

* دکتر عبد الحمید رجا ئی

نقش نفوذپذیری سنگهای متصل در فرسایش دیفرانسیل^۱ و روشهای تعیین آن

یکی از معیارهای عمده‌ای که برای تعیین مقاومت سنگهای متصل و متراکم، مانند سنگهای بلورین و بلورالایه (از قبیل سلس گرانیت‌ها، گنیس‌ها ...)، سنگهای آتشفشانی (نظیر بازالت، ریولیت، آندزیت ...) و سنگهای رسوبی سخت و متراکم (مثل ماسه‌سنگها، سنگهای آهکی ...)، به کار گرفته می‌شود، نفوذپذیری آنهاست که به وجود فضاها یا خالی درشت و ریز به صورت درزها و منافذ و توزیع آنها در سنگ بستگی دارد. میدانیم که سنگها، بر اثر نفوذ آب، به دلیل تغییرات حجم ناشی از نوسان درجه حرارت، به ویژه یخبندان و ذوب یخ متلاشی می‌شود و یا بر اثر تماس آب با کانی‌های تشکیل دهنده آنها تحت تأثیر هیدرولیز و هیدراتاسیون قرار گرفته و موجبات انحلال و تجزیه شیمیائی آنها فراهم می‌گردد. تردیدی

* عضو هیأت علمی گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.

۱- Differentiele، فرسایشی که در اثر اختلاف مقاومت سنگها صورت می‌گیرد به فرسایش دیفرانسیل معروف است. با توجه به اینکه همیشه جنبه به وجود آمدن شکل جدید یا تغییر شکل، در انواع مختلف فرسایش مطرح است لذا بهتر است به جای کلمه "فرسایش" عبارت "مورفورنز" در مفهوم تولید شکل به کار برده شود.

نیست که در اثر همین عمل هیدراتاسیون، یک سنگ سالم، با دارا بودن اندکی تخلخل مورد تخریب قرار می‌گیرد، چرا که این عمل افزایش آب در سنگ را به همراه دارد و بدون آنکه تغییراتی در ساختار ملکولی کانیهای سنگی به وجود آید، حجم سنگ را زیادتر می‌کند و به جدا شدن مواد سنگی به صورت فلس، که به آن دسکاماسیون^۱ گویند، می‌انجامد. به طور کلی در یک قلمرو آب و هوایی معین، سرعت تجزیه سنگها و خرد شدن آنها با شکل نفوذ و تماس آب با دیواره^۲ کانیهای تشکیل دهنده^۳ سنگها در ارتباط می‌باشد. اضافه کنیم که امکان جابجائی آب از فضا های ریزخالی بین کانیهای گوناگون نیز در این امر بسیار موثر است. بعلاوه خروج یونها و ملکولهای حل شده^۴ کانیها همراه با جابجائی آب صورت می‌گیرد که به نفوذ پذیری سنگها بستگی دارد.

برخی از درزها و شکافهای سنگها، بزرگ و پهن هستند، مانند دیاکلازها، شکافها و شیارهای پخش شده در جهات مختلف افقی X، عمودی Y و عمقی و مایل Z^۳ که "بیرو" توزیع آنها را با حروف L و S^۴ برای با تولیت نفوذی نشان داده است^۴. بدیهی است که نفوذ آب از این گونه شیارها به سهولت صورت گرفته و به همان اندازه (البته در شرایط متناسب) عمل هیدرولیز را سرعت می‌بخشد و بدینجهت است که در اغلب قلمروهای آب و هوای مداری، نقش دیاکلازها را در روند مورفوژنت تعیین کننده می‌دانند^۵. دیاکلازها، شیارها و درزهای بزرگ، گروه شیارهای ماکروسکپی را تشکیل می‌دهند که در مقیاس توده‌ای و نسبتاً بزرگ توزیع می‌یابند و مطالعه آنها در روی زمین و بر اساس روشهای خاص صورت می‌گیرد که توضیح آن از حوصله^۶ موضوع این مقاله خارج است.

۲- (۷ ص ۴۱)

۱- Desquamation

۴- (۴ ص ۱۱۴ و ۱۱۳)

۳- (۱۳ ص ۲۵۰)

۵- (۳ ص ۳۳۵)

علاوه بر شکافها و ترکهای ماکروسکوپی سنگها، که عموماً با چشم بدون مسلح به سهولت میتوان آنها را تشخیص داد، سنگها، دارای خلل و فرج و درزهای ریزی هستند که در محل اتصال کانیها، یا در روی آنها و در توده سنگ پخش میشوند^۱. سطوح چینه بندی، شistosizite و بین برگها و ورقه‌هایی که در اثر استقرار برخی از کانیها در پارهای از سنگها، مثلاً "بلور لایه و غیره به وجود می‌آید، در گروه تخلخل ریز و ارمی شوند و به گونه‌ای نقش خود را در تجزیه سنگها ایفا می‌کنند (گرچه در برخی موارد، نقش بعضی از آنها مانند سطوح بین ورقه‌ای بلورها مورد بحث است. مثلاً "بعضی از سنگهای مورق، بلور لایه، بلورین و آذرین همزمان با تکتونیک به عنوان سنگ سخت معرفی می‌شوند. سنگهای آنها تکسی^۲ شان^۳ در ماسیف سا نترال فرانسه علیرغم دارا بودن یافت مورق و سطوح بین برگه‌ای و موقعیت مناسب توپوگرافی، سالم و مقاوم می‌باشند^۴).

