بررسی تاثیر ویژگی‌های سنگ‌شناسی در مقاومت و دوام سنگ‌های آتشفشانی مورد استفاده در پوشش محافظ میانگذر دریاچه ارومیه

ابراهیم اصغری‌کلجاهی*[۱]، سمیه شکری زیناب[۲] و احمد جهانگیری[۳]

۱، ۲ و ۳- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تبریز، تبریز

نویسنده مسئول: e-asghari@tabrizu.ac.ir *

دریافت: ۹۵/۱/۹ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۴

چکیده

جهت حفاظت خاکریز میانگذر دریاچه ارومیه از سنگ‌های کوه‌های زنبیل و جزیره اسلامی استفاده شده است. با توجه به اهمیت این پوشش محافظ در حفاظت میانگذر، مطالعه کیفیت سنگ‌های آن جهت کنترل هوازدگی و تخریب، حائز اهمیت است. آب دریاچه ارومیه دارای شیمی خاصی بوده و یکی از علل اصلی تخریب سنگ‌ها تبلور نمک در منافذ سنگ‌ها می‌باشد.

در این مقاله به بررسی تاثیر ویژگی‌های سنگ‌شناسی در دوام سنگ‌های پوشش محافظ میانگذر بر اساس بررسی‌های محلی، نمونه‌برداری و مطالعات پتروگرافی و آزمایشات فیزیکی و مکانیکی پرداخته شده است. سنگ‌های استحصال شده از کوه زنبیل (سمت ارومیه) دچار هوازدگی کمتری نسبت به سنگ‌های استحصالی از شبه جزیره اسلامی شده‌اند که علت آن ویژگی‌های پتروگرافی سنگ‌هاست. بیش‌تر سنگ‌های مورد استفاده از نوع تراکیت، آندزیت، بازالت، تفریت، آگلومرا و لاتیت می‌باشد. در این میان سنگ‌های جزیره اسلامی به جز آندزیت، هوازدگی شدیدتری متحمل شده‌اند. خصوصیات بافتی نظیر اندازه ذرات و نوع هوازدگی تأثیر زیادی بر روی مقاومت و دوام سنگ‌های مورد استفاده دارد. افزایش اندازه ذرات منجر به کاهش مقاومت سنگ و دوام داری شده است. سنگ‌های جزیره اسلامی به دلیل دگرسانی بیش‌تر، دارای تخلخل و جذب آب بالایی می‌باشند. سنگ‌های کوه زنبیل به علت بافت میکرولیتیک و هم‌چنین نداشتن دگرسانی، قابلیت جذب آب کمتری داشته و دوام بالایی دارند. هم‌چنین وجود کانی‌های رسی ناشی از هوازدگی موجب پایین بودن وزن مخصوص سنگ‌های جزیره اسلامی شده است.

واژه‌های کلیدی: میانگذر دریاچه ارومیه، ویژگی‌های پتروگرافی، آرمور، دوام سنگ، هوازدگی

۱- مقدمه

عوامل زمین‌شناسی کنترل‌کننده رفتار مکانیکی سنگ‌ها به دو گروه داخلی شامل خواص و ویژگی‌های خود سنگ و عوامل خارجی شامل فرایندهایی که محیط اطراف سنگ در یک محدوده از زمان‌بر روی سنگ تأثیر می‌گذارند، تقسیم می‌شوند. عوامل داخلی شامل ترکیب کانی‌شناسی و بافت، صفحات ضعف، شکستگی‌های داخل سنگ، درجه دگرسانی[1] کانی‌ها، اندازه ذرات، شکل ذرات، دانسیته و فشردگی سنگ، میزان درهم شدگی، نوع تماس ذرات و میزان نوع سیمان یا خمیره هست. همان گونه که در جدول (۱) نشان داده شده است، عوامل مختلفی در طبقه‌بندی خصوصیات سنگ‌ها می‌توانند مبنا باشد [۹].

در سنگ‌های آذرین نوع کانی‌ها و نسبت آن‌ها تأثیر زیادی بر دوام و مقاومت سنگ دارد. معمولا سنگ‌های حاوی سیلیس (به عنوان عامل پیوند دهنده) دارای مقاومت بیش‌تری می‌باشند و بعد از آن کلسیت و کانی‌های آهن و منیزیم‌دار قرار دارند. کانی‌های آهن و منیزیم‌دار بافت‌های رشد درهم[2] خوبی در سنگ‌ها ایجاد می‌کنند، ولی با این وجود این کانی‌ها سریع‌تر نیز اکسید شده و باعث کاهش مقاومت سنگ می‌شوند [۷]. سنگ‌هایی با خمیره رسی ضعیف‌ترین سنگ‌ها محسوب می‌شوند. دوام و مقاومت سنگ با افزایش دگرسانی و افزایش کانی‌های ثانویه به شدت کاهش می‌یابد. اندازه کانی‌ها و میانگین ذرات سازنده سنگ نیز تأثیر زیادی بر روی مقاومت مکانیکی سنگ دارند. مقاومت تسلیم سنگ‌ها با کاهش اندازه دانه‌ها افزایش یافته و به طورکلی کوچک بودن اندازه دانه باعث زیادشدن مقاومت سنگ می‌شود. در صورتی که میانگین اندازه ذرات کمتر از ۱ میلی‌متر باشد، این تأثیر بیش‌تر خواهد بود [۷]. اگر

[1] *Alteration*

[2] *Exsolution Texture*

اندازه ذرات کمتر از ۰/۰۲۵ میلی‌متر باشد، دانه‌ها تأثیر کمی در سایش و دوام دارند [۹]، تأثیر اندازه کانی‌ها بر مقاومت سنگ بیش‌تر به دلیل این است که با کاهش اندازه کانی‌ها، سطح تماس دانه‌ها افزایش‌یافته و نیروهای خارجی بر روی سطوح بیش‌تری توزیع شده و در نتیجه سنگ مقاومت بیش‌تری را نشان می‌دهد. شکل ذرات نیز بر روی مقاومت سنگ تأثیر زیادی دارد و ذرات زاویه‌دار باعث ایجاد درهم شدگی بیش‌تر و افزایش مقاومت خواهند شد. سنگ‌های تشکیل شده از ذرات گرد شده، کم دوام می‌باشند زیرا بلورها یا ذرات لبه مشخصی داشته و نیروها نیز در طول آزمایش‌ها دوام و مقاومت معمولاً در طول لبه‌های ذرات متمرکز می‌شوند.

