد شده گدازه با آب دریا بوده و اغلب ترکیب کلریتی و پالاگونیتی دارند (درویش زاده، ۱۳۸۱؛ Jutean and Maury, 1997). سیمان پیلوها نیز به راحتی قابل تشخیص بوده و اغلب فضاهای تقریباً مثلثی شکل بین پیلوها را در بر گرفته اند از دو سری مواد رسوبی و هیدروترمال که ممکن است سازنده بخش سیمان باشند چنین به نظر می‌رسد که ذرات با منشاء هیدروترمال در بین پیلوهای منطقه بیشتر نقش داشته و اغلب ترکیب کربناته و سیلیسی به چشم می‌خورد ضمن اینکه غیر یکنواختی ذرات سازنده بخش سیمان پیلوها احتمال هیدروترمال بودن منشاء آن‌را تقویت می‌کند.

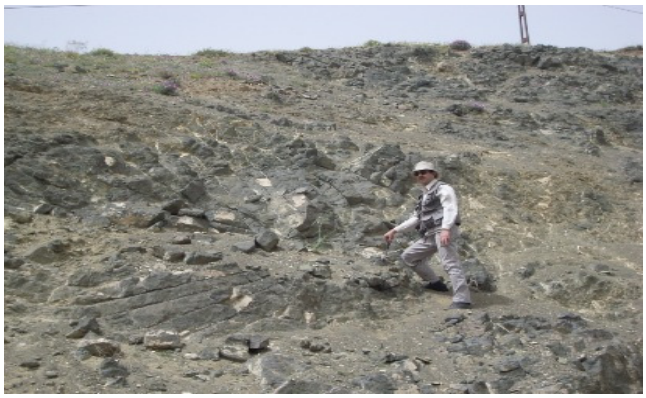
به غیر از پیلولاواها، ساخت دیگری که در منطقه قابل مشاهده است منشورهای بازالتی می‌باشد که در شرق روستای بهارستان، غرب روستای دودران و جنوب روستای و نه بین بهتر از سایر مناطق دیده می‌شوند این منشورها به صورت مستقل و بعضاً در مجاورت پیلولاواها قرار داشته و نشان‌دهنده ارتباط ژنتیکی با پیلوهای تشکیل شده می‌باشند هر چند شکستگی‌های انقباضی ناشی از انجماد دایک‌ها نیز در بعضی از نقاط، اشکال شبه منشوری تشکیل داده است که ممکن است با منشورهای بازالتی اشتباه شوند. به غیر از منشورهای بازالتی مورد اشاره، منشورهای شعاعی شکل نیز در چند نقطه دیده می‌شود که ناشی از انجماد پیلوها و یا پاکت‌های گدازه‌ای بزرگ هستند (درویش زاده، ۱۳۸۱؛ Jutean and Maury, 1997) مناسبترین حالت آن در جنوب و شرق روستای حاج امیر قابل مشاهده می‌باشد. در شکل ۱۳ نمایی از منشورهای بازالتی غرب روستای دودران و در شکل ۱۴ تصویر منشورهای شعاعی شکل ناشی از انجماد پیلو یا جیب گدازه‌ای بزرگ در شرق روستای حاج امیر مشاهده می‌گردد.

شکل ۱۳: تصویری از منشورهای بازالتی غرب روستای دودران و در مجاورت پیلولاواها (نگاه به سمت شمال)

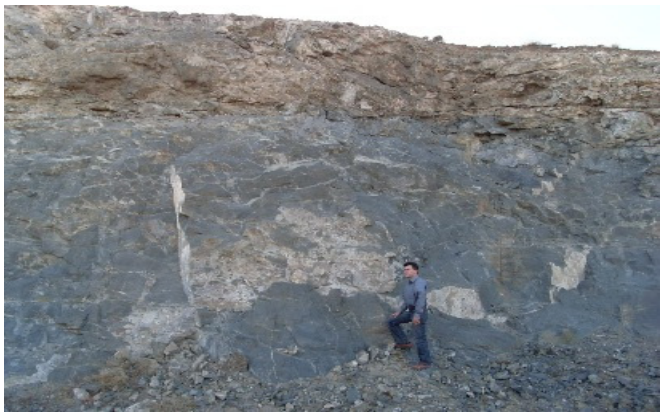
www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر پدیده‌های عنوان شده گدازه توده‌ای شکلی با ترکیب بازالت در شمال روستای دودران دیده می‌شود که در زیر پیلوها قرار دارد و با توجه به معلوم نبودن حد زیرین، ضخامت واقعی آن قابل اندازه‌گیری نبوده و تنها حدود ۵ متر آن در روی زمین قابل مشاهده است. وضعیت یکنواخت آن بگونه‌ای است که احتمالاً حاصل انجماد دریاچه گدازه در زیر پیلولاوا می‌باشد پیلوهای روی آن ۲ تا ۳ متر ضخامت داشته و به شدت هوازده هستند ضخامت واقعی لایه پیلولاوایی به واسطه تأثیر هوازدگی معلوم نبوده ولی مطمئناً ضخامت واقعی و اولیه آن بیش از آن است که امروزه در روی زمین مشاهده می‌گردد ساخت پیلولاوایی و دریاچه گدازه‌ای از مشخصات یک فوران آرام زیر دریایی بشمار می‌روند (درویش زاده، ۱۳۸۱؛ Jutean and Maury, 1997). این بازالت‌ها برخلاف بازالت‌های پیلولاوایی آفانتیک بوده و فنوکریست خاصی در آن مشاهده نمی‌گردد آفانتیک بودن بازالت‌ها نیز تائید کننده انجماد آن در دریاچه گدازه‌ای است (Jutean and et al., 1983 and Thompson and et al., 1985). در شکل ۱۵ تصویر این پدیده مشاهده می‌شود.