تخلخل حاصل از توزیع درزها و منافذ ریز از ویژگیهای مهم سنگهای متصل محسوب می‌شود، زیرا علاوه بر تأثیر عمده مل تخلخل در متلاشی شدن سنگها در اثر یخبندان و ذوب یخ، یا در خرد شدن آنها به صورت دانه‌ها به شکل فلس فلس شدن (تخریب پوست پیازی) سنگها، همراه با دیاکلازها و شیالهای ماکروسکوپی، در سایر حالات موقوژن نیز نقش عمده‌ای را ایفا می‌نمایند. تجزیه برخی از کانیها، آزاد شدن تعدادی از یونها، عمل هیدراتاسیون و... به وجود منافذ و یوا درزهای ریز و نوع گسترش آنها بستگی دارد^۵. عده‌ای از کانیها، در شرایط متناسب، به سهولت تجزیه می‌شوند و ملکولها و یونها را آزاد کرده و یا ترکیبات جدید به دست آمده، توسط جابجائی آب از

۱- (۲ ص ۱۵۵)

۲- Anatexice

۳- CHANA

۴- (۱۱ ص ۹-۱۰)

۵- (۵ ص ۲۷۶-۲۷۱)

درزها و ترک های میکرسکپی عبور می کنند و گاهی براثر آغشته شدن درزها به رنگ محلول جدید، تشخیص آنها به سهولت امکان پذیر می گردد. مثلاً " میکای سیاه یا بیوتیت به فرمول $K(Mg, Fe)_3(Si_3AlO_{10}(OH)_2)$ در قلمرو آب و هوایی معتدل به آسانی تجزیه می شود و با ازدست دادن آهن ویتاسیم خود ابتدا به کلریت^۱ و سپس به ورمیکولیت^۲ تبدیل می گردد^۳. از اکسیداسیون آهن، اکسید آهن به دست می آید که به نام لیمونیت^۴ حنائی رنگ (به فرمول $Fe_2O_3 \cdot OH$ یا گواتیت^۵ با تبلور خاصی که معروف به کریپتوکریستالین^۶ است، در درزها جمع شده و آنها را به رنگ خود آغشته می سازد. و میکولیت که از پیشرفت تجزیه کلریت به فرمول عمومی، $(Mg-Al)_3-Mg(OH)(Si_4-xAl_xO_{10}(OH)_2)$ بدست می آید، از کانیهای تازه تشکیل شده است که آنرا جزو گروه رسها نام می برند^۷. این کانی تازه تشکیل شده همانند سایر کانیهای تازه به وجود آمده، همراه با جریان آب، در درزها و شیارها جمع می شود. با ازدیاد دما، حرارت، ورمیکولیت حجم زیادی یافته و به شکل ورقه های ریز میکرسکپی درمی آید و سپس برگه های درازی به شکل کرم های بسیار ریز ترا زورقه ها حاصل می آید که به تدریج موجب فراخ شدن ترکها و درزها می شود.

در برخی از نواحی آب و هوایی، نوعی از تجزیه که در اثر تبلور نمکها صورت می گیرد و به ها لوکلاستیسیم^۸ معروف است^۹، به نسبت وفور منافذ و درزهای پدید آمده شدت می یابد. از این رو ارزیابی

Vermiculite -۲	Chlorite -۱
Limonite -۴	-۳ (۱۲ ص ۱۵۲)
Cryptocrystallite -۶	Goethine -۵
Haloclastisme -۸	-۷ (۸ ص ۳۳۲)
	-۹ (۱ ص ۱۷۱-۱۵۷)

نفوذپذیری سنگها ، گاهی همراه با شناسائی کانیها و ترکیبهاست پتروگرافی آنها ، درک بحث و بررسی مورفوژنزدیفرانسیل ، اهمیت ویژه ای دارد . نفوذپذیری کلی سنگها با مجموعهٔ دو گروه فضای خالی ریز مشخص می شود که در مقیاس نمونهٔ سنگها محاسبه می شود . یک گروه از آنها ، شیارها و درزهای طولی پراکنده در سطوح مختلف نمونه است که فضاهای خالی کشیده و طولی را تشکیل می دهند و گروه دیگر ، منافذ و سوراخهای ریز میکروسکوپی هستند که فضاهای خالی حفره ای را می سازند . فضاهای خالی کشیده ، به دلیل آنکه جای آب و در نتیجه ، جریان محلول را تأمین می کنند ، در بررسی تجزیهٔ سنگها ، اهمیت بیشتری را نسبت به تخلخل حفره ای دارا می باشند . دارسی^۱ عوامل عمده ای را ، که در نفوذپذیری سنگهای منفصل دخالت دارند ، بر اساس تجارب و آزمایشهای متعدد مورد مطالعه قرار داده و نتایج تحقیقات خود را به صورت فرمول زیر بیان داشته است^۲ :

$$Q = KSi$$

می توان این فرمول را بدون اشکال در مورد سنگهای متصل نیز به کار برد چرا که در فرمول مذکور ، جایجایی آب به شکل لایه ای مورد توجه قرار گرفته است و این شکل جریان در درزها و ترکهای ریز سنگهای متصل صورت می گیرد به شرط آنکه شعاع مقطع درزها از 1000 \AA کمتر نباشد ، در این فرمول :

Q = دبی جریان که در مقطع عمود بر جریان اندازه گیری می شود .

i = گرادیان هیدرولیک ، اتلاف بار در واحد طول ، که جریان مایع را مشخص می سازد .

$$S = \text{سطح مقطع}$$

$\underline{K} =$ ضریب سرعت و نفوذپذیری یا ضریب هیدرولیک که از نسبت طول مسیر به زمان بر حسب سانتیمتر بر ثانیه به دست می آید و نقش شکل هندسی منافذ را در جریان مایع نشان می دهد. مقدار آن از سویی به سرعت حقیقی جریان بستگی دارد، که آنهم با تخلخل موثر θ رابطه می باشد (زیرا تنها یک بخش از سطح سنگ که دارای منافذ و فضای خالی است به جریان آب امکان می دهد). سرعت واقعی (V_r) از تقسیم ضریب سرعت نفوذپذیری \underline{K} به تخلخل موثر (P_e) به دست می آید:

$$\underline{K} = \frac{V_r}{P_e} \quad \text{و یا} \quad V_r = \frac{\underline{K}}{P_e}$$

از سوی دیگر، با توجه به رابطه ای که بین سنگینی ویسز و غلظت مایع وجود دارد، ضریب سرعت - نفوذپذیری با نفوذپذیری اصلی K_i ، با وزن مخصوص مایع، و با غلظت جریان، که با افزایش حرارت کاهش می یابد، متناسب است:

$$K = K_i \gamma \pi$$

ضریب هیدرولیک بر حسب داریسی بیان می شود و هر داریسی برابر با 10^{-8} cm^2 است و با نفوذپذیری 10^{-3} سانتیمتر در ثانیه مطابقت می کند به شرط آنکه درجه حرارت آب ۲۰ درجه سانتیگراد و غلظت آن 10^{-2} پواز^۲ یا یک سانتی پواز باشد^۳.