یکی دیگر از ویژگی‌های مهم بافتی که در رفتار فیزیکی و به‌ویژه مقاومت سنگ نقش دارد، درجه درهم شدگی دانه‌ها، نوع مرز دانه‌ها و آرایش هندسی (میکروفابریک) ذرات سنگ است. چون شکستگی‌ها بیش‌تر در طول مرزهای دانه‌ها رخ می‌دهند، مرزهای نامنظم و درهم ایجاد شکستگی را بسیار مشکل می‌سازند و افزایش تعداد مرزها باعث افزایش مقاومت سنگ می‌شود. شرایط حرارت فشار تشکیل سنگ‌ها نیز بر روی خواص مقاومتی آن‌ها تأثیر دارد و هر چه این شرایط با شرایط سطح زمین تفاوت بیش‌تری داشته باشد، سنگ سریع‌تر هوازده می‌شود. به عبارت دیگر هر کانی که شرایط تشکیل آن با شرایط بیرونی تفاوت بیش‌تری دارند و در بالای سری باون قرار می‌گیرند، زودتر واکنش داده و هوازده می‌شوند [۱۳]. مقاومت نسبی کانی‌ها در برابر تخریب شیمیایی ممکن است بازتاب شرایط سطحی و یا شرایط تشکیل کانی‌ها باشد. سنگ‌ها دارای ناپیوستگی‌های خطی یا صفحه‌ای میکروسکوپی و یا میکروسکوپی مرتبط با بعضی کانی‌ها می‌باشند. این سطوح شامل ریزشکستگی‌ها، مرز بین ذرات، کلیواژ کانی‌ها، صفحات ماکل[3] و میانبار[4] می‌باشند. همان‌طور که ذکر شد این نقایص مقاومت نهایی سنگ‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند و به عنوان سطوح ضعف عمل کرده و جهتی را که در طول آن شکستگی اتفاق می‌افتد را کنترل می‌کنند. تناوب و تکرار ناپیوستگی‌ها با مقاومت سنگ رابطه معکوس دارد زیرا این شکستگی‌ها باعث تسهیل ورود آب به درون سنگ و توسعه هوازدگی می‌شوند [۱۳]. هم‌چنین مقدار رطوبت نیز در مقاومت سنگ‌ها تاثیر قابل‌توجهی دارد [۸].

میانگذر دریاچه ارومیه به طول حدود ۱۴ کیلومتر در حوالی سال ۱۳۷۵ با خرده‌سنگ‌های استحصالی از طرفین دریاچه یعنی کوه‌های شبه جزیره اسلامی و زنبیل ساخته شده است. سطح دامنه‌های این توده خاکریزی و سنگریزی به وسیله بلوک‌های سنگی (آرمور[5]) استحصالی از کوه‌های شبه‌جزیره اسلامی و زنبیل پوشیده شده است. در شکل (۱) تصویری از این بلوک‌های سنگی نشان داده شده است.

با توجه به شیمی خاص آب دریاچه ارومیه که تأثیر شدیدی بر تخریب سنگ‌های میانگذر دارد، لذا انتخاب درست و استفاده صحیح از مصالح سنگی بکار رفته در موج‌شکن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. انتخاب نامناسب مصالح سنگی، عموماً باعث بروز مشکلات فراوانی در پایداری موج‌شکن‌ها شده و هزینه‌های بالایی را تحمیل می‌نماید [۲].

با توجه به اهمیت این سنگ‌ها در حفظ میانگذر دریاچه ارومیه، مطالعات علمی و اصولی روی پایایی و دوام سنگ‌های میانگذر ضرورت دارد تا میزان سلامت و دوام سنگ‌های آتش‌فشانی بکار رفته در برابر عوامل طبیعی از جمله هوازدگی تعیین شده و اقدامات لازم جهت کاهش تخریب سنگ‌ها انجام شود. طی بررسی‌های محلی بر روی سنگ‌های پوشش محافظ میانگذر، مشاهده شده که سنگ‌های استحصالی از کوه زنبیل مقاومت بیش‌تری نسبت به سنگ‌های استحصالی از جزیره اسلامی در مقابل دریاچه ارومیه دارند. در این تحقیق با مطالعات صحرایی، نمونه‌برداری و مطالعات پتروگرافی و بررسی خصوصیات مکانیکی و دوام‌داری، به بررسی نقش ویژگی‌های پتروگرافی در دوام و مقاومت سنگ‌های آتش‌فشانی جزیره اسلامی و کوه زنبیل جهت استفاده در پوشش محافظ میان‌گذر دریاچه ارومیه (بخشی از بزرگراه شهید کلانتری حدفاصل تبریز تا ارومیه) پرداخته شده است.

[3] *Twin*
[4] *Inclosion*
[5] Armour

جدول ۱. عوامل مختلف در طبقه‌بندی خصوصیات سنگ‌ها [۹]

خصوصیات بافتی	اندازه دانه، شکل دانه (ذره)، درجه جهت‌یابی دانه، دانسیته دانه‌ها، ضریب بافتی، نوع و مقدار کانی‌ها، جنس مواد خمیره، نوع سیمان و درجه سیمانی شدن، تخلخل، مرزهای دانه‌ای یا روابط بین دانه‌ها، نوع پیوندها
خصوصیات مکانیکی	مقاومت، سختی، سایش، دانسیته
خصوصیات ساختاری	درزه‌ها، شکستگی‌ها، کلیواژ، تورق، گسل‌ها، سطوح لایه‌بندی، چین‌خوردگی، شیب و امتداد لایه‌ها
خصوصیات هوازدگی	دگرسانی و مقدار رطوبت سنگ

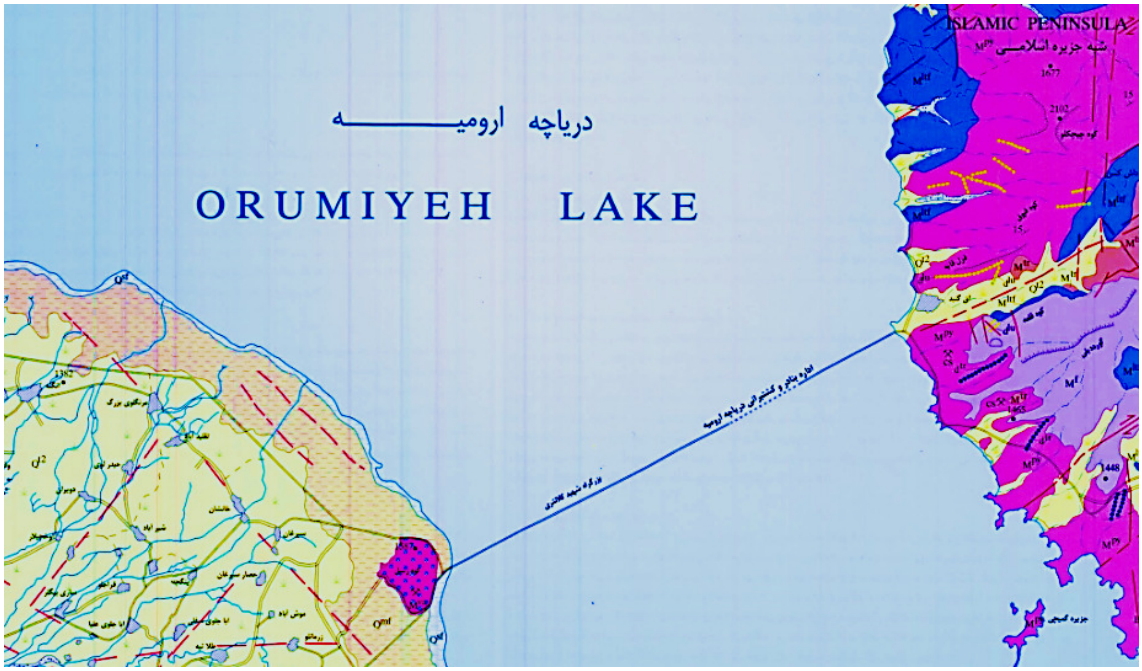
شکل ۱. تصویری از میان‌گذر دریاچه ارومیه و بلوکهای سنگی چیده شده روی طرفین آن

۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه

کهن‌ترین سنگ‌های رخنمون یافته در اطراف دریاچه ارومیه، مجموعه‌ای از سنگ‌های دگرگونه شامل گنیس، آمفیبولیت، متادیوریت، اسلیت، فیلیت، ماسه‌سنگ دگرگونه متاولکانیک و سنگ‌های کربناته با سن‌های پرکامبرین و کامبرین هستند که بر روی آن‌ها سنگ‌های آهکی، آهکی دولومیتی و دولومیتی سازند روته پرمین به توسط گسل‌های تراستی رانده شده‌اند. سنگ‌های نفوذی دگرگونی متاگرانودیوریت، متادیوریت، متاگابرو و متامونزو گابرو تشکیلات پرکامبرین در منطقه را قطع نموده و توسط سازند میلا پوشیده شده است. در شبه جزیره اسلامی بخش عمده منطقه از آگلومرا، برش، آذرآورای، لاپیلی توف، سنگ‌های آتشفشانی و لاهار پوشیده شده است که بخش شمالی و شمال باختر آن به طور عمده با سنگ‌های آتشفشانی تفریت، فونولیت و بازانیت لویسیت‌دار همراه است. دیرینه این واحد میوسن می‌باشد و سنگ‌های تراکیتی و دایک‌ها کل واحدها را قطع کرده که به ندرت رسوبات کنگلومرایی میوسن بر روی تراکیت‌ها جای گرفته‌اند. به اعتقاد مجرد [۳] ترکیب پوسته فوقانی نقش مهمی در ماگمای مولد سنگ‌های آتشفشانی منطقه ارومیه داشته است. در شکل (۲) نقشه زمین‌شناسی منطقه میانگذر نشان داده شده است [۱]. در این نقشه مشاهده می‌شود که جنس سنگ‌های کوه زنبیل از نوع سنگ‌های ولکانیک بازیک تا متوسط و جنس سنگ‌های سمت جزیره اسلامی از نوع سنگ‌های پیروکلاستیک آگلومرا، برش ولکانیکی، توف، لاپیلی، لاهار می‌باشد.

۳- مطالعات صحرایی

برای حفاظت میانگذر دریاچه ارومیه از قطعه‌سنگ‌های بزرگ موسوم به آرمور استفاده شده است. سنگ‌های سمت شرق پل میانگذر به طول ۳۲۰۰ متر از کوه‌های جزیره اسلامی (نزدیکی روستای آق گنبد) استحصال شده‌اند و سنگ‌های سمت غرب پل میانگذر به طول حدود ۸۰۰۰ متر از کوه زنبیل برداشته شده‌اند. در شکل‌های (۳) و (۴) تصاویری از محل برداشت سنگ‌ها در دو طرف میانگذر و سنگ‌های چیده شده بر روی میانگذر نشان داده شده است.



شکل ۲. محدوده مورد مطالعه در نقشه زمین‌شناسی: نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ ارومیه [۱] (جزیره اسلامی در سمت شرق و کوه زنبیل سمت غرب)

شکل ۳. سمت چپ: تصویری از کوه زنبیل و سمت راست: تصویری از سنگ‌های کوه زنبیل بر روی میانگذر

شکل ۴. سمت چپ: تصویری از باقی‌مانده یک کوه در جزیره اسلامی و سمت راست: تصویری از سنگ‌های بخش شرقی میانگذر

طی بررسی‌های محلی مشخص شد که سنگ‌های سمت شرق پل میانگذر دچار هوازدگی بیش‌تری نسبت به سنگ‌های سمت غرب پل شده است. هم‌چنین هوازدگی در سنگ‌های استحصالی از کوه‌های شبه جزیره اسلامی به‌صورت پوست‌پیازی تا چندین لایه رخ داده و حتی در بعضی جاها به هسته بلوک سنگی رسیده است. در بعضی قسمت‌های موج‌شکن، سنگ‌ها در اثر هوازدگی به‌صورت بلوکی شکسته شده‌اند ولی در سنگ‌های اخذ شده از کوه زنبیل، هوازدگی به‌صورت پوست پیازی فقط یک یا دو لایه سطحی سنگ را موجب شده است و بقیه قسمت‌های سنگ سالم و مقاوم هستند (شکل ۵).

با توجه به مطالعات ماکروسکوپی، خصوصیات پتروگرافی سنگ‌ها عامل اصلی این تفاوت در هوازدگی سنگ‌ها تعیین شده و لذا به بررسی این عامل توسط مطالعات پتروگرافی و آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی پرداخته شده است.

۴- پتروگرافی سنگ معدن

با توجه به اهمیت مطالعات پتروگرافی در تعیین خصوصیات فیزیکی، دوام سنگ‌ها و بررسی فرایندهای هوازدگی موجود در سنگ‌ها، از نمونه‌های برداشت شده از کوه زنبیل و جزیره اسلامی مقطع نازک تهیه شده و مطالعه گردیده که نتایج آن در ادامه ارائه شده است.

۴-۱- پتروگرافی سنگهای معدن کوه زنبیل

در این مجموعه سنگ‌های آتشفشانی بازیک تا متوسط به‌صورت توده توأم با خرده‌سنگ‌های شکسته شده ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی، رخنمون دارند. جنس این سنگ‌ها آندزیت، تراکی‌آندزیت تا داسیتیک آندزیت و هیالوآندزیت است. استحکام و سختی آن‌ها باعث تشکیل ارتفاعات و پرتگاه‌هایی در منطقه شده است. سنگ‌های این مجموعه دارای بافت پورفیریتیک بوده و زمینه آن میکرولیت‌های پلاژیوکلاز، شیشه و فلدسپات آلکالن است. کانی‌های اصلی آن پلاژیوکلاز زونه، آمفیبول شکل‌دار، پیروکسن، بیوتیت و آنکلازیون آپاتیت بوده و دارای کانی‌های ثانوی سریسیت، اکسید آهن و کربنات است. کانی‌های اُپک و آپاتیت از کانی‌های فرعی این سنگ‌ها هستند [۱]. با توجه به مطالعات پتروگرافی نمونه‌های برداشته شده از کوه زنبیل، جنس سنگ‌ها عموماً تراکیتی و لاتیتی می‌باشد.

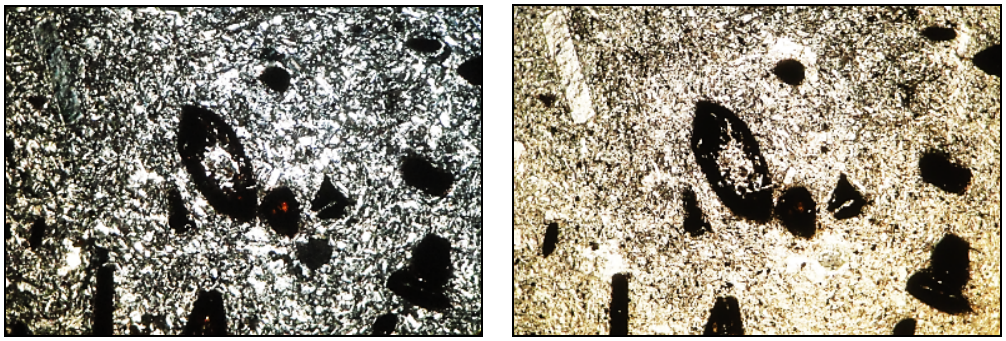
تراکیت‌های کوه زنبیل: این سنگ‌ها به رنگ صورتی بوده و در نمونه دستی غالبا دارای بافت میکرولیتیک بوده و نیز کانی‌های الیوین که هماتیتی شده‌اند با چشم غیرمسلح قابل رویت بوده و در زیر میکروسکوپ نیز این بافت را نشان می‌دهند (شکل ۶). زمینه دارای دارای کانی‌های پلاژیوکلاز با بافت جریانی و میکرولیتیک هست و بلورهای متوسط کانی هماتیت به مقدار کم به صورت فنوکریست‌ها در یک زمینه متشکل از پلاژیوکلازها قرار دارند. پلاژیوکلازها سالم می‌باشند و ترکیب آن‌ها در حد آلبیت تا الیگوکلاز بوده و فلدسپات پتاسیک (از نوع سانیدین) به صورت تیغه‌های جریانی در زمینه قرار دارند. کانی‌های ثانویه این سنگ‌ها هماتیت است که از اکسیده شدن الیوین‌ها و پیروکسن‌ها حاصل شده است.

