تحلیل برخی از مکانیسمهای مرفوژنز در ارتباط با ویژگیهای سنگهای متراکم

دکتر عبد الحمید رجائی
گروه جغرافیا ـ دانشگاه تبریز

اساس ژئومرفولوژی را ، بررسی تغییر شکلهای ناهمواریهای پوسته زمین و چگونگی شکل‌بندی روی آنها تشکیل می‌دهد ، مواد ، عوامل وزمان، در این شکل بندی سه پایهٔ عمده محسوب می‌شوند . ولی درچگونگی تاثیر عوامل در روی مواد سازندهٔ ناهمواریها دربعد زمانی ، ماهیت ویژگیهای سنگها ، که عبارتنداز ترکیبات کانی شناسی ، سختی و نرمی ، بافت سنگها ، طرز استقرارآنها ،وجودشیارهاودرزها وهمچنین منافذ بزرگ وکوچك در آنها، نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند . فعالیت عوامل مرفوژنیك خواه به صورت مکانیکی و یا شیمیایی درارتباط باویژگیهای یادشده نقش خودرا اعمال می‌دارند . مثلا" مرفوژنز فیزیکی یا شیمیایی نسبت به درصد نفوذ پذیری متأثر از درزهای درشت و ریز و نحوهٔ گسترش آنها تغییر می‌یابد و برحسب درصد کانیهای مقاوم دگرگون می‌شود .یك سنگ بلورین که درصد بیشتری از کانیهای آن‌راکوارتز تشکیل می‌دهد و یاسنگ رسوبی که از تجمع‌دانه های کوارتزی یا سیمان سیلیسی حاصل می‌شود ، چنان مقاومتی از خودنشان می‌دهد که روند فرسایش شیمیایی ،حتی در شرایط آب و هوایی مساعد ، به حداقل خود می‌رسد . پرفسور گودار [1] همراه با سایر محققین نقش برخی ازاین ویژگیها را ، به ویژه ترکیبات شیمیایی و کانی شناسی سنگهای بلورین را درفرسایش دیفرانسیل به عنوان عامل بسیار موثر درمرفولژی ماسیف سانترال فرانسه به خوبی نشان داده است . [2]

در ژئومرفولژی، فرسایش در مفهوم مرفوژنز به کار می‌رود ، یعنی ساخت و سازی که نتیجه آن از بین رفتن شکل موجود وبه وجود آمدن شکل جدید

1-GODARD. A.
2-GODARD.A. et Ses Collab 1972,P.280.

است. بنابراین برای تحقق یافتن این منظور شرط اولیه و ضروری آن است که سنگ حالت اتصالو پیوند اولیه خودرا به هر طریقی که ممکن باشد ازدست بدهد. به عبارت دیگر، از نظر تئوری،مرفوژنز در روی سنگهایی که کاملا" بهم متصل بوده و فرضا" به هیچوجه قابل انفکاك نباشد، امکان پذیرنیست. برای آنکه اتصال و پیوند سنگها از هم بگسلد و مواد قابل حمل فراهم شود(که یکی از شرایط مهم تغییر شکل به شمار میرود)، باید نیرویی ، درحالات فیزیکی بر آن واردشود و یاانحلال و تجزیه شیمیایی که صورت دیگری ازنیرو است ، سنگ را متأثرسازد. بررسی چون و چند نیروها و نحوه کیفیت عمل آنها در روی سنگها مستلزم شرح مفصل ازمکانیسمهای مرفوژنز گوناگون و تاثیر آنها در روی سنگهای مختلف میباشد که از حوصله این مقاله خارج است. در این بحث برای جلوگیری از اطاله کلام به بررسی مکانیسمهای هوازدگی (به صورت فیزیکی یا شیمیایی)و ارتباط آنها با ترکیبات‌کانی شناسی سنگها و میزان توزیع شیارها و درزها و حفره‌ها (یا نفوذ پذیری)، اکتفامیشود:

۱ـ متلاشی شدن سنگها دراثریخبندان ، که به‌مکانیسم کریوکلاستی[1] معروف است، یکی از عوامل مؤثر درتخریب و جدایی سنگها ازهم به شمار میرود. این پدیده بیش از هر چیز توجه مهندسین ساختمان رابه خود جلب میکند، زیرا طول عمر سنگها و حتی سیمان‌مورد استفاده دربناها با این مکانیسم سخت درارتباط است. موج سرمای هوا از طریق آب موجود درشیارها و درزها به درون سنگها نفوذ میکند. درشتی و کوچکی منافذ نقش عمده‌ای را در سرعت نفوذ برودت ایفا میکند. از آزمایشات متعدد این نتیجه به دست آمده است که نقطه ذوب آب نسبت به قطر سوراخها پایین میآید، به طوریکه در سوراخهای به قطر ۳۰۰۰ و ۲۰۰۰ آنگسترم تا ۲ـ درجه و در منافذ به قطر ۷۵ آنگسترم[2] به ۷/۵ـ درجه سانتیگراد میرسد.[3] یخ حاصل از انجماد آب در درزها و منافذ، فشار زیادی به دیوارهٔ سنگ وارد میآورد که مقدار آن درارتباط

1- Cryoclastie

۲ـ Angstrome آنگسترم برابربا $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ میکرن و یا $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰۰}$ میلیمتر است وآن را با $\AA$ نشان میدهند.

۳ـ رجائی، عبدالحمید، ۱۳۷۱، " نقش نفوذپذیری سنگهای متصل درفرسایش دیفرانسیل و روشهای تعیین آن " ، ص ۲۸ـ۱.

باضریب فشردگی سنگ و یخ از روی فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$P=\frac{1-\rho}{\rho X_r + Xg}$$

ρ = وزن مخصوص یخ

X_r = ضریب فشردگی سنگ

Xg = ضریب فشردگی یخ

ضریب فشردگی نسبی، از حجم اولیه‌ای است ($\frac{\Delta V}{V}$) که دراثر وارد آمدن واحد فشار مثلا" ۱ باربه دست می‌آید.[1] مثلا" ضریب فشردگی گرانیت $Xr = ۰/۵ \times ۱۰^{-۶}$ و ضریب فشردگی یخ درمقابل آن $Xg = ۰/۹ \times ۱۰^{-۶}$ [2] است. بدین ترتیب فشاری که بردیوارهٔ یك سنگ گرانیتی وارد می‌شود برابر با ۶۵۰۰ باراست. البته این فشار متناسب با شدت برودت و نوع سنگ متغیر می‌باشد (برای آهکهای بسیار فشرده ۷۰۰۰ باراست)[3]. در صورتیکه آب همراه با عناصر دانه ریز، مانند رس و غیره، بادیوارهٔ سنگها در تماس باشد، نیروهایی که منشاء الکتریسته دارند، بین آب و یونهای حل شده وذرات کولوئیدال[4] فراهم می‌شود که پروسه‌های حرارتی در موقع انجماد آب از آن متاثر می‌شود.[5] گرانیتها با توجه به دارا بودن مقاومت مناسب در برابر این پدیده، تاحدودی سالم می‌مانند. در صورتیکه برخی از سنگهای آهکی، مانند کره[6] (گل سفید) به کریوکلاستی کاملا" حساس می‌باشد. علاوه برآن، متلاشی شدن سنگ دراثر یخبندان و تولید قطعات بزرگ (ماکروژلیواسیون[7] یا ماکروژلیفراکسیون[8]) و قطعات کوچك (میکروژلیواسیون[9]

۱- (یك بار تقریبا" برابر یك کیلوگرم برسانتیمتر مربع است).