۱- Intrinsèque

۲- Centipoise, Poise - هر سانتی پواز معادل با 10^{-2} دین بر

سانتیمتر مربع در هر ثانیه است.

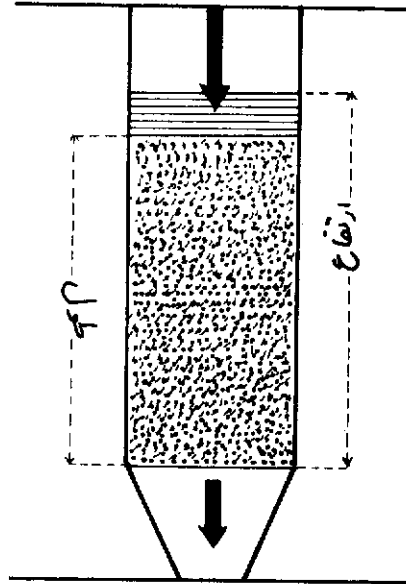
۳- (۳ ص ۱۶۲)

محاسبه نفوذپذیری و روشهای تعیین میزان تخلخل

روشهای متعددی برای تعیین میزان تخلخل و نفوذپذیری سنگها به کار گرفته می شود که برخی از آنها بسیار پیچیده بوده و مستلزم آزمایشگاههای مجهز و صرف وقت و هزینه زیاد است. پارهای دیگری حدودی ساده است.

الف - روشهای پیچیده: در سنگهای متصل، که دارای نفوذپذیری بسیار ر کم هستند، محاسبه نفوذپذیری کار بسیار دشواری است، در صورتیکه این محاسبه در سنگهای متخلخل و به ویژه سنگهای منفصل بسیار ساده می باشد. مشکل اساسی محاسبه از آنجا ناشی می شود که دبی خروجی مایع، از سنگهای متراکم بسیار کم و ناچیز است (شکل ۱). بدینجهت برای به دست آوردن حداقل دبی، که برابر با $0/01$ سانتیمتر مکعب در ساعت می باشد، چاره ای جز تزریق مایع با فشار نیست. در این صورت نیز احتمال مسدود شدن درزهای میکروسکوپی وجود دارد. برنکس^۱ با جریان دادن آب در جهت شعاعی، متناوباً به صورت همگرا و واگرا، ضریب هیدرولیک نمونه را به دست می آورد که بر حسب سانتیمتر در ثانیه بیان می شود. در سنگهای آهکی با 25 درصد نفوذپذیری، ضریب یاد شده به 10^{-4} سانتیمتر در ثانیه بالغ می شود و در سنگهای گرانیتی این رقم به 10^{-12} کاهش می یابد و در بعضی از سنگهای بسیار متراکم، مانند گنیس های متراکم، به دلیل عدم دسترسی به دبی خروجی آب، ضریب مذکور قابل محاسبه نمی باشد.

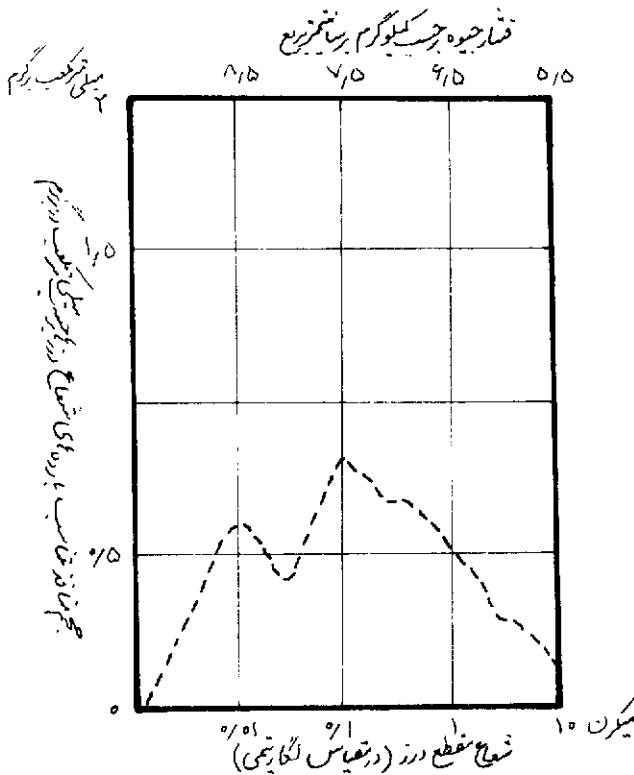
فشاریکه برای تزریق مایع در درزها و منافذ نمونه های سنگی



ش ۱- محاسبه دبی خروجی در یک ستونی از مواد سنگی با طول معین و با گرادیان هیدرولیک $\frac{\text{ارتفاع}}{\text{طول}}$ (تجزیه دارسی).

به کار می‌رود به تناسب تغییرات نفوذپذیری سنگ‌ها تغییر می‌یابد. به عبارت دیگر هر اندازه نفوذپذیری سنگها کاهش شود، یعنی درزها با ریکتر گردند، بهمان میزان فشار اعمال شده بیشتر خواهد بود. (شکل ۲) رابطه فشار اعمال شده را در ارتباط با شعاع مقطع درزها نشان می‌دهد.