لاتیت‌های کوه زنبیل: این سنگ‌ها به رنگ صورتی بوده و در نمونه دستی غالبا دارای بافت میکرولیتیک بوده و نیز کانی‌های الیوین که هماتیتی شده‌اند با چشم غیرمسلح قابل رویت هستند. در زیر میکروسکووپ بافت میکرولیتیک- پورفیریک نشان می‌دهند. زمینه دارای دارای کانی‌های پلاژیوکلاز با بافت جریانی و میکرولیتیک هست و بلورهای متوسط کانی هماتیت و بلورهای درشت پلاژیوکلاز به مقدار کم به صورت فنوکریست‌ها در یک زمینه متشکل از پلاژیوکلازها قرار دارند. پلاژیوکلازهای زمینه سالم می‌باشند و ترکیب آن‌ها در حد آلبیت تا الیگوکلاز می‌باشد ولی پلاژیوکلازهای درشت که به صورت فنوکریست هستند به مقدار کمی تجزیه شده و از بین رفته و موجب ایجاد فضای خالی در سنگ شده و فلدسپات پتاسیک (از نوع سانیدین) به صورت تیغه‌های جریانی در زمینه قرار گرفته‌اند. کانی‌های ثانویه این سنگ‌ها هماتیت و لیمونیت و کانی‌های اُپک است که از اکسید شدن الیوین و پیروکسن و پلاژیوکلازها حاصل شده است (شکل ۷).

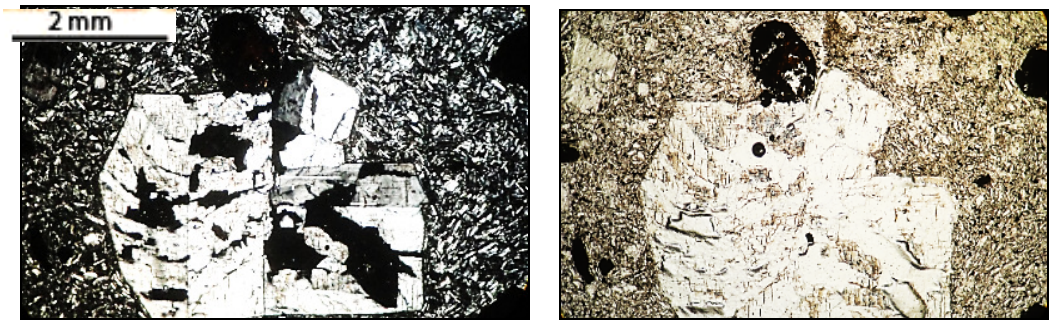
۴-۲- پتروگرافی سنگ‌های معدن جزیره اسلامی

ایـن جزیره از دیدگاه زمین‌شـناسی و رخـساره‌های زمین‌شناختی، به‌طور کامل وضعیت ناهمسان و ناهمگون با بقیه بخش‌های زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه واقع در شرق دریاچه ارومیه، دارد. بعضی از سنگ‌های استحصالی از جزیره اسلامی از جنس آگلومرا می‌باشد. در شکل (۸) تصویری از بافت این سنگ‌ها نشان داده شده است.

شکل ۵. تصاویری از هوازدگی سنگ‌های میانگذر، سمت چپ: هوازدگی سنگ‌های کوه زنبیل روی میانگذر و سمت راست: هوازدگی سنگ‌های جزیره اسلامی واقع بر روی میانگذر



شکل ۶. تصویر میکروسکوپی مقطع نازک سنگ تراکیت کوه زنبیل (تصویر سمت راست وضعیت نور: PPL و تصویر سمت چپ همان تصویر در وضعیت نور: XPL)



شکل ۷. تصویر میکروسکوپی مقطع نازک سنگ لاتیت کوه زنبیل دارای پلاژیوکلازهای فراوانی هست (تصویر سمت راست وضعیت نور: PPL و تصویر سمت چپ همان تصویر در وضعیت نور: XPL)

شکل ۸. بافت یک سنگ آگلومرا در جزیره اسلامی

رخساره‌های سنگی آن از قدیم به جدید به شرح زیر است:

واحد سنگی پیروکلاستیک و گدازه‌های لویسیت‌دار میوسن

این واحد در بخش‌های شمالی و جنوبی شبه جزیره اسلامی گسترش دارد و از برش‌های پیروکلاستیک، آگلومرا، لاپیلی و توف و به‌طور محلی نهشته‌های حاوی لاهار و نیز از گدازه‌های لویسیت‌دار به صورت میان لایه تشکیل گردیده‌اند. هر چند تفکیک رخساره‌های مختلف در آن به دلیل شباهت لیتولوژی واحدهای مختلف تشکیل‌دهنده آن دشوار است و در بعضی جاها با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و سیمان می‌توان آن‌ها را تفکیک نمود. رنگ عمومی آن‌ها خاکستری تیره و بسته به جنس قطعات تشکیل‌دهنده آن گاهی در حد کرم هم هست. در صورتی‌که زمینه آگلومرا سست باشد، قلوه‌ها از هم جدا می‌شوند.

واحد سنگی تفریت، فونولیت و بازانیت لویسیت‌دار میوسن

این واحد به طور عمده از گدازه‌های تفریت، فنولیت و بازانیت که لویسیت‌دار هستند، تشکیل شده است. در بعضی مناطق گدازه‌های یاد شده با برش و آگلومرا همراه هستند. در بیش‌تر مناطق کم ارتفاع فرسایش پوست پیازی به صورت گسترده دیده می‌شود و سنگ‌های آن‌ها دارای کانی‌های متوسط تا ریزبلور هستند. گدازه‌های میان لایه‌ای همراه با برش و آگلومرا و نیز گدازه‌های واحد بالائی به غیر از گدازه‌های مناطق فرسایش پوست پیازی دارای بافت پورفیریتیک و حاوی کانی‌های درشت بلور هستند. بررسی‌های سنگ‌شناختی نشانگر وجود کانی‌های شکل‌دار با ماکل تکراری لویسیت در بیش‌تر سنگ‌های این واحد هست. تجزیه آن به کانی‌های رسی به خوبی مشهود است. از دیگر کانی‌های اصلی آن پیروکسن با ترکیب اوژیت آژرین غالبا زونه، بیوتیت با بلورهای قهوه‌ای، الیوین و ملیلیت است. کانی‌های ثانوی این سنگ‌ها حاوی کلریت، سرپانتین، زئولیت و کانی‌های رسی هست و کانی‌های اپک و آپاتیت از کانی‌های فرعی سنگ‌های یاد شده است که در بیش‌تر آن‌ها حفرات پر از آنالیسم دیده می‌شود. در برخی گدازه‌ها کانی‌های اوژیت دیوپسیدی بر لویسیت برتری دارند.