2-BIROT..P.1981,P,54

3-BIROT,P.1981,P.56

4-Colloidale

5- BERTOUILLE,H.1972,P.72

6-Graie

7-Macrogelivation

8-Macrogelifraction

9-Microgelivation

یا میکروژلیفراکسیون)[1] ، اگر چه با درزها و دیا کلازها درارتباط می‌باشد ، لکن به جنس سنگ و سایر ویژگیهای آن نیز بستگی دارد ، مثلا" سنگهای سیمانی نظیر ماسه سنگها ، دربرابر میکروژلیواسیون حساسند در صورتیکه برخی از سنگهای آهکی درجهات مختلف لایه‌ها متلاشی شده وبه شکل نیم کرهٔ خاصی با درخشندگی ویژه‌ای در می‌آید .[2]

در واقع تأثیر پذیری سنگها در برابر یخبندان ، که به ژلیویته[3] آن معروف است ، نسبت به سنگها بسیار متفاوت می‌باشد . کره یا گل سفید و شیستها جزو سنگهای بسیار ژلیو هستند ." کره‌ها در اثر یخبندان به سرعت خرد می‌شوند ، به طوریکه ۳۰ الی ۱۰۰ درصد مواد پس از ۵۰ دوره تناوب ۲۰+ و ۲۰- درجه و ۱۰۰ درصد مواد پس از ۱۰۰ دوره تناوب در تمامی موارد خردمی‌شوند".[4] شیستها نیز مانند گل سفیدها نمی‌توانند دوره‌های بیشتری از تناوب یخبندان ، ذوب یخ را تحمل نمایند ، به طوریکه بعداز ۳۰ روز قسمت اعظمی از سنگ، خردشده و اغلب به صورت دانه‌های ریزی در می‌آید .

سنگهای بلور لایه به ویژه اکتنیتها (شیستها و گنیسها) که ویژگیهای فیزیکی آنها از تمامی جهات یکسان نیست و از این رو به سنگهایی با ساختار آنیزوتروپ[5] معروفند ، معمولا" دربرابر عوامل مکانیکی ،در جهت ورقه‌ها یا کانیها متلاشی می‌شوند و بدین جهت در برابر مکانیسم کریوکلاستی تأثیر پذیری بیشتری را از خود نشان می‌دهند . اصولا" شیارها و درزها و یا دیاکلازهایی که منشاء تکتونیکی داشته و یا در سطوح شیستوزیته و چینه بندی ظاهر می‌شوند ،[6] شرایط مناسبی را برای این مکانیسم فراهم می‌آورند . در سنگهای بلور لایه سطوح شیستوزیته ، که از نقاط ضعف سنگها به شمار می‌آیند ، به موازات هم قرار دارندو بدین سبب دراثر

1-Microgelifraction
2-TRICART.J.1977,P,269
3-Gelivité
4-BIROT.P.1981,P,54
5-Anisotrope
6-Demangeot,Jean.1990.P.63

فشارهای وارده از طرف بلورهای یخی، به سهولت از یکدیگر جدا شده و موجبات متلاشی شدن سنگ را فراهم می‌آورند. اما ناگزیر از ذکر این مطلب هستیم که پدیدهٔ مذکور یك قاعدهٔ عمومی و مطلق نیست، چرا که برخی از سنگهای ورق، حتی متعلق به ناحیه اکتنیتها، مانند مکاشیستها در مقابل کریوکلاستی تا حدودی مقاوم هستند.

در گروه سنگهای ایزوتروپ [1] نیز، که ویژگیهای فیزیکی آنها در تمام جهات تا حدودی یکسان می‌باشد، وضع بدین منوال است. برخی از آنها مانند بسیاری از سنگهای آذرین، سنگهای آتشفشانی، آهکهای سخت و متراکم و ... مقاومت خوبی از خود نشان می‌دهند، درحالیکه پاره‌ای دیگر نظیر ماسه سنگها، از حیث مقاومت در برابر کریوکلاستی بسیار متفاوت می‌باشند. بعضی از آنها بسیار حساس بوده، برعکس، برخی دیگر، مانند ماسه سنگهای سیلیسی در برابر این مکانیسم زیاد تأثیر پذیر نیستند، در صورتیکه نفوذ پذیری این سنگها قابل ملاحظه بوده و بین ۴ تا ۸ درصد در نوسان می‌باشد و این ارقام نشانگر نفوذ پذیری بسیار مناسب برای حداکثر تأثیر پذیری کریوکلاستیسم [2] است.

۲ـ از مکانیسمهایی که موجب ازبین رفتن اتصال سنگهای متراکم گشته و آنها را به صور گوناگون: پوست پیازی [3]، دانه‌ای، خرده های درشت و ریز در می‌آورد، تغییرات درجه حرارت است که به ترموکلاستی [4] معروف است. گروهی از سنگها بادارا بودن ویژگیهای معینی، از قبیل وجود شیارها، منافذ ریز میکروسکپی، یا توزیع عناصر و کانیهای گوناگون، چه از نظر نوع و چه از حیث اندازهٔ دانه‌ها ... برای تأثیر این مکانیسم بسیار مساعد می‌باشند. در این نوع سنگها، تغییرات درجه حرارت بـا شدت متفاوت درسطح و اعماق نفوذ می‌کند. انبساط و انقباضی که از آن ناشی می‌شود، نقاط ضعف

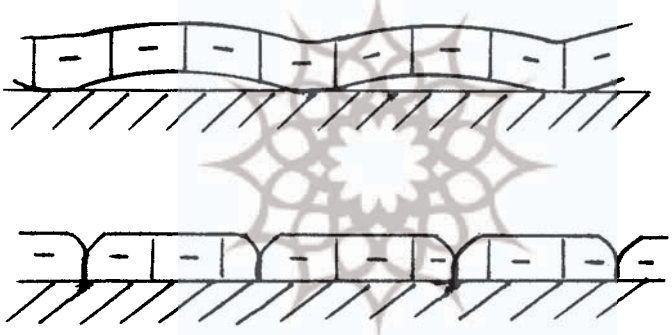
1- Isotrope

2- BIROT.P.HENIN,S.GUILLIEN Y.et DELVERT J.1968,P.25

۳ـ دسکاماسیون Désquamation یا اکسفولیاسیون Exfoliation

4- Thermoclastie

کانیهای تشکیل دهندهٔ سنگها را مورد استفاده قرار داده و موجب آشکار شدن درزها و گشاد شدن آنها می‌گردد(شکل ۱)۰ در نتیجهٔ این عمل نفوذ پذیری افزایش یافته و تحول مرفوژنز ، برحسب موارد ، به جدایی ورقه های نازکی از سنگ می‌انجامد و یا به تجزیهٔ دانه‌ای منتهی می‌شود و یا هیدرولیز و تجزیهٔ شیمیایی با سهولت انجام می‌پذیرد۰ برای درك نحوهٔ ارتباط مکانیسم ترموکلاستی با ویژگیهای پتروگرافی سنگها ، که منجر به تخریب پوست پیازی ، یا دانه‌ای و۰۰۰ می‌شود ، تحلیلی ازمکانیسم مذکور و چگونگی تاثیر آن در فرسایش سنگها ، ضروری به نظرمی‌رسد۰