گاهی برای نفوذ آسانتر، از سیالاتی استفاده می‌شود که بسیار رقیق بوده و سرعت نفوذ مناسبی دارند، مانند هلیوم و هوا. در این صورت با توجه به اینکه جایجایی این مواد در درزهای به مقطع کمتر از 1000 \AA از حالت ورقه‌ای (که در روش دارسی از شرایط لازم به شمار می‌رفت) خارج می‌شود، ارزیابی نفوذپذیری از مقایسه



ش ۲- را بطه فشار جبهه با شعاع مقطع درزها در یک سنگ گرانیتی ترک دار از نظر بوسکیه^۱.

اختلاف دبی دو عنصر یا دشته امکان پذیر می‌گردد، زیرا حرکت آزاد منکولهای هلیوم ۳ مرتبه از حرکت آزاد منکولهای هوا کمتر است، بنا بر این اگر دبی خروجی هوا با لنسبه بیشتر از دبی خروجی هلیوم باشد (مثلاً ۴ مرتبه)، نشانگر آنست که درزهای معبر هلیوم — سوم باریکتر از درزهای معبر هواست^۲.

۱- (Bousquie در ۳ ص ۱۳۶۵) — ۲- (۳ ص ۱۶۵)

در روش دیگر، محاسبه اندازه منافذ منظر است، زیرا سطح داخلی منافذ، که در تماس با آب قرار می‌گیرد، از موضوعات مهمی است که در شناخت واقعیت‌های اعمال مورفوژن‌ها اهمیت زیادی دارد و اغلب در پژوهش‌های بسیار دقیق و پیشرفته به آن توجه می‌شود. طبق نظر اغلب مولفین ژئومورفولوژی، از آنجمله "بیرو"، انحلال مواد در واحد زمان، بر حسب سطح داخلی منافذ صورت می‌گیرد. در صورتیکه خروج مواد حل شده به نفوذپذیری بستگی دارد. البته نفوذپذیری در شناخت قوانین فرسایش شیمیایی و دیفرانسیل، بیشتر از سطح داخلی منافذ اهمیت دارد.

برای ارزیابی اندازه منافذ، از روش تزریق جیوه با فشار استفاده می‌شود. هر اندازه که قطر سوراخها کوچک باشد، فشار لازم جهت تزریق آنها بیشتر است. لازم به تذکر است که این آزمایش در مورد درزها و سوراخهای باز، که با هوا در ارتباط می‌باشند، به کار گرفته می‌شود. مقدار جیوه‌ای که در اثر فشار جذب نمونه سنگی می‌شود، حجم منافذ را مشخص می‌کند و "از روی آن طیف تخلخل سنگ را برای سوراخهایی که شعاعهای آنها بین ۷۵ آنگسترم و ۷/۵ آنگسترم است به دست می‌آورند".

اگر شکل هندسی منافذ نامنظم باشد، ارزیابی سطح برخورد آنها با روش فوق الذکر بسیار ناقص خواهد بود. در این صورت نیز با تزریق گازهایی که قابل جذب هستند، به محاسبه اندازه منافذ اقدام می‌شود. اما سطح برخورد منافذ با آب بر حسب سنگهای گوناگون بسیار متغیر است: حداکثر آن که برای رس محاسبه شده است ۵۰ مترمربع در گرم بالغ می‌شود و در سنگهای متراکم مانند گرانیت‌ها، مقدار آن به ۰/۱ تا ۱ مترمربع در گرم است.

اهمیت شکل منفذ در فرسایش دیفرانسیل یا انتخابی،

انکارنشدنی است. منافذ معمولاً شکل کروی دارند، در صورتیکه ترکها و شیارها به شکل خطوط کشیده هستند.

اهمیت نسبی تخلخل حفره‌ای و تخلخل شیاری به کمک اندازه-گیری سرعت انتشار امواج طولی ارزیابی می‌شود. بر اساس ویژگیهای الاستیکی کانیهای تشکیل دهنده سنگها، محاسبه را از روی سرعت انتشار در یک سنگ غیرمتخلخل ایده آل آغاز می‌کنند: گرانیتوئید^۱ ۶۰۰۰ متر بر ثانیه، گابرو^۲ ۶۵۰۰ متر بر ثانیه، آهکها^۳ ۶۶۰۰ متر بر ثانیه.

وجود درز و حفره به عنوان گسستگی در نمونه‌های سنگی موجب می‌شود که سرعت حقیقی انتشار موج (V_R) از سرعت محاسبه شده (V_C) ضعیف‌تر باشد. بنا بر این یک سنگ با در نظر گرفتن نسبت انتشار موج با سرعت حقیقی و سرعت ارزیابی شده با یک شاخص معین مشخص می‌شود^۴.

$$I = 100 \frac{V_R}{V_C}$$

وجود تخلخل حفره‌ای معمولاً، در روی I اثر می‌گذارد، ولی تخلخل شیاری اندکی I را کاهش می‌دهد.

ب- روشهای ساده: علیرغم سادگی این روشها، نتایج به دست آمده کم اهمیت نیستند و به کمک آنها، می‌توان بیسیسناری از روندهای مورفونز، به ویژه مورفونزدیفرانسیل را مورد تجزیه و تحلیل و شرح و تفسیر قرار داد. نگارنده مقاله مهم‌ترین این روشها را در آزمایشگاه ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز تجربه کرده است که

۲- Gabbro

۱- Granitoide

۴- (۹ ص ۸۸ و ۳ ص ۱۶۰)

۳- (۳ ص ۱۶۰)

نتایج آن به شرح زیر به نظر خوانندگان می‌رسد :

ساده‌ترین روش مطالعه نفوذپذیری، عبارت از تعیین عمق متوسط نفوذ آب از سطح یک نمونه سنگی است. این روش را "بیرو" برای اولین بار در سال ۱۹۵۱ تجربه نموده و مورد آزمون قرار داده است و بدین جهت بدان روش "بیرو" نیز می‌گویند. در این روش، نمونه سالمی از سنگ مورد نظر تهیه می‌شود و در آزمایشگاه آنرا در محلول رنگی، مرکب از آب همراه با مقداری الکل و مواد رنگی (مثلاً مرکب کروم یابلود و ملتین) قرار می‌دهند. پس از مدتی (که زمان آن بر حسب نوع سنگ متفاوت است) نمونه را از محلول خارج کرده و به وسیله آره مکانیکی می‌برند. در مقطعی که بدین ترتیب به دست می‌آید، کیفیت پخش شدن مواد رنگی مشخص می‌شود و از روی آن می‌توان عمق متوسط نفوذ محلول را تخمین زد. این روش دارای محاسن و معایبی است. از محسنات روش اینست که اولاً به کمک ذره بین می‌توان نحوه نفوذ و توزیع محلول رنگی را در نمونه سنگی مشاهده کرد. ثانیاً با این روش می‌توان مسیرهای حرکت مایع و رابطه آنها را با بافت سنگ و گاهی با آغا ز تجزیه تشخیص داد. ثالثاً این روش به مدت زیادی نیاز ندارد.