سنگ‌های تراکیتی

این واحد سنگی که رنگ عمومی آن، به جز حاشیه آق گنبد که صورتی متمایل به قهوه‌ای قرمز است، سفید متمایل به خاکستری است و به دلیل هوازدگی حفره شده است و بقیه واحدها را قطع کرده است. بررسی‌های پتروگرافی سنگ‌های این واحد را در حد تراکیت، تراکی‌آندزیت، تراکی‌بازالتیک‌آندزیت و تراکی‌آندزیت لاتیت نشان داده است. بافت این سنگ‌ها پورفیری تا مگاپورفیری با زمینه میکرولیتی- تراکیتی است. کانی‌های اصلی آن‌ها شامل بلورهای خیلی درشت سانیدین در حدود ۱ تا ۳ سانتی‌متر، پیروکسن از نوع اوژیت و اژرین اوژیت، آپاتیت و بیوتیت و دارای کانی‌های ثانوی اکسید آهن، کربنات و کانی‌های رسی و سرانجام دارای کانی‌های فرعی آپاتیت، زیرکن، اسفن و کانی‌های اپک هستند.

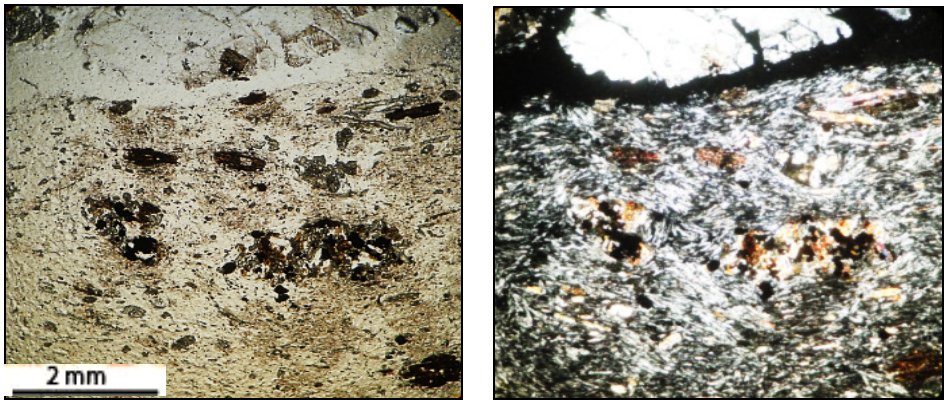
تراکیت‌های جزیره اسلامی

این سنگ‌ها به رنگ خاکستری تا سیاه بوده و در نمونه دستی غالبا دارای بافت میکرولیتیک می‌باشند. هم‌چنین کانی‌های الیوین که ایدنگیزیتی شده‌اند و به رنگ قهوه‌ای در آمده‌اند، با چشم غیر مسلح قابل رویت هستند. زمینه دارای کانی‌های پلاژیوکلاز با بافت میکرولیتیک هست و بلورهای متوسط کانی‌های اکسید آهن و پیروکسن و آمفیبول و بلورهای درشت پلاژیوکلاز به صورت فنوکریست‌ها در یک زمینه متشکل از پلاژیوکلازها قرار دارند. پلاژیوکلازها شدیداً دچار هوازدگی شیمیایی شده‌اند و به کانی‌های رسی تبدیل شده و بافت جریانی از بین رفته است. ترکیب آن‌ها در حد آلبیت تا الیگوکلاز بوده و فلدسپات پتاسیک (از نوع سانیدین) به صورت تیغه‌های جریانی در زمینه قرار دارند. کانی‌های ثانویه این سنگ‌ها ایدنگیزیت و کائولینیت و کانی‌های اُپک است که از هوازدگی شیمیایی کانی‌های الیوین و پیروکسن و پلاژیوکلاز حاصل شده است (شکل‌های ۹ و ۱۰). تراکیت شماره ۱ دارای آمفیبول‌هایی هست که از هوازدگی پیروکسن‌ها حاصل شده است و نسبت به تراکیت شماره ۲ دارای کانی‌های درشت‌تری هست و تراکیت شماره ۲ دارای زمینه میکرولیتی بیش‌تری نسبت به تراکیت شماره ۱ دارد. هم‌چنین تراکیت شماره ۱ دارای پلاژیوکلازهای درشتی می‌باشد که در اثر هوازدگی تجزیه شده و از بین رفته‌اند و باعث ایجاد فضای خالی در سنگ

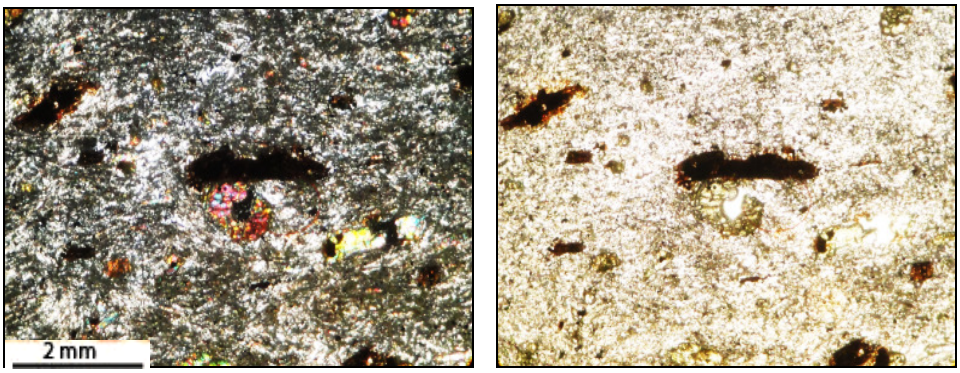
شده‌اند. تجزیه‌شدگی و فضای خالی در تراکیت شماره ۱ نسبت به تراکیت شماره ۲ بیش‌تر است.

آندزیت‌های جزیره اسلامی

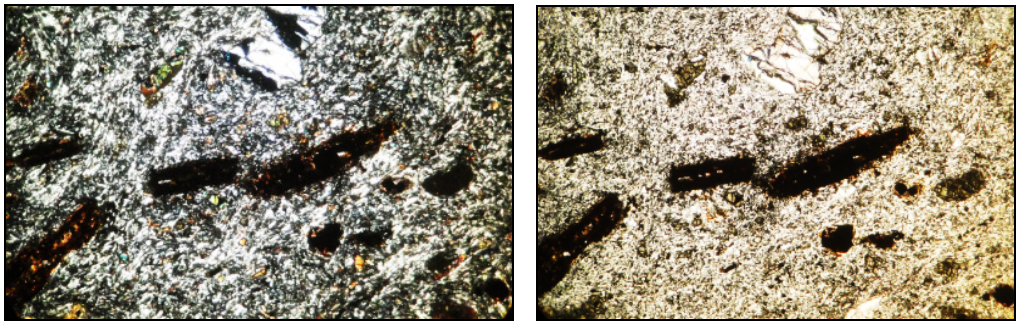
این سنگ‌ها به رنگ سفید متمایل به خاکستری بوده و در نمونه دستی غالبا دارای بافت میکرولیتیک بوده و شامل کانی‌های متوسط فلدسپات به همراه آمفیبول (هورنبلند) و بیوتیت‌های قهوه‌ای می‌باشد. این کانی‌ها به صورت ریز در خمیره سنگ نیز یافت می‌شود، به عنوان کانی فرعی فلدسپات پتاسیک از نوع ارتوز در این سنگ نیز وجود دارد. هم‌چنین زمینه آندزیت شامل میکرولیت‌های پلاژیوکلاز با مقداری اوژیت و مگنتیت باشد، بافت این سنگ میکرولیتیک است. علاوه بر کانی‌های مذکور در این سنگ هورنبلند قهوه‌ای (هورنبلند بازالتی یا اکسی‌هورنبلند) نیز بصورت بلورهای منشوری شکل دیده می‌شود (شکل ۱۱). آندزیت‌ها نسبت به تراکیت‌ها دچار دگرسانی نشده و نسبت به آن‌ها سالم‌تر می‌باشند.