شکل ۱ـ نقش تغییرات درجه حرارت در آشکار وگشادشدن درزها

الف ـ جداشدن لایه فوقانی وموجدار شدن آن در اثر گرم شدن بیشتر بخش سطحی نسبت به عمق

ب ـ بازشدن شکاف و ایجاد شکافهای انقباض در اثر سردشدن بیشتر بخش سطحی نسبت به عمق

تغییرات پی درپی و مکرر دما موجب انبساط و انقباض می‌شود. تأثیر آن در سنگ به طور نابرابر صورت می‌گیرد. زیرا تأثیر نوسان حرارتی در سطح سنگ به حداکثر خود می‌رسد، در صورتیکه نسبت به عمق بتدریج کاهش می‌یابد. مثلا" در موقع پایین آمدن درجه حرارت، به دلیل عدم تطابق شدت پایین آمدن دما در سطح و عمق، و یا به عبارت دیگر به علت توزیع نابرابر طیف تغییرات گرما در سطح و عمق یك تا دوسانتیمتری سنگ، به ویژه در سنگهای نامتجانس، لایه نازکی از سطح آن منقبض می‌شود. انقباض درنتیجه نیروی کششی که به سطح سنگ وارد می‌آید. صورت می‌گیرد و هر دو از روی فرمولهای زیر محاسبه می‌شوند.[1]

$$(1)\ \lambda = a\Delta t$$

$$(2)\ T = Ea\Delta t$$

λ = انقباض لایه سطحی

a = ضریب انبساط یا انقباض سنگ

Δt = تغییر درجه حرارت سطحی

T = نیروی کشش

E = ضریب الاستیسیته

طبق محاسبه پرفسور بیروهمکارانش، وقتی تغییر درجه حرارت در قلمرو خشك به ۵۳۰ درجه می‌رسد، به سطح بعضی از سنگها مانند گرانیت، که ضریب انبساط آن 8×10^{-6} و ضریب الاستیسیته آن 4×10^{5} است بر اساس فرمول فوق، فشاری برابر ۱۰۰ کیلوگرم برسانتیمتر مربع وارد می‌آید.[2] البته این فشار برای ایجاد شیار عمودی در یك سنگ گرانیتی کافی می‌باشد. اما چون این سنگ مقاومتی معادل ۱۵۰ بار بر سانتیمتر مربع (معادل ۱۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) ازخود نشان می‌دهد، لذا به وجود آمدن شیار

1- BIROT P.,HENIN S.,GUILLIEN Y.et DELVERT J. 1968,P.19

2- BIROT P. 1981,P.93

در سنگ در اثر تکرار پدیده و به طور تدریجی صورت می‌گیرد.[1] تاثیر نیروی کشش در برخی موارد به ویژه در نواحی صحرایی ، منجر به پیدایش شبکه‌ای از شیارهای ریز شعاعی می‌گردد. مشاهدات هیات پژوهشی C.N.R.S. فرانسه درروی کوارتزیتهای ناحیه خشك ایران، درحوالی کرمان، مؤیدی برتاثیر این نوع نیروها در ایجاد ترکها است، که به تاثیر تغییرات درجهٔ حرارت، در ارتباط با شدت تشعشع و بافت سنگ، بستگی دارد.[2]

بدیهی است که هراندازه تغییرات دما ، حتی در فاصله شبانه روز ی با دامنه و فرکانس بیشتر توام باشد ، به همان اندازه در تخریب سنگها و یا لااقل در فراهم آوردن مقدمات تخریب سنگها با ایجاد ترکها ، موثرتر خواهدبود. کاهش اثرات تغییر دما نسبت به عمق یك نمونه سنگی، که گرادیان حرارتی بین لایه سطحی و بخش زیرین آن خوانده می‌شود ، نسبت به قلمروهای مختلف آب و هوایی متفاوت می‌باشد. در اثر آن، سنگهای متصل، برحسب جنس، نوع کانیها ،درشتی و کوچکی و نحوه توزیع آنها ، جهت گیری محورهای کانیها ... به صورت پوست پیازی و یا ایجاد شیارهای شعاعی وجداشدن قطعات کروی به نام بول و ...[3] ازهم جدا می‌گردد. بدین جهت است که نقش این مکانیسم نیز مانند سایر مکانیسمها مطلق و عمومی نیست و کیفیت عمل آن با ویژگیهای سنگها (از قبیل ترکیبات کانی شناسی، شیمیایی، توزیع درزها و سوراخها ، ضریب انبساط سنگها ، رنگ واختلاف رنگ درسطح و بخشهای زیرین سنگها ...) در ارتباط می‌باشد. مثلا" موقعی که سطح سنگ در اثر بجا گذاری موا دی ، تیره رنگ می‌شود ، نسبت به بخشهای عمقی ،بشدت گرم می‌شود و از این رو بشدت تغییرشکل می‌یابد و نمی‌توانندمانند سنگ سالم در انتقال حرارت به قسمتهای زیرین، نقش خود را ایفا نماید. همچنین یك سنگ تیره که دارای آلبدویا درصد انعکاس تشعشعی بسیار کم است، مانند بازالت، بشدت گرم می‌شودو در اثر ریزش رگبار پس از تابش شدید آفتاب

1-BIROT P.,HENINS.,GUILLIEN Y.et DELVERT J 1968,P.20.

۲- رجائی، عبدالحمید، ۱۳۵۲، نشریه دانشکده ادبیات و علوم‌انسانی دانشگاه تبریز ، شماره ۱۰۶، ص ۱۷۱-۱۵۲

3- Boul

به همان شدت سرد می‌شود. بدین ترتیب اگر چه بازالت ، تحت تاثیر ترموکلاستیسم شدیدقرارمی‌گیرد ، لکن الزاما " تخریب آن به صورت پوست پیازی نبوده بلکه غالبا " به شکل گسترش ترك و شیار خودنمایی می‌کند در برخی از سنگهای دیگر نیز اثرات تغییرات دمابه تجزیهٔ دانه‌ای آنها می‌انجامد ، که حاکی از وجود رابطه منطقی بین ویژگیهای سنگ ومکانیسم مذکور است. پرفسور تریکار [1] پیدایش ترکها یا پولیگونهای [2] (چندضلعی) بزرگ را ، در قلمرو پریگلاسیر ، که همان درزهای انقباض حرارتی گوزدزیك [3] در مواد رسی و مورنی می‌باشد، [4] به تاثیرنوعی‌ترمو کلاستیسم درارتباط بانوع زمین، استناد کرده است. این مواد منفصل بوده و " دراثر یخبندان ناشی از برودت زیاد به یکدیگر متصل گشته اند " [5] .