با اینهمه روش بیروچها را ایراد عمده دارد که عبارتند از :

- ۱- تخمین طول هاله‌ای که محلول رنگی در آن نفوذ می‌یابد، به دلیل بی‌نظمی کناره‌ها، به سادگی صورت نمی‌گیرد.
- ۲- چون نفوذپذیری، حتی در یک نوع سنگ اختلاف زیادی را نشان می‌دهد، برای آنکه نفوذ محلول رنگی در تمامی مواد قابل دید باشد، باید مدت نگهداری نمونه را در محلول تغییر داد.
- ۳- نفوذ محلول، از یک حد به بعد، به قدری کم‌تر و نامشخص است که عملاً نمی‌توان آنرا اندازه‌گیری کرد. این عامل موجب

می‌شود که مقایسه^۴ نفوذ پذیری بین سنگها در موارد ضروری به دشواری صورت گیرد .

۴- در این روش تعیین دقیق عمق متوسط نفوذ محلول رنگی خیلی مشکل است زیرا مایع ، ذرات را در طول درزهای ریز به جلو می‌راند و سطوح نفوذ نیا فته را در بر می‌گیرد . از این نظر نیز مقایسه^۴ نفوذ پذیری در سنگها نتیجه^۴ دلخواه را نمی‌دهد .

مشکل دیگر این است که برخی از سنگهای بلورین و سلبیم ، با آنکه منافذ و شیارهای با نسبتاً مهمی دارند ولی آب در این سنگها به کندی نفوذ می‌کند و علت آن وجود هوا در این شیارها است و همین امر موجب می‌شود که از رزش محلول رنگی کاسته شود .

برای رفع این نقیصه باید به کمک تکنیک های گوناگون بر سرعت نفوذ پذیری افزود ، چرا که آغشتگی نمونه و نفوذ و پخش محلول در آن از قانون کشش سطحی مایعات تبعیت می‌کند . بنا بر این بهتر است از مایعی که وزن مخصوص کم تر و کشش سطحی زیادتری را دارد ، استفاده کرد : الکل ، اگرچه وزن مخصوص کمتری دارد ولی کشش سطحی آن زیاد نیست . برعکس ، آب که نسبت به الکل سنگین تر است ، کشش سطحی بیشتری دارد . بنا بر این^۱ مخلوطی از این دو نتیجه رضایت بخشی خواهد بود . گرچه روش محلول رنگی از نظر کمی و مقایسه ای مشکلاتی دارد ، اما اکثر مولفین مانند تریکار^۱ ، گودار^۲ ... معتقدند که این روش از نظر کیفی ارزشمند است .

وجود هوا در منافذ و درزهای سنگها و کانیهای آنها موجب می‌شود که نفوذ مایع در آنها به کندی و اغلب به طور ناقص صورت بگیرد . برای تشدید نفوذ پذیری و تکمیل آن از روشهای دیگری استفاده می‌شود :

کامبرد روش دیگر بدین گونه است که نمونه را به مدت یک هفته

در آب مقطر نگاه می‌دارند. انجام این روش اگرچه ساده است ولی به زمان طولانی نیاز دارد. برای استفاده از این روش، پیس از برداشت و شماره گذاری نمونه‌ها، آنها را به آزمایشگاه می‌برند و از بخش‌های کاملاً سالم و بدون تجزیه شده ظاهری آنها، قطعاتی را به شکل مکعب مستطیل، به ضخامت تقریباً یک سانتیمتر و به مقطع حدود ۱۰ سانتیمتر مربع تهیه می‌کنند. وزن قطعات سنگی که بدین طریق تهیه می‌شود، بر حسب نوع سنگ متفاوت است و بین ۱۵ تا ۶۰ گرم در نوسان می‌باشد^۱. این گودار، که این روش را با اقتباس از کارهای مهندسان شهری متداول ساخته است، وزن قطعات مکعب مستطیل را از ۱۲ نوع سنگ‌های بلورین و بلورالیه (غالباً گرانیتی و گنیسی) بین ۱۵ و ۴۵ گرم به دست آورده است^۲. برای آزمایش‌هایی که نگارنده خود انجام داده، به این نتیجه رسیده است که وزن قطعات از ارزش تعیین کننده‌ای برخوردار نمی‌باشد. قطعات آماده شده را در آب مقطر قرار داده و پس از یک هفته آنها را از آب در آورده و همراه به طوریکه نواخت با کاغذ صافی به سرعت و خیلی مختصر خشک می‌کنیم. سپس هریک از نمونه‌ها را در یک شیشه گودن شکن، که به شیشه ساعت معسروف است، قرار داده و به مدت ۱۰ دقیقه در هوای آزاد می‌گذاریم. آنگاه پس از وزن کردن دقیق و یادداشت کردن نتیجه، جهت تبخیر کلیه آب جذب شده، آنها را به مدت لااقل ۲۴ ساعت در کوره حرارتی، در بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار می‌دهیم. نمونه‌های کاملاً خشک شده را مجدداً به دقت وزن می‌نمایم و مقدار آب تبخیر شده را از تفاوت آنها به دست می‌آوریم و آنرا بر مبنای درصد محاسبه می‌کنیم و بدین ترتیب نفوذ پذیری سنگ بر حسب درصد معلوم می‌شود.