شکل ۹. تصویر میکروسکوپی مقطع نازک تراکیت شماره ۱ جزیره اسلامی (تصویر سمت راست وضعیت نور: XPL و تصویر سمت چپ همان تصویر در وضعیت نور: PPL)



شکل ۱۰. تصویر میکروسکوپی مقطع نازک تراکیت شماره ۲ جزیره اسلامی (تصویر سمت راست وضعیت نور: PPL و تصویر سمت چپ همان تصویر در وضعیت نور: XPL)



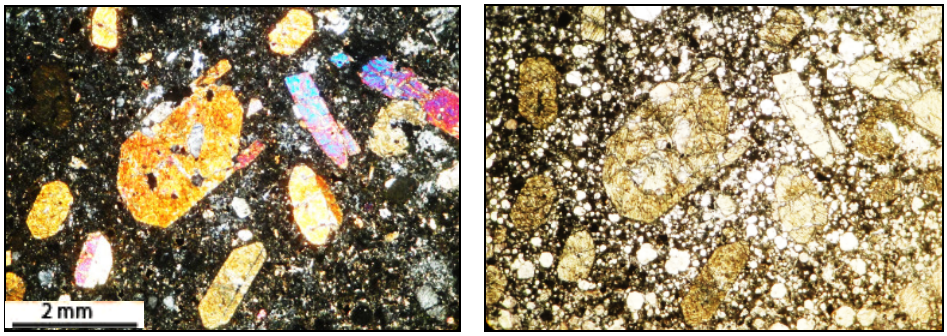
شکل ۱۱. تصویر میکروسکوپی مقطع نازک آندزیت کوه شبه جزیره اسلامی (تصویر سمت راست وضعیت نور: PPL و تصویر سمت چپ همان تصویر در وضعیت نور: XPL)

تفریت‌های جزیره اسلامی

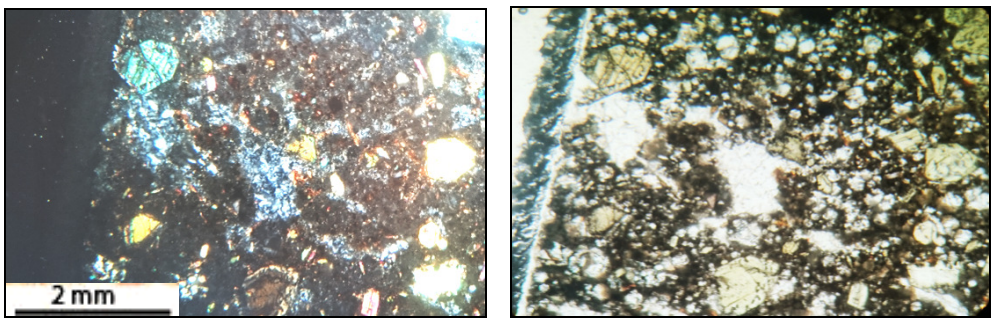
در نمونه دستی به رنگ سیاه و دارای بافت میکرولیتیک می‌باشد ولی در زیر میکروسکوپ دارای بافت پورفیری هست و فاقد سیلیس می‌باشد. دارای خمیره ریزدانه هست و شامل کانی‌های اوژیت، پلاژیوکلاز کلسیک و فلدسپاتوئید (لویسیت) که می‌توان به آن نام لویسیت تفریت داد و فاقد الیوین می‌باشد (شکل ۱۲).

بازالت‌های جزیره اسلامی

بازالت سنگ آتشفشانی است که از نظر ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی مشابه گابرو و نوریت می‌باشد. بازالت جزو سنگ‌های ملانوکرات بوده به رنگ سیاه و تیره می‌باشد. کانی‌های اصلی آن عبارتند از: پلاژیوکلازهای لابرادور، آنورتیت و کانی‌های فرومنیزین (پیروکسن‌ها، اولیوین و آمفیبول) است. کانی‌های فرعی شامل آپاتیت، مگنتیت، زیرکن، ایلمنیت می‌باشند. شیشه نیز ممکن است جزو کانی اصلی و یا فرعی بازالت باشد. خمیره شیشه‌ای که قسمت عمده سنگ را تشکیل می‌دهد و ذرات شیشه بین کانی‌های دیگر قرار می‌گیرد. بازالت‌ها دگرسان شده و فلدسپات‌ها پدیدهٔ سوسوریتی شدن را طی می‌کنند و اپیدوت، زوئیزیت و آلبیت را بوجود می‌آورند، اوژیت‌ها اورالتی شده و کانی ترومولیت، آکتینولیت، کلریت و اپیدوت را ایجاد می‌کند و اولیوین، ایدنگیزیت بوجود می‌آید. بنابراین با توجه به کانی‌های حاصله از پدیدهٔ دگرسانی رنگ سنگ در نمونه دستی سبز متمایل به سیاه هست (شکل ۱۳).



شکل ۱۲. تصویر میکروسکوپی مقطع نازک تفریت جزیره اسلامی (تصویر سمت راست وضعیت نور: PPL و تصویر سمت چپ همان تصویر در وضعیت نور: XPL)



شکل ۱۳. تصویر میکروسکوپی مقطع نازک بازالت جزیره اسلامی (تصویر سمت راست وضعیت نور: PPL و تصویر سمت چپ همان تصویر در وضعیت نور: XPL)

۵- بررسی خصوصیات مکانیکی و دوام سنگ‌ها

سنگ‌ها در اثر عوامل مختلف زمین‌شناسی و محیطی هوازده می‌شوند. در حالت کلی، فرایند هوازدگی را در دو دسته فرایندهای مخرب مکانیکی[1] و فرایندهای تجزیه شیمیایی[2] طبقه‌بندی کرده‌اند. در اثر فرایندهای گروه اول سنگ‌ها بدون تغییر در کانی‌شناسی به قطعات کوچک‌تر شکسته شده و خرد می‌شوند. در فرایندهای گروه دوم، نیز فرایندهایی هستند که در طی آن‌ها، سنگ‌ها و کانی‌ها علاوه بر این که دچار تغییرات فیزیکی می‌گردند، تغییراتی نیز در ترکیب شیمیایی آن‌ها حاصل شده و

[1] Disintegration

[2] Decomposition

موجب خرد شدن و از هم پاشیدگی سنگ‌های پوسته زمین می‌شود. معمولا این فرایندها در کنار هم و به کمک یکدیگر منجر به هوازدگی سنگ‌ها می‌شوند [۴]. بررسی‌های سنگ‌شناسی و فرایندهای شیمیایی و مکانیکی هوازدگی در محیط بیرونی، طیف کاملی از انواع هوازدگی را نشان می‌دهند. یعنی از پوسته هوازده غالبا شکننده و بی‌رنگ شده جداره سنگ تا تجزیه و فروپاشی کامل سنگ به خاک ادامه می‌یابد. هوازدگی دوام سنگ را در برابر عوامل مختلف محیطی کاهش می‌دهند [۱۲].

با آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی سنگ می‌توان حساسیت سنگ‌ها در برابر عوامل محیطی را تعیین نمود. هیچ آزمایشی به تنهایی نمی‌تواند به عنوان شاخصی برای تعیین رفتار سنگ در برابر هوازدگی یا فرسایش در نظر گرفته شود؛ بنابراین ترکیبی از آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی برای انجام ارزیابی و دوام‌پذیری سنگ‌ها استفاده می‌شود [۱۰]. برای تعیین سختی سنگ‌های مختلف آزمایشاتی با چکش اشمیت در بیش از ۵۰ نقطه در سطح خارجی سنگ‌ها بر اساس استاندارد *ASTM D5873* اندازه‌گیری شده است [۶]. بر این اساس سختی واجهشی سنگ‌ها بین ۱۵ تا ۵۸ مگاپاسکال اندازه‌گیری شده است. مقادیر کمتر مربوط به سنگ‌های هوازده می‌باشند.

ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی سنگ‌ها شامل چگالی، تخلخل، مقاومت فشاری تک محوری و میزان جذب آب و شاخص دوام وارفتگی بر روی ۲۰ نمونه سنگ نمونه‌برداری شده از کوه زنبیل و جزیره اسلامی انجام شده است. در آزمایشگاه، آزمایشاتی بر روی نمونه‌های سنگ انجام شده که نتایج حاصل در جدول (۲) خلاصه شده است.

چگالی خشک نمونه‌های سنگ بین ۲/۲۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب تا ۲/۷۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شده است. درصد تخلخل سنگ‌ها بین ۰/۳۵ تا ۵/۶ درصد و میزان جذب آب بین ۰/۲۰ تا ۳/۵ درصد بدست آمده است. یکی از آزمایشات مهم انجام شده، تعیین شاخص دوام سنگ در برابر وارفتگی[3] است که معیاری مناسب برای نشان دادن حساسیت سنگ در مقابل ضربه، آب و هوازدگی فیزیکی و شیمیایی سنگ می‌باشد. در این آزمایش قطعات سنگی یک نمونه سنگی داخل استوانه مشبک دستگاه تعیین دوام سنگ ریخته شده و در داخل آب به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰ دور در دقیقه دوران داده می‌شود تا میزان افت وزنی سنگدانه‌ها در اثر چرخش در آب تعیین شود. این آزمایش مطابق استاندارد ASTM D4644 در دو مرحله انجام شده [۵] و درصد نمونه باقی‌مانده بعد از هر مرحله اندازه‌گیری می‌شود. در شکل (۱۴) تصویری از وضعیت قطعه سنگ‌ها در یکی از آزمایشات سنگ نشان داده شده است. نتایج آزمایشات دوام سنگ‌ها در مرحله اول را حداقل ۸۴ درصد و حداکثر ۱۰۰ درصد و بعد از آزمایش مرحله دوم حداقل ۶۶/۵ درصد و حداکثر ۹۹ درصد نشان داده است.

مقاومت تک‌محوری سنگ‌ها بین ۳۲ تا ۸۴ مگاپاسکال بدست آمده است. با توجه به نتایج آزمایشات آزمایشگاهی، مقاوم‌ترین سنگ، تراکیت‌های کوه زنبیل هست و بعد از آن لاتیت‌های کوه زنبیل و آندزیت‌های جزیره اسلامی می‌باشند. چون لاتیت‌های کوه زنبیل و آندزیت‌های جزیره اسلامی نسبت به تراکیت کوه زنبیل دارای پلاژیوکلازهای درشت‌تری هستند که این پلاژیوکلازها به مقدار کم تجزیه شده و باعث ایجاد فضای خالی در سنگ شده است. این موضوع باعث افزایش تخلخل و افزایش جذب آب شده است. با توجه به این که عامل اصلی هوازدگی سنگ‌های میانگذر، شیمی خاص آب دریاچه ارومیه است، در نتیجه پدیده تخلخل و جذب آب در دوام و مقاومت این سنگ‌ها در میانگذر دریاچه ارومیه نقش به سزایی دارند. تراکیت‌های جزیره اسلامی به دلیل دگرسانی و دارا بودن کانی‌های رسی و بافت درشت، دارای تخلخل و درصد جذب آب بالایی بوده و در نتیجه بیش‌تر دچار تخریب شده‌اند. آگلومرا، تفریت و بازالت‌های جزیره اسلامی کم‌ترین مقاومت را نشان می‌دهند که علت آن تخلخل بالا و جذب آب بیش‌تر در نتیجه هوازدگی شیمیایی شدیدتر است، البته کانی‌های درشت‌تر، کانی‌های رسی و کانی‌های اپک نیز تاثیر دارند. تراکیت‌های جزیره اسلامی به دلیل داشتن الیوین و پیروکسن‌های درشت‌تر، بیش‌تر از تراکیت‌های کوه زنبیل، چگالی بیش‌تری نشان می‌دهند، زیرا پیروکسن و الیوین دارای چگالی بیش‌تری از پلاژیوکلازها هستند. هم‌چنین آندزیت‌ها و لاتیت‌ها هم چگالی کمتری از تراکیت‌های جزیره دارند.

[3] *Slake durability*

جدول۲. نتایج حاصل از آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی سنگ‌های جزیره اسلامی و کوه زنبیل

کمیت	چگالی خشک	چگالی اشباع	تخلخل کل	میزان جذب آب	دوام وارفتگی مرحله اول	دوام وارفتگی مرحله دوم	سختی واجهشی سنگ	مقاومت فشاری تک محوری
واحد	gr/cm^3	gr/cm^3	%	%	%	%	MPa	MPa
روش آزمایش	ISRM [11]	ISRM [11]	ISRM [11]	ISRM [11]	ASTM D 4644 [5]	ASTM D 4644 [5]	ASTM D5873 [6]	ISRM [11]
تراکیت شماره ۱ جزیره اسلامی	۲/۷۹	۲/۹۶	۱/۲۰	۰/۴۸	۱۰۰	۹۷/۵	۴۵	۶۲
تراکیت شماره ۲ جزیره اسلامی	۲/۷۴	۲/۸۴	۱/۱۳	۱/۴۱	۱۰۰	۹۹/۰	۴۸	۵۳
آندزیت جزیره اسلامی	۲/۴۵	۲/۴۸	۰/۴۵	۰/۷۰	۹۹/۵	۹۶/۱	۵۲	۷۲
تفریت جزیره اسلامی	۲/۶۶	۲/۷۰	۲/۶۰	۱/۱۰	۹۸/۳	۹۴/۵	۳۵	۴۱
بازالت جزیره اسلامی	۲/۵۵	۲/۶۱	۲/۵۳	۱/۳۹	۹۵/۰	۸۹/۰	۴۳	۳۹
آگلومرا جزیره اسلامی	۲/۲۲	۲/۴۶	۵/۶۰	۳/۵	۸۴/۰	۶۶/۵	۳۵	۳۲
تراکیت کوه زنبیل	۲/۴۵	۲/۴۸	۰/۳۵	۰/۱۴	۱۰۰	۹۹/۰	۵۸	۸۴
لاتیت کوه زنبیل	۲/۴۰	۲/۵۲	۰/۴۵	۰/۲۰	۹۹/۰	۹۶/۷	۵۲	۷۸

(ج) (ب) (الف)

شکل ۱۴. تصاویری از تغییرات نمونه‌های آزمایش شده برای بررسی دوام یکی از سنگ‌ها: الف- قبل از انجام آزمایش، ب- بعد از مرحله اول و ج- بعد از مرحله دوم آزمایش دوام وارفتگی

۶- نتیجه‌گیری

نتایج مهم بدست آمده از این تحقیق به صورت زیر است:

۱- بیش‌تر سنگ‌های مورد استفاده به عنوان سنگ پوشش محافظ میانگذر دریاچه ارومیه از نوع تراکیت، آندزیت، بازالت، تفریت، لاتیت و آگلومرا می‌باشند. در این میان سنگ‌های جزیره اسلامی به جز آندزیت، هوازدگی شدیدی را نشان می‌دهند.