دراثر دخالت مکانیسمهای دیگر مانند کاهش سنیگنی بار ، که منجر به تخریب و متلاشی شدن سنگها درنتیجه پیدایش ترك و شیارهای ریز و درشت می‌شود ، نقش ویژگی سنگ آشکار می‌گردد. می‌دانیم که سنگهای اعماق تحت فشارناشی‌از توده‌های فوقانی قرارمی‌گیرند. وبدین جهت یك سیستم انقباض راتحمل‌می‌نمایندکه‌به‌قابلیت فشردگی موادمربوط می‌شود. این فشردگی موجب نامرئی بودن درزها ودیاکلازها می‌گردد. درصورت‌ازبین رفتن تودهای فوقانی در اثرسایرعوامل مرفوژنیك وسبك‌شدن بارسنگهای زیرین، تغییرات چشمگیری در آنهاحاصل می‌آیدکه‌باضریب انبساط آنها ،درارتباط است. گاهی‌دراثرتغییر شکلهای یادشده ، سنگهای مورد بحث متلاشی می‌شوند. این امر را می‌توان، یا به وجودیاکلازهایی که صخره‌های‌سنگی را محدود می‌کنند استناد کرد ویا با پیدایش تعدادی ترك و درزهای چندمیلیمتری درارتباط دانست. اهمیت این پدیده از نظر ژئومرفولژی بسیار زیاداست. مثلا" تحول دامنه هادرنواحی کوهستانی باکندن توده عظیمی از دیواره آنها دراراتباط با پدیده مذکور دگرگون می‌شود. متلاشی شدن‌دیواره معادن، که درسنگهای بسیار متراکم و

1-TRICART J.
2-Polygones
3-GOZDZIK
4-PAYNAL R.1973,P.125
5-TRICART J.1977,P.21

سخت صورت می‌گیرد ، ناشی از کاهش بار درناحیه است. حتی دربرخی موارد قطعات سنگهای متراکم بلورین، چند روز پس از استخراج، بسیار خردشده و آرنیزه(به وجود آمدن مواد خرد در اندازه ماسه‌های درشت و ریز) می‌شود که به گشاد شدن درزها و ترکهای ریز و گسترده بستگی دارد. بدین جهت است که در عمل، برای جلوگیری از خطرات احتمالی ریزشهای دیواره‌های گالریهای معادن،ازموادی به‌نام سیلکون[1] جهت محافظت آنها استفاده می‌شود.[2] بدین وسیله ، از طرفی ، نفوذ آب در درزها به حداقل می‌رسد و ازطرف دیگر ، اتصال سنگهای متاثر از انبساط ، تاحدودی تامین می‌گردد.

مکانیسم کاهش بار نیز به تخریب پوست پیازی و یا دانه ای وغیره منتهی می‌شود. دراین زمینه نیز نقش‌ویژگیهای سنگها ، صرف نظر کردنی نیست. مثلا" نیروی کششی که از کاهش‌بار حاصل می‌شود ، دربرخی از سنگها منجر به فرسایش پوست پیازی در مقیاس بزرگ می‌شود که به ماکرودسکاماسیون[3] معروف است. درصورتی که در بعضی دیگر تخریب پوست پیازی در مقیاس بسیار کوچك صورت می‌گیرد که میکرودسکاماسیون[4] خوانده می‌شود. علت این اختلاف تخریب با یك نوع مکانیسم ،باجنس و ویژگی سنگ درارتباط است.

نوع ماکرودسکاماسیون عموما" در سنگهای متجانس و یکنواخت با کانیهای ریز دانه حاصل می‌شود درحالیکه نوع میکرودسکاماسیون درسنگهای نامتجانس با کانیهای گوناگون و اغلب دانه درشت، که دارای ضریب الاستیسیته متفاوتی هستند ، صورت می‌گیرد. پرفسورکایو[5] این پدیده رابه گونه‌ای باترموکلاستی درارتباط گذاشته است. بدین شرح که هراندازه فرسایش پیشرفت کرده و لایه‌هایی از زمین رادرضخامتهای معین ازبین‌ببرد ، موجب می‌شود که لایهٔ زیرین آنها به ازای هر ۱۰ متر مواد برداشته شده، ۰/۳ درجه سردتر گشته و ۲/۵ کیلوگرم به سانتیمتر مربع از فشار وارد بر آن بخش کاسته شود. فشردگی و نیروی کشش، یعنی دوپدیده متضاد، ازاین پدیده نتیجه

1-Silcon
2-BJROT P.,HENIN S.,GUILLIEN Y.et,DELVERT J.1968,P.11.
3-Macrodésquamation
4-Microdésquamation
5-CAILLEUX A.

می‌شود. تاثیر پذیری سنگ در برابریکی از این دونیروی متخاصم، بستگی به ضریب انقباض یا انبساط مواد دارد. مثلا" طبق محاسبات همین‌مؤلف، اثرات نیروی کشش در روی گرانیت و گابرو سه برابر بیشتر از نیروی فشردگی است. درسنگهای بازالتی، ماسه سنگی ، آهکی، اثرات هردویکسان است، لکن در سنگهای ژیپسی و نمك طعام، اثر فشردگی سه الی چهار برابربیشتر از نقش نیروی کشش است.[1]

تخریب دانه‌ای سنگها درارتباط با پدیده ترموکلاستی، اگر چه در طبیعت اتفاق می‌افتد، اما بجز در پاره‌ای موارد، به آسانی قابل تفسیر نیست. در برخی از لایه‌های سنگها که در بخش سطحی آن تعدادی از دانه ها در لایه نازکی از سیمان قرار گرفته‌اند، تجزیه دانه‌ای را به سادگی می‌توان تفسیر نمود. اما درمورد سایرسنگهای متصل و سخت، موضوع بسیار پیچیده و غامض است. دراین گونه سنگها ، تغییرات مکرردرجه حرارت وگرم‌وسردشدن سنگها به طور متناوب موقعی می‌تواندمنجر به تجزیهٔ دانه‌ای شود که اتصال کانیهای تشکیل دهندهٔ آنها از یکدیگر، و یا لااقل اتصال چنددانه رااز چند کانی دیگر از بین ببرد. لازم به توضیح است که ترکیبات نامتجانس برخی از سنگها (مخصوصا " سنگهای آذرین درونی، بلورین و بلور لایه که از اتصال کانیهای گوناگون‌ناشی می‌شوند) . در شرایط خاص، برای از بین رفتن اتصال دانه‌ها از شرایط مساعدی به حساب می‌آید. زیرا هریك از کانیها دارای یك ضریب انبساط حجمی و یك ضریب انقباض یا فشار پذیری خاصی را دارامی‌باشد که نسبت به هم بسیار متفاوت است. همین ویژگی سبب می‌شود که انبساط و انقباض ناشی از تغییرات درجه حرارت در تمامی کانیها به یکسان صورت نگیرد. مثلا" ضریب انبساط‌کوارتزدر برابر افزایش دما و یا سه برابربیشتر از کانیهای دیگر است و بعلاوه بیشتر از سایر کانیها نیز قابلیت تراکم داشته و فشارپذیر است. طبق محاسبات کورن[2] این‌کانی دراثر گرم شدن به اندازه ۴۰ سانتیگراد، انبساط حجم پیداکرده و فشاری معادل ۵۴۵ کیلوگرم بر

1-BIROT P.HENIN S.,GUILLIEN Y.et,DELVERT J.1968,P.14
2-CORRENS

سانتیمتر مربع وارد می‌آورد. ویژگیهای یادشده موجب می‌شود که کوارتز در برابر تغییرات درجه حرارت مقاومت بهتری را نسبت به کانیهای دیگر از خودنشان بدهد. در صورتیکه سایر کانیها، مانند فلدسپاتها، با تغییر دما، حالت پلاستیسیته نامحسوسی را به دست آورده و در اثر لغزیدن برگهای میکروسکپی در روی یکدیگر تغییر شکل می‌یابند.[1]

در گروهی از سنگها، مانند برخی از سنگهای آهکی، که ظاهرا" دارای بافت متجانس و یکنواخت هستند، انبساط و انقباض در اثر گرم شدن، به طور یکنواخت صورت نمی‌گیرد. همین عدم هماهنگی در انبساط و انقباض، که به اختلاف جهت‌گیری محور بلورها بستگی دارد، به ایجاد ترک و جدایی دانه‌ها منجر می‌شود.[2] بدین جهت است که وقتی قطعه سنگی تحت فشار معینی قرار می‌گیرد، "درحجم کلی آن سیستمی از انقباض پدیدار می‌شود" و شدت نیرویی که برواحد سطح وارد می‌آید" برحسب وضع استقرار و جهت گیری هر واحد " متفاوت می‌باشد.[3]

۳ـ هالوکلاستی و هیدرو کلاستی نیز جزومکانیسمهایی هستند که در هوازدگی سنگها نقش مرفوژنیك قابل ملاحظه‌ای انجام می‌دهند. ارتباط این مکانیسمها با ویژگیهای سنگها تولیدانواع گوناگونی از خرده‌سنگها (درابعاد مختلف و یا درنحوهٔ متلاشی شدن آنها) همانند مکانیسمهای فوق الذکر، از اهمیت زیادی برخوردار است.