۱- این نتیجه از وزن کردن حدود ۱۰۰ قطعه سنگ گرانیتی، ماسه سنگی

و آهکی به دست آمده است. به ۱۱ صفحه ۲۵ مراجعه شود.

۲- (۱۰ ص ۲۲۹-۲۲۳).

اگر بریدن سنگها و تهیه قطعات مکعب مستطیلی در ابعاد یاد شده مقدور نباشد، جهت تمرین میتوان بخشهای پوسیده و ناسالم نمونههای سنگی را با چکش جدا کرده و قسمت سالم و بدون دیاکلاز و شیارهای مرئی را در طرف آبی فروبرد. (در اینصورت چون مقدار آب مورد لزوم خیلی زیاد است و تهیه آب مقطر و مقدار کافی دشوار و پرخارج میباشد، میتوان در موارد معمولی از آب شهری استفاده کرد اما در پژوهشهای دقیق، استفاده از آب مقطر و تهیه قطعات مستطیلی توصیه میشود).

نگارنده برای محاسبه نفوذپذیری سنگها روی بیسهای ۵ سانتیمتری نمونهها زماسنگهای جاده تبریز - اهر واقع در ۵ کیلومتری شرق تبریز، سنگهای آتشفشانی جاده اهر - مشکین شهر و ماکو و سنگهای آهکی گردنه گوگجه بل بین خواجه و اهر آزمایشهای لازم را انجام داده و بیآنکه به تهیه قطعات مکعب مستطیلی اقدام کند، قطعات معمولی را در آب جاری شهر به مدت ۷ روز خوابانده و تقریباً به نتایج دلخواه دست یافته است.

جدول ۱- درصد نفوذپذیری چند نمونه از سنگهای مختلف در پیرامون شهر تبریز.

ردیف	نوع سنگ	محل نمونه برداری	ارتفاع محل متر یافته %	آب نفوذ
۱	ماسنگ	آرپا درسی - جاده تبریز - اهر	۱۶۵۰	۴/۳
۲	آگلومری آتشفشانی	روستای دیزج - جاده مشکین شهر - اهر	۱۲۶۰	۱/۷
۳	آهک	گردنه گوگجه بل - جاده خواجه - اهر	۱۸۳۰	۱/۵
۴	سنگ آتشفشانی	جاده - اهر - مشکین شهر	۱۲۷۰	۱/۲

۱- در این آزمایشها، قطعات سنگی، بلافاصله پس از خروج از آب و توزین به کوره حرارتی منتقل شده و مدت ۱۰ دقیقه در هوای آزاد قرار نگرفته اند.

برای آگاهی بیشتر به محاسبه نفوذپذیری سنگها، به ویژه سنگهای گرانیتی، که با تهیه قطعات مکعب مستطیل با قرار دادن آنها به مدت ۱۰ دقیقه در هوای آزاد انجام گرفته است توجه کنیم: جدول شماره ۲ نتایج به دست آمده را نشان میدهد^۱.

جدول ۲- نفوذپذیری سنگهای مختلف در قطعات مستطیلی.

ردیف	نوع سنگ	ویژگی های کانی شناسی و تیپوگرافی	مقدار آب سنگ نفوذ یافته در ۱۰۰ گرم بر حسب mg	مقدار آب نفوذ یافته بر حسب %
۱	گرانیت ترک دار*	کوارتز- فلدسپات مافولی ترک خورده	۹۹	۰/۰۹
۲	پگمانیت *	های دانه درشت	۵۲۰	۰/۵
۳	گنیس *	دانه ریز جهت دار	۴۲	۰/۰۴
۴	گرانیت دانه ریز	پتاسیک، پلاژیوکلاز، بیوتیت، نشانه پوسیدگی و تجزیه بیوتیت ها	۱۴۰۰	۱/۴
۵	گرانیت دانسه متوسط با دومیکا	کوارتز، فلدسپات، بیونیک، لوسکویت	۵۰۰	۰/۵
۶	گرانیت دانه درشت به رنگ کلی	های نسبتاً سالم با درزه های ریز	۱۱۰۰	۱/۱

بررسی این جدول ظاهراً بعضی از حالات متضاد را در نفوذ پذیری سنگها نشان میدهد. بدین معنی سنگهای دانه ریز، که معمولاً تخلخل کمتری دارند، مویست نفوذپذیری کمتری را نیز نشان دهند، در صورتیکه ردیف های ۶ و ۴ و ۵ جدول عکس آنرا می نمایانند.

۱- (۱۱ ص ۵۲-۴۰).

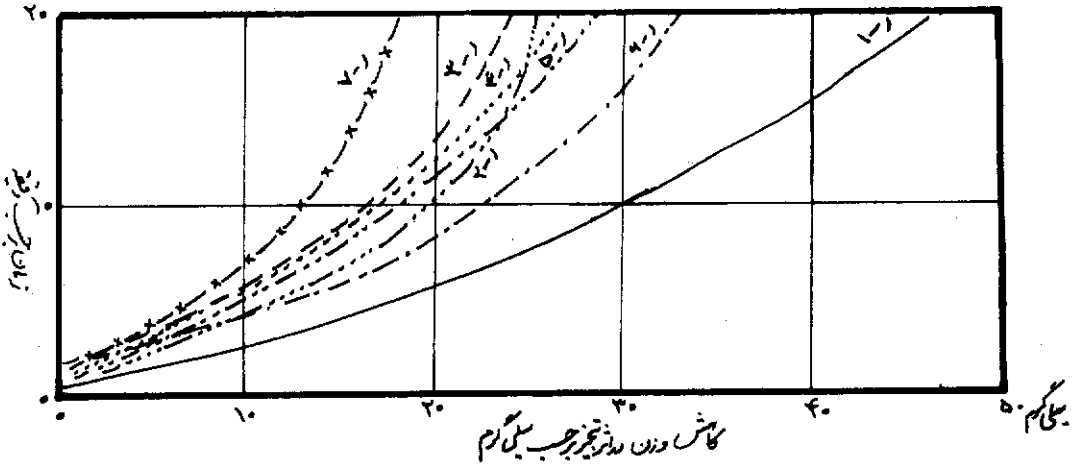
* - این نمونه ها از نتایج آزمایشهای پرفسور گودار استفاد شده است.