۲- کانی‌های ثانویه حاصل از هوازدگی در سنگ‌های مورد مطالعه عمدتاً کانی‌های اُپک، سریسیت، اپیدوت، کانی‌های رسی و کلریت و زئولیت و کائولینیت و آمفیبول می‌باشند. شایان ذکر است که این سنگ‌ها در محل میانگذر دچار هوازدگی شیمیایی نشده و غالباً هوازدگی فیزیکی در آن‌ها رخ داده است. هوازدگی شیمیایی اولیه این سنگ‌ها موجب تشدید هوازدگی فیزیکی آن‌ها بر روی میانگذر شده است.

۳- ترکیب کانی‌شناسی یکی از خواص اصلی کنترل کننده مقاومت سنگ بوده و کانی‌های مختلف تأثیرات مختلفی را بر روی مقاومت سنگ‌ها دارند. افزایش مقدار کوارتز و کانی‌های فرومنیزین باعث افزایش مقاومت و افزایش مقدار کانی‌های رسی و کانی‌های اکسید آهن باعث کاهش مقاومت می‌شود. زیرا کوارتز و کانی‌های آهن و منیزیم‌دار مرزهای دانه‌ای پیچیده یا بافت‌های

درهم رشدی خوبی در سنگ‌ها ایجاد می‌کنند.

۵- خصوصیات بافتی نظیر اندازه ذرات و نوع هوازدگی تأثیر زیادی بر روی مقاومت و دوام سنگ‌های مورد استفاده دارد. افزایش اندازه ذرات منجر به کاهش مقاومت سنگ و دوام داری آن می‌گردد.

۶- سنگ‌های کوه زنبیل به دلیل قابلیت پایین جذب آب و تخلخل کم به علت بافت میکرولیتیک و هم‌چنین نداشتن دگرسانی، در مقابل شیمی آب دریاچه ارومیه مقاومت خوبی را نشان داده‌اند، ولی سنگ‌های جزیره اسلامی به دلیل دگرسانی در مقابل آب شور دریاچه ارومیه، شدیدا هوازده شده‌اند. شایان ذکر است که سنگ‌های جزیره اسلامی با وجود دگرسان بودن باز هم مصالح سنگی مناسب‌تری بوده و در رده سنگ‌های مقاوم قرار دارند. این سنگ‌ها برای محیط‌های آب شور مناسب نیستند، چون درصد جذب آب بالایی نسبت به سنگ‌های کوه زنبیل دارند.

۷- هر چند تراکیت‌های جزیره اسلامی دارای چگالی بالایی نسبت به تراکیت‌ها و لاتیت‌های کوه زنبیل می‌باشند ولی دچار هوازدگی بیش‌تری شده‌اند. علت آن داشتن تخلخل و درصد جذب آب بالا است.

۸- در انتخاب سنگ برای پوشش محافظ میانگذرها و موج شکن‌ها، لازم است که به ویژگی‌های پتروگرافی سنگ‌ها و شیمی آب دریاها یا دریاچه‌ها توجه شود.

سپاسگزاری

از آزمایشگاه زمین‌شناسی مهندسی دانشکده علوم طبیعی و از آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده عمران دانشگاه تبریز به خاطر مساعدت در انجام آزمایشات قدردانی می‌شود.

منابع

[۱] سلطانی سیسی، غ (۱۳۸۴) نقشه زمین‌شناسی ارومیه، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور، شماره ۵۰۶۵

[۲] شکری‌زیناب، س.، اصغری‌کلجاهی، ا. و جهانگیری، ا (۱۳۹۳) سنگ‌شناسی و هوازدگی سنگ‌های میانگذر دریاچه ارومیه در اثر آب شور، سی و سومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، تهران.

[۳] مجرد، م (۱۳۹۳) پترولوژی و ژئوشیمی سنگ‌های آتشفشانی بزوداغی (ارومیه)، آذربایجان غربی، مجله یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی، جلد ۱۶، شماره پاییز و زمستان ۱۳۹۳

[4] Asghari-Kaljahi E., Amini, F. and Hajialilu, M (2014) Influence of Geological Structures and Weathering in Formation and Destruction of Cone-Shaped Rocky Houses of the Kandovan Village, Iran; IAEG XII Congress, Vol. 8, Torino, Italy, DOI 10.1007/978-3-319-09408-3_38

[5] ASTM D4644 (2004) Standard test method for slake Durability of shales and similar weak rocks. Annual book of ASTM Standards, Vol. 04 (08).

[6] ASTM D5873 (2015) Standard test method for determination of rock hardness by Rebound Hammer Method, Annual book of ASTM Standards, Vol. 05 (08).

[7] Bradley, R.S. and Jones, P.D (1992) Records of explosive volcanic eruptions over the last 500 years. In: Climate since A.D. 1500, (eds. R.S. Bradley and P.D. Jones) Routledge, London, pp 606-622.

[8] Çelik, M. Y. and Ergül, A (2015) The influence of the water saturation on the strength of volcanic tuffs used as building stones, Environmental Earth Sciences, 74(4), 3223-3239.

[9] Ersoy, A., Waller, M. D (1995) Textural characterisation of rocks, Engineering Geology, 39, pp. 123-136.

[10] Fookes P. G., Gourley C. S., Ihikere C (1982) Rock Weathering in engineering time, Quarterly, Journal of Engineering Geology, Vol. 21, 33-57.

[11] ISRM (International Society for Rock Mechanics) (2007) The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring, In: Ulusay, R., Hudson, J.A. (Eds.), Suggested Methods Prepared by the Commission on Testing Methods. International Society for Rock Mechanics (ISRM), Ankara, Turkey.

[12] Koca, M. Y. and Kıncal, C (2016) The relationships between the rock material properties and weathering grades of andesitic rocks around İzmir, Turkey, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 75(2), 709-734.

[13] Willard, R.J. and McWilliams, J.R (1969) Microstructural techniques in the study of physical properties of rocks, International Journal of Rock Mechanics and Mining Science, Vol. 6. pp 1–10.

Influence of litological aspects on the strength and durability of volcanic rocks in Urmia Lake Causway

E. Asghari-Kaljahi*[*1], S. Shokri-Zeinab[2] and A. Jahangiri[3]

1, 2 , 3- Dept., of Geology, Faculty of Sciences, Tabriz University

* e-asghari@tabrizu.ac.ir

Recieved: 2016/3/29 Accepted: 2017/3/5

Abstract

For protection of Urmia lake causeway embankment, were used Zanbil and Eslami mountains rocks. Study of these protecting rocks in point of view weathering and demolition are important. The Urmia lake water is very saline and penetrating saline water to rocks texture and salt crystallization is the one of main reasons for rocks weathering and demolition.

In this paper the influence of litological aspects on the strength and durability of volcanic rocks in Urmia Lake Causeway based on field studies and sampling and pertographical studies and some physical and mechanical tests was considered. Rocks of west side of the causeway were obtained from Zanbi Mountain and the rocks of east side of the cause way were obtained from Islamic island. The most of used rocks are consisted of trachyte, andesite, basalt, tephrite, agglomerate and latite. The Islamic island rocks, except andesite, experienced more weathering. Texture properties like particle size and weathering type has more effect on strength and durability on used rocks. Increasing of particle size is causing decrease of strength and durability. The rocks of eastern side of the causeway due to porphyry texture and the occurrence chemical weathering before using in causeway, with high porosity and high water absorption is severe and deeper than weathering of western part rocks. Also the existence of clay minerals that was produced from weathering is caused low density in the Islamic island rocks.

Keywords*: Urmia Lake Causeway, Petrography properties, Armour, Slake durability, Weatherin*