نمکهایی که در آب حل شده و درسنگهانفوذ می‌کنند تحت حالات گوناگون، مانند تبلور محلول اشباع شده، رشد و درشت شدن بلور، هیدراتاسیون ... در متلاشی شدن سنگها به صورت قطعات درشت و ریز، فلسهای نازك، به شکل دانه‌ای ... موثر واقع می‌شود. این همان عمل هالوکلاستی[4] است که اهمیت آن به وسیله آزمایشهای گوناگون درروی سنگهای مختلف مورد تایید قرار گرفته است.[5] فشاری که نمکها دراثر

1-BIROT P.,HENIN S.,GUILLIEN Y.et,DELVERT J.1968,P.20
2-BIROT P.1981,P. 102
3-BIROT P.1981,P.4
4-Haloclastie
5-TRICART J.1977,P.24

حالات گوناگون ، از قبیل انبساط برحسب افزایش حرارت، تبلور محلول و رشد بلور ، در حالت انیدریدی (کاهش آب محلول نمکی و تبلور به صورت انیدریدی) یاحالت هیدراته (جذب ملکولهای زیادی از آب توسط بلورهای نمك)، به دیوارهٔ سنگها وارد می‌سازند، موجب متلاشی شدن آنها می‌گردند. درزها و منافذ موجبات سهولت عمل این پدیده را فراهم می‌آورند. [۱] گذشته از اینکه " ساختار بلورشناسی " در فعال بودن انحلال ، نقش موثری بازی می‌کند. [۲] مثلا" افزایش حرارت باازدیاد حجم نمك توام است که به ضریب انبساط آن بستگی دارد(ضریب انبساط نمك طعام Nacl سه برابر بیشتر از ضریب کوارتز Sio_2 است).

درمورد رشد بلورها ، طبق محاسبات انجام شده، اگر محلول زاج سفید به حالت فوق اشباع برسد، هنگام تبلور، حدود ۰/۶ درصد با افزایش حجم همراه است که فشار حاصل از آب به ۱۲۷ کیلوگرم برسانتیمتر مربع بالغ می‌شود. دررشد بلورهای درشت، که به شرایط آب و هوایی و شدت تبخیر بستگی دارد، فشار حاصله نسبت به مکانیسم قبلی نیز بیشتر است. با لاخره در هیدراتاسیون [۳] (به حالت ملکولی پایونی) ویژگی جذب آب، که دربعضی ازبلورهای نمکی وجوددارد، موجب می‌شود که فشار قابل ملاحظه‌ای به دیوارهٔ شیارهای سنگهای متصل وارد آید، به طوریکه Na_2So_4 با جذب ۱۰ ملکول H_2O ۴۰ کیلوگرم برسانتیمتر مربع و Na_2Co_3 با جذب همان مقدار آب ۲۰۰ کیلوگرم برسانتیمتر مربع فشار وارد می‌کند. [۴]

در مکانیسم هیدروکلاستی و تناوب تر و خشك شدن، موادرپزی مانند رس، که توسط آب به شیارها و درزهای سنگها نفوذ می‌کند، دراندك زمانی به مرز مایع (آتربرگ [۵]) می‌رسد [۶] ، دراثر تکرار این عمل سنگها برحسب جنس

۱ـ رجائی، عبدالحمید، ۱۳۷۱، نقش نفوذ پذیری سنگهای متصل درفرسایش دیفرانسیل و روشهای تعیین آن، ص ۰۴

۲ـ محمودی، فرج ا ۰۰۰ ، ۱۳۶۸و ۱۳۷۰ ، ژئومرفولژی، جلد اول، ص ۱۶۲.

۳ـ Hydratation (افزایش آب درترکیب سنگها و کانیها ، بدون اینکه الزاما" ساختمان اتمی و ملکولی را دگرگون نماید).

4-BIROT P.,HENIN S.,GUILLIEN Y.et ,DELVERT J.1968,P.37

5-Atterberg

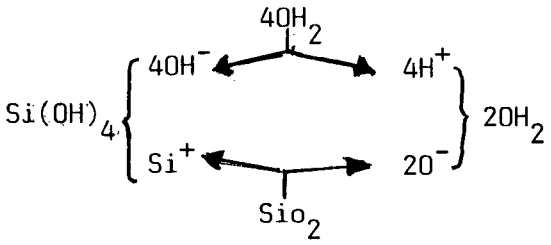
6-TRICART J.1965,P.260

و متناسب با توزیع‌درزها و یا نوع دانه‌ها ، به صور گوناگون و دراندازه‌های مختلف متلاشی می‌شود. ترزاکی [1] و تالوبری [2] ، مکانیسم مکش منافذ را ، که به جذب آب در داخل حفره‌های ریز منجر می‌شود ، درایجاد نیروووواردشدن آن به دیواره منافذ دخیل می‌دانند. [3]

۴- با لاخره عمل انحلال خواه به صورتهای کولوئیدال [4] ،ملکولی ویونی ، و تجزیه شیمیایی ،که در تخریب سنگها نقش قابل ملاحظه‌ای را ایفا می‌کند ، در شرایط آب و هوایی مساعد ، با ویژگی پتروگرافی آنهاکاملا"در ارتباط می‌باشد. نوعی تجزیه شیاری که موجب فراخ شدن ترکها می‌گردد ، به افزایش سرعت جریان آب‌درداخل سنگها منجر می‌شود. دراین صورت ، تنها عناصری که قابلیت انحلال بیشتری دارند به حالت محلول از منطقه خارج می‌شوند.هراندازه که تماس آب با جدار کانیها بیشتر باشد و کانیها قابلیت حل شدگی بیشتری داشته باشند ، به همان اندازه عمل هیدرولیز و انحلال مواد به خوبی صورت می‌گیرد.

تجزیه شیمیایی نظیر عمل انحلال ، دراثر برخورد آب با سطوح جدار درزها و منافذ ،درشرایط آب و هوایی معین صورت می‌گیرد. دراین نوع تجزیه ، علاوه براینکه ماده به صورت ملکولی یایونی در می آید ، یك جانشینی یا جابجایی در عناصر نیز رخ می‌دهد. [5] ، مثلا" بلورکوارتز Sio_2 درا ثرانحلال در آب از حالت چهار وجهی خارج می‌شود. این عمل جابجایی عناصر راامکان پذیرمی‌سازد. شمای زیرین چگونگی جابجایی عناصر را به خوبی نشان می‌دهد.