طوری که نفوذ پذیری در سنگهای دانهریزردیف ۴ حتی بیشتر از گرانیت دانهدرشت (ردیف ۶) میباشد. علت این امر به پوسیدگی گرانیت دانهریز مربوط میشود و برای این اساس در مطالعه نفوذ پذیری سنگها منشاء پوسیدگی و عوامل مورفولوژی آنها باید به دقت مورد تحقیق قرار بگیرد. مثلاً در مورد گرانیت ردیف ۴، علت پوسیدگی، استقرار آن در محل تکتونیزه میباشد.

از نکات مهم دیگر که در این روش باید مورد توجه باشد، میزان تبخیر آب در زمان قرارگیری نمونه مرطوب در هوای آزاد است، چرا که مقدار تبخیر بر حسب نمونههای مختلف متفاوت است، به طوریکه در بعضی از سنگها حتی به ۴٪ بالغ میشود. طبیعی است که چینی—اختلافی در نتیجه گیریها بی تأثیر نخواهد بود (شکل ۳). این شکل بر اساس نتیجه محاسباتی که در روی سفت نمونه زسنگهای گوناگون به عمل آمده، ترسیم شده است. منحنیهای آن اختلاف تبخیر آب در فضای آزاد را، نسبت به سنگهای مختلف به خوبی نشان میدهد و به نظر میرسد که این تبخیر با شعاع مقطع درزها در رابطه با شونده با منافذ ریز سنگها.

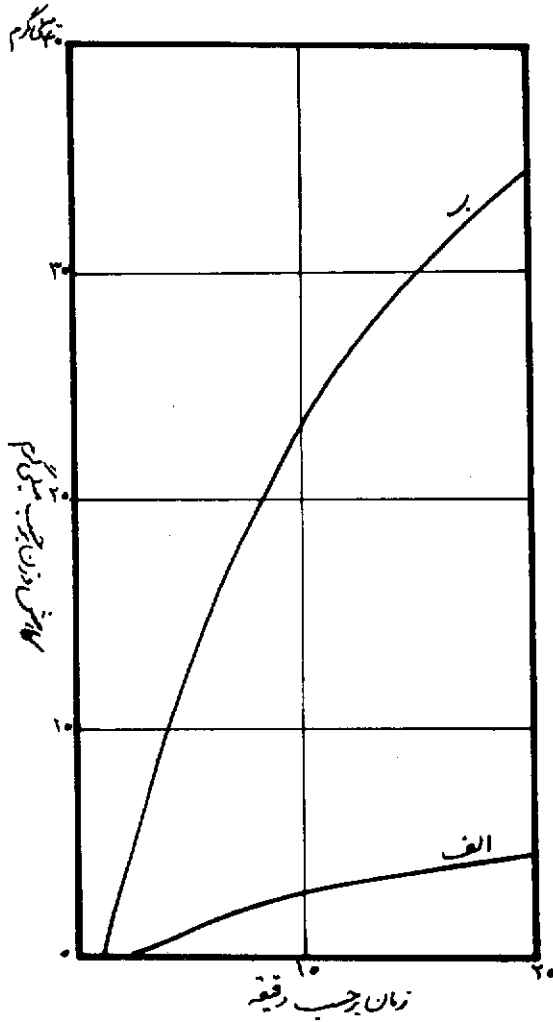
برای اصلاح این روش مکانهایی به کار گرفته میشود تا تبخیر را به حداقل ممکن برساند. در این راستا، نمونه را پس از خشکاندن سریع و سطحی، بلافاصله در یک بشر نشکن قرار داده و روی آن را با شیشه نشکن میپوشانیم و در این صورت از شدت تبخیر به طور قابل ملاحظه کاهش داده و تراکم حاصل از تبخیر، که در دیواره شیشه صورت میگیرد، در جلوگیری از تبخیر آب نمونه، بوینهایت مؤثر خواهد بود (شکل ۴). این شکل، اختلاف مقدار تبخیر را در فضای آزاد و فضای بسته نشان میدهد.

در آزمایش مورد نظر نمونهها تا سه هفته در آب نگهداری میشود و از روز هفتم به بعد هر روز وزن آب نفوذ یافته به دقت کنترل میگردد. تجارب نشان میدهد که اختلاف آب نفوذ یافته در مدت هفت روز و یا ۲۱



ش ۳- کاهش وزن نمونه های مختلف در اثر تبخیر در هوای آزاد .

- ۱- ماسه سنگهای دانه درشت به نفوذپذیری ۴/۳ درصد ———
- ۲- " " " ریز " " " " ۲/۱۹ " " " " - - - - -
- ۳- آگلومرای آتشفشانی " " " " " " ۱/۷ " " " " - - - - -
- ۴- آهک گردنه گوگجه بل ارتفاع ۱۲۷۰ " " " " " " ۱/۵ " " " " -
- ۵- " " " " " " " " " " " " " " ۲/۱۷ " " " " - - - - -
- ۶- سنگ آتشفشانی جاده اهرمشکین شهرشیراز ردا ربه - - - - -
- نفوذپذیری ۱/۲ درصد
- ۷- سنگ آتشفشانی زنگی مارماکو - متراکم به نفوذ - - - - -
- پذیری ۰/۴ درصد



- ش ۴- مقایسه کاهش وزن در اثر تبخیر در محیط های با زوبسته .
- الف- کاهش وزن در محیط بسته .
- ب - کاهش وزن در محیط باز .

روز، از ۵ میلی‌گرم تجا و ز نمی‌کند^۱. بنا بر این می‌توان هفت روز را به عنوان مدت مناسب برای نگهداری نمونه‌ها در آب در نظر گرفت. در روش دیگر آب را به آرامی می‌جوشانیم. پس از آنکه آب نمونه‌ها در به مدت ۲ ساعت جوشید، آن را دوساعت در محلی با درجه حرارت معمولی قرار می‌دهیم تا به آرامی خنک شود. سپس همانند روش قبلی نسبت به محاسبه^۲ آب نفوذ یافته اقدام می‌کنیم.