شکل۱۴: تصویر منشورهای شعاعی شکل ناشی از انجماد یک پیلو و یا جیب گدازه ای بزرگ در شرق روستای حاج امیر (نگاه به سمت شمال شرق)



شکل ۱۵: گدازه بازالتی توده ای حاصل از انجماد احتمالی دریاچه گدازه ای در زیر لایه پیلولاوایی در شمال روستای دودران (نگاه به سمت شمال غرب)

۵- نتیجه گیری

سنگ‌های آتشفشانی زیر دریایی منطقه حیران به عنوان بخشی از پوسته اقیانوسی بر جای مانده نوار جنوبی دریای خزر در حد فاصل اردبیل به آستارا رخنمون داشته و به شکل ساختارهای پیلولاوا، دایک، منشور و دریاچه گدازه‌ای مشاهده می‌گردد ترکیب کلی سنگ‌های سازنده آن بازالتی بوده و با توجه به نوع فنوکریست‌های آن بعضاً به

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب آندزی بازالت متمایل می‌گردد فنوکریست متداول این سنگ‌ها کلینو پیروکسن بوده و بعضاً اولیوین و پلاژیوکلاز نیز در متن سنگ مشاهده می‌گردد ساختار اولیه سنگ‌های منطقه و همراهی درزه‌ها و گسل‌های فراوان در منطقه سبب سهولت تزریق سیالات شده و آلتراسیون را در منطقه توسعه بخشیده است به گونه‌ای که اغلب ساختارهای عنوان شده دارای آلتراسیون شدید بوده ضمن اینکه کانی‌های ثانویه از جمله کلسیت، کوارتز و زئولیت در حفرات و شکستگی‌های سنگ‌های منطقه تشکیل شده است کامل نبودن سکانس افیولیتی در این منطقه ممکن است به حاشیه‌ای بودن حوضه رسوبی آن مربوط باشد گرچه تداوم گسترش این ساختارها تا منطقه قفقاز، لزوم ادامه مطالعات و دستیابی به الگویی واحد در این خصوص را ایجاب می‌کند.

تنها شاهد تعیین سن نسبی گدازه‌های منطقه، کنگلومرای پلی ژنتیکی است که بر روی گدازه‌های مورد مطالعه قرار داشته و بر اساس مطالعات صورت گرفته به سازند فجن نسبت داده می‌شود که در این صورت فعالیت‌های آتشفشانی زیر دریایی منطقه به کرتاسه مربوط خواهد بود هر چند این سن برای سنگ‌ها و ساختارهای مشابه در سایر مناطق البرز و حاشیه جنوبی دریای خزر نیز نسبت داده می‌شود ولی به نظر می‌رسد استفاده از روش‌های تعیین سن دقیقتر، سن یابی این سنگ‌ها را با اطمینان بیشتری همراه خواهد ساخت.

۶- منابع

۱. خدابنده، ع.ا.، ۱۳۸۰، شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش آستارا، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۲. درویش زاده، ب.؛ نوروزی، م. و صدقی، ب.، ۱۳۸۵، بازنگری پوسته اقیانوسی جنوب خزر در دامنه‌های شمالی البرز، مجله علوم پایه دانشگاه بوعلی سینا، جلد ۳، شماره ۱، ص ۹ – ۱.

۳. درویش زاده، ع.، ۱۳۷۰، زمین شناسی ایران، انتشارات نشر دانش امروز.

۴. درویش زاده، ع.، ۱۳۸۱، زمین شناسی پوسته اقیانوسی، انتشارات دانشگاه تهران.

۵. صلواتی، م.، ۱۳۷۹، بررسی زمین شناسی و پتروژنز سنگهای ماگمایی منطقه جنوب املش، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران.

6. Annels, R.N.; Arthurton, R.S.; Basley, R.A. and Davies, R.G., 1975, Explanatory text of Qazvin-Rasht quadrangles map, 1:250000 , Geological survey of Iran.
7. Didon. J. and Gemain, Y. A., 1976, Le Sabalan, volcan plio-Quaternaire de l'Azerbaijan oriental (Iran), Etude geologique et Petrographique du l'edifice et de son environement regional, These 3eme cycle, univ. scientifique et Medicale de Grenoble. France.
8. Eftekhar nezhad, J., 1975, Brief history and structural development of Azarbaijan, Geol. Surv. of Iran, Internal Report.
9. Jutean, T.; Erssen, J.P.; Monin, A.S.; Zonenshin, L.P.; Sorokhtin, O.G.; Matveenkov, V.V. and Almukhamedov, A. I., 1983 , Structure et petrologie du rift axial de la Mer Rouge vers 18 N, Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf Aquitatine, 7 , 217-231.
10. Jutean, T. and Maury, R., 1997, Geologie de la croute oceanique petrologei et dynamique endogens, Masson.
11. Thompson, G.; Bryan, W.B.; Ballard, R.O.; Hzamuro, K. and Melson, W.G., 1985, Axial processes along a segment of the East Pasific Rise 10 -12 N, Nature, 318, 429-433.
12. Zonenshain, L.P. and Le Pishon, X., 1986, Deep basin of the Black Sea and Caspian Sea of Mesozoic Arc Basins, Tectonophysics.

www.SID.ir