1-TERZAGHI K.
2-TALOBRIE V.
3- BIROT P. 1981,P.83
4-Colloidale
5-BIROT P.,HENIN S.,GUILLIEN Y.et,DELVERT J.1968,P.57.



به طوریکه در شمای فوق مشاهده می‌شود ۴ یون OH^- با ۲ یون O^- جابجا شده است. بدین ترتیب آرایش ملکولی و ترکیبات شیمیایی ماده‌اولیه به هم خورده و یک‌ماده جدید با ترکیب شیمیایی و آرایش ملکولی نو به دست می‌آید. برای آبهای جاری، اصولا" فرصت کافی برای انجام پدیده‌های فوق فراهم نمی‌آید. بدین سبب است که اولا" شدت انحلال و تجزیه شیمیایی به حداقل می‌رسد، ثانیا" تنها عناصر با قابلیت حل شدگی بیشتر درآن حل می‌شوند. اما شبکهٔ درزها و منافذ سنگها ،ازسرعت جریان آب به طور قابل ملاحظه‌ای می‌کاهند و زمینه را برای عمل تجزیه فراهم می‌سازند. بایداضافه کرد که سرعت انحلال و یا تجزیهٔ شیمیایی، علاوه برتخلخل ، باانداره متوسط دانه‌های تشکیل دهندهٔ یک بلور یا سنگ‌در ارتباط است. زیرا هراندازه که دانه‌هاریزتر باشند سطح برخورد آب با عناصر بیشتر می‌شود.

ظرفیت جذب آب یک سنگ، در ارتباط با منافذ و درزهای‌آن، که عامل ضعف یک سنگ به شمار می‌رود، در فرسایش شیمیایی از اهمیت خاصی برخورداراست. دربرخی از قلمروهای آب و هوایی، مانند بین المدارین گرم و مرطوب، پاره‌ای از سنگهای خاص، نظیر گرانیت ، تعدادی ازمواد خود را در اثر انحلال و تجزیه شیمیایی بتدریج از دست می‌دهد وبه صورت سنگ پوسیده‌ای در می‌آید، بدون آنکه حجم آن تغییر پیدا کند. بدین جهت میلو[1] آن را ایزوولومتریک[2] می‌نامند.[3] در مراحل اولیه این نوع تجزیه، شستشوی ناقص

1-MILLOT
2-Isovolumètrique
3-TRICART J.,et KILIAN J. 1979, P.94.

که ازطریق شیارها صورت می‌گیرد موجب می‌شود که محیط، حالت قلیایی داشته باشد. دراین شرایط رس از نوع مونت موریونیت [1] حاصل می‌شود. این رس سیلیکات آلومینیوم هیدراته ، به فرمول $[Si_4O10(OH)_2]AL_2 - 4H_2O$ می‌باشد که دارای ساختار لایه‌ای است [2] و درترکیب آن مقدار زیادی سیلیسیم Si به کار رفته است. [3] با پیشرفت تجزیه،لایه‌هایی از ملکولهای آب برگهای آن را از هم جدامی‌کند، به گونه‌ای که فاصله بین برگه‌ها به ۱۴ A^o می‌رسد [4] وآن‌را از روی انحراف اشعه ایکس در میکروسکپهای ویژه مورد شناسایی قرار می‌دهند. [5]

پس از آنکه شستشوی مواداز قسمت زیرین سنگ به حد معین برسد، محیط تدریجا" به حالت اسیدی در می‌آید و تجزیه دریك چنین محیطی ادامه می‌یابد. بااسیدی شدن محیط انحلال فلدسپاتها افزایش می‌یابد و رس از نوع کائولینیت به وجود می‌آید. ولاس [6] ،دریك محیطی که P.H آن اغلب اسیدی بوده و بین ۴/۶ تا ۸ در نوسان بود، توانسته است پودرهای فلدسپات را به صورت معلق فراهم می‌آورد.

در نتیجه تماس آب با کانیها ، ابتدا انحلال‌کاملی از آنها ، بویژه از میکاها ، فلدسپاتها حاصل می‌شود. پس از آنکه فلدسپاتها درشرایط معین آب و هوایی به‌صورت انحلال ملکولی ویونی در آمدند، مجددا "ترکیب دیگری از آلومین و بخشی ازسیلیس‌دریك سازند جدید(نئوفورماسیون [7] صورت می‌گیرد.

1-Montmorillonite

۲-این ساختار به فیلتوز Phylliteuse معروف است.
DERRVAN MAX ,1988,P.66

3-DERRUAN Max.1988,PP.165,325

4-JUNG J. 1969,P.32

5-CAILLERE S.,HENIN S.,TRAUTUREAUM.,1982,P.102

6- WOLLAST

7-Néoformation

فلدسپاتهای پتاسیك مانند اورتوز [۱] ومیکروکلین [۲] ، گرچه ازمقاومت بیشتری برخوردار بوده و دراغلب شرایط می‌توانند ویژگیهای خودرا حفظ نمایند، اما در آب و هوای گرم و مرطوب تحت تاثیر انحلال‌قرار گرفته و پس از طی مراحل گوناگون،کانیهای جدید رسی ازنوع کائولینیت از آنها حاصل می‌شود، مراحل فعل و انفعالات به شرح زیر خلاصه می‌شود:

مرحله اول: انحلال عناصر فلدسپات:

اسیدسیلیسیك — میکروکلین

$$KALSi_3O_8+8H_2O \longrightarrow K^+ + Al(OH)_4^- + 3H_4SiO_4$$

مرحله دوم: رسوب آلومینیم به صورت ژیبسیت [۳] یاهیدرا رژیلیت [۴]

ژیبسیت

$$KAL\ Si_3O_8+8H_2O \longrightarrow K^+ + OH^- + 3H_4SiO_4 + Al(OH)_3$$

مرحله سوم: تولید کائولینیت از ژیبسیت:

کائولینیت

$$Al(OH)_3+2H_4SiO_4 \longrightarrow Al_2Si_2O_5(OH)_4+5H_2O$$

اگر چه کانیهای مختلف دراثر تجزیه شیمیایی به صورت بسیار گوناگون تجزیه شده و مواد مختلف از آنهاحاصل می‌آید، ولی به سادگی نمی‌توان نتیجه گرفت که از تجزیه شیمیایی هر کانی ماده خاصی تولید می‌شود، بلکه گاهی عکس این نتیجه به دست می‌آید. مثلا" علاوه براینکه از تجزیه فلدسپاتهای پتاسیك، کائولینیت به وجودمی‌آید، بعضی کانیهای دیگر نیز مانند آنورتیت [۵] ($[Si_2Al_2O_8]Ca$) از گروه پلاژیوکلازها [۶] که قطب کالیسم آنها را تشکیل می‌دهد و یا بیوتیت [۷]

$K(Mg, fe)_3[Si_3AlO_{10}(OH)]$ از گروه میکاها، می‌توانند کائولینیت تولید کنند. در صورتیکه تجزیه عده‌ای از کانیهای دیگر

1-Orthose
2-Microcline
3-Gibbsite
4-Hydrargilite,ROUBAULT M.,FABRIES J.,TOURET J.,et WEISBROD A. 1963,P.249.
5-Anortite
6-Plagioclases
7-Biotite

کائولینیت، نمی‌دهند. مثلا"، اولیوین [1] $(SiO_4)(Mg,Fe)_2$، از گروه پریدوت ها [2]، که در اثر تغییرشکلهای ناشی از تاثیر آبهای معدنی (هیدروترمال [3]) مورد تجزیه قرار می‌گیرد، با جابجایی Fe^{++} و Mg^{++} به ماده جدیدی به نام سرپانتین [4] $(Si_4O_{10})(OH)_8Mg_6$ تبدیل می‌شود.[5] ویا تنها برخی از کانیها مانند بیوتیت، در نتیجه تغییر شکلهای ناشی از تجزیه شیمیایی قادر به تولید ورمیکولیت [6] است که نقش مورفوژنیک آن در متلاشی ساختن سنگها صرفنظر کردنی نیست.