با جوشانیدن آب نمونه‌دار، هوای محبوس در خلل و فرج و درزهای ریز سنگ‌ها آزاد می‌شود و نفوذ آب در آنها به راحتی صورت می‌گیرد. ولی این روش با آنچه که در طبیعت صورت می‌گیرد هماهنگی ندارد، بدین معنی که برای نفوذ آب در طبیعت هرگز عمل جوشش موجب خروج هوا از درون سنگها نمی‌شود، بلکه آب در حالت طبیعی و به آرامی در سنگها نفوذ می‌کند. از طرف دیگر با توجه به اینکه اختلاف مقدار آب نفوذ یافته در هر دو روش، زیاد قابل ملاحظه نمی‌باشد، روش نگهداری نمونه‌ها در آب به مدت یک هفته، نسبت به روش جوشانیدن، مناسب به نظر می‌رسد. زیرا در روش اخیر، آب در حین نفوذ تدریجی در برخی سنگها، مقداری از مواد را حل کرده و امکان نفوذ را افزایش می‌دهد و این عملی است که در طبیعت نیز اتفاق می‌افتد. اهمیت روش جوشانیدن در سرعت عمل آنست. با هر دو روش، عمل مقایسه برای تمام انواع سنگها (با تخلخل کم یا زیاد) امکان پذیر می‌باشد.

به کمک روشهای فوق به ویژگیهایی که با واقعیت‌های ژئو-مورفولوژی مطابقت دارد، می‌توان دست یافت: با روش محلول رنگی می‌توان به مطالعه^۳ کیفی نفوذپذیری سنگها پرداخت و بررسیهای کمی را به وسیله^۴ روشهای جوشانیدن و یا قرار دادن نمونه به مدت یک هفته در آب مقطر انجام داد. بنا بر این هر دو گروه از روشها مکمل یکدیگر هستند.

۱- مقدار آب نفوذ یافته حدود ۵۰۰ میلی‌گرم می‌باشد.

نتیجه :

در تشخیص ویژگیهای مواد سنگی و نقش آنها در تحلیل عوامل مورفولوژیک ، که به نظر نگارنده ، مرکز ثقل ژئومورفولوژی دینامیک پیشرفته را تشکیل می دهند ، اتخاذ روشهای اصولی ضرورت دارد . هر یک از روشهای فوق الذکر در شناخت واقعیت های ژئومورفولوژیک (که کاربرد آنها در مطالعات سائیر قلمروهای علوم طبیعی و زمین و فعالیت های انسانی ارزش به سزایی دارد) از اهمیت شایان توجهی برخوردار می باشد . ولی متأسفانه ، به دلیل کاستوهای روش شناسی این دانش در گذشته ، تکنیک و روش های ویژه و ضروری آن ، غالباً " توسط سایر نظام های علمی مجاور ، بررسی و ابداع گردیده اند . بنابراین :

— اولاً " از پیشرفت این نظامها و استفاده از داده های آنها نباید غافل ماند .

— ثانیاً " با توجه به اهمیت حساس بودن موضوع و نقش کارآیی پژوهش های ژئومورفولوژیک ، باید در تکمیل آزمایشگاههای ژئومورفولوژی اقدام اساسی به عمل آورد تا امکان لازم برای انجام پژوهشها و مطالعات عمیق و همه جانبه فراهم آید .

منابع مورد استفاده

الف - فارسی :

- ۱- رجائی عبدالحمید ۱۳۵۲- بررسیهای درزمینه ژئومورفولوژی نواحی آتشفشانی کناره جنوبی دشت لوت ایران - نوشتنیه بوت - نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز - سال ۲۵ - شماره مسلسل ۱۰۶ - صفحه ۱۷۱-۱۵۷.
- ۲- محمودی فرج الله ۱۳۶۸- ژئومورفولوژی - تالیف دره کک - جلد اول : ژئومورفولوژی ساختمانی و دینامیک بیرون - انتشارات دانشگاه تهران - ۳۰۸ صفحه .

ب - خارجی :

- 3- BIROT P. (1981) : Les Procéssu d'erosion á la surface des continents. Masson, Paris, New York... 607P.
- 4- BIROT P. (1958) : Morphologie Structurale. Tome I. Structure Statistique formes Structurales elementaire. P.U.F. Paris. 197 P.
- 5- BIROT P. (1950) : Notes sur le problème de la désagrégation des roches cristallines. Rev. de géomo. dyn. No.6- PP (271-276).
- 6- BIROT P. (1951) : Sur la désintégration granulaire des roches Cristallines C.R.AC.SO-OO(1305-1307).
- 7- BIROT P., HENIN S., GUILLIEN Y. et DELVERT J. (1968) : Contribution á l'étude de la désagrégation des roches

C.D.U. Paris 232 P.

- 8- DERRUAU M. (1988): Précis de géomorphologie 7 éd. Masson et cie. Paris, Milane... 533 P.
- 9- DURAND G. (1978): Contribution à l'étude de la microfissuration des roches. Thèse de 3e cycle. Univ. de Paris VIe 88 P.
- 10- GODARD A. (1961): Notes de recherche. Une méthode simple d'étude de la porosité des roches cristallines. Rev. géog. de l'Est. PP. (223-229).
- 11- RADJAI A.H. (1972): Enseignements géomorphologiques d'après les coupes récemment relevées à l'occasion de nouvelles constructions dans le grand clermont. Thèse de 3e Cyc. Institut de géographie de l'Université de Clermont-Ed. FRANCE. 206 P.
- 12- ROUBAULT M., FABRIES J., TOURET J. et WEISBRODA. (1963): Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant. Ed. Lamarre-Point. Paris 365 P.
- 13- TRICART J. (1965): Principes et méthodes de la géomorphologie. Masson et Cie Paris 496 P.