از مطالب فوق می‌توان چند نکته مهم را استنتاج کرد:

۱- تجزیه شیمیایی سنگهای متصل، بخصوص بلورین وبلور لایه، یا رس به وجودمی‌آوردو یا هیدروکسیدهای فلزی را تولید می‌کند.

۲- کانیها دربرابر فرسایش شیمیایی به صور گوناگون عکس العمل نشان می‌دهند. که در تجزیه میکروکلین به کائولینیت‌یابیوتیت به‌ورمیکولیت مشاهده می‌شود.

۳- شرایط محیط طبیعی مانند درجه حرارت، اسدیته، نوع اسیدهای موجود در زمین (انواع اسیدهای آلی و معدنی)، درصدانیدریدکربنیک ...، در تجزیه شیمیایی کانیها و نوع مواد به دست آمده نقش به سزایی ایفا می‌کند. پرفسور بیرونشان داده است که تجزیه میکروکلین (مراحل گوناگون آن را دیدیم)، در صورتیکه شرایط طبیعی محیط با PH زیادترتوام با K^+ بیشتر مشخص باشد، ثبات کائولینیت از میان رفته و نتیجه به پیدایش سریسیت [7] (یا هیدروموسکویت [8] که با میکای سفید به نام موسکویت [9]

1-Olivine
2-Péridotes
3-Hydrothermale
4-Serpentine
5-PERRUCHOT A.1976,PP,225,233 et BIROT P.1981,P.156.
6-Vermiclite
7-Séricite
8-Hydromuscovite
9-Muscovite

$[Si_3ALO_{10}](OH)_2KAL_2$ هم فرمول می‌باشد) و یا سمکتیت [1] آلومین(که بیدلیت [2] نام دارد) منتهی می‌شود. [3] همانگونه که فرمول زیر نشان می‌دهد:

بیدلیت $KALsi_3O_8 + nH_2O \dashrightarrow$

$(Si_3,7ALO_3)O_{10}AL_2(OH)\ 2KO,3+3,2si(OH)_4 + 2K^+ + 2\overline{OH}$

و نیز وقتی فشار ویژهٔ انیدریدکربنیک آتسمفر کمتر باشد، از تجزیهٔ فلدسپات پتاسیک علاوه بر کائولینیت، مقداری مونت موریونیت و سریسیت نیز تولید می‌شود، در صورتیکه با افزایش فشار مخصوص آتسمفر، تجزیه فلدسپات ۱۰ برابر افزایش یافته و فراوردهٔ بدست آمده کلا" از نوع کائولینیت می‌باشد. همچنین هنگامیکه آب، با اخذ مقداری اسیدهای آلی ناشی از تجزیه موجودات زنده، حالت اسیدی پیدامی‌کند، در تجزیه شیمیایی کانیها دگرگونیهایی صورت می‌گیرد. علاوه بر آن، تجزیه کانیها نسبت به نوع اسید موجود در آب نیز تغییر می‌یابد، از مقایسه عمل آب مقطر و آب اسیددار با PH معادل ۵/۷۴، که منشای اسیدی آن Co_2 ویا اسیدهای آلی مانند اسیداستیک [4] ($CH_3\ COOH$)، اسیداسپارتیک [5] ($HOCO-CH[NH_2]-CH_2CO2H$) اسیدسالیسیلیک [6] یا اورتوهیدروکسی بنزوئیک [7] ($OH-C_6H_{14}-Co_2H$) اسیدتارتریک [8] ($HOCO-CHOH-CHOH-CO_2H$، یك اسیدالکلی)، اسید لاکتیک [9] ($CH_3-CHOH-CO_2H$)، اسیداکسالیک [10] ($HOCO-COOH$)، نتایج گوناگونی به دست آمده است. آزمایش روبر [11] نشان داده است که

1-Semectite
2-Beidellite
3-BIROT P.1981,P.143.
4-Acetiqe
5-Aspartique
6-Salicylique
7-Ortho Hydroxybenzoique
8-Tartrique
9-Lactique
10-Oxalique

این فرمولها اغلب ازمنبع شماره ۲۳ جلدهای ۲و۱۱و۱۵و۱۸و۱۹ استفاده شده است).

11- ROBERT M.

محلولی از اسید لالتیك و اسیداکسالیك، در ۶۰ درجه حرارت، موجب می‌شود که استخراج K_2O بیشتر از AL_2O_3 و Sio_2 صورت بگیرد و AL رسوب نکندو این خود یکی از نشانه‌های ویژه‌ای از عمل اسیدهای آلی به شمار می‌رود. اثر اسیداکسالیك در این زمینه ۵ برابر بیشتر ازاسید لاکتیك بوده است.[1]

نتیجه:

سنگ های سخت و متصل به وسیله سیستمی از ترکیب مجموعه‌ای از فاکتورها، مانند تخلخل و نفوذ پذیری، چگونگی توزیع آنها، انواع کانیها درشتی و کوچکی آنها، ساختار سنگ، بافت کانیها و طرز استقرارو جهت گیری آنها، نوع سیمان به کار رفته در سنگهای رسوبی... ویژگیهای خاصی را دارا می‌باشد. همین ویژگیها کیفیت تاثیر پذیری سنگ را در مقابل مکانیسمهای گوناگون هوازدگی، به حالت فیزیکی و شیمیایی، هدایت می‌کند. هریك ازفاکتورهای یادشده، نقش خودرابه‌نوعی دربرابرمکانیسمهای مرفوژنیك ایفامی‌نماید. برخی از آنهاجزوعواملمقاوم به‌حساب آمده‌وبعضی دیگرازعوامل ضعف به‌شمار می‌آیند. مثلا "توزیع‌شبکه متراکمی ازدرزها (به‌دلیل فراهم آورد ن موجبات نفوذآب)، کانیهای‌سیاه آهن‌ومنیزیم دار (به‌علت سهولت انحلال یاتجزیه دربرابرمکانیسم‌شیمیایی)، دردرشتی دانه‌ها (به‌مناسبت‌اعمال فشاردر اثر انبساط آنها متناسب باابعاد محدود کننده کانی)، اختلاف جنس کانیها (به جهت دارا بودن ضرایب انبساط و الاستیسیته متفاوت)، ... عواملی هستند که در مجموع موجب کم مقاوم شدن سنگها می‌شود و برعکس، امادرایفای نقش هرکدام از آنها حدو مرزی وجوددارد. به طوریکه پاره‌ای از سنگهای بسیار منفذ دار، مانند بسیاری از سنگهای ماسه‌ای و بعضی از سنگهای آهکی، با بیش از ۱۰ درصد نفوذ پذیری، دربرابر یخبندان به سهولت متاثر نمی‌شوند. زیرا نفوذ پذیری در مقابل کریوکلاستی در یك حد معینی که بین ۳ تا ۶ درصد درنوسان است، به ایفای نقش در حدنهایی خود می‌پردازد.[2] بدین

1-ROBERT M.1975,PP.63,400 et Birot P.1981,PP.141,589

2-WINCKELL A.1971,P.171

بدین جهت است که برای مقاوم کردن بتونهای ساختمانی دربرابر عمل یخبندان ، موادی را بدان اضافه می‌کنند. با این عمل نفوذ پذیری بتون را ، که در حالت معمولی ۴ درصد است افزایش می‌دهند. در مورد سایر ویژگیها نیز ، علیرغم روابط عمده‌ای که هریك از آنها با مکانیسمهای فرسایش نشان می‌دهد ، نمی‌توان از تاثیر عمومی و مطلق صحبت کرد ، بلکه همانگونه که شرح آن گذشت ، یك نوع سنگ با دارا بودن ویژگیهای همگن، ممکن است به صور گوناگون فرسایش یابد و یا از تجزیه شیمیایی یك نوع کانی ، مواد گوناگونی حاصل آید و یا از چندنوع کانی متفاوت یك نوع مواد به دست آید. تنها در مورد برخی از سنگها ، مانند نوعی آهکها ، پروسه‌های یکسانی عامل انحصاری مرفوژنز می‌شود.[1] بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که :

ـ اولا " همانگونه که پرفسور کك اشاره می‌کند ، " نقش ویژگیهای سنگ نگاری " نسبی است[2] و این ویژگیها " کم و بیش تابع ویژگیهای محیطهای زیست اقلیمی می‌باشد " ، به طوریکه یك نوع سنگ می‌تواند بر حسب مناطق مختلف، گاهی به صورت برجسته و زمانی به شکل پست ظاهر شود و یا اینکه مقیاس مقاومت سنگها ، دررابطه با عرض جغرافیایی و زمان، قابل تغییر می‌باشد.[3]

ثانیا " ، علاوه بر ارتباط مستقیمی که هریك از سیستم ویژگی سنگهای متصل با مکانیسمهای مرفوژنز دارا می‌باشد و همچنین علاوه بر اینکه بین مجموعه ویژگیها و حالات هوازدگی نوعی پیوند وجوددارد ، شرایط محیط نیز (که از ترکیب در جه حرارت، اسیدی یا قلیایی بودن، نوع اسیدهای معدنی یا آلی ، درصد انیدریدکربنیك هوا و ... حاصل می‌شود) ، موجب رابطهٔ دیگری می‌شود. رابطهٔ اخیر گاهی در تشدید نقش هریك از ویژگیها و گاهی در دگرگون شدن آنها موثر می‌افتد .بدین ترتیب سیستم پیچیده تروگسترده‌تری در مطالعهٔ روابط به وجود می‌آید که بدون انجام تحقیقات عمیق، سیستماتیك و بین رشته‌ای کشف واقعیات آنها امکان پذیرنخواهدبود.

1-KHOBZI Jeack.1972,P.57
2-COQUE ,Rogér.1984,P.20
۳ـمحمودی ، فرح ا ... ، ۱۳۶۸و ۱۳۷۰ ، ژئومرفولژی ، جلددوم، ص ۲۳

فهرست منابع

۱- رجائی، عبدالحمید، ۱۳۷۱ ، " نقش نفوذ پذیری سنگهای متصل در فرسایش دیفرانسیل و روشهای تعیین آن " نشریه دانشکده ادبیات وعلوم و انسانی دانشگاه تبریز، زیر چاپ صفحه ۲۸-۱ نوشته اصلی.

۲- رجائی، عبدالحمید، ۱۳۵۲، " بررسیهایی در زمینه ژئومرفولژی نواحی آتشفشانی کناره جنوبی دشت لوت ایران " نوشته بوت و ...، نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز، سال ۵۲، شماره مسلسل ۱۰۶، صفحات ۱۷۱-۱۵۲.

۳- محمودی، فرج ا...، ۱۳۶۸ و ۱۳۷۰، ژئومرفولژی، تالیف ژوره کنك، جلداول، ۱۳۶۸، ژئومرفولژی ساختمانی و دینامیك بیرونی، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۸ صفحه.

جلددوم، ۱۳۷۰، ژئومرفولژی اقلیمی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۶ صفحه.

4- BERTOUILLE ,H 1972 Effets du gél Sur les sols Fins:Rév . de Géom.dyn.N 02-XX leannée pp. 71-85.

5- BIROT P.1981,Les Processus d'érosion a'la surface des Continents Masson,Paris,Newyork,Barcelon,Milan,Mexico,Rio de Janeiro,605p.

6- BIROT P.HENIN S., GUILLIEN Y.et DELVERT J.1968. Contribution a'L'étude de Ia désagrégation des roches,C.D.U. Paris 232p.

7-BIROT P. 1968.précis de geographie générale A.C.Paris, 340p.

8-CAILLÈRE S.,HENIN S., TRAUTUREAU M. 1982. Minéralogie des argiles-II: Classification et nomenculature - Masson.Paris,New York, Barcelon,Milan ,Mexico,Rio de Janeiro,189 p.

9- COQUE,Roger.1984.Géomorphologie,3eédi- collec. U . Armand collin ,Paris, 430p.

10- DEMANGEOT,Jean. 1990, Les milieux. naturels . du globe - 3eédi. - Masson - Collec.Géographie Paris...277p.

11- DERRUAU Max 1988,:Précis de géomorphologie - 7eédi Masson - Paris... 533p.

12- GODARD A.et ses collab .1972.Quelques enseignements affortés far la massif central francais dans L'etude géomorphologique des roches cristalline Rev.de Geographys. et G'eol. dyn.Vol,5,Fac 3-pp.265-297.

13- JUNG J. 1969.Précis de pétrographie 3eéd. Masson et Cie, Paris, 332p.

14-KHOBZI Jeack.1972, Erosion chimique et mecanique dans la genèse de dépressions,Pseudo - Karstiques Souvent endoréiques. Rev.de géom dyn .No,2,XX1^{e} année.pp. 57-71.

15- PERRUCHOT A.1976.Contribution a'l'étude des gites silicates de nickel- Bull,Soc,Tr.Minéralogie,p.225-233.

16- RAYNAL R.1973.La géomorphologie Périglaciaire au congrès de Montréal ...Rév.de Géom.dyn.No-3-XX11^{e}année pp. 125-130.

17- ROBERT M.1975 Principe de détermination qualitative des minéraux argileux a'l'aide des,Rayon x.Problèmes Partiquliers posés par les minéraux argileus les plus frequents dans les sols des regions temperées.Ana.Agron Vol.26,No 4,pp.363-400.

18-ROUBAULT M.,FABRIES J., TOURET J.,et WEISBROD A. 1963.Détérmination des minéraux des roches au microscope. Polarisant.édit.Lamarre-poinat paris,365p.

19-TRICART J.1977.Précis de géomorphologie-2e-T.Géom. dynamique génerale. S.E.D.E.S. Paris ,345p.

20-TRICART J. 1965. Principes et Méthodes de la géomorphologie Masson et cie .Paris,496p.

21-TRICART J.,et KILIAN J.1979.L'éco-Géographie, et l'amenagement du milieu naturel.FM/HÉRODOTE.Paris,326p.

22-WINCKELL A. 1971.Role respéctif de la tectonique recente et de l'érosion differentielle dans L'élaboration du relief de la retombée Nord-Ouest de La montagne - Limosine - Thèse de 3e cyele Inst.de géog.de Clermont-Fd, 164p.

23-GRAND LAROUSSE , 22v.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی