سنگ شناسی و پترولوژی

Download from:aghalibrary.com

سنگ شناسی و پترولوژی

فهرست مطالب

بخش اول: سنگ شناسی آذرین 11
فصل اول:ماگماتیسم و آرشیکتور 11
تقسیم بندی یاگار برای ماگماها از لحاظط محتوی گاز 11
ترکیب شیمیایی ماگماها 12
ترکیب شیمیایی ماگماها 12
ارتباط عمق منشاء ماگماها با درصد اکسیدها 12
منشاء ماگماها 12
نتایج وینکلر 13
منشاء ماگماهای بازالتی 14
اختلاف کلی ماگماهای گرانیتی و بازالتی 14
تبلور ماگما 14
واکنش زنجیری درماگمای غنی از سیلیس 15
واکنش زنجیری درماگماهای فقیر از سیلیس 16
تبلور در ماگمای آبدار و تحت فشار 17
وجود آب درماگماها 17
تاثیر فشار بر ترتیب تبلور کانیها 18
اثر صورتهای مختلف فشار بر ترتیب تبلور، ذوب و انجماد در کانیها 18
اثر فشار بر دیاگرام ذوب یا تبلور ارتوز 19
تبلور درماگمای غنی از عناصر قلیایی (آلکالن) 19
مراحل مختلف انجماد ماگماها 20
مراحل مختلف انجماد سنگ های آتشفشانی 22
شکل توده های آذرین 24
شکل توده های آذرین درونی 24
توده نفوذی هم شیب با سنگ درونگیر 24
معرفی اشکال مختلف توده های نفوذی 26
نمایش باتولیت و استوک 27
نمایش نک 28
مخروط آتشفشانی مطبق (Strato Volcan) 28
شکل گدازه های آتشفشانی 29
دم و دم کوله 29

شکل توده های سنگ های آذرآواری(Pyroclstics)..... 30
اسکوری..... 30
بافت سنگ های آذرین(Texture) 33
انواع بافت های سنگ های آذرین 33
ساخت سنگ های آذرین 34
ساخت درشت بلور (Strature phaneritique)..... 34
ساخت دانه ای 35
ساخت پورفیروئید(Structure porghyroide)..... 35
ساخت پگماتیتی..... 35
ساخت پگماتیتی گرافیک 35
ساخت پگماتوئیدی 35
ساخت کروی(Strauure Orbicalaire) 36
ساخت آپلیتی 36
ساخت ریز بلور(Structure microcristaline(aphaneritique)) 36
ساخت دانه ای ریز بلور (Structure microgrenue)..... 36
ساخت فلسیتیک پورفیریک 37
ساخت میکرولیت 37
ساخت دلریتی(Structure doleritique)..... 38
ساخت دلریتی اینتر سرتال 38
ساخت دلریتی اینتر سرتال 38
ساخت پوئی لیتیک..... 39
ساخت شیشه ای (Structure hyaline)..... 39
ساخت تمام تمام شیشه ای(Structure hohyaline)..... 39
ساخت شیشه ای مرواریدی(Structure hohyaline perlitique) 39
ساخت هیالوپورفیریک 39
ساخت هیالواسفرولیتیک(Structure hyalospherolitique)..... 39
ساخت اسفرولیتی 40
نکات کلیدی فصل اول 41
نمونه سوالات تستی 42
پاسخنامه سوالات تستی 48
فصل دوم: روش های رده بندی و پتروگرافی سنگ های آذرین 51
روش های مختلف رده بندی سنگ آذرین 51
رده بندی کانی شناسی کیفی 51
رده بندی کانی شناسی کمی..... 54
ضریب اشباعی(Indice de saruration)..... 54
ضریب فلدسپاتی(Indice feldespartique)..... 54
ضریب رنگینی(Indice de coloration) 54
پتروگرافی توصیفی سنگ های آذرین 60

تقسیم بندی بازالت ها از نظر میکروسکوپی 69
کربناتیت ها..... 77
نکات کلیدی فصل دوم 78
رده بندی اشتریکایزن(Stekeision.A)..... 78
تفریق بازالتها 79
انواع گرانیت ها 80
نمونه سوالات تستی 81
پاسخنامه سوالات تستی..... 87
فصل سوم: پترولوژی..... 91
قانون فازها..... 91
فاز دیاگرامهای پترولوژی 92
سیستم دوتایی با حدواسط ذوب جور یا سازگار..... 93
سیستم دوتایی با ترکیب حدواسط ذوب ناجور یا متناقض یا ناسازگار 94
تبلور سیستم نامتجانس 95
فاز دیاگرامهای دوتایی دارای محدوده عدم اختلاط..... 95
دیاگرام زمان- دما..... 96
محلول جامد..... 97
منحنی دارای محلول جامد در نقطه Min 97
منحنی هیپرسولوس 98
نکات کلیدی فصل سوم 101
نمونه سوالات تستی 103
پاسخنامه سوالات تستی..... 111
بخش دوم: سنگ شناسی دگرگونی 115
فصل چهارم:شناخت دگرگونی و فاز..... 115
فشارهای موثر در دگرگونی 117
فشار جهت دار یا فشار تکتونیکی..... 117
نقش فشار در اثر نفوذ ماگما 118
نقش ترکیب شیمیایی سنگ اولیه..... 118
نقش زمان 118
انواع دگرگونی 118
مشخصات دگرگونی مجاورتی یا همبری..... 119
مشخصات دگرگونی کاتاکلاستیک یا دینامیک یا دگرگونی مناطق برشی 119
مشخصات دگرگونی اصابتی یا ضربه ای..... 120
مشخصات دگرگونی ناحیه ای..... 120
مشخصات دگرگونی تدفینی 120
مشخصات دگرگونی کف اقیانوس..... 121
مشخصات دگرگونی هیدروترمال 121
ساخت و بافت در دگرگونی 122

نشانه های غیر آذرین بودن سنگ اولیه 122
فابریک 122
فابریک ایزوتروپ(همگن) 123
فابریک انیزوتروپ(ناهمگن) 123
فابریک سنگ های فاقد جهت یافتگی برتر(ایزوتروپ) 123
فابریک دارای جهت یافتگی برتر(انیزوتروپ) 123
فولیاسیون 124
کلیواژ شکستگی یا درزه ای 124
تفاوت کلیواژ درزه ای و اسلیتی 124
انواع ساخت دگرگونی 125
بافت جداری یا آمبرشیتی 128
تعیین درجه دگرگونی براساس کانیهای شاخص و مناطق دگرگونی 131
تعیین درجه دگرگونی براساس رخساره های دگرگونی 132
انواع رخساره های دگرگونی 133
زوج کمربندهای دگرگونی 138
فازدیاگرام های ترکیبی در دگرگونی 139
نمودار A'FK,ACF 139
نکات کلیدی 144
نمونه سوالات تستی 146
پاسخنامه سوالات تستی 153
فصل پنجم: انواع سنگ های دگرگونی 157
طبقه بندی بر اساس فولیاسیون 157
سنگ های دگرگونی با منشاء پلیتی 158
انواع فیلیت ها 159
انواع هورنفلس ها برحسب سنگ مادر 161
سنگ های دگرگونی حاصل از سنگ های کوارتز و فلدسپات دار 161
انواع کوارتزیت ها برحسب ناخالصی ها 162
سنگ های دگرگونی با منشاء کربناته و کالک سیلیکاته 163
سنگ های دگرگونی حاصل از سنگ های آذرین بازیک و اولترابازیک 164
سایر سنگ های دگرگونی 166
شارنوکیت 167
سنگ های دگرگونی اصابتی 167
سنگ های دگرگونی هیدروترمال 167
سنگ های مربوط به دگرگونی زیر کف اقیانوس 169
انواع میگماتیت ها 170
گرانیت آناتکسی 171
نکات کلیدی 172
نمونه سوالات تستی 174

پاسخنامه سوالات تستی 180
بخش سوم: سنگ شناسی رسوبی 184
فصل ششم: سنگ های کربناته 184
شرایط تشکیل رسوبات کربناته 184
اجزاء تشکیل دهنده رسوبات کربناته 184
استروماتولیت ها 188
رده بندی سنگ های آهکی 189
رده بندی ابتدایی فولک 191
طبقه بندی سنگ های آهکی بر اساس بافت رسوبی (دانهام) 193
انواع بافت های حاصل از تشکیل سیمان 193
دیاژنز سنگ های کربناتی 195
نکات کلیدی 199
اجزاء سنگ های آهکی 199
رده بندی سنگ های آهکی 199
نمونه سوالات تستی 202
پاسخنامه سوالات تستی 208
فصل ششم: سنگ های غیر کربناته 211
اجزاء تخریبی رسوبات سیلیسی آواری 213
خرده سنگ ها (Rock Fragment) 213
کوارتز 213
فلدسپات 214
کانی های سنگین 214
میکاها و کانی های رسی 214
سایر اجزاء 214
سنگ های آواری دانه متوسط (Sand Stone) 215
طبقه بندی ماسه سنگ ها به روش فولک 216
سنگ های آواری دانه درشت (Rudaceous Rocks) 219
کنگلومراهای درون سازندی 221
برش (Breccias) 222
مهمترین کاربرد کنگلومرا 222
سنگ های تخریبی دانه ریز (گل سنگ ها) 223
ساخت های رسوبی موجود در گل سنگ ها 224
رنگ گل سنگ ها 225
اجزاء تشکیل دهنده گل سنگ ها 225
تصویر یک تترائدر 226
ساختمان اسمکتیت 227
شیل ها 227
تشکیل و توزیع کانی های رس در رسوبات 228

انواع گل سنگ ها 229
دیاژنز گل سنگ ها 229
سنگ های شیمیایی و بیوشیمیایی غیر کربناته 230
فراوانترین کانی های آهن دار 234
شرایط لازم برای رسوبگذاری آهن به طریقه شیمیایی 235
محیط تشکیل آهن به صورت شیمیایی 235
نکات کلیدی 240
نمونه سوالات تستی 244
پاسخنامه سوالات تستی 250
آزمون خودسنجی اول 253
پاسخنامه سوالات 257
آزمون خودسنجی دوم 258
پاسخنامه سوالات 263
منابع 264

بخش اول: سنگ شناسی آذرین

فصل اول:ماگماتیسم و آرشیکتور

سنگ شناسی آذرین

الف) ماگماتیسم

ماگما (Magma): کلمه ای یونانی است به معنی خمیر که برای مذاب های عمدتا سیلیکاته به کار می رود. مایعی است سیلیکاته با گرانروی زیاد همراه با گاز و مواد فراد.

گدازه یا لاوا: ماگمایی است که مواد فرار خود را از دست داده است (مایع یا نیمه متبلور)

تقسیم بندی یاگار برای ماگماها از لحاظ محتوی گاز

هیپوماگما: ماگمایی است محتوی گاز محتوی گاز فراوان و تحت فشار که به علت فشار زیاد لیتوستاتیک، گازها در ماگما به صورت محلول باقی مانده اند.

پیروماگما: ماگمایی است پر گاز و کف مانند که گازهای آن آزاد شده اما از ماگما خارج نشده است.

اپی ماگما: ماگمایی فقیر از گاز شبیه گدازه ها.

گرانروی ماگما بسته به ترکیب شیمیایی، درجه حرارت و مقدار درصد گاز محلول تغییر می کند.

گرانروی ماگمای بازالتی 100 پواز و گرانروی ماگمای گرانیتی بین 10^6تا 10^3 پواز می باشد.

گرانروی یک ماگما با پیشرفت تبلور کانیها در آن ماگما و افزایش درصد سیلیس در مایع باقیمانده، افزایش می یابد.

به طور کلی حرارت ماگما بین 500 تا 1500 درجه سانتی گراد می باشد.

گازهای محلول در ماگما باعث پایین آمدن گرانروی می شود. اما افزایش فازهای جامد و بالا رفتن درصد سیلیس در مایع باقیمانده موجب افزایش گرانروی می شود.

ماگمایی که به سطح زمین می رسد حرارتی بین $950^{\circ}c$ (ریولیت ها) $1200^{\circ}c$(در بازالت ها) داشته باشد کمتر از این محدوده دمایی، ماگما منجمد شده و در داخل زمین باقی خواهد ماند.

ترکیب شیمیایی ماگماها

سنگ های آذرین از سیلیکاتهای مختلف تشکیل شده اند که اغلب فلدسپاتها، میکاها و آمفیبول، پیروکسن و کوارتز می باشد.علاوه بر این، کانیهای غیر سیلیکات و یا کانیهایی که محتوی عناصر کمیاب می باشند نیز دیده می شود.

ماگما ها از اکسیدهای زیر تشکیل شده اند:

$K_2O,TiO_2\ Co_2,H_2o,P_2O_5,MnO,SiO_2,Al_2O_3,FeO,Fe_2O_3,CaO,MgO,Na_2O,$

بعضی از ترکیبات در ماگما به صورت محلول هستند و پس از انجماد کامل و تشکیل توده آذرین، همراه با Co_2,H_2o بر سنگ های درونگیر خود اثر کر ده و کانیهای آنها را تجزیه کرده و به کانیهای دیگر تبدیل می کنند.

این ترکیبات $NH_3,NH_4,H_2,FeS_3,Alcl_3,BO_3,HF,Co,Co_2,SO_2,SH_2$ می باشند اثرات این ترکیبات بیشتر متوسط سنگ های آذرین درونی اعمال می شود. در سنگ های آتشفشانی، به علت نبودن فشار و سرپوش مناسب قسمت اعظم این ترکیبات در فضا پراکنده می شود.

ترکیب شیمیایی ماگماها

ماگماهای اسیدی: درصد سیلیس>63%

ماگماها یا سنگ های حدواسط: درصد سیلیس 52-63%

ماگماهای بازیک: درصد سیلیس 45-52%

ماگماهای بازیک و تحت اشباع از سیلیس: درصد سیلیس <45%

ماگماهای اولترابازیک: درصد سیلیس ≤45%

ارتباط عمق منشاء ماگماها با درصد اکسیدها

عمق منشاء ماگماها با H_2o,SiO_2 ماگماها نسبت معکوس دارد.

عمق منشاء ماگماها با درصد TiO2,MgO,FeO و میزان H/H2o ، CO/CO_2 نسبت مستقیم دارد.

منشاء ماگماها

منشاء ماگماهای گرانیتی

دارای دو منشاء مختلف می باشند:

1- ماگماهایی که مستقیما از ذوب پوسته ی اسیدی زمین حاصل شده اند.

2- ماگمایی که از تحول ماگماهای حدواسط و بازالتی حاصل شده است.

در مورد منشاء پوسته ای ماگمایی گرانیتی، بررسی های صحرایی و آزمایشگاهی صورت گرفته است:

1- مشاهدات صحرایی و بررسی تحولات تدریجی سنگ های دگرگونی

2- تجارب آزمایشگاهی وینکلر دانشمند آلمانی

با مشاهده سنگ های دگرگون شده به این نتیجه می رسیم که با در نظر گرفتن جهت شدت دگرگونی و شیب طبقات، میگاشیست کمتر تحت فشار و حرارت (دگرگونی) قرار گرفته است. در صورتی که میگماتیت سنگ حالت نیمه مذاب یا خمیره و منظره ای همگن را نشان می دهد.

گرانیت آناتکسی، میگماتیت، گنیس، میکاشیست (به ترتیب افزایش فشار و حرارت (افزایش شدت دگرگونی)

گرانیت آناتکسی سفید رنگ و بدون کانیهای تیره می باشد(کوههای خشومی شمال بافق کرمان)

گرانیت آناتکسی از ذوب بخشی میگماتیت و انجماد ماگمای حاصل از آن گرانیت آناتکسی به وجود می آید.

مشاهدات صحرایی نه تنها منشاء رسوبی بودن سنگ های دگرگونی را روشن می سازد بلکه نشان می دهد که افزایش شدت دگرگونی (فشار و حرارت) منجر به تشکیل ماگمای گرانیتی از ذوب گنیس ها و میگماتیت می شود.

تجارب آزمایشگاهی وینکلر: طبق آزمایشات وینکلر، چنانچه خاک رس تحت فشار هیدروستاتیک 2Kbr و حرارت $^{\circ}$850-600c قرار بگیرد (فشار فوق الذکر معادل فشار در عمق 7- 8 کیلومتری است) در حرارت $^{\circ}$c 670 دگرگون شده و به گنیس و گرانیت با ترکیب کانیایی جدید تبدیل می گردد. با افزایش حرارت سنگ ذوب شده و کانیهای رنگ روشن آن ذوب شده و ماده مذاب حاصل، پس از تبلور تولید کوارتز 42%، ارتوز50، آلبیت 5% و آنورتیت5% نموده است (این مجموعه متبلور گرانیت قلیایی یا آلکالن می باشد).

با افزایش درصد کلروسدیم(3%) به خاک رس، نقطه ذوب به $^{\circ}$c 700 خواهد رسید و درصد پلاژیوکلاز ماده مذاب حاصل بیشتر خواهد شد و ترکیب سنگ دگرگونی و مایع حاصل از ذوب آن، گرانودیوریت و ماگمای حدواسط خواهد شد.

نتایج وینکلر

1- منشاء اکثر سنگ های دگرگونی رسوبی است.

2-مواد مذاب سازنده سنگ های آذرین سنگ های به شدت دگرگون شده می باشد.

منشاء ماگماهای بازالتی

درمورد منشاء این ماگماها، اعتقاد دانشمندان دین است که آنها از یک مجموعه که در اعماق زمین قرار دارد و جنس آن شبیه بازالت است سرچشمه می گیرد (قدیم به آن سیما می گفتند). عمق این مجموعه حدود 45- 65 می باشد و حد ریشه قاره می باشد و برگسستگی موجود منطبق می باشد.

ذوب پاره ای از سنگ ها مانند (پیروکسنیت و سنگی متشکل از پیروکسن)، آمفیبولیت (متشکل از آمفیبول) مخصوصا اکلوژیت (پیروکسن سدیم دار+ آلومینیوم دار+ گرونا+ آمفاسیت+ کوارتز) دارای ترکیب بازالتی است.

اختلاف کلی ماگماهای گرانیتی و بازالتی

ماگمای گرانیتی دارای منشا پوسته ای	ماگمای بازالتی	اختلافات
اسیدی و دارای چند درصد آب	بازیک و بی آب	از لحاظ ترکیب شیمیایی
اعماق کمتر از 20 کیلومتر	عمق 200تا 800 کیلومتری	از نظر محل تولید ماگما
800 تا 650 درجه سانتی گراد	1200تا 1500 درجه سانتی گراد	از نظر حرارت اولیه ماگما
نقطه انجماد بالا میرود	نقطه انجماد پایین می آید	تغییرات نقطه انجماد در حین بالاآمدن ماگما
گاهی اوقات	اکثر اوقات	امکان خروج ماگما در زمین
ریولیت(خروجی)گرانیت(درونی)	بازالت(خروجی)گابرو(درونی)	سنگ حاصل از انجماد

تبلور ماگما

قوانین اساسی تبلور ماگماها مربوط به تحقیقات آزمایشگاهی نیکولاباون و شاگردانش می باشد. ترتیب متبلور شدن سیلیکاتها در یک ماگمای بازالتی به این صورت می باشد که ابتدا الیوین، بعد پیروکسن و فلدسپاتهای پلاژیوکلاز غنی از آنورتیت و سپس آمفیبولها، میکاها و پلاژیوکلازهای فقیر از آنورتیت و سرانجام فلدسپات های آلکالن و بالاخره کوارتز متبلور می گردند. پس از تبلور این کانیها و سرد شدن تدریجی ماگما، ماگما باقیمانده از لحاظ عناصری که در ساختمان این کانیها شرکت کرده اند فقیر می شوند و عناصری که درکانیهای دارای نقطه انجماد پایین وارد شده و در ماگمای باقیمانده غنی می شوند. به طوریکه تبلور اولیوین، پیروکسن و آمفیبول و پلاژیوکلازهای غنی از کلسیم باعث کاهش عناصر منیزیم، آهن و کلسیم در ماگما می گردد. در این حالت سیلیسیم، سدیم، پتاسیم و عناصر کمیاب و مواد فرار در صد بیشتری پیدا می کنند. این قاعده زمانی رعایت می شود که کانیها به محض تشکیل از ماگمای باقیمانده جدا شوند. این عمل تبلور بخشی (Partial Crystallization) می گویند.

اگر کانیهای تشکیل شده از ماگمای باقیمانده جدا نشوند، در شرایط بعدی تغییر و تحول خواهند یافت. واکنش زنجیری یا توالی واکنش باون، همان تحولات کانیها در شرایط ثانوی است اما برحسب شرایط ماگما دارای تغییراتی نیز است.

واکنش زنجیری درماگمای غنی از سیلیس

سیلیکاتها در شرایطی پایدارند که در آن شرایط متبلور شده اند. چنانچه شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط تغییر یابد بلور سیلیکات نیز تغییر خواهد کرد و بدین ترتیب که سیلیکات حرارت بالا در درجه حرارت پایین، در ماگمای باقیمانده حل شده و چنانچه عناصر متشکل آن وارد ساختمان کانی های جدیدمی شوند. اولیوین در درجه حرارت پایین ناپایدار است و طبیق روابط روبه رو در ماگماهای باقیمانده غنی از سیلیس، با مقداری سیلیس ترکیب شده و به پیروکسن تبدیل می شود.

پیروکسن ← سیلیس+ اولیوین

$$MgFeSi_2O_6 \rightarrow MgFeSiO_4 + SiO_2$$

با کاهش حرارت رابطه زیر دیده می شود:

$MgFeSi_2O_6$+آمفیبول و بیوتیت ← ماگمای غنی از مواد فرار

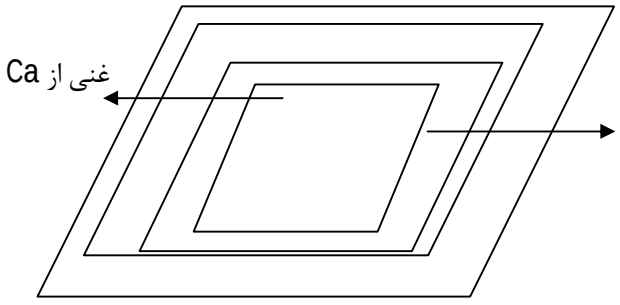
این تغییرات و تحول در سیلیکاتها در شرایط جدید (درماگمای باقیمانده) واکنش زنجیری نامیده می شود.

واکنش زنجیری در فلدسپات پلاژیوکلاز نیز وجود دارد البته در صورتی که ماگما به آرامی سرد شود.

فلدسپات پلاژیوکلاز بازیک (غنی از Ca و فقیر از Si) ← فلدسپات پلاژیوکلاز ← حدواسط ← فلدسپات پلاژیوکلاز اسیدی (غنی از Si و Na).

در شرایطی که انجماد ماگما به کندی صورت گیرد فلدسپات های پلاژیوکلاز (اسیدی و بازیک) همگن می شود. همگن شدن از طریق انتشار یون و در حالت جامد انجام می گیرد. این همگن شدن در بافت این کانیها ظهور می یابد.

در شرایطی که انجماد ماگما سریع صورت گیرد، پلاژیوکلازهای اسیدی تر، به صورت طبقات متحد المرکز به دور پلاژیوکلازهای بازیک قرار می گیرند و در نتیجه پلاژیوکلازها دارای ساختمان منطقه ای (Zoning) می باشند.



کوارتز در انتهای واکنش زنجیری تشکیل می شود. در زیر ترتیب تبلور کانیها در ماگماهای بازالتی اشباع از سیلیس و واکنش زنجیری آنها آورده شده است.

سری پیوسته	حرارت بالا	سری ناپیوسته
آنورتیت		اولیوین
بیتونیت		پیروکسن
لابرادو		آمفیبول
آندزین		بیوتیت
	اولیگوکلاز	
	آلبیت	
	ارتوز	
	کوارتز	

اگر ماگما به کندی سرد نشود، واکنش زنجیری صورت نمی گیرد و کانیهای حرارت بالا در ماگمای باقیمانده بدون اینکه فرصت تحول داشته باشند به وجود می آیند (بازالت توله ایتی درشکافهای میان اقیانوسی).

این واکنش در اطراف بلور اولیوین در بازالت توله ایتی دیده می شود.

هیپرستن ⟵ سیلیس + اولیوین

البته واکنش فوق به صورت ناقص انجام می گیرد و میتوان بلورهای هیپرستن را در اطراف هسته از جنس اولیوین مشاهده کرد. این بافت نشانگر عدم وجود فرصت کافی برای تبدیل اولیوین به پیروکسن است.

اگر ماگمای بازالت توله ایتی، آرام منجمد شود احتمالا بلورهای اولیوین تماما به هیپرستن تبدیل می شود.

کانیهای سنگینی مانند آپاتیت، زیرکن و اسفن معمولا جز اولین کانیهایی هستند که در ماگما متبلور می شوند و شرط تبلور این کانیها وجود عناصری است که در ساختمان آنها به کار می رود.

واکنش زنجیری درماگماهای فقیر از سیلیس

اگر ماگما از لحاظ سیلیس فقیر باشد یکی از دو حالت زیر اتفاق می افتد:

1- اگر ماگما از لحاظ سیلیس کمبود زیادی نداشته باشد، بلکه به اندازه لازم برای تشکیل سیلیکاتها باشد کانیهای حرارت بالا در حرارت های پایین تر نیز در ماگمای باقیمانده پایدار باقی می ماند و واکنش زنجیری صورت نخواهد گرفت.

2- اگر ماگما از لحاظ سیلیس خیلی کمبود داشته باشد در این صورت به جای تبلور فلدسپات ها، شبه فلدسپات که سیلیس کمتری برای ساخته شدن آنها مصرف می شود تشکیل میگردند. دراین صورت سنگ آذرین یا دارای فلدسپات و یا دارای فقط شبه فلدسپات است.

تبلور در ماگمای آبدار و تحت فشار

مقدار درصد آب ماگما بر روی نقطه تبلور کانیها اثر می گذارد، آب در هنگامی که ماگما تحت فشار باشد بر روی تبلور ماگما اثر می گذارد (توده های آذرین نفوذی) به طوریکه نقطه ذوب کانیها در شرایط معمولی می باشد(فشار 1atm). نقطه ذوب کوارتز در آزمایشگاه و بدون آب $1713^{\circ}c$ و در حالت فشار آب $650^{\circ}c$ می باشد. در حالیکه ماگما تحت فشار بخار آب قرار می گیرد درجه حرارت تبلور کانیها نیز پایین می آید. مگنتیت در حالت وجود بخار آب و فشار بخشی اکسیژن حتی پس از پلاژیوکلازها متبلور می شود.

در یک ماگمای گرانیتی، مقدار درصد آب بر تبلور کانیها به صورت زیر اثر می گذارد:

اگر مقدار آب در ماگما کمتر از 1/2% باشدد بیتوتیت بعد از کوارتز متبلور می شود.

اگر مقدار آب بین 1/2- 3 % باشد بیوتیت بعد از فلدسپات آلکالن و قبل از کوارتز متبلور می شود.

اگر درصد آب بیش از 3% باشد تبلور بیوتیت قبل از فلدسپات های آلکالن صورت می گیرد.

وجود آب درماگماها

1- تغییر در ترتیب تبلور کانیها

2- نقطه انجماد ماگماها

کانیها از لحاظ وجود آب در ساختار آنها شامل:

الف) کانیهای پیروژن: کانیهایی که در ساختمان آنها آب و مواد فرار به کار نرفته است.

ب) کانیهای پنوماتوژن یا دوتریک: کانیهایی که در ساختمان آنها آب و مواد فرار به کار رفته است.

کانیهای پنوماتوژن یا دوتریک به دو دسته تقسیم می شوند:

1- کانیهای پنوماتوژن حرارت بالا: آمفیبول، بیتوتیت.

2- کانیهای پنوماتوژن حرارت پایین: تورمالین، توپاز، مسکویت.

اگر کانیهای پیروژن در حرارت پایین در حرارت پایین تحت تاثیر گازها و مواد فرار ماکما قرار بگیرند به کانیهای پنوماتوژن تبدیل می شوند. مانند پیروکسن و اولیوین به ترتیب به آمفیبول و فلوگوپیت یا سرپانتین تبدیل می شوند و فلدسپات آلکالن به مسکویت و تورمالین مبدل می گردند.

تاثیر فشار بر ترتیب تبلور کانیها

در صورتیکه ماگما در یک مکان ثابت قرار داشته باشد فشار خارجی حاکم بر ماگما (فشار لیتواستاتیک) با فشار درونی ماگما برابر می باشد.

وزن ضخامتی از طبقات زمین که مانع بالا آمدن ماگماست = فشار خارجی وارد بر ماگما.

عکس العمل ماگما در مقابل فشار خارجی= فشار درونی یا داخلی ماگما.

بخشی از فشار درونی ماگما را فشار سیالات تشکیل می دهد، بطوریکه اگر مقدار آب ماگما، مقداری باشد که در ماگما اشباع نشده باشد، آب موجود درماگما فشار بخشی ایجاد می کند (یعنی آب، بخشی از فشار وارد بر ماگما را تشکیل می دهد).

پس در صورت اشباع نشدن در آب:

فشار سیالات + فشار جامدات = فشار کل ($Pt= Ps+Pf$).

فشار سیالات = فشار آب + فشار مواد فرار ($Pf= P_{H2O}+P_{CO2}$).

اثر صورتهای مختلف فشار بر ترتیب تبلور، ذوب و انجماد در کانیها

اگر نقطه ذوب یا تبلور جسمی با افزایش فشار کاهش پیدا کند منحنی ذوب و انجماد در این جسم منفی می شود، اگر نقطه ذوب یا تبلور جسمی با فشار افزایش یابد منحنی ذوب و انجماد این جسم مثبت است. چنانچه در فشار بخار آب، فشار کلی از حد معینی تجاوز کند، آب در مذاب حاصل حل میگردد و ذوب جامد باقی مانده از منحنی ذوب و انجماد تبعیت می کند.

افزایش فشار ممکن است سبب وارونه شدن ترتیب تبلور کانیها نیز شود. در یک ماگمای حدواسط(آندزیتی) و تحت فشار بخار آب در فشارهای پایین، پلاژیوکلاز قبل از هورنبلند متبلور می گردند درحالیکه در فشارهای بالا تبلور هورنبلند مقدم بر تبلور فلدسپاتهای پلاژیوکلاز می باشد.

اثر فشار بر دیاگرام ذوب یا تبلور ارتوز

اگر ارتوز تحت فشار بخار آبKbr 2- 5 /2 ذوب شود، مذاب حاصل ترکیبش شامل ارتوز و سیلیس خواهد شد. در حالیکه بلورهای ریز لوسیت تشکیل شده اند. در مرحله بعدی که تمامی ارتوز ذوب شد لوسیت نیز ذوب می شود و تمامی مذاب ترکیب ارتوز پیدا خواهد کرد. این سیلیس اضافی موجود در همان مذاب همان سیلیسی است که می بایست با بلورهای ریز لوسیت تشکیل ارتوز می داد.

در فشارهای بالای بخار آب Kbr 5 /2 و 10Km از ذوب ارتوز مستقیما مایعی با ترکیب ارتوز به دست می آید. این نحوه ذوب و یا تبلور را اصطلاحا متناقض یا Incongurent نامیده می شود.

کانیهایی مثل هیپرستن، اژیرین، پارگازیت در اثر تغییر فشار نحوه ذوب یا تبلورشان تغییر میکند.

در فشار بالا از ذوب پارگازیت مذابی با ترکیب آنورتیت+ نفلین + آب و جامدی متشکل از فورستریت+ دیوپسید+ اسپینل حاصل خواهد شد، درحالیکه در فشارهای پایین ضمن از دست دادن آب به مجموعه ای از کانیهای فوق الذکر تبدیل می گردد.

تبلور درماگمای غنی از عناصر قلیایی (آلکالن)

اگر در یک ماگما مجموع درصد اکسیدهای سدیم و پتاسیم مساوی و یا بیشتر از درصد اکسید آلومینیوم باشد ($Na_2O+K_2O\geq Al_2O_3$) توالی باون برعکس می گردد و ترتیب تبلور دیگری به نام توالی آگپائی تیک جای توالی باون را می گیرد. در توالی آگپائی تیک تبلور فلدسپات های آلکالن مقدم بر تبلور آمفیبول و پیروکسن است. در سنگ های آذرین حاصل از چنین ماگمایی بین بلورهای نفلید کانیهای مافیک مثل اژیرین، بیوتیت، آمفیبول های سدیم دار قرار می گیرد که نشانه تاخیر در تبلور این کانیهای گزنومورف می باشد.

مراحل مختلف انجماد ماگماها

مراحل مختلف انجماد ماگما در سنگ های آذرین درونی

سنگ های آذرین درونی از انجماد ماگماها در اعماق زمین حاصل می شوند. طول مدت انجماد با سرد شدن ماگماها با عمقی که ماگما در آنجا متمرکز و در حال سرد شدن است بستگی دارد، زیرا طبقات رسوبی و دگرگونی پوسته زمین که مانند سرپوش روی مخزن ماگما قرار گرفته اند مانع از سردشدن سریع ماگما می شوند. همچنین در اعماق زیاد گرادیان زمین گرمایی زمین بالاست، سرد شدن توده آذرین را به تعویق می اندازد. محدود بودن و تحت فشار قرار گرفتن ماگماها در اعماق زمین نیز باعث می شود که مواد فرار ماگماها به سرعت از ماگما جدا نشوند و بتوانند از یک طرف انجماد ماگما را به تاخیر بیندازند و از طرف دیگر در اواخر انجماد وارد ساختمان کانیها گردند.

در انجماد ماگماها و تشکیل سنگ های آذرین درونی چهار مرحله قابل تشخیص می باشد:

1) مرحله ارتوماگماتیک (Stade Orthomamatique)

تمامی سیلیکاتها تشکیل دهنده جسم سنگ آذرین از اولیوین گرفته تا کوارتز متبلور می گردند. مایع باقیمانده که بسیار غنی از سیلیس، آلومین، فلزات قلیایی و مواد فرار می باشد به صورت پرده ای نازک فضای بین سیلیکاتها را پر می کند.

2) مرحله پگماتیک (Stade Pegmatique)

در این مرحله باقیمانده مایع که فضای بین بلورها را پر کرده کم کم با هم جمع شده به سمت بالا و مناطق کم فشار حرکت در می آید، این مایع عاقبت در شکاف های خود توده آذرین و یا در شکاف سنگ های در برگیرنده توده آذرین به صورت رگه هایی متشکل از بلورهای درشت، کوارتز همراه با کانیهای پنوماتوژن(میکای سفید، تورمالین، توپاز و غیره) متبلور می گردند. در سنگ شناسی این رگه ها را پگماتیت یا آپلیت می گویند. آپلیت پگماتیتی دانه ریز، غنی از ارتوز و کوارتز و بدون کانیهای تیره و کانیهای پنوماتوژن.

3) مرحله پنوماتولیتیک (Stade Pneuomatolytique)

درمرحله پنوماتولیتیک چیزی که از ماگما باقی می ماند فقط گازها و بخارات پرحرارت می باشد که آخرین درزها و حفره های سنگ آذرین را پر کرده است، این گازها و بخارات پر حرارت فقط نقش تخریب و تجزیه سیلیکاتها را به عهده دارد مرحله رشد فوق العاده بلورهاست.

بر اثر تاثیر گاز B (بر) و F (فلوئور) بر فلدسپاتها ⟵ تورمالین به جای فلدسپات تشکیل می شود.

بر اثر تاثیر گاز Cl (کلر) بر فلدسپاتها ⟵ این کانیها را به ورنریت (اسکاپولیت) مبدل می سازد.

بر اثر تاثیر گازها بر فلدسپاتها مجموعه ای از کوارتز و مسکویت به نام گریزن تشکیل می شود.

در این مرحله آب فوق بحرانی (بسیار داغ) 375°c -220Kbr و پر فشار باقیمانده، قدرت حلالیت فوق العاده دارد و در آن مواد معدنی عناصر کمیاب و هیگرماگمافیل محلول هستند که ضمن بالا آوردن و سرد شدن، در شکاف سنگ های آذرین موادی مثل مولیبدینیت، ولفرامیت، کاسیتریت و کانیهای مس به جا گذاشته می شود. حرارت این گازها در این مرحله 400 – 600 درجه سانتی گراد است.

4) مرحله گرمابی یا هیدروترمال (Stade Hydrothermal)

آخرین باقیمانه ماگما آب داغ همراه با گازها به خصوص CO_2 می باشد. دراین مرحله آب پرحرارت مایع و با وزن مخصوص متغیر می باشد (حداکثر حرارت 300 درجه سانتی گراد).

اگر در مرحله هیدروترمال، آب داغ به آدیاباتیک (کاهش یکنواخت و پیوسته در حرارت ثابت) صدور کند به بخار آب تبدیل میگردد. ولی اگر همراه با کاهش حرارت صعود کند به صورت مایع به سطح زمین می رسد.

این آب در حین عبور از شکاف های توده آذرین، بر سیلیکاتها اثر کرده و آنها را دگرسان می کند این دگرسانی را هیدروترمال می گویند.

در اثر تاثیر آب داغ بر فلدسپاتهای پتاسیم دار، کائولینیت و یا سرسیت تشکیل می گردد. فلدسپاتهای کلسیم، سدیم به سرسیت، آلبیت، کلسیت، کوارتز، کلریت و اپیدوت تبدیل می شوند که به این مجموعه سوسوریت و به این واکنش سوسوریتزاسیون می گویند.

در اثر تجزیه هیدروترمال تغییرات زیر نیز حادث می گردد.

کلریت + اکسید آهن ⟵ بیوتیت

کلریت یا بیوتیت ⟵ آمفیبول

کلریت یا سرپانتین ⟵ اولیوین

آمفیبول (اورالیت) ⟵ پیروکسن

سرعت سرد شده توده نفوذی، به ترکیب و حجم و عمق توده آذرین و نیز گرادیان زمین گرمایی منطقه مرتبط است.

شدت تجزیه هیدروترمال مرتبط با مقدار آب، حرارت، مدت زمان عبور آب از درون سنگ ها، سرعت سرد شدن بخـار آب و مقدار نوع مواد محلول در آب، جنس سنگ هایی که آب یا بخار داغ از آنها می گذرند و نوع شکسـتگی سـنگ متغییـر می باشد.

مراحل مختلف انجماد سنگ های آتشفشانی

در فعالیت های آتشفشانی قسمت اعظم ماده مذاب در خارج از پوسته زمین تشکیل می شود و شامل دو مرحله است:

تبلور کانیهای دارای نقطه انجماد بالا در اعماق زمین

مرحله انتراتلوریک و مرحله افوزیف که انجماد مذاب باقی مانده در سطح زیاد است.

الف) مرحله انتراتلوریک (Stade intratellurique)

ماگما به محض تشکیل، به علل مختلف از سنگ مادر خود جدا شده و به طرف بالا حرکت میکند. گسل سبب می شـوند که ماگما بتواند با کم شدن فشار خارجی، گازهای محلول خود را آزاد سازد آزاد شدن مواد فرار باعث تبدیل هیپوماگما و انبساط ماگما می شود. در صورتیکه ماگما به محض تشکیل و بدون توقف در پوسته زمنی به سطح زمین بریزد، تراپ می گویند. این حالت وقتی به وجود می آید که محل تشکیل ماگما نسبت بـه سـطح زمـین فاصـله زیـادی نداشـته باشـد و درمحل فعالیت شدید تکتونیکی (اشتقاق قاره) صورت می گیرد. در زمـانی کـه ماگمـا در مخـزن ماگمـایی متوقـف شـد سیلیکاتهایی با نقطه تبلور بالا مثل اولیوین، پیروکسن و پلاژیوکلاز بازیک متبلور می شوند بلورهای آنها رشد مـی کننـد، در این موقع ماگما نیمه مذاب می شود. اگر مدت توقف ماگما بر تعداد و حجم تبلور ماگما افزوده میشود. اگـر ماگمـا بـه سطح زمین راه نیابد (توسط عامل تکتونیکی مختلف) مراحل مختلفی که برای سنگ های آذرین درونی ذکـر شـده طـی میکند و پس از انجماد به سنگ آذرین درونی تبدیل می شود، ولی اگر به علت وجود گسل به سطح زمین راه پیدا کنند آنگاه عمل آتشفشانی صورت می گیرد و با محاسبه درصد بلورهای درشت می توان مدت توقف نسبی ماگماها را پی بـرد. اگر بلورهای درشت زیاد و دانه ریز کم باشد نشانه توقف طولانی ماگماست و اگر بلورهای ریز زیاد و بلورهای درشـت کـم باشد نشانه عدم توقف طولانی و سرعت صعود زیاد است.

ب) مرحله افوزیف(Stade effusive)

ماگما در حین بالا آمدن، هر قدر که به سطح زمین نزدیکتر می شود فشار داخلی آن (فشار گازهای محلول درماگما) بـر فشار خارجی (فشار لیتواستاتیک ناشی از طبقات بالاتر) برتری پیدا می کند تا اینکه در نزدیکی های سـطح زمـین قشـر

نازکی از پوسته را متلاشی می کند و سنگ های این قشر را به صورت برش به فضا پرتاب و بیرون می ریـزد. بـه محـض خروج گدازه حرارت آن بالا می رود. بالا رفتن حرارت گدازه به علت اشتعال و اکسیداسیون بعضی از گازهـای موجـود در ماگما صورت می گیرد. مرحله فوران گدازه و اشتعال گازها را اصطلاحا ولکانیسم می نامند. در نتیجه افزایش حرارت، پاره ای از کانیها مثل آمفیبول و میکای سیاه تجزیه می شوند، زیرا این کانیها در فشار کم، حرارت زیاد را نمی تواننـد تحمـل کنند. سپس با نقطه انجماد پایین به صورت بلورهای ریز ولی به تعداد زیاد تشکیل می گردند و تشکیل خمیره ریـز بلـور در بین بلورهای درشت را می دهد و بفیه گدازه، به سرعت فاصله بلورهای بسیار ریز را به صورت غیر متبلـور شیشـه ای پر می کند.

مواد فرار موجود در حفرات و شکستگی ها، مرحله پنوماتولیتیک و هیدروترمال را بـه صـورت خفیـف تـر از سـنگ هـای آذرین درونی اداره می کنند و کانیهایی مثل پیروکسن، آمفیبول، هماتیت، تریدیمیت، گرونا، اپیدوت و اسـکاپولیت را بـه وجود می آورد (کانیهای مرحله پنوماتولیتیک) بخار آب با سرد شدن سنگ آتشفشانی به مایع تبدیل مـی شـود (مرحلـه هیدروترمال) و مواد در ضمن سرد شدن تشکیل کلریت، زئولیت، کلسیت، آراگونیت و کوارتز را تشکیل می دهد(کانیهای مرحله هیدروترمال).

ج) موفت(Moffette)

در ادامه مرحله هیدروترمال، بخارات و گازهای سرد حرارت کمتر از $90^{\circ}c$ شامل آب، گاز کربنیـک و بخـارات اسـیدی از طریق شکستگی ها خارج می شود این گازها موفت نامیده می شود.

در ضمن فعالیت های آتشفشانی ماگما به سطح زمین می ریزد و این عمل گرادیان زمین گرمایی را بالا می برد و لذا آب های نافذ که از طبقات داغ زمین می گذرند به شدت گرم می شوند. این آبها پس از خروج، تشکیل چشمه های آب گـرم و آبفشانها را می دهد. بنابراین تشکیل چشمه های آب گرم آخرین تظاهرات یک دوره فعالیت آتشفشانی است.

ب) آرشیکتور سنگ های آذرین

منظور از آرشیکتور سنگهای آذرین، شکل توده ها، شکستن و نحوه قطعه قطعه شدن طبیعی و بـالاخره بافـت و سـاخت بلورین سنگ هاست. تفاوت سنگ های آذرین از لحاظ آرشیکتور ناشی از اختلاف در شرایط در شرایط فیزیکی انجمـاد و ترکیب شیمیایی ماگماهای آنهاست.

گرانروی ماگما، موقعیت تکتونیکی، خصوصیات لیتولوژی محل جایگزینی سنگ آذرین، شکل توده آذرین را کنترل می کند. همچنین عمل محل ماگما، گرادیان زمین گرمایی، حرارت اولیه ماگماها، ترکیب شیمیایی آن در بافت و ساخت سنگ به شدت موثر است.

شکل توده های آذرین

توده های آذرین بر حسب اینکه در اعماق و یا در سطح زمین انجماد حاصل کرده باشد شکل های مختلف به خود می گیرند.

شکل توده های آذرین درونی

در این حالت ماگماها در اعماق زمین متبلور می گردند، اکثر اوقات سنگ های درونگیر توده نفوذی سنگ های رسوبی یا دگرگونی هستند. بنابراین دارای چینه بندی و یا شیستوزیته (تورق) می باشند. برحسب اینکه توده نفوذی با طبقات رسوبی و یا با جهت شیستوزیته و تورق سنگ های دگرگونی موازی و یا متقاطع باشد توده نفوذی را به دو گروه بزرگ تقسیم می کنیم:

توده نفوذی هم شیب با سنگ درونگیر

سیل ها(Sill)

توده نفوذی لایه ای شکل است که به موازات چینه بندی طبقات رسوبی و یا موازی با شیستوزیته سنگ های دگرگونی تزریق شده باشد. سیل ها ممکن است قائم و مایل و یا افقی باشند. گاهی سیل همرا ه با سنگ های درونگیر چین خوردگی حاصل می نماید.

تفاوت سیل و گدازه

- **سیل**
- بافت سیل متراکم و بدون حفره است.
- سیل ها در دو سطح خود ممکنست سنگ درونگیر را دگرگون کنند.
- در سیل ممکن است در سطح زیرزمین و بالایی قطعاتی از سنگ های درونگیر دیده شود.
- اندازه بلورها یکنواخت است.
- سیل ها جوانتر از سنگ درونگیر می باشند.

- **گدازه**
- گدازه متخلخل است.
- گدازه ها فقط در سطح زمین دگرگونی ایجاد می کنند.
- گدازه ها فقط در سطح زیر زمین قطعاتی از سنگ درونگیر دیده می شود.
- اندازه بلورها متفاوت است.
- گدازه ها جوانتر از سنگ های یک طرف (زیرین) و قدیمی تر از سنگ های بالای خود هستند.

لاکوکیت ها (laccolithe)

توده های نفوذی عدسی شکل هستند که با سنگ درونگیر هم شیب می باشد. معمولا قطر لاکولیت ها در حدود چند کیلومتر و ضخامت آنها در حدود 1Km است. بین لاکولیت ها و سیل ها ممکن است شکل های حدواسطی از توده های نفوذی وجود داشته باشد. به طور کلی نسبت طول به ضخامت در سیل ها بیشتر از 10 ولی در لاکولیت ها کمتر از این عدد است (شکل ب).

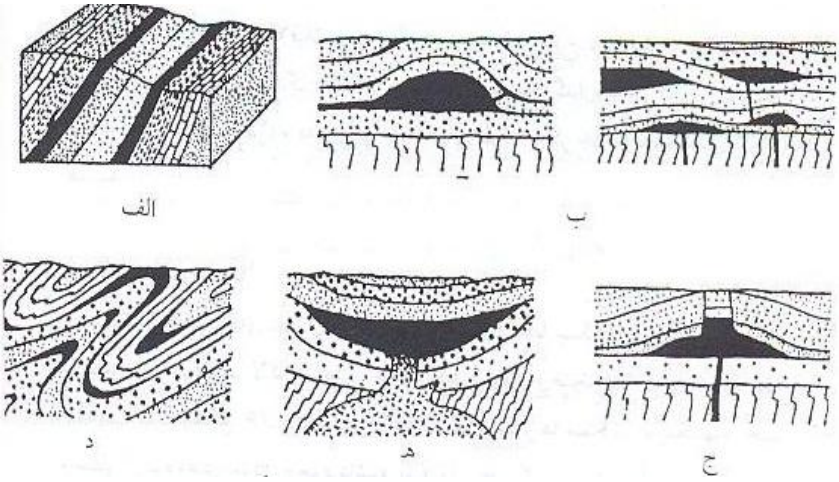
بیسمالیت: لاکولیتی است که قسمتی از سنگ پوشش آن به طرف بالا جابه جا شده است (شکل ج).

فاکولیت ها (Phacolite)

در این نوع توده آذرین ماده مذاب فضای کم فشار بین طبقات چین خورده را در امتدای لولای چین پر می کند. بنابراین فاکولیت ها در قله تاقدیس ها و قعر ناودیس ها تشکیل می شوند (شکل د)

لوپولیت ها

توده های نفوذی پیاله مانند هستند که با طبقات درونگیر خود هم شیب می باشند (شکل ه).



معرفی اشکال مختلف توده های نفوذی

توده های نفوذی متقاطع با سنگ درونگیر

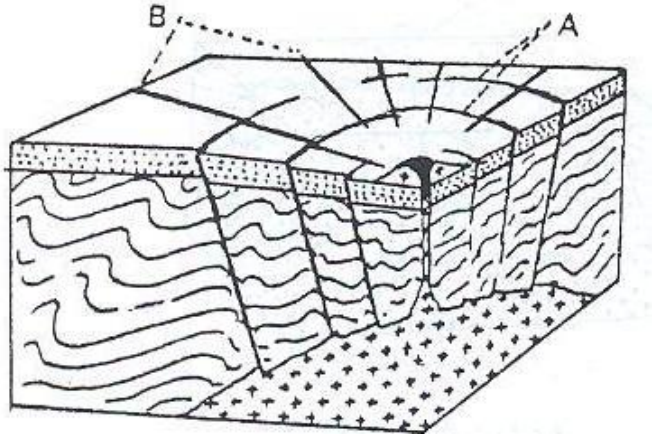
دایک ها (Dike)

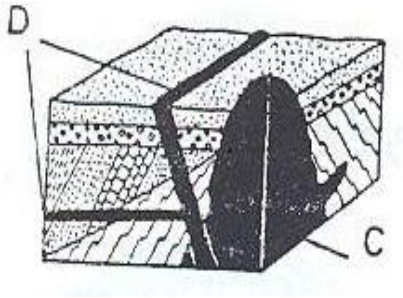
توده های نفوذی لایه ای شکل هستند که طبقات سنگ درونگیر خود را قطع کرده اند. ضخامت دایک ها بین چند cm تا چند متر و طول آنها بین چند متر تا چند ده کیلومتر متغیر است.

دایک های موازی با یکدیگر را اصطلاحا دسته دایک می گویند.

دایک های شعاعی: توده های نفوذی لایه ای شکل هستند که در گسل های شعاعی اطراف مراکز عظیم آتشفشانی تزریق شده اند.

دایک ها مخروطی: در گسل های حلقوی سقف مخازن ماگمایی جایگزین می شوند. این دایکها متمرکز بوده و راس آنها به طرف مخازن ماگمایی و قاعده آنها به طرف بالا قرار می گیرند. این دایک ها را دایک های حلقوی می گویند.





A- دایک حلقوی

B- دایک شعاعی

C- دودکش آتشفشانی قدیمی(نک)

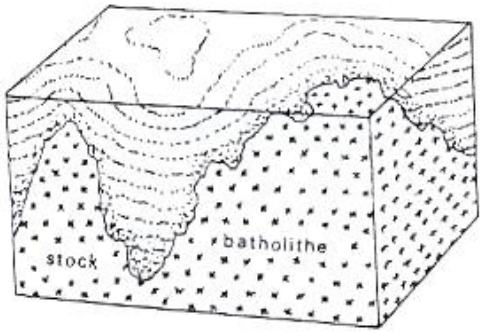
D- دایک معمولی

باتولیت ها

باتولیت ها توده های آذرین نفوذی بسیار بزرگی هستند که قطر آنها بیش از 10 کیلومتر و متناسب با عمق افزایش مـی یابد. توده نفوذی الوند یک باتولیت محسوب می شود.

استوک ها (Stoch)

به باتولیت های کوچک استوک می گویند.



نمایش باتولیت و استوک

شکل توده های آذرین بیرونی (آتشفشانی)

توده های آذرین بیرونی شامل مخروط آتشفشانی، گدازه ها و مواد تخریبی آتشفشانی یا آذر آواری است.

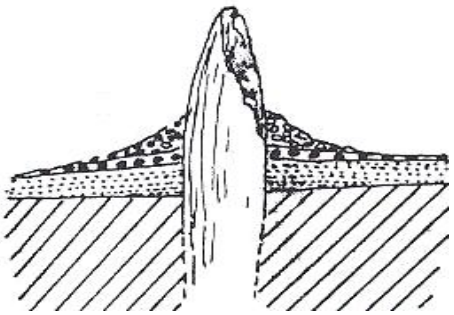
شکل مخروط های آتشفشانی

مخروط های آتشفشانی از گدازه یا مواد آذر آواری و یا هردو تشکیل شده اند. در امتداد محور مخروط آتشفشانی مجرای خروج گدازه به نام دودکش قرار گرفته است. دودکش ها ممکنست فرعی یا اصلی باشند. در راس مخروط آتشفشانی دهانه آتشفشانی قرار دارد که معمولا در این محل چاله ای به نام کراتر به وجود می آید. ممکنست کراتر کامل و یا ناقص باشد.

مخروط های آتشفشانی از لحاظ شکل و آرایش ظاهری انواع مختلف دارند که عبارتند از مخروط ساده، مخروط های متحدالمرکز، مخروط های خطی، مخروط های شعاعی و غیره.

نک (Neck)

گاهی اوقات در اثر عوامل جوی مخروط آتشفشانی فرسایش یافته از بین می رود و مواد آتشفشانی که قبلا در داخل دودکش منجمد شده و به صورت سنگی محکم در آمده و در مقابل عوامل فرساینده مقاوم است به شکل ستونی مرتفع ظاهر می گردد که نک گفته می شود.



نمایش نک

انواع مخروط های آتشفشانی

مخروط آتشفشانی ساده

حاصل یک مرحله فعالیت آتشفشانی است. مخروط از گدازه و یا فقط از مواد آذرآواری تشکیل شده است. مخروط آتشفشانی ساده می تواند مرتفع و یا پهن (سپر مانند) باشند.

مخروط آتشفشانی مطبق (Strato Volcan)

محصور چند بار فعالیت آتشفشانی متناوب همراه با دوره های آرامش است (آتشفشانهای چند مرحله ای). از طبقات متناوب گدازه و موادآذرآواری تشکیل شده است.

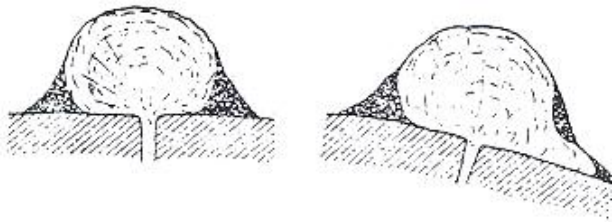
آتشفشان دماوند که به طور متناوب از بازالت، خاکسترهای آتشفشانی، گدازه های حدواسط، سنگ های آذرآواری(پونس) و بالاخره گدازه های تراکیتی تشکیل شده یک آتشفشان چند مرحله ای است.

قاعده تفتان که بیشتر از سنگ های آذرآواری تشکیل شده و قله آن از گدازه های آندزیتی (حدواسط و بازیک) ساخته شده است.

شکل گدازه های آتشفشانی

شکل گدازه های آتشفشانی به ترکیب شیمیایی و حرارت گدازه بستگی دارد.

گدازه های اسیدی: دارای گرانروی زیاد می باشند و شکل گنبدی (Dome) پیدا می کنند. چنانچه گدازه به صورت استطاله ای از حدود گنبد خارج شده و دورتر از دهانه آتشفشانی ضخامتش کمتر می شود.



دم و دم کوله

گدازه های حدواسط: به دلیل درصد کم سیلیس نسبت به گدازه های اسیدی، گرانروی کمتری داشته و به طرف مناطق پست اطراف جاری می شود و دورتر از دهانه آتشفشانی ضخامتشان کمتر می شود.

گدازه های بازیک: به علت درصد کم سیلیس نسبت به گدازه های اسیدی و حدواسط و حرارت زیاد گرانروی کمتری دارد و با ضخامت تقریبا یکسان پخش می شوند. به علت همین گرانروی کم بر روی دامنه های شیب دار مخروط آتشفشانی گدازه بازالتی کمتر دیده می شود (آتشفشان آرارات).

جریان گدازه با عواملی از قبیل شتاب ثقل، شیب زمین، وزن مخصوص گدازه و مجذور ضخامتت گدازه نسبت مستقیم و با گرانروی گدازه نسبت معکوس دارد.

سرد شدن گدازه به علت مجاورت با هوای سرد و از پایین به علت روبه رو شدن با زمین های سرد صورت می گیرد.

گدازه ها پس از توقف و سرد شدن منجمد می گردند. انجماد سبب انقباض و کشش در بخش های مختلف گدازه و تشکیل دیاکلازها (شکافها) می شوند. دیاکلازها ممکن است منظم و یا نامنظم باشند.

در صورتیکه شکستگی ها جهت یافته و منظم باشند سنگ آتشفشانی اشکال منظم به خود گرفته منظره تخت سنگی یا منشوری به خود می گیرد.

شکل توده های سنگ های آذرآواری(Pyroclstics)

سنگ های آتشفشانی خرد شده و متصل بهم می باشند. سنگ های آذر آواری یا بدون دخالت آب یا با دخالت آب تشکیل می شود. در حالت اول بدون چینه بندی و منوژنیک در حالت دوم دارای چینه بندی بوده پلی ژنیک است. آتشفشان فقط از سنگ های آذر آواری تشکیل شده باشد شکل مخروط معمولا سپری است. زیرا وسعت انتشار مواد پرتابی متاثر از نیروی انفجار آتشفشان است و انفجار هر قدر قوی تر باشد مواد آتشفشانی ریزتر شده از مراکز آتشفشانی بیشتر فاصله می گیرند.

در مخروط های آتشفشانی بازالتی، که گرانروی در آن کم است و مخروط از اسکوری تشکیل شده است. نسبت ارتفاع مخروط به شعاع قاعده کمتر از خاکسترهای آتشفشانی است (مخروط های آتشفشانی بیجار و بلوچستان).

در آتشفشان شکافی، دهانه آتشفشان روبه یک طرف باز شده و مواد آذر آواری در یک طرف دودکش دارای ضخامت و وسعت بیشتری نسبت به طرف دیگر می باشد.

اسکوری

در آتشفشانهای بازالتی، فعالیت آتشفشانی شامل اسکوری(سنگ پای حمام) است و انفجار نداریم. ترکیب شیمیایی اسکوری ها از جنس بازالت است و گاهی اوقات ممکن است محتوی قطعاتی از سنگ های بیگانه باشد. سنگ های بیگانه را آنکلاو و یا گزنولیت می گویند که از سنگ های دیواره دودکش جدا و یا از مخروط های آتشفشانی قدیمی جدا شده و بر بازالت آغشته شده اند.

پونس(Ponce)

سنگی است شیشه ای و بسیار پر حفره، ترکیب شیمیایی پونس اسیدی است و به علت داشتن تخلخل زیاد دارای وزن مخصوص بسیار کم بوده و میتوان در سطح آب شناور بماند.

پوزولان(Pozzuolane)

مانندداسکوری قطعات متخلخل و سبک آتشفشانی است ولی ترکیب ماگماهای حدواسط را دارد. این سنگ آذرآواری اولین بار در ناحیه پوتزول ایتالیا دیده شده است. از پوزولان ها می توان به عنوان پوکه معدنی و سیمان استفاده کرد.

بمب های آتشفشانی

در آتشفشانهای اسیدی یا حدواسط که دارای گرانروی بالا هستند و فعالیتشان همراه با انفجار می باشد دیده می شود. قطعات دوکی شکلی هستند که قطر آنها بین چند سانتی متر تا چندین متر می باشد.

خاکسترهای آتشفشانی

درآتشفشانهای اسیدی و یا حدواسط که گدازه ها غلیظ بوده و مواد فرار فراوان است فعالیت آتشفشانی توام با انفجارهای شدید می باشد. مواد پرتابی شامل پودر گدازه، شیشه و سنگ های قدیمی دهانه آتشفشانی است. در انتهای ریزش این موادف قطعاتی با قطر کمتر از 2mm رسوب می کنند.

ایگنمبریت ها

چنانچه خاکستر آتشفشانی داغ باشد، کانیها و یا گازها با اکسیژن در حفرات خاکستر ترکیب شده، عمل اکسیداسیون صورت می گیرد. دراین حالت دما بالاتر رفته و گدازه پودر شده و به صورت خمیره شیشه ای در می آید. ذرات شیشه به هم جوش می خورد و به صورت یک گدازه به حرکت درمی آید و پس از سردشدن به صورت سنگی محکم در می آید که به این سنگ ایگنمبریت گویند.

لاپیلی(Lappili)

ذرات خاکستر آتشفشانی با قطر کمتر بین 0/2- 3 سانتی متر یا قطر 2 تا 64 میلی متر را می گویند.

سینریت یا توفیت (cinerit)

خاکسترهایی که در آب رسوب کرده و چینه بندی دارند را گویند. خمیره ای از آهک، رس، سیلیس این ذرات آتشفشانی را به هم وصل می کند.

آگلومرا(Agglomeral)

یک پودنگ است که قطعات آن گرد و سائیده شده و دارای منشاء آتشفشانی می باشند و این سنگ به طریق رسوبی تشکیل می شود. بمب یا برش اگر سنگی را تشکیل دهند آگلومراست.

پودنگ (Pouding)

گنگلومرایی که دانه های آن گرد شده باشد را می گویند.

لاهار(Lahar)

مواد پرتابی آتشفشانی بر روی دامنه های شیب دار آتشفشانی انباشته شده و در اثر ثقل، بارندگی های آتشفشانی و سیل های حاصل از ذوب برف و یخچال دامنه آتشفشانی به صورت روانه گلی و با سرعت زیاد به طرف دره ها و دشت های اطراف سرازیر می شود به این روانه گلی و خاکستر آتشفشانی لاهار گویند. از خصوصیات لاهار، گرانروی بالا و وجود قطعات بسیار بزرگ سنگ ها و عدم وجود منظم دانه ای و چینه بندی می باشد.

دبی سنگ های آذرین (Debite)

منظور از دبی شکستگی های طبیعی سنگ آذرین است که در نتیجه عوامل مختلف به خصوص انقباض و انبساط در حین سردشدن سنگ آذرین، به وجود می آید. عواملی نظیر نیروهای تکتونیکی، تغییرات سریع درجه حرارت و عمل فیزیکوشیمیایی آبهای نافذ به تشکیل این شکستگی ها کمک می کنند، دبی به صورت های مختلف دیده می شود.

دبی دیاکلازی

درسنگ های آذرین نفوذی و بعضی از گدازه ها شکستگی های نامنظم در توده آذرین به وجود می آید که توده را به قطعات چند وجهی نامنظم تقسیم می کند. این شکستگی ها در درجه اول به علت سرد شدن توده آذرین و در درجه دوم به سبب نیروهای تکتونیکی حاصل می شود. آبهای نافذ به تدریج سبب باز شدن شکافها و تجزیه سانتریپیت (به طرف مرکز) قطعات می شودکه تجزیه پوست پیازی یکی از آثار آن است.

دبی برشی

در گدازه ها دیده می شود. گدازه هایی که در حین حرکت سرد و منجمد می شوند منظره برشی به خود می گیرند این حالت بیشتر در گدازه های زیر آبی که تماس آب با گدازه باعث تسریع انجماد می گردد دیده میشود.

دبی منشوری

مخصوص سنگ های آتشفشانی است. انقباض ناشی از انجماد گدازه در گدازه های نیروی کششی به وجـود مـی آورد. در بعضی از گدازه ها نیروهای کششی مذکور در سه جهت موازی با سطح گدازه و با فاصله زاویه ای 120 درجـه از یکـدیگر اثر می کنند. در ردیف منشورهای عمیق تر گدازه منظم تر از ردیف منشورهای بالایی گدازه است.

دبی بالشی(Pillow-Lava)

بیشتر گدازه های زیر دریایی منظره بالش های رویهم قرار گرفته را به خود می گیرند که اصطلاحا دبی بالشی یـا پیلـولا گفته می شود. گاهی این منظره یا دبی کیسه آردی می گویند. گدازه به محض بیرون ریختن در تماس با آب سرد شـده و به صورت گلوله های مخلوط نشدنی در می آید ولی بخش درون این بالش ها، مـذاب اسـت و نقصـان حجـم ناشـی از انجماد فوری، با ایجاد حفره ای در مرکز بالش که مملو از مواد فرار و بخارآب است جبران می شود. در داخل ایـن حفـره مواد کانیهای مرحله پنوماتولیتیک و هیدروترمال قرار دارد.

بافت سنگ های آذرین(Texture)

بافت برای بیان خصوصیات ماکروسکوپی سنگ ها یعنی آنچه را که با چشم غیر مسلح می توان دید به کـار گرفتـه مـی شود. مانند اختلافات در اندازه بلورها، آرایش کانیهای تیره و روشـن، تـراکم، تخلخـل، اسـتحکام و رنـگ. گـاهی بافـت و ساخت یک سنگ با یک نام خوانده می شود مثلا بافت حفره دار و یا ساخت میکروسکوپی بعضی از سنگ هـا را میتـوان با چشم غیر مسلح نیز فهمید.

انواع بافت های سنگ های آذرین

1)بافت حفره دار (texture vaculair)

اگر گدازه به محض آزاد شدن گازهای محلول در آن فورا منجمد شود و حباب های گاز در سنگ محبـوس بـاقی بمانـد، سنگی پر حفره دار به وجود می آورد. مانند اسکوری، پونس، پوزولان.

2)بافت متراکم

در صورتیکه سنگ آذرین بدون حفره باشد می گوییم سنگ دارای بافت متراکم است مانند گرانیت.

3)بافت مطبق یا جهت یافته

اگر کانیهای تیره و روشن سنگ آذرین در امتداد صفحات موازی به طور متناوب قرار گرفته باشند می گوییم بافت سنگ مطبق یا جهت یافته است. این بافت در گدازه هایی پدید می آید که در حین حرکت گدازه انجماد صورت میگیرد. همچنین در سطح خارجی توده های نفوذی نیز ممکن است بافت جهت یافته به وجود آید.

4)بافت برشی

اگر قطعات منجمد شده گدازه توسط خمیره ای از جنس گدازه به هم جوش بخورند و به سنگی یکپارچه تبدیل شوند بافت برشی به وجود می آید. این بافت در سطح بالا یا زیرین گدازه و یا در گدازه هایی که در آبهای کم عمق می ریزند تشکیل می شود.

5)بافت پورفیری(texture porpherique)

در این بافت بلورهای درشت درمتنی نامشخص پراکنده هستند. متن نامشخص شیشه ای و یا به قدری ریز بلور باشد که با چشم غیر مسلح تشخیص داده نمی شوند.

6)بافت دانه ای (texture granular)

در این بافت بلورهای سنگ با چشم غیر مسلح قابل روئت می باشند. اما تشخیص آنها خالی از اشکال ممکن است نباشد.

7)بافت پگماتیتی (texture pegmatitique)

در این بافت سنگ به صورت رگه ای است و بلورهای آن به قدری درشت است که به آسانی با چشم غیر مسلح قابل تشخیص می باشد.

ساخت سنگ های آذرین

منظور از ساخت (Structure) شکل و اندازه بلورها و رابطه فیزیکی آنها با یکدیگر است که توسط میکروسکوپ مورد مطالعه قرار می گیرد و مراحل مختلف انجماد و نحوه تبلور سنگ آذرین را برای ما روشن می نماید.

ساخت درشت بلور (Strature phaneritique)

ساخت درشت بلور به سنگ آذرینی اختصاص دارد که آرام در اعماق زمین سرد شده و همه بلورها فرصت کافی برای رشد یافته اند. هیچ وجه در این ساخت بخش شیشه ای و غیر متبلور وجود ندارد اغلب کانیها تقریبا اتومورف بوده و شکل بلورشناسی خود را در سنگ حفظ می کنند. بعضی دیگر که حد فاصل کانیهای اتومورف را پرکرده اند گزنومورف می باشند.

ساخت دانه ای

در این ساخت بلورهای گزنومورف کوارتز به صورت منفرد و یا مجتمع فضای بین بلورهای اتومورف را پر کرده است. در ساخت دانه ای فلدسپات پلاژیوکلاز تقریبا اتومورف می باشند و در بین آنها فلدسپات های قلیایی به صورت گزنومورف و گاهی تقریبا اتومورف دیدهمی شوند. در ساخت مونزونیتیک بلورهای درشت فلدسپات آلکالن بلورهای اتومورف پلاژیوکلاز را در برمیگیرد. کانیهای تیره مانند اولیوین، پیروکسن، آمفیبول و میکای سیاه اگر در یک متن متشکل از کانیهای روشن پراکنده باشند اتومورف بوده اما اگر سنگ تماما از کانیهای تیره تشکیل شده باشد در آنصورت گزنومروف خواهند بود.

ساخت پورفیروئید(Structure porghyroide)

چنانچه اندازه بلورهای تشکیل دهنده سنگ آذرین درشت باشد ارتوز یا میکروکلین در گرانیت هایی با بافت پورفیر مانند و یا پورفیروئید به وجود می آید. بلورهای بسیار درشت را مگاکریست می نامند. این بلورها بعد از انجماد سنگ های آذرین و در مرحله پنوماتولیتیک رشد فوق العاده یافته اند.

ساخت پگماتیتی

در این ساخت بلورها بسیار درشت می شوند به طوریکه اندازه آنها بین چند سانتی متر تا چندین دسی متر است. کوارتز و فلدسپات ها گاهی تقریبا اتومورف و گاهی گزنومورف هستند. تورمالین، میکای سفید، بریل، آپاتیت در ساخت پگماتیتی اتومورف هستند.

ساخت پگماتیتی گرافیک

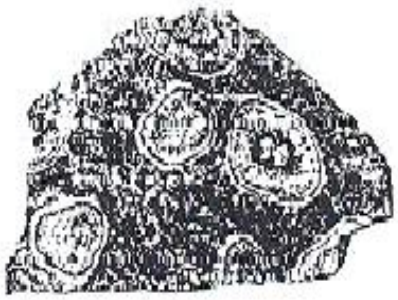
وقتی یک بلور کوارتز و یک بلور فلدسپات آلکالن طوری در هم داخل شده باشند که یکی از آنها معمولا(فلدسپات آلکالن) متن را تشکیل داده و بلور دیگر ادخال را می سازند.

ساخت پگماتوئیدی

در سنگ های بازیک رگه هایی از انجماد ماگمای باقیمانده تشکیل می شود که شامل بلورهای درشت پلاژیوکلاز و پیروکسن و آمفیبول است. گاهی درشتی این بلورها چند سانتی متر میرسد. چون ساخت پگماتیتی شبیه آن است به آن پگماتوئیدی می گویند.

ساخت کروی(Strauure Orbicalaire)

در این ساخت زمینه سنگ دارای ساخت دانه ای است و در این زمینه اجتماعاتی از بلورها به صورت کره با ساخت شعاعی قرار گرفته اند. هر کره از طبقات متحدالمرکز و متناوب کانیهای تیره و روشن تشکیل شده به نحوی که کانیهای رشد در امتداد شعاعهای کره و کانیهای تیره موازی با سطح کره رشد کرده اند.



ساخت آپلیتی

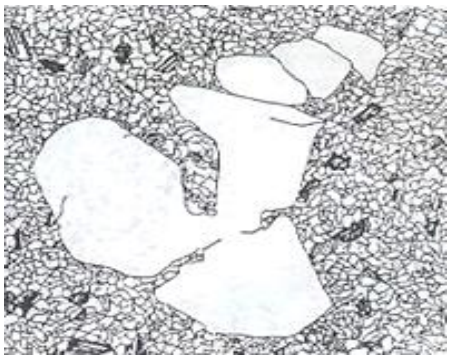
در این ساخت بلورهای ریز و یکنواخت هستند که با چشم غیر مسلح به آسانی قابل روئیت نمی باشند. این ساخت مخصوص رگه ها و فیلونهای توده آذرین اسیدی غنی از پلاژیوکلاز است.

ساخت ریز بلور(Structure microcristaline(aphaneritique))

ساخت ریز بلور مخصوص سنگ های آتشفشانی، دایکها، سیل ها و سطح خارجی توده های نفوذی است.

ساخت دانه ای ریز بلور (Structure microgrenue)

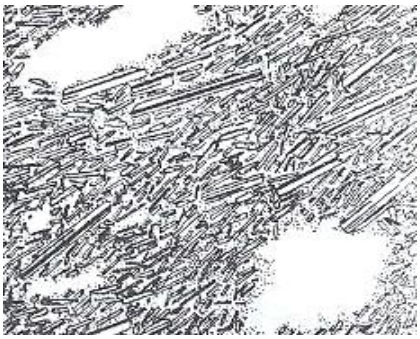
دراین ساخت ساخت اندازه بلورها از ساخت آپلیتی تا ساخت کریپتوکریستالین(نامرئی بلور) تغییر می کند. در ساختت کریپتوکریستالین بلورهای کوارتز و فلدسپات به قدری ریز هستند که در ضخامت مقطع نازک سنگ که برای مطالعه با میکروسکوپ تهیه شده چند بلور رویهم قرار می گیرند و در نتیجه تشخیص آنها را با میکروسکوپ شامل می سازد. ساخت دانه ای ریز بلور ساخت فلسی تیک نیز نامیده می شود در ساخت فلسیتیک پورفیریک بلورهای درشت در متن دانه ای ریز بلور مشاهده می گردند.



ساخت فلسیتیک پورفیریک

ساخت میکرولیتیک (Structure mictolitque)

ساخت میکرولیتیک مختص گدازه هاست. در این ساخت قسمت اعظم فلدسپات به صورت بلورهای اتومورف و بازیک متبلور می گردد که میکرولیتی خوانده می شود. فضای بین میکرولیتها و بخشی متبلور و نامرئی و یا غیر متبلور و شیشه ای پر می کند که اصطلاحا مزوستار گفته می شود.



ساخت میکرولیت

ساخت میکرولیتیک پورفیریک (Structurmictolitque) porghyrique

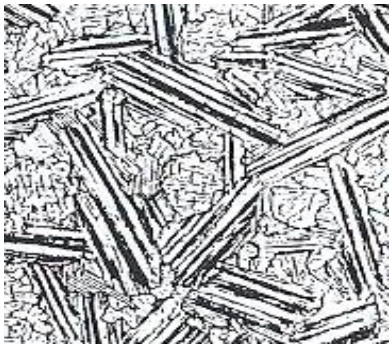
اگر در ساخت میکرولیتیک بلورهای درشت کانیها نیز دیده شود به آن ساخت میکرولیتیک می گویند. بلورهای درشت را اصطلاحا فنوکریستال می گویند. فنوکریستالها در اعماق زمین و میکرولیت ها در سطح زمین تشکیل شده اند و این بدان معنی نیست که فنوکریستالها همزمان با تشکیل میکرولیتها نیز رشد نکرده باشند.

ساخت دلریتی(Structure doleritique)

ساخت دلریتی در سنگ های بازیک که به صورت فیلون، دایک یا سیل تشکیل شده باشند دیده می شوند. گاهی قشر خارجی توده های نفوذی بازیک و یا گدازه های بازالتی نیز دارای ساخت دلریتی می شوند. در ساخت دلریتی بلورهای اتومورف پلاژیوکلاز طوری در کنار هم قرار گرفته اند که بین خود فضاهای چند گوش به وجود می آورند و این فضاها به وسیله خمیره ای ریز بلور یا شیشه ای پر می شود.

ساخت دلریتی اینتر سرتال

در این ساخت فضاهای پلاژیوکلاز را پیروکسن یا اولیوین پر می کند. گاهی ساخت دلریتی را با چشم غیر مسلح و یا به کمک ذره بین می توان تشخیص داد.



ساخت دلریتی اینتر سرتال

ساخت پوئی لیتیک(Structure poelireque)

بلورهای درشت یک کانی بلورهای کوچک کانی دیگر را به صورت ادخال در خود دارد.

ساخت پوئی لیتیک

ساخت افیتیک(Structure ophitique)

اگر در یک سنگ ساخت دلریتی و ساخت پوئی لیتیک باهم دیده شوند ساخت افیتیک نامیده می شود.

ساخت شیشه ای (Structure hyaline)

در این ساخت قسمت اعظم و یا تمام سنگ غیر متبلور و شیشه ای است بدین ترتیب که ماگما به قدری سریع سرد می شود که انجماد مولکولها فرصت آرایش و تشکیل شبکه تبلور را ندارند.

ساخت تمام تمام شیشه ای(Structure hohyaline)

در ماگمای بازیک کمتر از ماگماهای خنثی و اسیدی به وجود می آید. سنگ هایی که دارای ساخت شیشه ای هستند در صورتیکه بافت آنها حفره دار نباشد تیره به نظر می رسند (آبسیدین). در صورت حفره دار بودن چون وجود حفرات سبب می شود که نور شکسته و پراکنده شود لذا سنگ سفید به نظر می رسد (پونس).

ساخت شیشه ای مرواریدی(Structure hohyaline perlitique)

سنگ غیر متبلور شیشه ای بعد از انجماد نیز به سرعت سرد می شود. در نتیجه شکستگی های قوسی و کروی شکل در سنگ به وجود می آید که سبب خرد شدن آن به قطعات گرد نظیر مروارید می گردد. قطعات کروی قطری درحدود یک یا چند میلی متر دارند.

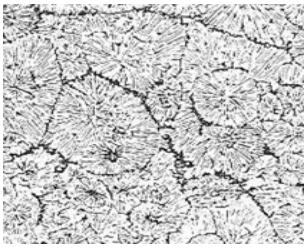
ساخت هیالوپورفیریک

ساختی است شیشه محتوی بلورهای درشت

ساخت هیالواسفرولیتیک(Structure hyalospherolitique)

این ساخت در سنگ های شیشه ای که تبلور مجدد پیدا می کنند به وجود می آید، اگر شیشه آتشفشانی در مرحله پنوماتولیتیک انجماد گدازه ها، تحت اثر گازهای آتشفشانی تبلورمجدد پیدا کنند در اینصورت بلورهای سوزنی کانیهای مافیک مانند اوژیت (در بازالتها) و اژیرین (در سنگ های قلیایی) به صورت دستجات شعاعی یا شانه مانند در شیشه به وجود می آید. سپس بلورهای کوارتز و فلدسپات متبلور می گردند. تمام این بلورها تشکیل اجتماعات کروی به قطر یک تا چند میلی متر می دهند. در شیشه ایی که به علت قدمت و کهنگی تبلور مجدد صورت می گیرد متن سنگ به بلورهای بسیار ریز کریپتوکریستالین کوارتز و فلدسپات تبدیل می گردد. این بلورها به صورت ادخال هماتیت به رنگ

متمایل به قرمز یا به وسیله کلریت به رنگ متمایل به سبز در آمده اند. به همین علت است که رنگ ماکروسکوپی سنگ های آتشفشانی قدیمی (فاسیس پالئوولکانیک) با سنگ های آتشفشانی زمان حال تفاوت دارد.



ساخت اسفرولیتی

ساخت دیاپلتیک(Structure diaplectique)

ساختی است حدواسط بین شیشه ای و متبلور. این اصطلاح گاهی برای ساخت ضربه ای که بلورهای سنگ به علت ضربه و شوک به صورت پودر کریپتوکریستالین درآمده اند به کار میرود.

ساخت اوتاکسیتیک(Structure eutaxitique)

به ساختی که در آن قطعات شیشه به هم جوش خورده و جهت یافته شوند و حالت جریان نشان دهند گفته می شود این اصطلاح را برای ایگنمریت ها به کار می برند.

نکات کلیدی فصل اول

- حداکثر دمایی که ماگما به سطح زمین می رسد دارای c 1200 و حداقل c 950 است. کمتر از این حد ماگما به سطح زمین نخواهد رسید و در داخل زمین منجمد می شود.
- ماگمای گرانیتی دو منشاء دارند:

1) ماگمای حاصل از ذوب پوسته اسیدی زمین

2) ماگمای حاصل از تحو ماگماهای حدواسط و بازالتی

- بخش های سفید رنگ در گرانیت آناتکسی، کوارتز و فلدسپات آلکالن هستند که نسبت به قسمت های تیره و نقطه ذوب پایین تری دارند.
- تبلور ماگما از قانون باون تبعیت می کند: ابتدا اولیوین و پیروکسن متبلور می شود و در انتهای این تبلور، کوارتز به وجود می آید.
- پایداری کانیها در طبیعت برعکس تبلورشان می باشد. (قانون گلدیش) یعنی کوارتز که آخر متبلور می شود دارای پایداری بیشتری می باشد.
- در شرایطی که ماگما تحت فشار آب باشد نقطه ذوب کانیها کمتر از حالت معمولی می باشد.
- در توالی آگپائی تیک ($Na_2O+K_2O \geq Al_2O_3$) توالی باون برعکس می باشد.
- در سیل ها $L/T>10$ و در لاکولیت ها $L/T<10$ است.
- در بافت شکل و اندازه بلورها و رابطه فیزیک آنها با یکدیگر با میکروسکوپ مورد مطالعه قرار می گیرد ولی در ساخت خصوصیات ماکروسکوپی سنگ ها (اختلاف اندازه بلورها و...) مورد بررسی قرار می گیرد.
- ترکیب شیمیایی ماگما، محل انجماد و میزان حرارت و فشار... عوامل موثر بر نوع سنگ آذرین است.

نمونه سوالات تستی

1- **عامل اصلی ایجاد زونینیگ نوسانی در پلاژیوکلازها کدام است؟**

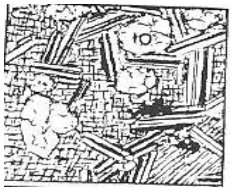
1) تغییرات فشار بخارآب در محیط تبلور

2) سقوط و ته نشینی بلورهای پلاژیوکلازها به کف اتاق ماگمایی

3) صعود بلورهای پلاژیوکلاز به طرف مناطق سطحی و کم فشار

4) هضم سنگ های آهکی به وسیله ماده مذاب

2- **شکل مقابل معرف چه نوع بافت آذرین است؟**



1) اینترسرتال 2) پورفیری

3) پوئی کیلیتیک 4)گرانولار

3- **لاهار چیست؟**

1) نهشته های پیروکلاستیکی که در آب دریاچه ها ته نشین می شود.

2) نهشته های عمدتا خاکستر آتشفشانی که بوسیله جریان آب ته نشین می شود.

3) نهشته های خاکستر ریزشی که از هوا روی زمین ریخته باشد.

4) هر نوع نهشته ای که از انفجارات آتشفشانی در آب ته نشین شود.

4- **کدام جمله در مورد آبسیدین صحیح است؟**

1) هر شیشه طبیعی بی آب با ترکیب ریولیتی

2) هر شیشه آبدار با ترکیب ریولیتی

3) هر شیشه سنگی سیاه رنگی که در آن گلوله های کوچک (اسفرولیت) موجود باشد.

4) شیشه سنگی بی آبی که ترکیب اسید تا حدواسط داشته باشد.

5- بافت غالب در سنگ های آندزیتی چیست؟

1)پورفیری 2) شیشه ای 3) مخفی بلور 4) میکرولیتی

6- بافت اوتاکسیتیک در کدام سنگ به وجود می آید؟

1) بازالت ها 2) ایگنمبریت ها 3) توفیت ها 4)لاهار

7- نام توده نفوذی که بطور هم شیب در محل لولای تاقدیس یا ناودیس وجود دارد، چیست؟

1) بیسمالیت 2) سیل 3) فاکولیت 4) لوپولیت

8- با افزایش فشار خشک و فشار آب نقطه ذوب سیلیکاتها به ترتیب..... می یابد؟

1) افزایش و افزایش 2)کاهش و افزایش 3)کاهش و کاهش 4) افزایش و کاهش

9- علت اصلی ویسکوزیته یا گرانروی بالای ماگمای ریولیتی چیست؟

1) بالا بودن مواد جامد 2) بالا بودن میزان SiO_2 3) پایین بودن مواد فرار 4) پایین بودن درجه حرارت

10- سنگ مادر پیشنهادی (سنتتیک) توسط برخی از دانشمندان، برای تشکیل مذاب در استنوسفر زمین اصطلاحا چه نامیده می شود و ترکیب کلی آن چیست؟

1) پریدوتیت- یک بازالت+ سه دونیت می باشد. 2)پیرولیت- سه بازالت + یک دونیت می باشد.

3) پریدوتیت - سه بازالت + یک دونیت می باشد. 4) پیرولیت- یک بازالت + سه دونیت می باشد.

11- کدام یک از سنگ های آذرین خروجی در پوسته فراوان ترند؟

1) آندزیت ها 2) بازالت ها 3) ریولیت ها 4) تراکیت ها

12- به شکل توده آذرینی که در محل تاقدیس ها و یا گودی ناودیس ها دیده می شوند، چه می گویند؟

1)لاکولیت 2) فاکولیت 3) لوپولیت 4) بیسمالیت

13- بافت پیلوتاکسیتی را چگونه می توان تشخیص داد؟

1) بافتی که در سی نیت ها دیده می شود و حاشیه بلورهای فلدسپات آلکالن را پلاژیوکلاز فراگرفته است.

2) بافتی خاص ایگنمبریت ها است که جهت جریان شیشه در سنگ دیده می شود.

3) بافت پورفیری فاقد خمیره شیشه ای است و میکرولیت های پلاژیوکلاز کلسیک جای شیشه را اشغال کرده اند.

4) بافت تمام شیشه ای که واجد بعضی از بلورهای درشت (فنوکریست)،پلاژیوکلاز و پیروکسن می باشد.

14- **بافت غربالی شاخص چه شرایطی است؟**

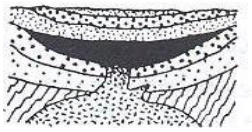
1) تغییر شرایط در جهت ناپایداری فاز تشکیل شده یا در حال تشکیل است.

2) شرایط تبلور سریع یک کانی است به نحوی که کانی قادر به ترمیم بخش های ناقص خود نمی باشد.

3) شاخص شرایط تبلور همزمان 2 یا چند کانی می باشد.

4) شاخص تاثیر متقابل کانی ها بر یکدیگر و تشکیل بافت های جدید و از جمله بافت غربالی می باشد.

15- **شکل زیر، مربوط به توده های آذرین چه نامیده می شود؟** **(سراسری 84)**



1) بیسمالیت 2) فاکولیت 3) لوپولیت 4)لاکولیت

16- **کدام جمله در مورد پگماتیت ها صحیح تر است؟**

1) صرفا از تقریف گرانیتها به وجود می آیند.

2) همیشه دارای بافت گرافیکی هستند.

3) محصول تبلور آخرین مذابهای ناشی از تقریق ماگماهای گرانیتی و یا اولین مذاب هـای ناشـی از آناتکسـی سـنگ های پوسته ای هستند.

4) سنگ های آذرین دانه درشتی که غالبا به صورت لاکولیت دیده می شوند.

17- **حاصل درهم رشدی کوارتز و فلدسپات آلکالن در آخرین تبلور ماگما ایجاد بافت ..... است؟**

1) پرتیتی 2) واریولیتی 3) میرمکیتی 4) میکروپگماتیتی

18- **توده های عدسی شکل که به طور هم شیب در میان لایه های چین خورده مانند محور تاقدیس ها تزریق شده اند چه نامیده می شود؟**

1) بیسمالیت 2) فاکولیت 3)لاکولیت 4) لوپولیت

19- **اگر ماگمایی 52%-63% سیلیس در ترکیب شیمیایی خود داشته باشد:**

1) ماگمای اسیدی 2) ماگمای اولترابازیک

3) ماگمای بازیک 4) ماگما یا سنگ های حدواسط

20- **عمق منشاء ماگما با کدام گزینه نسبت معکوس دارد؟**

1)SiO_2 2)H/H_2O 3)FeO 4)CO/CO_2

21- **کدام گزینه اگر تحت فشار هیدرواستاتیک 28 کیلوبار و حرارت 850°c -600 قرار گیرد دگرگون شده و به گنیس یا گرانیت تبدیل می شود؟**

1)کوارتز 2) خاک رس 3) میکاشیست 4)ریولیت

22- **اگر ماگمای بازالت توله ایتی آرام منجمد شود:**

1) بلورهای اولیوین تماما به هیپرستن تبدیل می شود. 2) بلورهای هیپرستن تماما به اولیوین تبدیل می شود.

3) بلورهای پیروکسن تماما به اوژیت تبدیل می شود. 4) بلورهای اوژیت تماما به هیپرستن تبدیل می شود.

23- **کدام کانی ها جز اولین کانی هایی است که در ماگما متبلور می شود؟**

1)کوارتز 2) زیرکن 3) بیوتیت 4) فلدسپات پتاسیم

24- **اگر درصد آب در ماگما بیش از 3% باشد:**

1) تبلور بیوتیت قبل از فلدسپات آلکالن صورت می گیرد.

2) بیوتیت بعد از کوارتز متبلور می شود.

3) بیوتیت بعد از فلدسپات آلکالن و قبل زا کوارتز متبلور می شود.

4) تبلور فلدسپات آلکالن قبل از مسکویت است.

25- **وجود آب در ماگما باعث:**

1)پایین آمدن نقطه ذوب ماگما 2)پایین آمدن نقطه انجماد ماگما

3) بالا آمدن نقطه ذوب ماگما 4) بالا آمدن نقطه انجماد ماگما

26- **کدام کانی جزء کانی های پنوماتوژن حرارت بالا می باشد؟**

1) بیوتیت 2) تورمالین 3) توپاز 4) موسکویت

27- **کدام یک از کانی های زیر در اثر تغییر فشار، نحوه تبلور یا ذوبشان تغییر می کند؟**

1)پارگازیت 2)بیوتیت 3)کوارتز 4)پلاژیوکلاز

28- **کدام گزینه توالی آگپائی تیک در ماگما نشان می دهد؟**

1) $Na_2O+K_2O \geq Al_2O_3$ 2) $Na_2O+K_2O < Al_2O_3$

3) $Na_2O \geq K_2O+Al_2O_3$ 4) $K_2O+Al_2O_3<Na_2O$

29- **آپلیت در کدام مرحله از مراحل مختلف انجماد تشکیل می شود؟**

1) مرحله ارتوماگماتیک 2) دوتریک 3) پگماتیت 4) هیدروترمال

30- **فلدسپاتها در کدام مرحله از انجماد ماگما و بر اثر تاثیر کدام گاز به تورمالین تبدیل می شوند؟**

1) مرحله ارتوماگماتیک، تاثیر گاز بر و فلوئور 2) مرحله پنوماتولیتک، تاثیر گاز بر و فلوئور

3) مرحله پگماتیتیک، تاثیر گاز کلر 4) مرحله پگماتیتیک، تاثیر انواع گازها

31- **بر اثر تجزیه هیدروترمال آمفیبول تبدیل به چه کانیهایی می شود؟**

1)کلریت + اکسید آهن 2)بیوتیت یا کلریت

3)ایندنگسیت، بولنژیت،کلریت 4)اوارلیت

32- **بافت و ساخت آذرین تابع چه عواملی نمی باشد؟**

1)گرادیان زمین گرمایی 2) فشار

3) حرارت اولیه ماگما 4) عمق جایگزینی

33- **تفاوت سنگ آذرین از نظر آرشیکتور**:

1)گرانروی ماگما 2) اختلاف شرایط فیزیکی انجماد و ترکیب شیمیایی ماگما

3)گرادیان زمین گرمایی 4) عمق جایگزینی

34- **توده های نفوذی عدسی شکل که با سنگ درون گیر خود هم شیب هستند چه نامیده می شود؟**

1)فاکولیت 2)دایک 3)لاکولیت 4)سیل

35- **در قله تاقدیس یا قعر ناودیس چه چیزی تشکیل می شود؟**

1) فاکولیت 2) دایک 3)لوپولیت 4) سیل

36- **سنگی شیشه ای که ترکیب شیمیایی اسیدی دارد شامل**:

1) اسکوری 2)پومیس 3) پوزولان 4) ایگنمبریت

37- در کدام ناحیه دبی بالشی مشاهده می شود؟

1)گدازه های زیر دریایی 2) سنگ های آتشفشانی 3) سنگ آذرین نفوذی 4)گدازه های زیر آبی

38- کدام بافت حاصل رشد تداخلی دو کانی مختلف می باشد؟

1) بافت سمپلتیک 2) بافت کرونا 3) بافت مونزونیتی 4) بافت میرمکیتی

39- کدام بافت مربوط به سنگ های گدازه ای بوده که حفرات بعدا تحت تاثیر فرایندهای ثانویه پرشده است؟

1) بافت واریولیتی 2) بافت اینترسرتال 3) بافت پورفیروئید 4) بافت راپاکیوی

40- سرد شدن یک توده آذرین به کدام عوامل زیر بستگی ندارد؟

1) ترکیب و حجم 2) زمان و شکل توده

3) عمق گرادیان 4) نزدیکی موهو به پوسته قاره ای

41- به ساختی که در آن قطعات شیشه به هم جوش خورده، جهت یافته شاده و حالت جریان را نشان می دهد ..... می گویند؟

1) اوتاکسیتیک 2) دیاپلتیک 3) هیالواسفرولیتیک 4) هیالین

42- جریان گدازه با کدام یک از عوامل زیر نسبت معکوس دارد؟

1) مجذور 2) وزن مخصوص 3) شتاب ثقل 4)گرانروی

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

عامل اصلی زونینگ می تواند تغییرات فشار بخار آب در محیط تبلور باشد، عامل دیگر ایجاد زونینگ ورود متناوب ماگما به درون حفره ماگمایی است.

2- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

با توجه به قرار گیری کانیها نسبت به هم این نوع بافت اینترسرتال می باشد.

3- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

لاهار(Lahar): مواد پرتابی آتشفشانی بر روی دامنه های شیب دار آتشفشانی انباشته شده و در اثر ثقل، بارندگی های آتشفشانی و سیل های حاصل از ذوب برف و یخچال دامنه آتشفشانی به صورت روانه گلی و با سرعت زیاد به طرف دره ها و دشت های اطراف سرازیر می شود به این روانه گلی و خاکستر آتشفشانی لاهار گویند. از خصوصیات لاهار، گرانروی بالا و وجود قطعات بسیار بزرگ سنگ ها و عدم وجود منظم دانه ای و چینه بندی می باشد.

4- **گزینه 4 صحیح است**.

5- **گزینه 4 صحیح است زیرا**:

بافت غالب در سنگ های آندزیتی، میکرولیتی میباشد. بافت آندزیت میکرولیتی پورفیری است.

6- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

ساخت اوتاکسیتیک(Structure eutaxitique): به ساختی که در آن قطعات شیشه به هم جوش خورده و جهت یافته شوند و حالت جریان نشان دهند گفته می شود این اصطلاح را برای ایگنمریت ها به کار می برند.

7- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

فاکولیت ها (Phacolite): در این نوع توده آذرین ماده مذاب فضای کم فشار بین طبقات چین خورده را در امتدای لولای چین پر می کند. بنابراین فاکولیت ها در قله تاقدیس ها و قعر ناودیس ها تشکیل می شوند.

8- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

با افزایش فشار آب (فشاردرونی) نقطه ذوب سیلیکاتها کاهش و با افزایش فشار خشک (فشار بیرونی) نقطه ذوب سیلیکاتها افزایش می یابد.

9- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

علت اصلی گرانروی بالا در ماگمای ریولیتی وجود مقدار زیاد SiO_2 در آن می باشد.

10- **گزینه 4 صحیح است**.

11- **گزینه 2 صحیح است**.

12- **گزینه 2 صحیح است**.

13- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

ساخت اوتاکسیتیک(Structure eutaxitique): به ساختی که در آن قطعات شیشه به هم جوش خورده و جهت یافته شوند و حالت جریان نشان دهند گفته می شود این اصطلاح را برای ایگنمریت ها به کار می برند.

14- **گزینه 1 صحیح است**.

15- **گزینه 2 صحیح است**.

16- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

پگماتیت ها محصول تبلور آخرین مذابهای ناشی از تفریق ماگماهای گرانیتی و یا اولین مذابهای ناشی از آناتکسی سنگ های پوسته ای هستند.

17- **گزینه 4 صحیح است**.

18- **گزینه 2 صحیح است**.

19- **گزینه 4 صحیح است**.

20- **گزینه 1 صحیح است**.

21- **گزینه 2 صحیح است**.

22- **گزینه 1 صحیح است**.

23- **گزینه 2 صحیح است**.

24- **گزینه 1 صحیح است**.

25- **گزینه 2 صحیح است**.

26- گزینه 1 صحیح است.

27- گزینه 1 صحیح است.

28- گزینه 1 صحیح است.

29- گزینه 3 صحیح است.

30- گزینه 2 صحیح است.

31- گزینه 2 صحیح است.

32- گزینه 2 صحیح است.

33- گزینه 2 صحیح است.

34- گزینه 1 صحیح است.

35- گزینه 1 صحیح است.

36- گزینه 2 صحیح است.

37- گزینه 1 صحیح است.

38- گزینه 1 صحیح است.

39- گزینه 1 صحیح است.

40- گزینه 4 صحیح است.

41- گزینه 1 صحیح است.

42- گزینه 4 صحیح است.

فصل دوم: روش های رده بندی و پتروگرافی سنگ های آذرین

در تشکیل سنگ های آذرین عوامل مختلفی مانند ترکیب شیمیایی ماگماها، محل انجماد ماگماها دخالت دارند و این مجموعه باعث می شوند سنگ های آذرین متفاوت باشند. تغییرات و تنوع در سنگ های آذرین آنقدر پیوسته و مرتبط است که حد مشخص بین گروه های مختلف سنگ ها، نمی توان در نظر گرفت و رده بندی ها عموما برای پیدا کردن یک زبان مشترک بین سنگ شناسان انجام شده است.

روش های مختلف رده بندی سنگ آذرین

الف) رده بندی کانی شناسی کیفی یا رده بندی طبیعی

در این رده بندی به وجود یا عدم وجود پاره ای از کانیها توجه شده است. به عنوان مثال کافی است که در یک سنگ کوارتز، الیگوکلاز و میکا وجود داشته باشد به آن نام گرانیت داده می شود.

ب) رده بندی کانی شناسی کمی

به این رده بندی مدال گفته می شود. در این رده بندی درصد کانیهای یک سنگ توجه می شود. محاسبه درصد کانیها توسط میکروسکوپ پلاریزان و به کمک دستگاه شمارنده نقاط (Computer deposite) انجام می گیرد.

ج) رده بندی شیمیایی

در این رده بندی به درصد سیلیس و اکسید فلزات قلیایی توجه شده است.

رده بندی شیمیایی _ کانی شناسی

در این رده بندی از سنگ تجزیه شیمیایی به عمل آورده و سپس با روش مخصوص کانیهای سنگ بر اساس نتیجه تجزیه شیمیایی ساختهمی شود. دراین رده بندی، بر اساس مقدار و درصد و نوع کانیهای ساخته شده است.به طور کلی نوع و درصد کانیهای ساخته شده، براساس تجزیه شیمیایی یا چیزی که در زیر میکروسکوپ دیده می شود مختصری تفاوت دارد.

رده بندی کانی شناسی کیفی

کانیهایی که اساس این رده بندی را تشکیل می دهند چندان زیاد نیستند و شامل دودسته یکی کانیهای سفید و دیگری کانیهای تیره می باشند.

کانیهای سفید که در این رده بندی مورد توجه قرار می گیرند عبارتند از: کوارتز، فلدسپات و شبه فلدسپاتها.

کانیهای تیره عبارتند از: اولیوین، پیروکسن، آمفیبول و میکاها.

وجود کانیهای تیره و درصد آنها در سنگ رنگ ر امشخص می کند. با توجه به کانیهای تیره و سفید، سنگ های آذرین به دو گروه بزرگ تقسیم می شوند:

1-گروه اول سنگ آذرینی که فقط از کانیهای سفید تشکیل شده است و یا علاوه بر کانیهای سفید دارای کانیهای تیره نیز می باشند.

2-گروه دوم سنگ های آذرینی که فقط از کانیهای تیره ساخته شده اند.

جدول 1- رده بندی سنگ های آذرین درونی

<table dir="rtl">
<tr><td colspan="6"></td><td colspan="4">سنگ های دارای کانیهای سفید</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">سنگ های دارای فلدسپاتوئید</td><td rowspan="2">سنگ های دارای فلدسپات و فلدسپاتوئید</td><td rowspan="2">سنگ های بدون کوارتز و فلدسپات</td><td rowspan="2">سنگ های دارای کوارنزو فلدسپات آلکالن</td><td rowspan="2" colspan="2"></td></tr>
<tr><td>دارای ملیلیت</td><td>ایژولیت</td><td>دارای نفلین</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td>مونزونیت نفلین دار</td><td>مونزونیت- سی ینو دیوریت</td><td>گرانودیوریت – گرانیت مونزونیتی</td><td colspan="2">سنگ های دارای فلدسپات آلکالن و پلاژیوکلاز</td></tr>
<tr><td>اسکسیت</td><td>دیوریت</td><td>دیوریت کوارنز دار</td><td>الیگوکلاز دارای آندزین50<An</td><td rowspan="4">سنگهای پلاژیوکلاز</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>ایژولیت</td><td>ترالیت</td><td>گابرو</td><td>گابروی کوارتز دار</td><td>لابرادو،بیتونیت ، آنورتیت50<An</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">سنگ های بدون کانیهای سفید</td><td>دارای اولیوین</td><td>دارای پیروکسن</td><td>دارای سرپانتین</td><td>دارای آمفیبول</td></tr>
<tr><td>پریدوتیت</td><td>پیروکسینیت</td><td>سرپانتینیت</td><td>آمفیبولیت</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3">سنگ های دارای فلدسپات آلکالن</td><td colspan="2">گرانیت آلکالن</td><td>سی نیت آلکالن</td><td>سی نیت نفلین دار</td></tr>
</table>

جدول 2- رده بندی سنگ های آتشفشانی

سنگ های دارای کانیهای سفید						
سنگ های دارای فلدسپاتوئید			سنگ های دارای فلدسپات و فلدسپاتوئید	سنگ های بدون کوارتز و فلدسپات	سنگ های دارای کوارنزو فلدسپات آلکالن	
دارای ملیلیت	ایژولیت	دارای نفلین	فنولیت آلکالن	تراکیت آلکالن	ریولیت آلکالن	سنگ های دارای فلدسپات آلکالن
			فنولیت تفریتی- تفریت فنولیتی	تراکی آندزیت لاتیت	ریوداسیت	سنگ های دارای فلدسپات آلکالن و پلاژیوکلاز
			تفریت	آندزیت	داسیت	الیگوکلاز دارای آندزین $An<50$	سنگ های پلاژیوکلاز
ملیلیت	لوسی تیت	نفلینیت	بازانیت	بازالت	بازالت توله ایتی	لابرادور، بیتونیت، آنورتیت $An>50$

با توجه به جدول 1 و 2 سنگ های آذرینی که دارای کانیهای سفید می باشند به چهار دسته بزرگ تقسیم شده اند:

سنگ های دارای فلدسپات و کوارتز

1- سنگ های دارای فقط فلدسپات (بدون کوارتز و بدون شبه فلدسپات)

2- سنگ های دارای فلدسپات و شبه فلدسپات

3- سنگ های دارای فقط شبه فلدسپات

برحسب نوع فلدسپاتی که در سنگ وجود دارد، این چهار دسته هر کدام به سه زیر بخش تقسیم می شوند:

الف) سنگ هایی که فقط فلدسپات آلکالن قلیایی دارد.

ب) سنگ هایی که دارای فلدسپات قلیایی و پلاژیوکلاز هستند.

ج) سنگ هایی که فقط دارای فلدسپات پلاژیوکلاز هستند.

در این رده بندی کانیهای تیره نیز مورد توجه قرار گرفته اند. رنگ سنگ ها بر اساس درصد کانیهای تیره مشخص می شود. برای درجه تیرگی (درجه رنگینی) سنگ ها، قرار داد زیر در نظر گرفته می شود:

سنگ های تمام روشن (هلولوکوکرات): درصد کانیهای تیره 0-10درصد

سنگ های روشن (لوکوکرات) : درصد کانیهای تیره 10- 40 درصد

سنگ های تیرگی متوسط (مزوکرات): درصد کانیهای تیره 40-60 درصد

سنگ های تیره رنگ (ملانوکرات): درصد کانیهای تیره 60- 90درصد

سنگ های تمام تیره رنگ (هلوملانوکرات): درصد کانیهای تیره 90-100 درصد

رده بندی کانی شناسی کمی

درصد کانیهای تشکیل دهنده سنگ را به کمک دستگاه شمارنده نقاط به دست آمده و سپس ضرایب مختلفی را که شرح داده می شود محاسبه می شود و اسم سنگ را به دست می آورند.

1-رده بندی مدال

بر اساس ضرایبی که به دست می آید مورد استفاده قرار می گیرد.

ضریب اشباعی(Indice de saruration)

در سنگ های اشباع از سیلیس به صورت Q%×100%(Q+F) = ضریب اشباعی و با علامت مثبت نشان داده می شود. در سنگ های تحت اشباع از سیلیس با علامت منفی نشان داده می شود.

ضریب فلدسپاتی(Indice feldespartique)

ضریب فلدسپاتی درصد فلدسپاتهای آلکالن به مجموع درصد فلدسپات آلکالن به علاوه پلاژیوکلاز است.

%F.alc×100%(Falc+Plag)

ضریب رنگینی(Indice de coloration)

درصد کانیهای تیره رنگ در سنگ را ضریب رنگینی می گویند و برحسب مقدار ضریب رنگین پیشوند یا پسوندهای زیر به اسم اضافه می شود.

درصد کانیهای تیره 0-10درصد	هلولوکوکرات
درصد کانیهای تیره 10- 40 درصد	لوکوکرات
درصد کانیهای تیره 40-60 درصد	مزوکرات
درصد کانیهای تیره 60- 90درصد	ملانوکرات
درصد کانیهای تیره 90-100 درصد	هلوملانوکرات

ضریب لوسیتونفلینیک(Indice leucito nephelonoque)

این ضریب معرف درصد لوسیت درمجموع لوسیت به علاوه نفلین می باشد.

%Leu×100%(Leu+Ne)

ضریب پیریدوتیک(Indice peridotique)

این ضریب عبارتست از درصد اولیوین نسبت به مجموع درصد اولیوین به علاوه پیروکسن.

%Per×100%(Per+Py)

ضریب پیروکسنو آمفیبولیت(Indice pyrexeno amphibolitique)

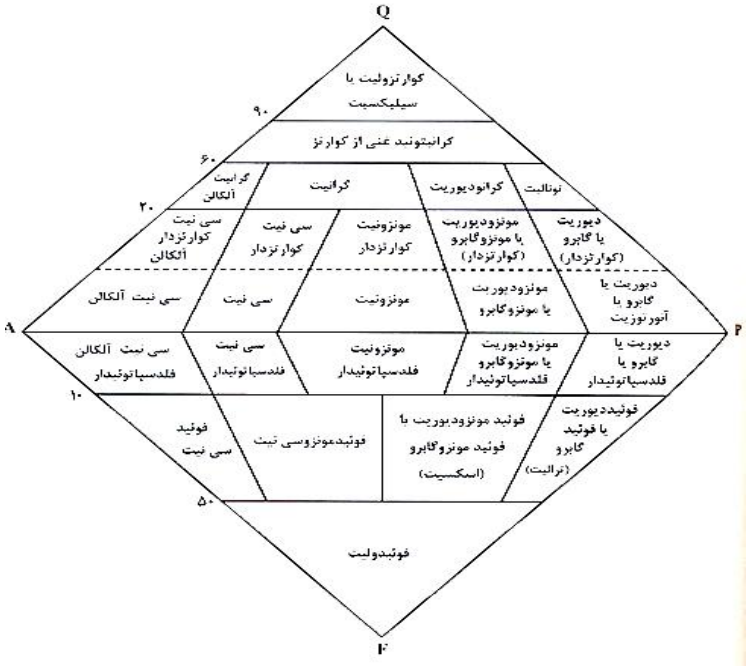
این ضریب مشخص کننده درصد پیروکسن در مجموع پیروکسن و آمفیبول سنگ می باشد. این ضریب در سنگ های هلوملانوکرات متشکل از پیروکسن و آمفیبل(بدون اولیوین)مورد استفاده قرار می گیرد.

2- رده بندی اشتریکایزن(Stekeision.A.)

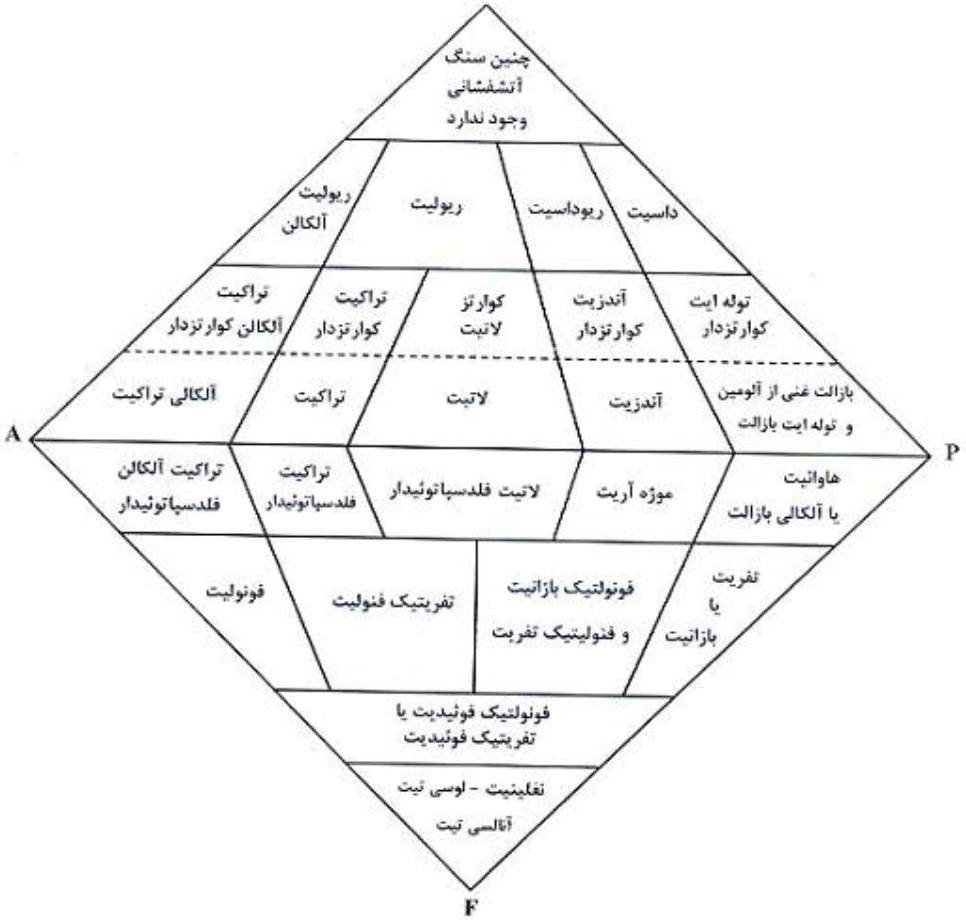
این رده بندی بیشتر برای سنگ های نفوذی و تمام متبلور به کار می رود.زیرا در سنگ های آتشفشانی بخش شیشه ای و بخش مخفی بلور(کریپتوکریستالین) وجود دارد. که به وسیله میکروسکوپ قابل تشخیص نیستند و همچنین به علت انجماد سریع بین بلورهای ریز و درشت و بین مرکز بلور و حاشیه آنها تعادل شیمیایی حاصل نمی شود. در این رده بندی برای سنگ های فلسیک 4 قطب شامل کوارتز Q فلدسپات آلکالن A فلدسپات پلاژیوکلاز P و فلدسپاتوئید F در نظر گرفته شد. درمورد سنگ های مافیک(غنی از کانیهای منیزیم و آهن دار) مورد توجه قرار می گیرند.

هر کدام از خانه های شکل 1 مربوط به یک گروه از سنگ های آذرین درونی می باشد. شکل 2 رده بندی سنگ های آتشفشانی می باشد.

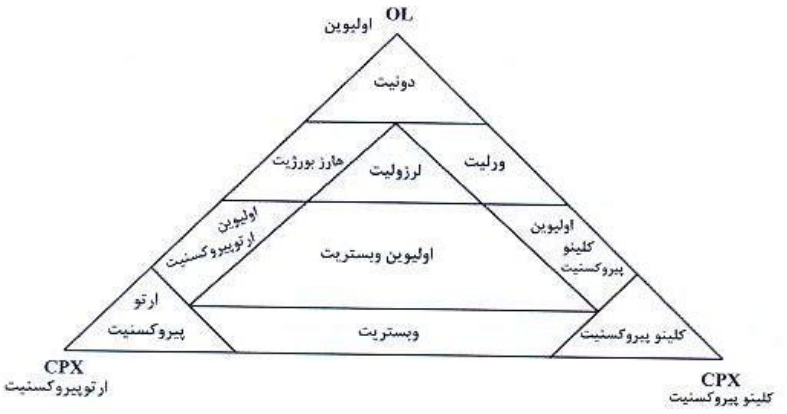
در رده بندی اشتریکایزن مستقیما از کانیهای نورماتیو استفاده نمی شود.

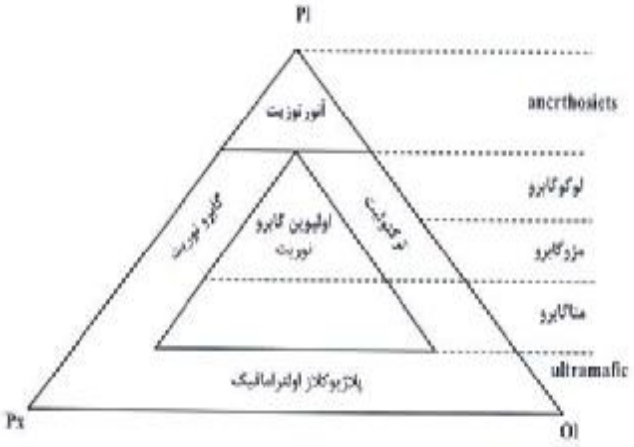


رده بندی اشتریکایزن برای سنگ های آذرین درونی

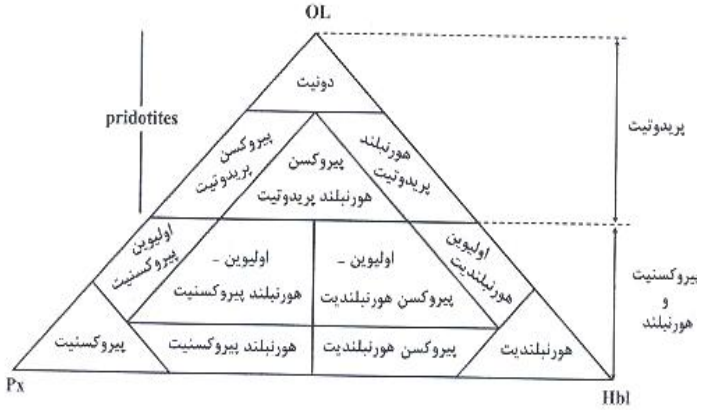


رده بندی اشتریکایزن برای سنگ های آذرین خروجی





رده بندی کانی شناسی کمی سنگ های بازیک و اولترابازیک



رده بندی کانی شناسی کمی سنگ های اولترامافیک

ج)رده بندی شیمیایی – کانی شناسی

ابتدا از روی درصد اکسید سنگ، کانیهایی را که سنگ آذرین، در صورت وجود شرایط مساعد تبلور می توانست بسازد به صورت تئوری می سازیم که به این محاسبه نورم می گوییم. کانیهای فرضی که ساخته ایم را کانیهای نورماتیو سنگ می گوییم در این محاسبه باید درصد وزنی اکسیدها را به صورت میلی مولکول در آوریم و بر طبق فرمول کانیهای موجود در

سنگ آذرین، میلی مولکولهای سیلیس سنگ را بین میلی مولکولهای اکسید تقسیم می نماییم و به ترتیب: مگنتیت، آلبیت، ارتوز، ایلمنیت، آپاتیت، اولیوین، ارتوپیروکسن،کلینوپیروکسن و هماتیت را می سازیم.

اگر پس از ساختن آلبیت، سدیم اضافه آمد سدیم اضافه را با هماتیت و سپس اژیرین تبدیل می کنیم.

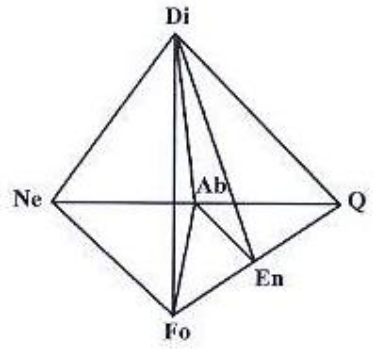
اگر پس ساختن فلدسپاتها، آلومنیوم زیاد آمد مولکولهای آلومینیوم را به صورت کرندون در نظر می گیریم.

اگر پس از اتمام محاسبات کمبود سیلیس مشاهده شد آلبیت را به نفلین تبدیل می کنیم.

اگر پس از این تبدیل باز سیلیس کم باشد ارتوز را به لوسیت تبدیل می نماییم.

به منظور استفاده از جدول طبقه بندی شیمیایی – کانی شناسی (لاکروا- 19933) مقادیر pqrs که به ترتیب درجه رنگینی، درجه اشباعی، درجه آلکالینیته و ضریب پتاسیک، هستند محاسبه می شود. این مقادیر به جدول لاکروا منتقل شده و نام سنگ به دست می آید.

رده بندی شیمیایی کانی شناسی دیگری وجود دارد که یکی از آنها تقسیم بندی چهار وجهی یودر و تایلی می باشد. در این رده بندی کانیهای اصلی نورماتیو در نظر گرفته می شود. قطب های چهاروجهی عبارتند از Di(دیوپسید) ،(کوارتز) Ab(آلبیت) En (انستاتیت)، Ne (نفلین)،Fe (فورستریت)، Ol (اولیوین).



تقسیم بندی یودر و تایلی

بر اساس این تقسیم بندی:

در چهار وجهی Q-En-Pl-Cpx توله ایت کوارتز دار قرار می گیرد.

در چهار وجهی Cpx- Pl-Ol-En توله ایت های اولیوین دار قرار می گیرد.

در چهاروجهی Cpx-Pl-Ol-Ne بازانیت ها قرار می گیرند.

روی سطح Cpx-Pl-En بازالت هیپرستن دار قرار می گیرند.

رروی سطح Cpx-Pl-Ol بازالت اولیوین دار قرار می گیرند.

روی سطحCpx- Ol-Opx لرزولیت قرار می گیرد.

روی سطح Cpx-Pl-Ne تقریت قرار می گیرد.

روی خط Cpx-Ne ایژولیت قرار می گیرد.

روی خط Cpx-Olپیکریت قرار می گیرد.

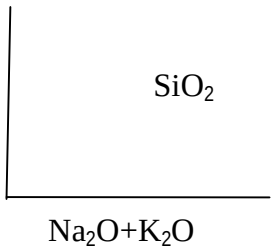
روی خط Ol-Pl بازالت پیکریتی قرار دارد.

روی سطح Cpx-Ol- Ne نفلینیت اولیوین دار قرار می گیرد.

بازالت غنی از آلومینیوم، توله ایت اولیوین داری است که به قطب پلاژیوکلاز نزدیک است.

د) رده بندی شیمیایی سنگ های آذرین

در این نوع رده بندی درصد پاره ای از اکسیدها که در ساختمان کانیهای اصلی سنگ نقش اساسی دارند مورد توجه قرار می گیرند. در این رده بندی درصد مجموع اکسیدهای آلکالن (Na_2O+K_2O) که در ساختمان فلدسپاتها به کار می روند و نیز SiO_2 که اسیدیته و بازیسیته سنگ ها به آن وابسته است ملاک قرار می گیرد.



پتروگرافی توصیفی سنگ های آذرین

در یک رده بندی گاهی ممکن است که یک سنگ آندزیت و در دیگری، تراکی آندزیت نام بگیرد. چون مرزهایی که در طبقه بندی ها وجود دارند، مصنوعی هستند. هر رده بندی هدف معین و مشخص دارد. مثلا هدف از رده بندی های کانی شناسی کمی یا رده بندی های شیمیایی – کانی شناسی، دسته بندی و معرفی سنگ ها صورت می گیرد و هدف از رده بندی های شیمیایی، مشخص شدن خصوصیات شیمیایی مرتبط با منشاء سنگ ها و فرایندهای تشکیل آنها می باشد.

1) سنگ های آذرین کوارتز دار

(1-1) سنگ های نفوذی کوارتز دار

(1-1-1) گرانیت آلکالن

گرانیت آلکالن غنی از Na، فقیر از Mg،Ca می باشد. فلدسپات موجود در این گرانیت میکروکلین به شدت پرتیتی و یا خیلی کم آلبیت تقریبا خالص است. کوارتز فراوان دارد و در رخساره های بسیار تیپیک، اژیرین یا ریبه کیت نیز در آن دیده می شود.

کانیهای فرعی← زیرکن و ندرتا استروفیلیت (میکای محتوی خاکهای کم یاب)

معمولا به صورت توده های کوچک و پراکنده دیده می شود. (مثلا جزیره روکال شمال اقیانوس اطلس)

لوکسولیانیت: گرانیت آلکالینی است که در آن اجتماعات بلورهای تورمالین به صورت اسفرولیت که در فاز پنوماتولیتیک تشکیل شده است دیده می شود.

(1-1-2) پگماتیت ها

پگماتیت ها، در اصل دارای ترکیب کانی شناسی، مانند گرانیت ها می باشند و به خانواده آنها تعلق دارند. ولی ساختمانشان با گرانیت متفاوت است. در پگماتیت ها بلورها درشتر از گرانیت ها هستند. کانی فرومنیزین در پگماتیت ها، بسیار کم است. کانی های درشت پنوماتوژن مثل تورمالین، توپاز، آپاتیت و کانیهای درشت دیگر در آنها یافت می شود.

پگماتیت ها به دو گروه پگماتیت های Na و Li و K دار تقسیم می شود. در گروه اول بلورهای تورمالین و بریل دیده می شود و گروه دوم متشکل از کوارتز، میکروکلین، مسکویت و تورمالین آهن دار می باشد.

پگماتیت ها یا حاصل آخرین مذاب باقیمانده از انجماد گرانیت ها هستند و یا اولین مذاب حاصل از ذوب پوسته گرانیتی، بنابراین ممکن است غنی از عناصری باشند که در ساختمان سیلیکاتها شرکت نمی کنند.

توپاز و کاسیتریت در این پگماتیت ها دیده می شود.

آپلیت: پگماتیتی است دانه ای و ریز بلور متشکل از کوارتز و ارتوز پرتیتی که در مرحله پگماتیتی انجماد توده های گرانودیوریتی، تونالیتی تشکیل می گردد.

(1-1-3)گرانیت های معمولی(کالکوآلکالن)

منظور از گرانیت معمولی این است که در این سنگ ها هم فلدسپات آلکالن و هم پلاژیوکلاز شرکت می نمایند. گرانیت های معمولی بخش عظیمی از پوسته قاره ای زمین را می سازند. ساخت آنها دانه ای ریز بلور(گرانیت ساکاروئید) یا درشت بلور و اکثرا پورفیروئید است. ساخت راپاکی وی (وجود قشری از اولیگوکلاز بلور فلدسپات آلکالن) یا ساخت کروی نیز گاهی دیده می شود.

کانیهای فرعی در این گرانیت ها شامل: اسفن، زیرکن، آپاتیت، مگنتیت و هماتیت و زیرکن است.

گرانیت های معمولی شامل گرانیت های ساب آلکالن، گرانیت مونزونیتی و گرانودیوریت می باشد. گرانیت های کالکوآلکالن بر اساس درصد فلدسپات و پلاژیوکلاز تقسیم شده اند:

گرانیت ساب آلکالن Or>Plg

گرانیت مونزونیتی Or = Plg

گرانو دیوریت Or<Plg

هر یک از این کانیها برحسب درجه رنگینی یا نوع کانیهای همراه اسم مخصوص به خود می گیرند. مثلا گرانیت هلولوکوکرات، گرانیت گرونادار.

وجود مسکویت، کردیریت، گرونا، آندالوزیت و ندرتا سیلیمانیت در گرانیت نشان دهنده غنی بودن سنگ از آلومینیوم است.

$$Muscovite = Orthose + Al_2O_3 + H_2O$$

$$Cordierete + Orthose = Muscovite + Biotite + Al_2O_3 + SiO_2 + H_2O$$

این کانیها بیشتر، کانیهای تفاله ای سنگ های دگرگونی می باشند که یا ماگمای گرانیتی از ذوب آنها حاصل شده و یا ماگمای گرانیتی بخشی از آنها را ذوب نموده و در خود حل کرده است.

آدملیت: یک گرانیت معمولی است متشکل از ارتوز، اولیگوکلاز، کوارتز، میکای سیاه، هورنبلند و کانیهای تیره است.

(4-1-1) دیوریت کوارتزدار

این سنگ ها ساخت دانه ای داشته و از پلاژیوکلاز، کوارتز و کانیهای مافیک تشکیل شده اند. به طور کلی دیوریت های کوارتز دار از گرانیت ها تیره رنگ تر هستند و هورنبلند به جای بیوتیت در این سنگ ها فراوان است .

کانیهای فرعی آن اسفن، زیرکن، آپاتیت، مگنتیت است.

تونالیت:یک نوع دیوریت کوارتز دار شامل پلاژیوکلاز، کوارتز فراوان، هورنبلند و کمی بیوتیت است. تونالیت بخش های بزرگی از توده های نفوذی محور ارومیه- دختر را تشکیل می دهد.

ترونجمیت: یکی از انواع دیوریت کوارتز دار است. هولوکوکرات بوده و درصد کوارتز در آن بالاست. نوع پلاژیوکلاز در ترونجمیت اولیگوکلاز است.

گابروی کوارتز دار: در حد فاصل دیوریت کوارتز دار و گابروها دیده می شود. پلاژیوکلازها از آندزین، لابرادور تبدیل می شود و کوارتز بسیار کم می شود.

پلومازیت: دیوریت کوارتز دار است و متشکل از اولیگوکلاز، کرندن فراوان(23 درصد سنگ)، میکای سفید، کوارتز، گرونا، آپاتیت و کانیهای تیره. در این سنگ طول بلورهای کرندن به 3 سانتی متر می رسد.

(2-1)سنگ های آتشفشانی کوارتز دار

(1-2-1) ریولیت آلکالن

این سنگ ها ولکانیک یا هیپوولکانیک می باشند. فلدسپات آلکالن و کوارتز فنوکریستالهای سنگ را تشکیل می دهد. کانیهای مافیک ریولیت های آلکالن اژرین و آمفیبول سدیم دار(معمولا آرفدسونیت) است.

پانتلریت

ریولیت آلکالی و لوکوکرات است. از فنوکریستالهای آنورتوز و آمفیبول سدیم دار (کوسیریت یا انیگماتیت) و خمیره ای متشکل از سانیدین غنی از سدیم، کوارتز، آمفیبول سدیم دار، اژرین، میکای سیاه و کانیهای تیره.

(2-2-1) ریولیت های معمولی

مانند گرانیت ها به سه دسته تقسیم می شوند:

1- **ریولیت ساب آلکالن**: که در آن درصد فلدسپات آلکالن بیشتر از پلاژیوکلاز است.

2- **ریولیت لاتیتی**: مقدار درصد فلدسپات آلکالن با پلاژیوکلاز مساوی است.

3- **ریوداسیت**: درصد فلدسپات آلکالن کمتر از پلاژیوکلاز است.

در این ریولیت تمام خمیره و یا قسمت بیشتر آن شیشه ای است. در ریولیتهای قدیمی و یا آنهایی که تحت تاثیر فاز پنوماتولیتیک و هیدروترمال قرار گرفته اند، خمیره شیشه ای تبلور مجدد حاصل کرده است.

ابسیدین: ریولیت غیر متبلور وبی آب است.

پکشتن یا رتینیت: تا ده درصد آب دارد.

پیرومرید: یک شیشه ریولیتی است با ساخت هیالوسفرولیتیک

کوارتز پورفیر: به ریولیت های قدیمی گفته می شود که از فنوکریستالها تشکیل شده است. این نام معمولا برای ریولیت های قدیمی به کار می رود.

(3-2-1) داسیت ها

داسیت ها سنگ های خاکستری روشن هستند. ساخت آنها پورفیریک یا هیالوپورفیریک است. فنوکریستالها عبارتند از آندزین، کوارتز اتومورف و کانیهای فرومنیزین.

داسیتوئید: داسیتی که در آن کوارتز دیده نمی شود اما در نورم دارای مقدار زیادی سیلیس آزاد می باشد. هرگاه ضریب شکست شیشه آتشفشانی مساوی و یا کمتر از بوم دوکانادا (n=1/5) باشد شیشه آتشفشانی اسیدی بوده و دارای بیش از 10 درصد کوارتز نورماتیو است.

کانیهای تیره داسیت ها متنوع است و بیشتر بیوتیت، آمفیبول، هیپرستن و گاهی اوژیت است. داسیت تحت فشار بخار آب متبلور می شود. ضمنا در آن بیوتیت به جای هیپرستن، هورنبلند به جای اوژیت متبلور می شود.

ساکالاویت: داسیتی است مزوکرات با فنوکریستالها لابرادور و کوارتز نورماتیو که بازالت کوارتز دار هم گفته اند.

بازالت توله ایتی: بازالت غنی از سیلیس که در نورم آن چند درصد کوارتز دیده می شود.

2) سنگ های آذرین بدون کوارتز و فلدسپاتوئید

(2-1) سنگ های نفوذی بدون کوارتز و فلدسپاتوئید

(2-1-1)سی نیت آلکالن

سنگی است بدون کوارتز و یا فقیر از کوارتز. کانی اساسی آن میکروکلین غنی از Na و بسیار پرتیتی می باشد. کانیهای مافیک سی نیت، بیوتیت بسیار غنی از آهن (لیپدوملان)، آمفیبول سدیم دار و اژیرین است.

از سی نیت برای استفاده صنعتی (تهیه آلومینیوم و یا سمباده) استخراج می کنند.

نوردمارکیت: سی نیتی دارای مختصری کوارتز

پولاسکیت: اندکی نفلین دارد که نشانه مختصری کمبود سیلیس است.

لارویکیت: سی نیتی است هلولوکوکرات که فلدسپاتهای آن فاسیس مالگاشیتیک دارند. به واسطه این فاسیس ذرات اکسید آهن در سطح کلیواژ آنتی پرتیت، رسوب کرده و رنگ ماکروسکوپی آن را گلی می کند.

لاردالیت: سی نیت دانه درشت که متشکل از ارتوز پرتیتی و پرتیت آن از نوع آلبیت است.

اپی سی نیت ها: سی نیت هایی هستند که ترکیب کانی شناسی آنها ثانوی است. این سنگ ها در اثر آلبیتی زاسیون در طی فاز پنوماتولیتیک یا هیدروترمال، به وجود می آیند. در اپی سی نیت ها پیروکسن ها اورالیتیزه و اولوین ها سرپانتیزه یا کلریتیزه می شوند.

آلبیتی زاسیون: در فرایند آلبیتی زاسیون پلاژیوکلاز به آلبیت، اپیدوت، کلسیت، کلریت و کوارتز تجزیه می شود. اگر فاز سیال پنوماتولیز، کلر و یا سولفات داشته باشد، در اپی سی نیت اسکاپولیت داریم.

(2-1-2)سی نیت معمولی

سی نیت های معمولی هر چند کمیاب ترند اما به سه گروه زیر تقسیم می شوند:

سی نیت ساب آلکالن: درصد فلدسپات آلکالن بیشتر از پلاژیوکلاز

مونزونیت: درصد فلدسپات آلکالن مساوی با پلاژیوکلاز

سی ینودیوریت: درصد فلدسپات آلکالن کمتر از پلاژیوکلاز

پلئونیت: درصد ارتوز بیش از پلاژیوکلاز است $Or/Pl = 2$ است. علاوه بر بلورهای ارتوز و پلاژیوکلاز منشورهای هورنبلند و اسفن نیز قابل روئیت است.

مانزریت: سی نیتی است که در آن تعداد پلاژیوکلازها بیشتر از ارتوز است.$Pl>Or$

کنتالنیت: سی نیتی است مزوکرات، دارای اوژیت و اولیوین

دورباکیت: سی نیتی مونزونیتی محتوی بیوتیت و آمفیبول

(2-1-3) دیوریت ها

دارای ساخت دانه ای بوده و اساسا از پلاژیوکلاز ساخته شده اند. کانیهای تیره معمولی دیوریتها، هورنبلند سبز و بیوتیت است. دیوریت ها دارای آمفیبول زیاد هستند اما دیوریت های دارای فقط میکای سیاه کمیاب می باشند.

توده های دیوریتی به چهار صورت زیر تشکیل می گردند:

1- در مناطق فرورانش ماگماهای حدواسط با ترکیب آندزیتی فراوان است که اگر در اعماق زمین منجمد شوند توده های عظیم دیوریت به وجود می آورند.

2- دیوریت حاصل از هضم سنگ های غنی از کلسیم توسط ماگماهای گرانیتی.

3- دیوریت حاصل از تفریق توده های گرانیتی.

4- دیوریت حاصل از تفریق توده های گابرویی.

آندربیت: دیوریت هیپرستن دار که کانیهای پلاژیوکلاز (آندزین = لابرادور)، هیپرستن، دیوپسید، هورنبلند، میکای سیاه و کانیهای تیره دیده می شود.

دیوریت کاملا بدون کوارتز و یا کاملا بدون فلدسپاتوئید کمیاب هستند و اگر موجود باشند توده های کوچک و فاسیس های تحولی را تشکیل می دهند.

(4-1-2) گابروها

خصوصیات سنگ شناسی گابروها شبیه دیوریت هاست. با این تفاوت که در گابروها پلاژیوکلاز بیش از 56% آنوتیت دارند. به عبارت دیگر گابروها نسبت به دیوریت ها از سیلیس فقیرترند و از Ca و Fe و Mg غنی ترند. این سنگ ها بیشتر مزوکرات هستند و ندرتا بصورت لوکوکرات دیده شده اند.

تروکتولیت پیروکسن دار: گابروی غنی از اولیوین و فقیر از پیروکسن تا 10 درصد

ارتوتروکتولیت: گابروی فقط دارای اولیوین

نوریت: گابرویی است که کانیهای اساسی آن از پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن و ارتوپیروکسن می باشند. این سنگ معادل بازالت توله ایتی است.

ارتوگابرو: گابرویی که فقط کلینوپیروکسن داشته باشد.

اوکریت: سنگی آسمانی و گابرویی است دارای آنورتیت، اوژیت، هیپرستن.

گاهی اولیوین یا پیروکسن موجود در گابروها به علت واکنش با مذاب باقیمانده دارای حاشیه واکنشی می شوند که در اولیوین این حاشیه شامل هیپرستن، اسپینل، کومینگتونیت، سرپانتین و اکسید آهن است.

بوژی ایت: گابروی داری بیوتیت و هورنبلند است. گاهی رنگ ماکروسکوپی گابروها تیره تر از آنچه ضریب رنگین نشان می دهد دیده می شود. علت این امر فاسیس مالگاشیتیک پلاژیوکلاز است. بدین معنی که پلاژیوکلاز به علت تجزیه به سوسوریت (سرسیت،کلریت، اپیدوت) به رنگ خاکستری دیده می شود.

آنوتوزیت: به معنی ارتوز، سنگی است هلولوکوکرات و تماما پلاژیوکلاز آن شامل اولیگوکلاز یا آندزین و اغلب لابرادور است. آنورتوزیت را میتوان جزء دیوریت یا گابروهای هلولوکوکرات به شمار آورد. بخش های سفید و ارتفاعات ماه از جنس آنورتوزیت است. در آنورتوزیت اوژیت و هیپرستن وجود دارد. کانیهای فرعی آن تیتانومگنتیت، روتیل، سولفور آهن و مس است.

(2-2) سنگ های آتشفشانی بدون کوارتز و فلدسپاتوئید

(2-2-1) تراکیت آلکالن

برعکس سی نیت های آلکالن که کمیاب هستند تراکیت های آلکالن فراوان یافت می شوند. تراکیت ها رنگ خاکستری روشن و یا سفید است. خمیره آنها متشکل از میکرولیتهای جهت یافته و بهم فشرده آنورتوز، آلبیت، سانیدین و مختصری مزوستار شیشه یا کریپتوکریستال تشکیل شده است. کانیهای مافیک تراکیت های آلکالن بیوتیت یا اژیرین است. اژیرین گاهی با آمفیبول سدیم دار قرمز رنگ به نام کاتافوریت همراه است. تراکیت های کاملا بدون کوارتز و یا نفلین نورماتیو کمیاب هستند.

کراتوفیر: تراکیت های قدیمی می باشند که تحت تاثیر یک فاز هیدروترمال، کانیهای مافیک حرارت بالای آن به کانیهای آبدار حرارت پایین نظیر کلریت، اپیدوت، اسفن، کلسیت و هماتیت تجزیه شده اند. پلاژیوکلازها در این سنگ به آلبیت، کلریت مبدل می گردند. این تجزیه را اصطلاحا آلبیتی زاسیون می گویند و به خاطر تجزیه آلبیتی زاسیون به کراتوفیر آلبیتوفیر می گویند.

(2-2-2) تراکیت معمولی(کالکوآلکالن)

تراکیت معمولی مانند گرانیت ها و سی نیت ها براساس نسبت فلدسپات آلکالن به پلاژیوکلازها به 3 دسته تقسیم می شوند:

1) تراکیت ساب آلکالنF.al>Plg

2) لاتیت F.al=Plg

3) تراکی آندزیتF.al<Plg

دومیت: نوعی تراکیت است که بدون فنوکریستال بوده و از میکرولیتهای اولیگوکلاز و سانیدین تشکیل شده است.

سانسی ئیت: تراکی آندزیتی است متشکل از فنوکریستال های سانیدین و آندزین در خمیره ای متشکل از میکرولیت های سانیدین، آندزین، هورنبلند، بیوتیت و مزوستار شیشه ای.

دورئیت: تراکی آندزیتی است تیره که ظاهرا به بازالت شباهت دارد. ساخت آن میکرولیتیک است و خمیره میکرولیتی از سانیدین، آندزین، هورنبلند، اوژیت و مختصری اولیوین است.

موژه آریت: تراکی آندزیتی است دارای اولیگوکلاز، فلدسپات آلکالن سدیم دار، اوژیت، اولیوین و کانیهای فرعی عبارتنداز: آپاتیت و اکسیدهای آهن.

(2-2-3) آندزیت ها

سنگ های میکرولیتی پورفیری و خاکستری رنگ هستند. فلدسپات در این سنگ ها پلاژیوکلاز از نوع اولیگوکلاز – آندزین است. کانیهای تیره عبارتند از: هورنبلند، بیوتیت، اوژیت و گاهی هیپرستن است.

پورفیریت: آندزیت های قدیمی که به علت سن زیاد تحت تاثیر عوامل جوی قرار گرفته تجزیه شده اند (سوسوریتزاسیون، اورالیتیزاسیون) پورفیریت نامیدهمی شود.

ایسلندیت: آندزیتی است غنی از آهن و دارای کوارتز نورماتیو.

هاوائیت: آندزیت یا آندزیت بازالت خانواده سنگ های تحت اشباع از سیلیس است. در این سنگ پلاژیوکلاز(اولیگوکلاز – آندزین) است.

(2-2-4) بازالت ها

بازالت ها بیشترین سنگ های آتشفشانی هستند که از لحاظ حجم با گرانیت ها برابری می کند. قسمت اعظم بستر اقیانوس ها را بازالت تشکیل می دهد. این سنگ بافت حفره ای و یا متراکم دارد. ساخت آنها میکرولیتیک دلرتیک و گاهی میکرولیتیک و یا ندرتا شیشه ای است. فنوکریستالها بیشتر اولیوین و پیروکسن می باشند. در بازالت ها، پلاژیوکلازها (فنوکریستال و میکرولیت) بیش از 50% آنورتیت دارند.

تاکی لیت: بازالت های کاملا شیشه ای کمیاب هستند. شیشه ای سیاه رنگ شبیه ابسیدین اما بدون جلای شیشه ای است.

پالاگونیت: اگر شیشه بازالتی در محیط آبدار تشکیل شود و در آنصورت آهن سنگ اکسیده و آبدار شده (گوتیت و لیمونیت) سنگ شیشه ای زرد رنگ به وجود می آید که به آن پالاگونیت می گویند.

در میکروسکوپ ضریب شکست پالاگونیت کمتر از بوم دوکانادا می باشد. پالاگونیت معمولا موقعی تشکیل می شود که گدازه بازالتی وارد شکافهای آبدار شود و یا به زیر یخچالهای طبیعی بریزد.

ملافیر: بازالتهای قدیمی را ملافیر می گویند. در این بازالتها تجزیه های سرپانتیزاسیون، اورالیتی زاسیون، کلریتیزاسیون و سوسوریتیزاسیون صورت گرفته و سنگ رنگ تیره تر از حالت تازه پیدا کرده است.

تقسیم بندی بازالت ها از نظر میکروسکوپی

الف) بازالت های اولیوین دار

این بازالت ها دارای اولیوین و اوژیت غنی از تیتانیوم می باشند.

ب) بازالت های بدون اولیوین

در این بازالت ها اولیوین و اوژیت بی رنگ (بدون تیتانیوم) وجود ندارد. در بازالت توله ایتی این کانیها همراه با پیژونیت (پیروکسن فقیر از کلسیم) دیده می شود. به طور کلی بازالتها مزوکرات می باشند.

لابرادوریت: بازالت های لوکوکرات حدواسط بین آندزیت و بازالت

آنکارامیت: بازالت ملانوکرات غنی از پیروکسن

اوسه آنیت: بازالت ملانوکرات غنی از اولیوین

پیکریت ها: بازالت های بسیار تیره رنگ نزدیک به قطب هلوملانوکرات هستند. پیکریت ها سنگ های حدواسط بین ملابازالت ها و پریدوتیت ها به حساب می آیند. آنکارامیت و اوسه آنیت را می توان در ردیف بازالتهای پیکریتی قرار داد.

3) سنگ های آذرین دارای فلدسپات و فلدسپاتوئید

معنی وجود فلدسپاتوئید، عدم وجود آن در سنگ های آذرین فقیر یا غنی بودن سنگ از سیلیس است. زیرا سنگ های فلدسپاتوئیددار به علت کمبود سیلیس نتوانسته اند با عناصر آلکالن خود فلدسپات بسازند. بنابراین نفلین به جای آلبیت و لوسیت به جای ارتوز تشکیل می شود.

لوسیت: فقط در سنگ های آتشفشانی تشکیل می شود. در دایک ها و سطح خارجی نفوذی های بسیار کم عمق نیز به ندرت دیده می شود. لوسیت در مرحله انتراتلوریک متبلور می شود. درمرحله پنوماتولیتیک در بعضی از سنگ های

آتشفشانی به ارتوز و نفلین تجزیه می شود و پسودولوسیت به وجود می آید. در پسودولوسیت در قالب کانی لوسیت مجموعه ای از بلورهای ارتوز و نفلین چنانچه فقر سیلیس خیلی زیاد باشد به جای لوسیت و یا نفلین، فلدسپاتوئیدهایی مانند سودالیت، کانکرینیت، هائوئین و نوزان و آنالسیم متبلور می شود.

سودالیت و کانکرینیت همراه و یا به جای نفلین تشکیل می شوند (در سنگ های نفوذی)

آنالسیم: هم در سنگ های آتشفشانی و هم نفوذی متبلور می شود. زمان تبلور این کانی در مرحله ارتوماگماتیک و هیدروترمال است. در حالت دوم آنالسیم همراه با زئولیت ممکن است حفرات سنگ را پرکند.

(3-1) سنگ های نفوذی فلدسپات و فلدسپاتوئیددار

(3-1-1) سی نیت های نفلین دار آلکالن

در میان سنگ های فلدسپاتوئیددار، سی نیت های نفلین دار آلکالن بیشتر توسعه دارند. نمونه تیپ آن، خانواده فویائیت است که نام آن را از کشور پرتغال گرفته اند. لوکوکرات بوده و دارای بافت دانه ای بوده و در میان سنگ های فلدسپاتوئیددار، بیشتر توسعه دارند. فلدسپات سی نیت ها میکروکلین به شدت پرتیتی است و به شکل مربع مستطیل هستند.

فویائیت: نمونه تیپ سی نیت نفلین دار آلکالن

کانیهای تیره سی نیت نفلین دار آلکالن ← لیپدوملان غنی از آهن یا آرفدسونیت

کانی های فرعی سی نیت نفلین دار آلکالن ← سیلیکاتهای خاکهای کمیاب، مثل اودیالیت یا اوکولیت (سیلیکاتهای زیرکن، آهن، کلسیم، سدیم) لاوه نیت زرد (سوروسیلیکاتهای محتوی نیوبیوم) و آستروفیلیت (محتوی تیتان)

لیچ فیلدیت: فویائیتی که فلدسپات آلبیت و کانی مافیک لیپدولیت دارد.

دیتروئیت: سی نیت آلکالن سودالیت دار.

لاردالیت: سی نیت فقیر از نفلین و حاوی پیروکسن.

به طور کلی سی نیت های آلکالن نفلین دار به دو گروه آگپائیت ها و میاسکیت ها تقسیم می شود.

آگپائیت ها: در این گروه سیلیکاتهای خاکهای کمیاب وجود دارد و مجموع درصد آلکالن های از درصد آلومین بیشتر است.

میاسکیت ها: درصد آلکالن ها به فراوانی آگپائیت ها نیست و کانی فرعی در این گروه زیرکن است.

شونکینیت ها: سی نیت نفلین دار آلکالن که کانی های اصلی آن ارتوز و نفلین است. کانی های مافیک آن دیوپسید، اولیوین و بیوتیت غنی از تیتان است. سنگ مالژنیت شبیه به این سنگ است و کانی فرعی آن آپاتیت است.

ماریوپولیت و مون موتیت: سی نیت نفلین دار آلکالن که از نفلین و آلبیت تشکیل شده است.

(3-1-2) سی ینودیوریت نفلین دار

سی نیت نفلین دار که حاوی مقدار قابل توجهی پلاژیوکلاز است. اگر مقدار پلاژیوکلاز با فلدسپات آلکالن برابر باشد آنرا مونزونیت نفلین دار می گویند.

(3-1-3) اسکسیت ها(دیوریت های فلدسپاتوئیددار)

اسکسیت ها یا دیوریت های فلدسپاتوئیددار از پلاژیوکلاز (آندزین)، نفلین و مختصری فلدسپات آلکالن تشکیل شده اند. کانی مافیک در اسکسیت ها اوژیت بنفش، آمفیبل سدیم دار(بارکه ویسیت) و بیتوتیت است. کانیهای فرعی اسفن، آپاتیت و تیتانومگنتیت هستند. فلدسپات آلکالن در اسکسیت ها ارتوز پرتیتی می باشد.

(3-1-4) ترالیت ها یا گابروی فلدسپاتوئیددار

ترالیت ها متشکل از پلاژیوکلاز (لابرادور و بیتونیت) نفلین و کانیهای مافیک تشکیل شده اند. این سنگ ها مزوکرات بوده و کانیهای تیره آنها شبیه اسکسیت ها هستند.

بروندریت: ترالیتی است متشکل از لابرادور، نفلین، بارکه ویسیت و مختصری اوژیت تیتان دارد.

سومائیت: ترالیتی که به جای نفلین، پسودولوسیت دارد.(سومائیت آتشفشان وزو)

کرینالیت، لوگاریت، تچنیت: ترالیت های محتوی آنالسیم هستند که از تبلور آنالسیم ممکن است اولیه و یا تاخیری باشد. در حالت دوم، آنالسیم به صورت زئولیت در سنگ دیده می شود. در سنگ آذرین آنالسیم به صورت زیر تشکیل می شود:

اولیوین+ آلبیت+ آب ⟵ پیروکسن + آنالسیم

(3-2) سنگ های آتشفشانی فلدسپات و فلدسپاتوئیددار

این سنگ ها مانند سی نیت ها می توانند آلکالن (بدون پلاژیوکلاز) و یا ساب آلکالن(دارای فلدسپات آلکالن و پلاژیوکلاز) باشند.

(3-2-1) فنولیت های نفلین دار

این سنگ ها به رنگ خاکستری کمرنگ و یا زیتونی دیده می شوند. ساخت آنها میکرولیتی جهت یافته است و جهت یافتگی کانیها سبب ایجاد خاصیت تورق در سنگ می شود. بلورهای منشوری و شفاف نفلین میکرولیتهای فلدسپات قابل روئیت هستند در فنولیت های علاوه بر فلدسپات در نفلین، اژیرین، کاتوفوریت (آمفیبول سدیم دار قرمز) یا هورنبلند قهوه ای دیده می شود. اسفن، آپاتیت و گاهی زیرکن و لاوه نیت (سوروسیلیکات) کانیهای فرعی فنولیت ها هستند.

(3-2-2) فنولیت های هائوئین، نوزان یا آنالسیم

در بعضی از فنولیت ها نفلین توسط کانیهای بالا جانشین شده است. گاهی نوزان وهائوئین به رنگ آبی لاجوردی روی نمونه ماکروسکوپی فنولیت ها نمایان است.

هائوئین به علت داشتن کلسیم اغلب در فنولیت های کالکو - سدیک دیده می شود.

(3-2-3) فنولیت های لوسیت دار

این گروه کمیاب تر از فنولیت های هائوئین دار است و لوسیت با چشم غیر مسلح دیده می شود.

لوسیتوفیر: یک فنولیت لوسیت دار است. در آن سنگ از فنوکریستالهای لوسیت، نوزان و اوژیت در خمیره ای متشکل از سانیدین و اوژیت اژیرینی قرار دارند.

(3-2-4) تفریت ها

این سنگ ها دارای ساخت پورفیریک میکرولیتیک یا هیالومیکرولیتیک پورفیریک هستند. فنوکریستال های پلاژیوکلاز (لابرادور، آندزین) و فلدسپاتوئید(لوسیت یا هائوئین) در خمیره ای میکرولیتی متشکل از بلورهای سوزنی اولیگوکلاز، آندزین مزوستاری کریپتوکریستالین شیشه ای دیده می شود. درخمیره سنگ ممکن است میکروکریستالهای فلدسپاتوئید (نفلین، لوسیت، آنالسیم) نیز وجود داشته باشد.

(3-2-5) بازانیت ها

این سنگ ها کاملا به تفریت ها شباهت دارند. با این تفاوت که مقدار آنورتیت پلاژیوکلاز در این سنگ بیش از 50% است و بازالت اولیوین بدون حاشیه واکنشی است. این سنگ از لوسیت، اوژیت و پلاژیوکلاز یا بدون اولیوین ساخته شده است.

4) سنگ های آذرین اساسا فلدسپاتوئیددار

(4-1) سنگ های نفوذی اساسا فلدسپاتوئیددار

این سنگ ها ساخت دانه ای دارند و کانیهای اصلی آن از نفلین، ملیلیت و ندرتا لوسیت است.

ایژولیت ها: از نفلین، اوژیت سدیم دار یا اوژیت تیتان دار تشکیل شده اند. کانیهای فرعی ایژولیت عبارتند از: آپاتیت، اسفن، کلسیت، گرونا، پروفسکیت است. ایژولیت ها به سه گروه تقسیم می شوند:

الف) لوکوایژولیت: (30 تا 0 = in.col)

ب) ایژولیت: (70 تا 30 =in.col)

ج) ملاایژولیت: (90 تا 70 =in.col)

ملتا ایژولیت: یک ملا ایژولیت است.

اورتیت: سنگی است با ساخت آپلیتی (دانه ای ریز بلور) و متشکل از نفلین

آلنوئیت: از ملیلیت، اولیوین، اوژیت و بیوتیت تشکیل شده است.

میسوریت: سنگی است متشکل از لوسیت (یا پسودولوسیت)، اوژیت، مختصری اولیوین و کانیهای اپک. همان طور که گفته شد لوسیت در فشار زیاد نمی تواند متبلور شود. بنابراین میسو ریت که محتوی لوسیت می باشد سنگی هیپوولکانیک که در عمق بسیار کم و دودکشهای آتشفشانی متبلور شده است.

(2-4-1) سنگ های آتشفشانی اساسا فلدسپاتوئیددار

این سنگ ها دارای ساخت دانه ای ریز بلور (فاسیس هیپوولکانیک) و یا هیالومیکرولیتیک و گاهی پورفیریک هستند.

نفلینیت: هم ارز ایژولیت ها بوده، به صورت فیلون یا نک یا گزنولیت های همراه با گدازه ها دیده می شوند. کانیهای اصلی آن بلورهای اتومورف نفلین همراه با اوژیت دیده می شود.

اتندیت: به نفلینیت مزوکرات گفته می شود.

ملیلیت ها: بیشتر به صورت فیلون و گاهی به صورت گدازه دیده می شود. این سنگ ها از ملیلیت، نفلین، کانیهای مافیک تشکیل شده اند.

لوسی تیت: متشکل از لوسیت همراه با کانیهای مافیک است.

5) سنگ های اولترامافیک

هلوملانوکرات بوده و در این بخش، پریدوتیت ها، پیروکسنیت ها و هورنبلندیتها مورد بررسی قرار می گیرند. در این سنگ ها فلدسپات و فلدسپاتوئید وجود ندارند. همیشه با ساخت دانه ای و به صورت توده های بزرگ و وسیع دیده می شوند.

پریدوتیت ها: بسته به کانیهای تشکیل دهنده، رنگهای متفاوتی دارند. رنگ آنها از سبز زیتونی (به علت وجود اولیوین) تا سبز تیره (به علت تجزیه سرپانتین) تغییر می کند.

کانیهای تشکیل دهنده پریدوتیت ها: اولیوین غنی از منیزیم، هیپرستن غنی از منیزیم، دیوپسید، گاهی همراه با هورنبلند قهوه ای و بیوتیت و ندرتا گرونا.

از کانیهای فرعی پریدوتیت ها می توان اسپینل قهوه ای (پیکوتیت)، کرومیت، مگنتیت و آپاتیت را نام برد.

دونیت: پریدوتیتی است متشکل از اولیوین و کرومیت.

ورلیت: از اولیوین و کلینوپیروکسن تشکیل شده است.

هارزبورژیت: از اولیوین و هیپرستن ساخته شده است.

لرزولیت: از اولیوین، برونزیت و کلینو پیروکسن تشکیل شده است. در اکثر بازالتهای آلکالن به صورت گزنولیت پیدا می شود.

کورتلاندیت: پریدوتیتی است متشکل از اولیوین همراه با هورنبلند قهوه ای، کلینوپیروکسن و هیپرستن و هورنبلند دارای ساخت پوئی لیتیک می باشد.

کیمبرلیت: پریدوتیتی است دارای میکای قهوه ای. در الماس ها یافت می شود. معدنچیان به این سنگ بلوگراند می گویند. چون در اثر تجزیه سرپانتینیزه، بیوتیت، گرونا، دیوپسید، کرومیت و کلسیت رنگ سنگ را به صورت خاکستری مایل به آبی در می آورد.

در اثر پدیده کلیریتیزه شدن در گرونای پریدوتیت گرونادار، این سنگ به اکلوژیت نزدیک می شود.

	اسم سنگ	کانیهای تشکیل دهنده
پریدوتیت ها	دونیت	فقط اولیوین
	ورلیت	اولیوین+ دیوپسید
	هارزبورژیت	اولیوین+ هیپرستن
	لرزولیت	اولیوین+کلینوپیروکسن+ارتوپیروکسن
	کورتلاندیت	اولیوین+ پیروکسن+ آمفیبول
	کیمبرلیت	اولیوین+ پیروکسن+ بیوتیت
پیروکسنولیت ها	دیالاژیت	فقط کلینوپیروکسن
	هیپرستنیت	فقط هیپرستن
	آریه ژیت	کلینوپیروکسن+ هیپرستن+ گرونا
آمفیبولیت	هورنبلندیت	فقط هورنبلند

طبقه بندی سنگ های بدون کانیهای سفید

6) لامپروفیرها

(6-1) تعریف لامپروفیر

لامپروفیر در زبان یونانی، به معنی درخشش و تلالو است. اولین بار این واژه توسط گومبل برای سنگ های براق غنی از بیوتیت به کار برده شد. سنگ های لامپروفیر دارای خصوصیات ذیل هستند:

الف) سنگ های پورفیری مزوکرات تا ملانوکرات بوده و به ندرت اولترامافیک می باشند.

ب) کانیهای اصلی آن بیوتیت، فلوگوپیت، آمفیبول همراه با کلینوپیروکسن، اولیوین می باشند.

ج) در خمیره سنگ، فلدسپات و فلدسپاتوئیدها در صورت وجود قرار دارند.

د) تجزیه هیدروترمال کانیهای اولیوین، پیروکسن، بیوتیت، فلوگوپیت و پلاژیوکلازها امر عادی است.

ه) درصد SiO_2 پایین است و در مقایسه با آن درصد K_2O یا (K_2O+Na_2O) بالاست.

و) اکثرا به صورت دایک و گاهی دیاترم است.

ز) لامپروفیرها در مقایسه با سنگ های با سیلیس مشابه از Ba,P,S,CO_2,H_2O بالا برخوردارند و کانیهای آبدار کربناتف سولفید و آپاتیت و زئولیت در آنها دیده می شوند.

(2-6) رده بندی لامپروفیرها

لامپروفیرها توسط اشتریکایزن به سه گروه اصلی تقسیم شده اند:

الف) لامپروفیرهای کالکوآلکالن (شوشونیتی): شامل مینت، فوژزیت، کرسانتیت، اسپسارتیت.

ب) لامپروفیرهای آلکالن: شامل کامپتونیت، سانائیت و مونشی کیت.

ج) لامپروفیرهای ملیلیتی: شامل آلنوئیت و پولزنیت.

بسیاری از پترولوژیست ها دسته اول را لامپروفیرهای عادی می نامند که معمولا با سنگ های مونزونیتی، سی نیتی، گرانیتی اپی زونال (حاشیه توده ها) و گاهی با کمپلکس کربناتیتی آلکالن هم یافتی دارند. لامپروفیرهای آلکالن و ملیلیتی هر دو دارای سنگ های آلکالن بوده و با کمپلکس های آلکالن و تجمعات کربناتیت و نفلین ایژولیت هم نشینی دارند.

کانی شناسی لامپروفیرها:

مینت: این سنگ از فلدسپات آلکالن (معمولا پتاسیک)، بیوتیت یا فلوگوپیت و اوژیت (معمولا دیوپسیدی) تشکیل شده است.

کرسانتیت: شبیه مینت بوده اما به جای فلدسپات آلکالن محتوی پلاژیوکلاز (اولیگوکلاز- آندزین) می باشد.

فوژزیت: دارای فلدسپات آلکالن پتاسیک، آمفیبول (معمولا هورنبلند یا کرسوتیت) و اوژیت دیوپسیدی است.

اسپسارتیت: شبیه فوژزیت است با این تفاوت که به جای فلدسپات آلکالن دارای اولیگوکلاز یا آندزین است.

کامپیتونیت: این سنگ متشکل از آمفیبول (معمولا بارکه ویسیت، کرسوتیت)، تیتان اوژیت، اولیوین، بیوتیت یا فلوگوپیت غنی از تیتان است. خمیره ریز بلور کامپیتونیت از پلاژیوکلاز (لابرادور)، آمفیبول و پیروکسن تشکیل شده که ندرتا محتوی فلدسپات آلکالن، فلدسپاتوئید، آپاتیت، زئولیت نیز می باشد.

مونشی کیت: این سنگ از اوژیت تیتان دار، آمفیبول (بارکه ویسیت)، بیوتیت یا اولیوین و خمیره ای شیشه بی رنگ تشکیل شده است. خمیره شیشه ای دارای ترکیب نورماتیو نفلین و پلاژیوکلاز و یا آنالسیم، پیروکسن و آمفیبول است.

آلنوئیت: از ملیلیت، بیوتیت یا فلوگوپیت مختصری کلینوپیروکسن، اولیوین و کانیهای کربناته پروفسکیت، آپاتیت، نفلین و مونتی سیلیت و اکسیدهای آهن و تیتان تشکیل شده است. گاهی در این سنگ گرونا یافت می شود.

پولزنیت: 10 تا 30 درصد فلدسپاتوئید (عمدتا نفلین و هائوئین) همراه با ملیلیت، بیوتیت یا فلوگوپیت و مقادیری از کانیهای موجود در آلنوئیت دارد.

7) لامپروئیت ها

لامپروئیت ها در سال 1923 توسط نیگلی برای گروهی از سنگ های ولکانیک و ساب ولکانیک شبه لامپروفیری و غنی از منیزیم به کار برده شده است. کانیهایی چون لوسیت، فلوگوپیت و ریشتریت پتاسیم دار (نوعی آمفیبول) در آن وجود دارد.

تفاوت سی نیت ها و لامپروئیت ها

لامپروئیت ها کمبود آلومینیوم و خاصیت پرآلکالینه قوی دارد و کانیهایی چون اژرین و متاسیلیکات پتاسیم (K_2SiO_2) می باشند.

به صورت دایک و دیاترم و گاهی به حالت لاو یافت می شود. بعضی از لامپروئیت ها با کیمبرلیت ها یافت می شوند.

کربناتیت ها

سنگ های آذرینی هستند که 50 درصد کربناتیت و 50 درصد کانیهای دیگر که بالغ برا 170 نوع سیلیکات و غیر سیلیکات می باشند تشکیل شده اند. معمولا با ایژولیت ها و انواع مختلف سنگ های آلکالن تحت اشباع از سیلیس یافت می شوند و به صورت کمپلکس های حلقوی دیده می شوند.

چهار نوع کربناتیت شناخته شده است:

الف) کلسیت کربناتیت: اگر دانه درشت باشد سوویت و اگر دانه ریز باشد آلویکیت نامیده می شود.

ب) منیزیو کربناتیت: حاوی دلریت و یا آنکریت و بی فورستریت است.

ج) فروکربناتیت یا کربنات سیدریتی: که کانیهای آهن دار است.

د) ناتروکربناتیت: که از کربنات سدیم، کلسیم و پتاسیم تشکیل شده است.

بافت کربناتیت ها گاهی تراکیتوئید است و اغلب توده ای است. رنگ ان از سفید تا سفید مایل به قهوه ای یا قهوه ای مایل به زرد است.

کربناتیت ها به دو صورت نفوذی و خروجی دیده می شوند.

نکات کلیدی فصل دوم

- ترکیب شیمیایی ماگما، محل انجماد ماگما و میزان حرارت و فشارو... عوامل موثر بر نوع سنگ آذرین است.
- ضریب اشباعی در سنگ های آذرین

ضریب اشباعی و علامت مثبت = $Q\%\times 100\%(Q+F)$

ضریب اشباعی و علامت منفی $\%F.alc\times 100\%(F+f)$

- اگر ضریب رنگینی بین 10 تا 0 باشد سنگ هلولوکوکرات و اگر این ضریب بین 90 تا 100 باشد هلوملانوکرات و درصورتیکه ضریب 45 باشد مزوکرات است.
- سنگی که بیش از 90 درصد کلینوپیروکسن و ارتو پیروکسن داشته باشد وبستریت است.
- سنگی که بیش از 90 درصد پلاژیوکلاز داشته باشد آنورتوزیت است.
- آبسیدین، پکشتن یا رتینیت، پیرومرید، لیپاریت ترکیب ریولیتی دارند.
- دیوریت ها میتوانند از سنگ های غنی از کلسیم توسط ماگمای گرانیتیف تفریق توده های گرانیتی و از تفریق توده های گابرویی حاصل شوند.
- کراتوفیر: تراکیت های قدیمی است که در اثر هیدروترمال کانی های حرارت بالای مافیک آن به کانیهای آبدار حرارت پایین تبدیل شده است.

رده بندی اشتریکایزن(Stekeision.A.)

این رده بندی بیشتر برای سنگ های نفوذی و تمام متبلور به کار می رود.زیرا در سنگ های آتشفشانی بخش شیشه ای و بخش مخفی بلور(کریپتوکریستالین) وجود دارد. که به وسیله میکروسکوپ قابل تشخیص نیستند و همچنین به علت انجماد سریع بین بلورهای ریز و درشت و بین مرکز بلور و حاشیه آنها تعادل شیمیایی حاصل نمی شود. در این رده بندی برای سنگ های فلسیک 4 قطب شامل کوارتز Q فلدسپات آلکالن A فلدسپات پلاژیوکلاز P و فلدسپاتوئید F در نظر گرفته شد. درمورد سنگ های مافیک(غنی از کانیهای منیزیم و آهن دار) مورد توجه قرار می گیرند. هر کدام از خانه های شکل 1 مربوط به یک گروه از سنگ های آذرین درونی می باشد. شکل 2 رده بندی سنگ های آتشفشانی می باشد. در رده بندی اشتریکایزن مستقیما از کانیهای نورماتیو استفاده نمی شود.

Ø طبقه بندی سنگ های بدون کانیهای سفید

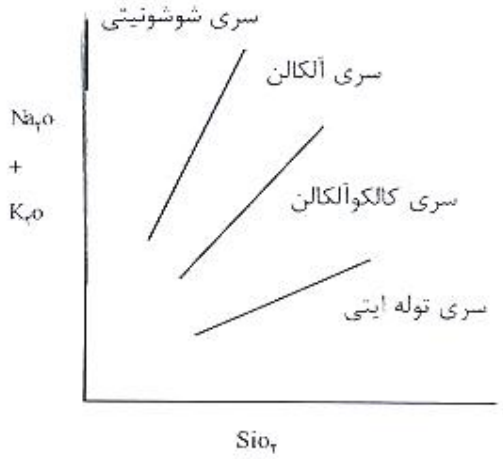
	اسم سنگ	کانیهای تشکیل دهنده
پریدوتیت ها	دونیت	فقط اولیوین
	ورلیت	اولیوین+ دیوپسید
	هارزبورژیت	اولیوین+ هیپرستن
	لرزولیت	اولیوین+کلینوپیروکسن+ارتوپیروکسن
	کورتلاندیت	اولیوین+ پیروکسن+ آمفیبول
	کیمبرلیت	اولیوین+ پیروکسن+ بیوتیت
پیروکسنولیت ها	دیالاژیت	فقط کلینوپیروکسن
	هیپرستنیت	فقط هیپرستن
	آریه ژیت	کلینوپیروکسن+ هیپرستن+ گرونا
آمفیبولیت	هورنبلندیت	فقط هورنبلند

تفریق بازالتها

1) بازالت کاکلوآلکالن ⟵ آندزیت ⟵ داسیتی ⟵ ریولیتی

2) بازالت توله ایتی ⟵ ایسلندیت (آندزیت غنی از آهن) ⟵ داسیتی ⟵ ریولیتی

3) بازالت آلکالن ⟵ هاوائیت ⟵ موژه آریت ⟵ بن موریت ⟵ ترکیت سدیک



انواع گرانیت ها

	A (گرانیت)	S (ذوب پوسته)	I کالدونیایی	I	M
منطقه تکتونیکی	در مناطق غیر کوهزایی یا بعد از کوهزایی	در برخورد دو قاره	در مناطق فرورانش	در مناطق فرورانش	درجزایر قوسی و پوسته اقیانوسی
کانیهای بازیک	بیوتیت، هورنبلند، پیروکسن آلکالن	بیوتیت، مسکویت، گارنت، کردیریت	بیوتیت، مگنتیت، ایلمنتیت	بیوتیت، مگنتیت، اسفن	بیوتیت، مگنتیت، پیروکسن
زئولیت ها	غالبا از نوع بازیک	از نوع دگرگونی	مختلف	مختلف	بازیک
کانیزایی	مونازیت، فلوگوپیت	گرانولیتی	کانیزایی ندارد	Cu-Mo پورفیری	Cu-Au پورفیری

Ø گرانیت A و M از تفریق مذاب بازالتی به وجود می آیند.

Ø گرانیت A و S گرانیت های کوهزایی هستند.

نمونه سوالات تستی

1- در کیمبرلیت ها ی میکادار، میکا از چه نوع است؟

1) لیپدوملان 2) لیپدولیت 3)کلریت 4) فلوگوپیت

2- ملافیر چه سنگی است؟

1) بازالت های قدیمی 2) بازالت های دارای بافت پورفیری

3) تراکیت های قدیمی 4) ریولیت های قدیمی

3- کدام سنگ دارای Al_2O_3 بیشتری است؟

1) دونیت 2) سی نیت نفلین دار 3) ملاگابرو 4) وبستریت

4- کانیهای شاخص پگماتیت های گرافیکی کدامند؟

1)کوارتز- پلاژیوکلاز- ارتوکلاز 2)کوارتز- تورمالین- ارتوکلاز

3)میکروکلین- میکروپرتیت- کوارتز 4)موسکویت- میکروکلین- کوارتز

5- کدام سنگ اوالترامافیک و آلکالی است؟

1)هارزبورژیت 2)وبستریت 3)لرزولیت 4)ورلیت

6- کدام سنگ هم به صورت درونی و هم به صورت بیرونی یافت می شود؟

1) پریدوتیت ها 2) فنولیت ها 3)کربناتیت ها 4)لامپروفیرها

7- کدام آمفیبول خاص سنگ های آلکالی سدیم دار است؟

1) اژرین 2) ریبکیت 3) هورنبلند بازالتی 4) هورنبلند سبز

8- در کدام سنگ فلدسپاتوئید دیده نمی شود؟

1)ترالیت 2)تفریت 3)فنولیت 4)کرسانتیت

9- سنگی از 63 درصد اولیوین، 30 درصد کلینوپیروکسن و کمی کرومیت در ترکیب دارد نام سنگ کدام است؟

1) لرزولیت 2) هارزبورژیت 3) ورلیت 4) وبستریت

10- **معادل درونی تفریت کدام است؟**

1) ایژولیت 2) اسکسیت 3) ترالیت 4) سی نیت

11- **لامپروفیری که پلاژیوکلاز آن بیشتر از ارتوز و هورنبلند و اوژیت باشد، چه نام دارد؟**

1)اسپسارتیت 2)کرسانتیت 3)مینت 4)فوژزیت

12-**کدام یک معرف سنگ های آذرین شیشه ای آبدار زیاد به کم است؟**

1) تاکی لیت- پرلیت- پیچستون 2) پیچستون- پرلیت- ابسیدین

3) پرلیت- تاکی لیت- پیچستون 4) پرلیت- پیچستون- ابسیدین

13- **معادل درونی داسیت چه نام دارد؟**

1) تونالیت 2) پیروکسن 3) پلاژیوکلاز 4) فلدسپات آلکالن

14- **سنگی آذرین از 55 درصد لابرادور، 20 درصد اولیوین و پیروکسن و کمی شیشه تشکیل شده است، نام این سنگ چیست؟**

1) بازالت نفلین دار 2) اسکسیت 3) ترالیت 4) بازانیت

15- **آنکارامیت** .....

1) آلکالی بازالت اولیوین و پلاژیوکلاز دار است. 2) آلکالی تراکی بازالت آندزین دار است.

3) ملابازالت سرشار از اولیوین است. 4) ملابازالت سرشار از پیروکسن است.

16- **لامپروفیر حاوی پلاژیوکلاز و هورنبلند چه نام دارد؟**

1) اسپسارتیت 2)کرسانتیت 3) مینت 4) مونشی کیت

17- **سی نیت فلدسپاتوئید دار ولی فلدسپات چه نام دارد؟**

1) اسکسیت 2) ایژولیت 3) ترالیت 4) تفریت

18- **سنگ های فلسیک نوعی سنگ آذرین است که از نظر**.....

1) نورم و مودال تنها از فلدسپات و کانیهای ورقه ای تشکیل شده باشد.

2) نورم در آن کانیهای روشن زیاد باشد.

3) مودال واجد میکای فراوانی باشد.

4) مودال از کوارتز و فلدسپات تشکیل شده باشد.

19- **تروکتولیت نوعی**.....

1)گابرو غنی از ارتوپیروکسن و پلاژیوکلاز است. 2)گابرو غنی از اولیوین و پلاژیوکلاز است.

3)بازالت اولیوین دار است. 4)بازالت فلدسپاتوئیددار است.

20- **سنگی با 35 درصد کوارتز،45درصد پلاژیوکلاز، و 7درصد فلدسپات آلکالن با بافت گرانولار چه نامیده می شود؟**

1)گرانودیوریت 2)گرانیت 3) سی نیت 4)لاتیت

21- **سنگی درونی غنی از نفلین (حدود 50 درصد) و کانی مافیک (حدود 45 درصد) چه نام دارد؟**

1) ایژولیت 2) ایتالیت 3) اسکسیت 4) میسوریت

22- **کدام سنگ از نوع لامپروفیر و کانی عمده آن پلاژیوکلاز و پیروکسن است؟**

1) مونشیکیت 2) اسپسارتین 3) مینت 4) فوژیت

23- **در کدام گروه از سنگ های آذرین فنوکریست ها منحصرا از کانیهای تیره تشکیل می شوند؟**

1) بازالت ها 2)لامپروفیرها 3) شونکینیت ها 4) شوشونیت ها

24- **در ورلیت کدام دو کانی بیشتر است؟**

1) اولیوین- کلینوپیروکسن 2) اولیوین- ارتوپیروکسن

3) اولیوین – پلاژیوکلاز 4)کلینوپیروکسن- ارتوپیروکسن

25- **معادل درونی بازانیت چیست؟**

1) اسکسیت 2) ایژولیت 3) ترالیت 4) تروکتولیت

26- **سانیدین در کدام سنگ وجود دارد؟**

1) آنورتوزیت 2) تراکیت 3) سی نیت 4)گرانیت

27- **کانی لوسیت در کدام یک از سنگ های نامبرده می تواند موجود باشد؟**

1) بازالت توله ایتی 2) تفریت 3) هارزبورژیت 4) نوریت

28- از ذوب بخشی کدام سنگ ، ماگمای بازالتی و جامد باقیمانده هارزبورژیتی به وجود می آید؟

1) بازالت 2) دونیت 3) لرزولیت 4) هارزبورژیت

29-سنگ آتشفشانی حدواسط در سری توله ایتی چه نام دارند؟

1) آنکارامیت 2) ایسلندیت 3) آبساروکیت 4) باناکیت

30- کدام مشخصات پالاگونیت محسوب می شود؟

1) شیشه زرد طلایی آبدار

2) ریولیت تمام شیشه ای شبیه

3) توفهای شیشه ای ناشی از سخت شدگی خاکسترهای آتشفشانی

4) سنگ های آتشفشانی حفره دار سفید رنگ شبیه سنگ پا

31- در رخساره بسیار تیپیک گرانیت آلکالی کدام کانی دیده می شود؟

1) اژرین 2) تورمالین 3)کوارتز 4)کاسیتریت

32- وجود کدام کانی در گرانیت نشان دهنده غنی بودن سنگ از آلومینیوم می باشد؟

1)گارنت 2)کوارتز 3) بیوتیت 4) توپاز

33- نام دیگر کیمبرلیت ما چه می باشد؟

1)کربناتیت میکادار 2) میکای پریدوتیت دار 4)گارنت پریدوتیت 4) لرزولیت پلاژیوکلاز

34- آنکارامیت سنگی است که:

1) آلکالی تراکی بازالت آندزین دار 2) ملابازالت سرشار از اولیوین

3) ملابازالت سرشار از پیروکسن 4)آلکالی بازالت اولیوین و پلاژیوکلازدار

35- معادل درونی تفریت کدام گزینه است؟

1) اسکسیت 2) ترالیت 3) سی نیت 4) ایژولیت

36- ایژولیت، سنگی آذرین حاوی .... معادل بیرونی آن ..... می باشد.

1) لوسیت، اولیوین- بازالت 2) نفلین،اوژیت- نفلینیت یا اوژیت سدیک

3) لوسیت، اولیوین- لوسی تیت 4) نفلین، اوژیت تیتان دار- نفلنیت

37- **مونزونیت سنگی است که:**

1) درونی با ارتوکلاز و پلاژیوکلاز مساوی
2) درونی و سرشار از بیوتیت و آمفیبول
3) بیرونی با ارتوکلاز و پلاژیوکلاز مساوی
3) رگه ای از گروه لامپروفیرها

38- **معادل درونی فنولیت نفلین دار چیست؟**

1) لاتیت 2) فوئاییت 3) اسکسیت 4) ترالیت

39- **نوریت** .....

1)گابروی اولیوین دار 2)دیوریت هیپرستن دار 3)گابروی کوارتزدار 4)گابروی هیپرستن دار

40- **پلاژیوکلاز در گروه سی نیت کالکوآلکالین کدام مورد زیر است؟**

1) ارتوز 2) الیگوکلاز 3) آندزین 4) لابرادو

41- **بخش سفید و ارتفاعات ماه از چه جنسی است؟**

1) آنورتوزیت 2) دروبارکیت 3) آندربیت 4) اوکریت

42- **کدام یک از گزینه های زیر جزء تراکیت معمولی نمی باشد؟**

1) دومیت 2) موژه آریت 3) دورئیت 4) هاوائی ئیت

43- **سی نیت فقیر از نفلین و حاوی پیروکسنی به نام ..... است.**

1)لاردالیت 2) دیتروئیت 3) شونکنیت 4) ماریولیت

44- **نام دیگر دیوریت های فلدسپاتوئید دار چیست؟**

1) ترالیت 2) اسکسیت 3)آندربیت 4)نوریت

45- **در رده بندی میدل موست فنولیت با کدام یک از سنگ های زیر هم پوشانی ترکیبی دارد؟**

1) آندربیت 2) تراکی آندزیت 3) فنولیت 4) تراکیت

46- **کدام یک از سنگ های زیر کمترین سیلیس را دارد؟**

1)آداملیت 2)فنولیت 3)کرسانتیت 4) آلنوئیت

47- **فنولیت لوسیت دار:**

1) لوسیتوفیر 2) آنالسیم 3)کاتافوریت 4) مالیگنیت

48- کدام یک از لامپروفیرها، ملیلیتی است؟

1) پولزنیت 2) سانائیت 3)کامپتونیت 4) مونشی کیت

49- در کدام یک از لامپروفیرها، بیوتیت یا فلوگوپیت وجود ندارد؟

1) مینت 2)کرسانتیت 3) پولزیت 4) فوژزیت

50- ایژولیت در رده بندی یودر در کجا واقع می شود؟

1) روی خطCPX- OL 2) روی خط CPX- Ne 3) روی خطOl-Pl 4) روی خط CPX-Pl-Ne

51- سوویت ها جزء کدام یک از سنگ های زیر هستند؟

1) لامپروفیری 2)کیمبرلیتی 3)کربناتیتی 4) لامپروئیتی

52- گدازه های کاملا بازیک غنی از اولیوین با بافت اسپینیفکس را ..... می گویند.

1) فنولیت ها 2)کومانتیت ها 3) تاکی لیت ها 4) توله ایت ها

53- رخساره فلدسپات های لارویکیت کدام است؟

1) هیالواسفرولیتیک 2) مالکاشیتیک 3) پرتیتی 4) شوشونیت

54- گابروی دارای بیوتیت وهورنبلند چه نام دارد؟

1) ارتونوریت 2) اوکریت 3) بوژی ایت 4) ارتوگابرو

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 4 صحیح است زیرا**:

میکای معمول همراه با کیمبرلیت های میکادار، فلوگوپیت است.

2- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

بازالت های قدیمی، ملافیر نامیده می شود.

3- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

دونیت، ملاگابرو و وبستریت د رمحدوده سنگ های مافیک قرار می گیرند و سی نیت نفلین دار، با توجه به وجود فلدسپاتوئید در آن دارای آلومین Al_2o_3 بیشتری می باشد.

4- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

در پگماتیت ها، با ساخت گرافیکی وجود کوارتز در زمینه ای از پلاژیوکلاز ضروری می باشد.

5- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

در سنگ های ورلیت، لرزولیت و هارزبورژیت درصد بالایی اولیوین وجود دارد و در سنگ وبستریت که میزان اورتوپیروکسن افزایش می یابد احتمال وجود کانیهای قلیایی Na و K در ساختمان سنگ افزایش یافته و آن را به سوی آلکالی بودن پیش می برد.

6- **گزینه 2 صحیح است**.

7- **گزینه 2 صحیح است**.

8- **گزینه 4 صحیح است زیرا**:

ترالیت ها گابروی فلدسپاتوئید دار هستند، تفریت ها و فنولیت ها نیز درصدی حدود 10- 60% فلدسپاتوئید در ترکیب دارند. کرسانتیت که یک نوع لامپروفیر شوشونیتی می باشد، در خمیره خود فلدسپات یا فلدسپاتوئید دارد.

11- **گزینه 4 صحیح است زیرا**:

فوژزیت: دارای فلدسپات آلکالن پتاسیک، آمفیبول (معمولا هورنبلند یا کرسوتیت) و اوژیت دیوپسیدی است.

12- **گزینه 4 صحیح است زیرا**:

ابسیدین یک سنگ آذرین غیر متبلور، بدون آب است. پیچستون – پرلیت – ابسیدین به ترتیب مقدار آبشان کم می شود.

13- **گزینه 1 صحیح است.**

14- **گزینه 3 صحیح است.**

15- **گزینه 4 صحیح است زیرا:**

آنکارامیت نوعی ملا بازالت حاوی پیروکسن فراوان می باشد.

16- **گزینه 1 صحیح است زیرا:**

اسپسارتیت: شبیه فوژزیت است با این تفاوت که به جای فلدسپات آلکالن دارای اولیگوکلاز یا آندزین است.

17- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

سی نیت فلدسپاتوئیدداری که فاقد فلدسپات است ایژولیت می باشد.

18- **گزینه 4 صحیح است زیرا:**

سنگ های فلسیک از نظر مدال از کوارتز و فلدسپات تشکیل شده است.

19- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

گابرویی که حاوی اولیوین و پلاژیوکلاز باشد، تروکتولیت است.

20- **گزینه 1 صحیح است**

21- **گزینه 1 صحیح است زیرا:**

ایژولیت سنگ درونی، غنی از نفلین و کانی های مافیک است

22- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

اسپسارتیت: شبیه فوژزیت است با این تفاوت که به جای فلدسپات آلکالن دارای اولیگوکلاز یا آندزین است.

23- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

لامپروفیرها دارای کانیهای کلینوپیروکسن، اورتوپیروکسن، فلوگوپیت، پلاژیوکلاز، بیوتیت، اولیوین و گاهی اکسیدهای آهن و تیتان است.

24- **گزینه 3 صحیح است.**

25- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

ورلیت: از اولیوین و کلینوپیروکسن تشکیل شده است.

26- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

برعکس سی نیت های آلکالن که کمیاب هستند تراکیت های آلکالن فراوان یافت می شوند. تراکیت ها رنگ خاکستری روشن و یا سفید است. خمیره آنها متشکل از میکرولیتهای جهت یافته و بهم فشرده آنورتوز، آلبیت، سانیدین و مختصری مزوستار شیشه یا کریپتوکریستال تشکیل شده است. کانیهای مافیک تراکیت های آلکالن بیوتیت یا اژیرین است. اژیرین گاهی با آمفیبول سدیم دار قرمز رنگ به نام کاتافوریت همراه است. تراکیت های کاملا بدون کوارتز و یا نفلین نورماتیو کمیاب هستند.

27- **گزینه 2 صحیح است**.

28- **گزینه 3 صحیح است**.

29- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

ایسلندیت: آندزیتی است غنی از آهن و دارای کوارتز نورماتیو.

30- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

پالاگونیت: اگر شیشه بازالتی در محیط آبدار تشکیل شود و در آنصورت آهن سنگ اکسیده و آبدار شده (گوتیت و لیمونیت) سنگ شیشه ای زرد رنگ به وجود می آید که به آن پالاگونیت می گویند. در میکروسکوپ ضریب شکست پالاگونیت کمتر از بوم دوکانادا می باشد. پالاگونیت معمولا موقعی تشکیل می شود که گدازه بازالتی وارد شکافهای آبدار شود و یا به زیر یخچالهای طبیعی بریزد.

31- **گزینه1 صحیح است**.

32- **گزینه 1 صحیح است**.

33- **گزینه 2 صحیح است**.

34- **گزینه 1 صحیح است**.

35- **گزینه 3 صحیح است**.

36- **گزینه 1 صحیح است**.

37- گزینه 4 صحیح است.

38- گزینه 1 صحیح است.

39- گزینه 2 صحیح است.

40- گزینه 4 صحیح است.

41- گزینه 1 صحیح است.

42- گزینه 4 صحیح است.

43- گزینه 1 صحیح است.

44- گزینه 2 صحیح است.

45- گزینه 4 صحیح است.

46- گزینه 4 صحیح است.

47- گزینه 1 صحیح است.

48- گزینه 1 صحیح است.

49- گزینه 4 صحیح است.

50- گزینه 2 صحیح است.

51- گزینه 3 صحیح است.

52- گزینه 3 صحیح است.

53- گزینه 2 صحیح است.

54- گزینه 3 صحیح است.

فصل سوم: پترولوژی

پترولوژی علمی سات که در آن از منشاء، ساختمان و شرایط تشکیل سنگ سخن به میان می آورد.

شرایط کافی تشکیل کانی که پارامترهایی همچون X,T,P را در برمی گیرد و در قلمرو فیزیکوشیمیایی مورد بررسی قرار می گیرد. بسته به اینکه مجموعه سنگ ها دما بگیرند یا پس بدهند، ترکیب شیمیایی یا سازنده ه های شیمیایی به محیطشان وارد بشوند و یا نشوند حالت های مختلفی خواهیم داشت. در ضمن مفاهیمی چون فاز، سیستم، درجه آزادی و... نیز باید مورد بررسی قرار بگیرد.

فاز: بخشی از سیستم که همگن است و به طور فیزیکی بتوانیم جدا کنیم. مانند یخ و آب (2فاز).

سیستم: بخشی از ماده است که از بخش های دیگر قابل جدایش باشد و شامل انواع زیر است:

1- **سیستم مجزا یا ایزوله**: در این سیستم هیچ تبادل و یا انتقال ماده و انرژی با محیط اطراف صورت نمی گیرد.

2- **سیستم بسته**: سیستمی است که فقط تبادلات انرژی با محیط خارج دارد و تبادل ماده صورت نمی گیرد.

3- **سیستم باز**: هم تبادل ماده و هم تبادل انرژی با محیط اطراف صورت گرفته، نمونه آن اسکارن است.

4- **سیستم آدیاباتیک یا Component**: منظور حداقل ترکیبات شیمیایی است که بتواند فازهای سیستم را به وجود آورد.

درجه آزادی(Variance یاDegrees of freedom)

تعداد متغیرهای سیستم مانند (T,P) که می تواند به طور مستقل تغییر کند. بدون آنکه حالت سیستم و تعداد فازهای آن تغییر کند.

قانون فازها

یک رابطه ریاضی است که رابطه بین تعداد فاز، سازنده های سیستم و درجه آزادی را بیان می کند.

F+P=C+2

F: درجه آزادی

P: تعداد فاز

C: تعداد تشکیل دهنده ها یا سازنده ها

مثال: آلومینوسیلیکاتهای سیلیمانیت، آندالوزیت، کیانیت را در نظر گرفته و قانون فازها را در بخش های مختلف فاز دیاگرام آن PT بررسی نمایید.

1) بخش هایی از نمودار که فقط یک کانی پایدار است.

محدوده دو متغیره:F= 2

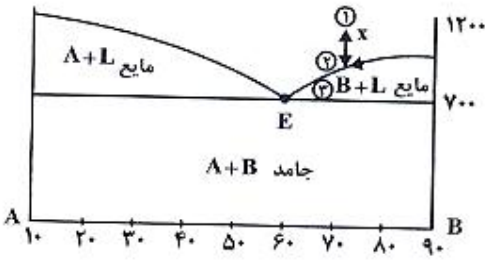
2) خطوط – مرزها

3) هر سه فاز در سنگ باشد(در روی نقطه)

اگر بخواهیم تعادل در سنگ برقرار باشد اجازه متغیر دما و فشار را نداریم به این نقاط، نقاط نامتغیر یا Invariant Point می گویند.

فاز دیاگرامهای پترولوژی

سیستم دوتایی ساده



مرحله 1) از نقطه 1 تا 2 اتفاقی نمی افتد.

مرحله 2) در نقطه 2 تا شروع تبلور اولین بلورها

مرحله 3) از نقطه 2 تا 3 نشان دهنده تغییر ترکیب مایع

مرحله 4) ادامه تبلورB و شروع تبلورA

? نکته

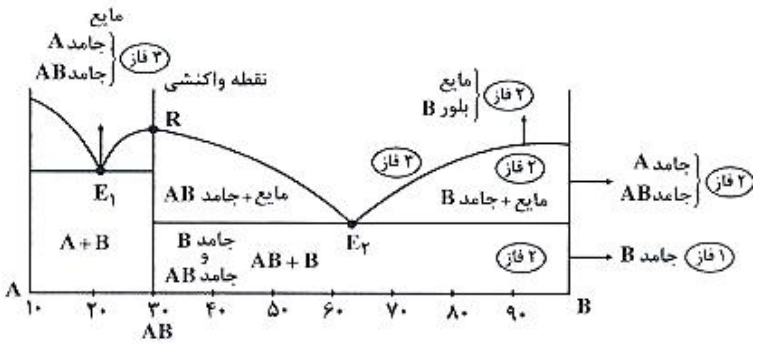
از نقطه E اگر در قسمت بالا باشد سیستم مایع می تواند وجود داشته باشد و در پایین تر از نقطهE کاملا جامد است. در نقطه E سیستم باید متوقف شود تا A و B متبلر شود و در پایین بیاید.

در خود نقطه E نمی توانیم حدس بزنیم چند درصد ذوب شده و چند درصد ذوب نشده و جامد است.

در خارج از نقطه E می توانیم بگوییم چند درصد ذوب شده است و چند درصد ذوب نشده است.

آخرین مذاب ایجاد شده در تبلورE است و در ذوب اولین مذاب حاصل دارای نقطه E است. (نقطه E ربطی به ترکیب جامد ندارد)

سیستم دوتایی با حدواسط ذوب جور یا سازگار



روی خط لیکیدوس 2 فاز داریم: مایع * جامد

داخل محوطه 2 فاز داریم: مایع * جامد

روی نقطه E_2 سه فاز داریم : مایع * جامد B * جامد AB

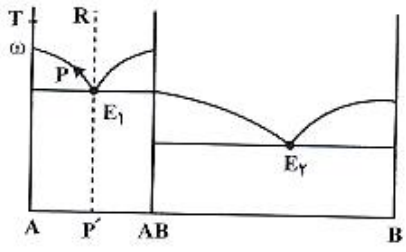
زیر سطح E_2: 2 فاز داریم.

مثال: جامدی با ترکیب 'P داریم اولین مذاب حاصل چیست؟E_1

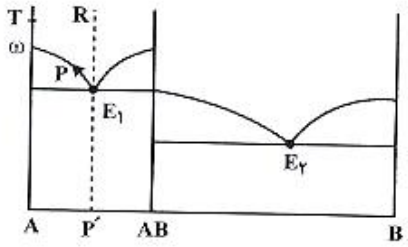
آخرین جامد باقیمانده 'P است.

مایعی با ترکیب نقطه R داریم اولین بلور متبلور شده P ⟵ آخرین مذاب باقیمانده E_1

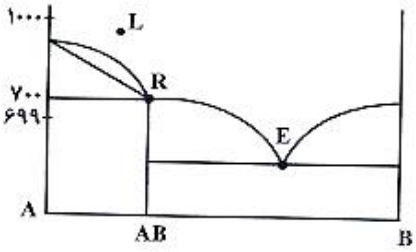
مایعی با ترکیب T داریم اولین مایع باقیمانده W ⟵ آخرین مایع باقیمانده W



سیستم دوتایی با ترکیب حدواسط ذوب ناجور یا متناقض یا ناسازگار



تبلور تعادلی: سیستم هر چه قدر که زمان بخواهد زمان بدهیم ولی اگر در سیستم دخالت کنیم و دما را پایین بیـاوریم تبلور ناتعادلی است.



مرحله 1) زمانی که به لیکدوس برخورد می کند و اولین بلورهای A شروع به تبلور می نماید.

مرحله 2) زمانی که به دمای 800°c : 70% مایع * 30% جامد A

مرحله 3) زمانی که به دمای 701° c : 50 % جامد * 50% مایع

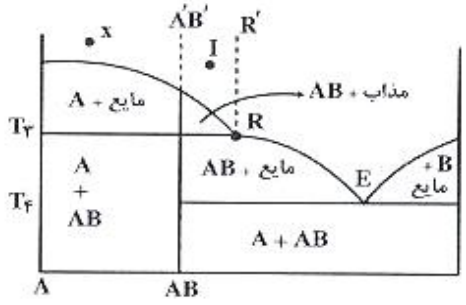
مرحله 4) در دمای 700 °c: 40%AB ← مایع + 40% A

مرحله5) در دمای 699°c سیستم کاملا جامد است: 10% جامد A * 90% جامد AB

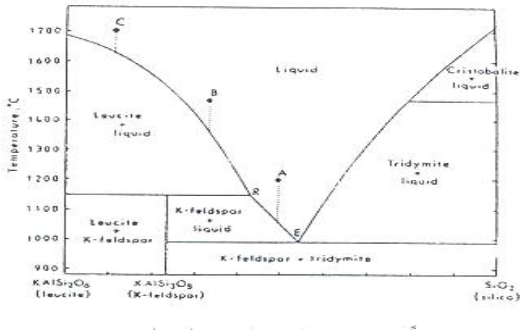
? نکته

در حالت تبلور تعادلی نقاطی که در سمت چپ باشد نقطه R است.

آخرین سیستم تبلور نقطه L با نقطه R (نقطه واکنشی است)



تبلور سیستم نامتجانس



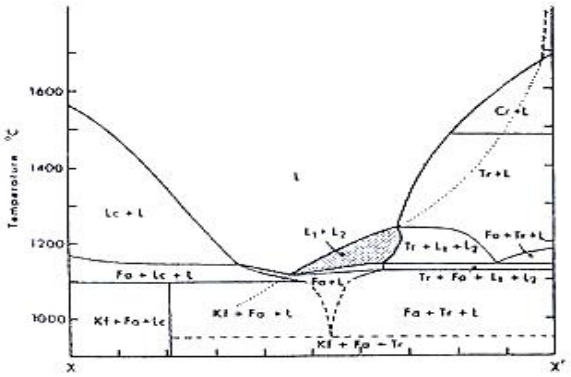
تبلور X در سمت راست خط 'RR: دقیقا مثل فاز دیاگرامهای دوتایی است.

ترکیب مایع در سمت چپ خط 'AB-A'B: آخرین دمای تبلور در نقطه T_3 است.

به عبارتی آخرین مسیر مایع نقطه R است و ترکیب جامد نهایی R+AB است.

ترکیب مایع یعنی دوخط 'AB-A'B و 'RR: آخرین دمای تبلور نقطه E است یا دمای T_4 ترکیب جامد نهایی A+AB است

فاز دیاگرامهای دوتایی دارای محدوده عدم اختلاط



برای نقطه X:

مرحله1) یک لحظه قبل از 1700°C: 75% بلور کریستوبالیت * 25% مایع L

مرحله 2) در دمای 1700°C: 76% بلور Q_1 * 24% مایع L_1

در دمای 1700°C دما باید ثابت باشد تا ترکیب مایع L_1 تغییر پیدا کند و تمام مایع L_1 حذف بشود و ترکیب L1 داشته باشد.

برای نقطه Y:

مرحله1) بعد از برخورد به محدوده عدم اختلاط از هم جدا می شود. (L_1,L_2)

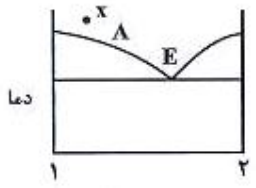
مرحله 2) تا دمای 1700°C دو مایع از هم جدا شده ترکیب آنها به تدریج باهم فرق می کند.

مرحله 3) در دمای1700°C مایع L_1 شروع به تبلور می کند و اولین بلورهای کریستوبالیتی (C) متبلور شده است.

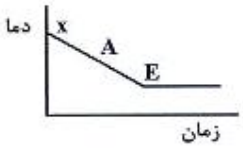
مرحله 4) دما در این نقطه 1600°C ثابت باقی می ماند تا این تبلور ادامه پیدا کند و تمام L_1 مصرف شود و به نقطـه A برسیم. در این مایع باقیمانده ترکیب L_2 دارد تا از این به بعد سیستم ساده تر متبلور می شود.

دیاگرام زمان- دما

با گذر زمان دما کم می شود و به نقطه A می رسیم و تبلور کانی 1 شروع می شود.

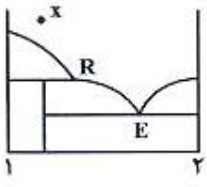


در نقطهE: دما ثابت می ماند تا کانی متبلور شده و جامد شود و جامد خیلی سریع سرد می شود.



شروع تبلور منحنی ما، شیبش کم است.

در نقطه R: دما ثابت می ماند تا واکنش کامل شود.



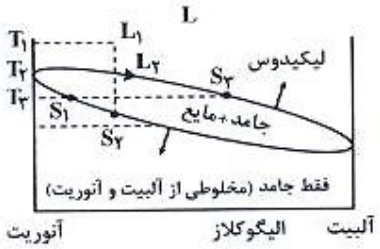
در نقطه E دما ثابت می ماند تا تمام کانی متبلور جامد شود.

محلول جامد

هر فرمول شیمیایی که داخل پرانتز نبوده یعنی محلول جامد است.

اولیوین$(Mg,Fe)SiO_4$: فورستریت Mg_2SiO_4 * فایالیت Fe_2SiO_4

نسبت ها عوض می شود اما کانی تغییر پیدا نمی کند و سیستم تبلور همان سیستم قبلی است.



مرحله 1) از T_1 تا T_2: فقط مذاب در حال سرد شدن می باشد.

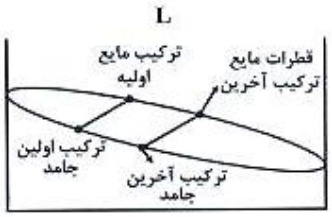
مرحله 2) در T_2: اولین بلورهای جامد دارای ترکیب S_1

مرحله 3) در دمای :T_3 35% مایع ترکیب L_2 * 65% جامد ترکیب S_2

مرحله 4) در دمای :T_4 سیستم کاملا جامد است.

سمت راست: مایع باقیمانده

سمت چپ: جامد



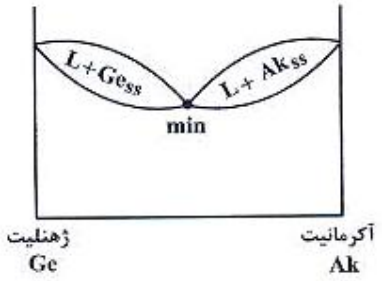
منحنی دارای محلول جامد در نقطه Min

SS (محلول جامد Soulid Soultion)

نقطه Min با E فرق دارد.

در نقطه Min ما 2 فاز داریم.

AK_{SS} از لحاظ سیستم تبلورشبیه Ge_{SS} است و سیستم فرقی نمی کند.



منحنی هیپرسولوس

سولوس(Solvus): نشان دهنده آن است که در جامد یکسری واکنش انجام می شود، مثل پرتیت و آنتی پرتیت و جداکننده حرارت بالا از حرارت پایین است.

پرتیت: زمینه ارتوز و تیغه آلبیت

آنتی پرتیت: زمینه آلبیت و تیغه ارتوز

ساب سولوس: فضای خالی بین سولیدوس و سولوس وجود ندارد.

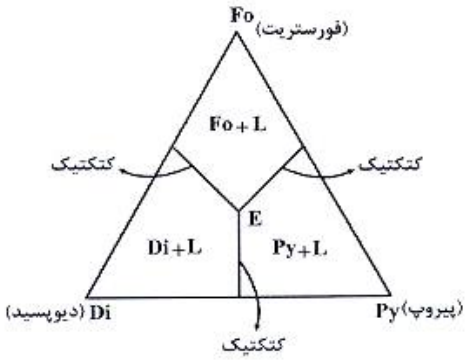
سیستم سه تایی

در این سیستم 3 تا سیستم دو تایی داریم.

رعایت چند نکته

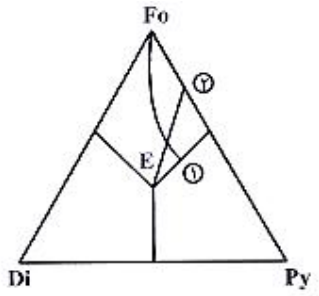
1) از E یک خط به سمت عنصر مورد نظر

2) یک خط از فورستریت تا عنصر مورد نظر



تبلور

در تبلور نقطه در داخل هر محدوده ای که بود آن کانی اولین کانی متبلور شده است.



از A یک لحظه قبل از 1 فقط Fo متبلور شده است.

با رسیدن به نقطه1، Py (پیروپ) هم شروع به تبلور به طور همزمان می کند.

از نقطه 1 تا قبل از E، Fo (فورستریت) و Py (پیروپ) به طور همزمان متبلور می شوند.

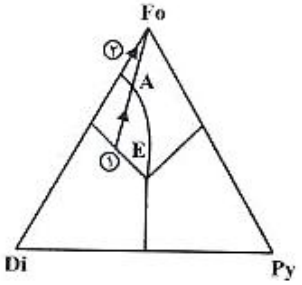
در نقطه E دیوپسید شروع به تبلور می کند.

در نقطه E تبلور همزمان سه کانی (Fo,Di,Py) است.

نقطه E آخرین مقصد ترکیب مایع است.

تغییرات ترکیب مایع	تغییرات ترکیب جامد
از A تا یک لحظه قبل از 1	نقطه روی Fo
از 1 تا یک لحظه قبل از E	از Fo تا نقطه 2 تغییر می کند.
رسیدن به نقطه E و باقیمانده در همان جا	از 2 تا X تغییر می کند.

ذوب



ذوب از نقطه E آغاز می شود. (ذوب هزمان Fo,Di,Py)

ذوب از E ادامه پیدا می کند تا تمام Py تمام شود.

یک لحظه بعد از خروج E پیروپ ذوب می شود.

از این به بعد ذوب دیوپسید و فورستریت ادامه پیدا می کند.

با خروج از 1 به سمت A تمام دیوپسید ذوب شده و فقط اندکی Fo باقیمانده است.

از نقطه 1 تا A ذوب Fo ادامه پیدا می کند وقتی به A می رسیم تمام Fo ذوب شده است.

تغییرات ترکیب مایع	تغییرات ترکیب جامد
روی نقطه E	از A تا نقطه مورد نظر
E تا 1	از نقطه مورد نظر تا Fo
از 1 تا A	فقط روی نقطه Fo

نکات کلیدی فصل سوم

- سیستم بسته: سیستمی است که فقط تبادلات انرژی با محیط خارج دارد و تبادل ماده انجام نمی شود.
- سیستم باز: با محیط خارج هم تبادل ماده و هم تبادل انرژی دارد.
- نقطه اوتکتیک، نقطه با درجه آزادی صفر که در آن نقطه ذوب در کمترین درجه حرارت از ترکیب دو سازنده تشکیل می شود.
- به طور کلی در دیاگرام فازهای دوتایی در ترکیب مورد نظر با کاهش دما، پس از برخورد با منحنی لیکیدوس، فاز مربوط به منحنی لیکیدوس متبلور شده، پس از رسیدن به نقطه اوتکتیک فاز دیگر که در آنسوی نقطه اوتکتیک نسبت به ترکیب مورد نظر واقع است، با فاز قبلی همزمان و همراه با هم متبلور می شوند.
- تبلور تعادلی: در این نحوه تبلور، تبلور در تعادل با مذاب نیست و تغییرات ترکیبی به صورت زوناسیون در مقطعی از بلور به خوبی نشان داده شده است.
- در سیستم دوتایی محلول جامد و یک نقطه اوتکتیک حدواسط، نقطه اوتکتیک کمترین دمای ذوب نیست.
- در سیستم دوتایی دارای محلول جامد کامل فقط در دماهای بالا، محلول جامد بین منحنی سولیدوس و سولوس اتفاق می افتد.
- در سیستم دوتایی، محلول جامد محدود که نمونه آن نفلین و آلبیت است، محلول جامد نفلین در آلبیت و آلبیت در نفلین محدودیت دارد.
- در سیستم دوتایی دارای یک ترکیب حد واسط با ذوب متجانس دو نقطه اوتکتیک داریم و بسته به ترکیب اولیه، مسیر انتخاب به سوی نقطه اوتکتیک و خود نقطه اوتکتیک فرق می کند.
- در سیستم دوتایی دارای یک ترکیب حد واسط با ذوب نامتجانس بسته به این که نسبت به نقطه اوتکتیک، خط ترکیب حد واسط و نقطه واکنشی کجا واقع شود، تبلور مسیر خاص خود را طی می کند.
- اگر ترکیب بین نقطه واکنشی و ترکیب حد واسط واقع شود، ابتدا عضو پایانی اشباع نشده متبلور می شود. سپس در نقطه واکنشی این عضو با عضو پایانی آنسوی دیاگرام واکنش داده، ترکیب حد واسط می سازد. سپس مسیر حالت قبل را تا نقطه اوتکتیک دنبال می کند.

Ø اگر ترکیب بین عضو پایانی و ترکیب حد واسط واقع شود، مسیر تبلور با عضو اشباع نشده آغاز می شود ولی این مسیر از نقطه واکنشی فراتر نمی رود.

Ø حالت پایدار: حالتی است که در آن جسم نسبت به محیط اطراف کمترین انرژی را دارد.

Ø حالت ناپایدار: حالتی است که در آن، جسم نسبت به محیط اطراف بیشترین انرژی را دارد.

Ø تعادل: حالتی که کل نیروهای وارد بر جسم دارای برآیند صفر باشند.

Ø درجه آزادی: امکان تغییر در هر یک از پارامترهای سیستم به گونه ای که فاز مورد نظر پایدار بماند.

Ø منحنی لیکیدوس: منحنی تماس با مرز میان مذاب و مخلوط مذاب + بلور است.

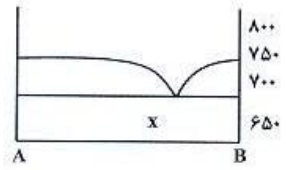
Ø منحنی سولیدوس: منحنی تماس با مرز میان مذاب + بلور و بلور است.

Ø در سیستم سه تایی دارای یک محلول جامد، بسته به اینکه ترکیب مورد نظر در چه بخشی از مثلث و در میان کدام فاز قرار گیرد، از راس مثلث مربوط به نقطه وصل کرده، امتداد آن تا منحنی اوتکتیک مسیر تغییرات و تبلور را نشان می دهد. از نقطه ای که برخوردگاه ادامه خط و منحنی اوتکتیک است، مسیر بر روی منحنی کتکتیک دنبال می شود و دو فاز دو سوی منحنی کتکتیک همگام با هم متبلور می شوند.

Ø در سیستم سه تایی بدون محلول جامد دنیز همانند حالت (سیستم سه تایی دارای یک محلول جامد) است با این تفاوت که منحنی کتکتیک تا ضلع مثلث ادامه نمی یابد. بلکه به نقطه اوتکتیک که برخوردگاه سه فاز است و در راس آن نقطه فاز سوم هم علاوه بر دو فاز دیگر متبلور می شود و پایان تبلور، نقطه اوتکتیک است.

نمونه سوالات تستی

1- شروع ذوب ترکیب x در چه دمایی انجام می شود و در این جا چند فاز وجوددارد؟



1)700 درجه و 2فاز

2)700 درجه و سه فاز

3)کمتر از 700 درجه و 2 فاز

4)کمتر از 700 درجه و 3فاز

2- در هنگام تبلور، تعداد فاز و درجه آزادی در نقطه M به ترتیب چند است؟

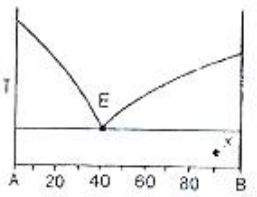
1)2و1 2)3 و 1 3)2 و 2 4)3 و 2

3- اگر در سیستم سه تایی کوارتز- آلبیت – ارتوز، قلمرو تبلور لوسیت بسیار گسترده باشد این سیستم در چه شرایطی متبلور شده است؟

1) در این سیستم لوسیت متبلور نمی شود. 2) در شرایط فشار آب بسیار زیاد

3) در شرایط بی آب 4) در شرایط آبدار و فشار متوسط

4- با توجه به فاز دیاگرام دو تشکیل دهنده زیر، از ذوب بخشی جامد x در نقطه اتکتیک، کدام مایع تولید می شود؟



1)A=10%,B=90% 2)A=60%,B=40%

3)A=40%,B=60% 4)A=90%,B=10%

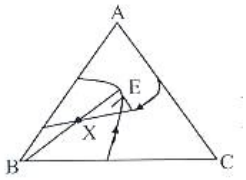
5- در یک سیست دوتایی و کندانسه، در نقطه واکنش، تعداد واریانس و تعداد فاز به ترتیب کدام است؟

1)0 و 2 2)2 و 3 3)3 و 1 4)0 و 3

6- در یک سیستم سه تایی منحنی فلش دار مقابل معرف چیست؟

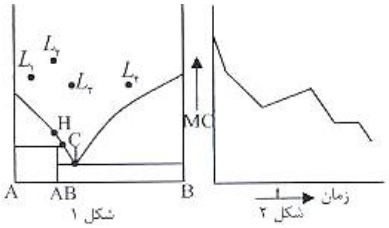
1) نقطه می نیمم 2) نقطه ماکزیمم 3) نقطه اتکتیک 4) نقطه پری تکتیک

7- با توجه به تصویر زیر اگر سنگی با ترکیب X در نقطه E متحمل ذوب بخشی شود پاراژنز کانی شناسی تفاله حاصل از ذوب آن کدام است؟



1) B,A
2) C,A
3) A,C
4) C,A,B

8- در صورتیکه تبلور تعادلی اتفاق بیفتد نمودار T-t ترسیم شده در شکل (2) در مورد تبلور چهارگانه در شکل L_1 تا L_2 صدق می کند؟



1) L_1
2) L_2
3) L_3
4) L_4

9- در یک سیستم دوتایی با ترکیب حدواسط ودارای ذوب متناقض در هنگام ذوب ترکیب حدواسط، سیستم دارای چند فاز است؟

1) دوفاز، یک مایع و یک جامد
2) سه فاز، 2 مایع و یک جامد
3) سه فاز، 2 جامد و یک مایع
4) چهار فاز، 2 مایع و 2 جامد

10- در سیستم کندانسه فورستریت(Fo)، آنورتیت (An)، دیوپسید (Di) و آلبیت (Ab) در زیر منحنی انجماد (سولیدوس) چند فاز تشکیل می شود؟

1) F=C-P+2
2) F=C-P+1
3) F+P=C-2
4) F+P=N+2

11- در سیستم سیلیس - آلومین، محصول نهایی در نقطه اتکتیک کدام است؟

1) کریستوبالیت+ مولیت
2) کریستوبالیت+کرندم
3) مولیت+کرندم
4) مولیت

12- در یک سیستم کندانسه اگر واریانس صفر باشد تعداد فاز کدام است؟

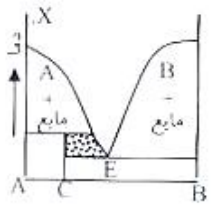
1) C-1
2) C
3) C+1
4) C+2

13- **در یک سیستم دو تشکیل دهنده با محلول جامد تعداد فاز در دمای پایین تر از سولیدوس چند و از چه نوع است؟**

1)1، فقط فاز جامد　　2)2،هردوفاز جامد

3)2،یک فاز جامد و یک فاز مایع　　4)1،فقط فاز مایع

14- **در شکل روبه رو، میدان نقطه چین، میدان مربوط به پایداری کدام فازهاست؟**



1) مایع+A+B　　2) مایعC+B

3) مایع+C　　4) مایع+A

15- **یک میکروپگماتیت با ارتوز پرتیتی در چه سیستمی متبلور می شود و مشخصات آن کدام است؟**

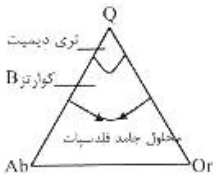
1)کوارتز- ارتوز- آلبیت با اتکتیک سه تایی

2)کوارتز- ارتوز- آلبیت با مینیمم سه تایی

3)کوارتز- ارتوز- آلبیت با منحنی سولوس و اتکتیک سه تایی

4) آنورتیت- ارتوز- آلبیت با مینیمم و بدون سولوس

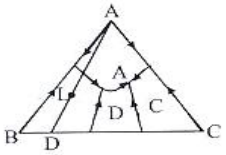
16- **در این سیستم سه تایی به ترتیت چند خط کوتکتیک و چند نقطه اتکتیک وجود دارد؟**



1)1و2　　2)2 و 2

3)2 و 3　　4)3 و 2

17- **در شکل مقابل اگر مذابی با ترکیب L به طور متعادل متبلور شود بلورهای نهایی کدام اند؟**



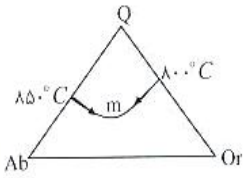
1) ذوب همچنان بدون وقفه تا ذوب X ادامه خواهد یافت.

2) ذوب همچنان بدون وقفه نا ذوب کاملX ادامه خواهد یافت.

3) سیستم سه تشکیل دهنده به دو تشکیل دهنده تبدیل شده و به ترتیب فازهای A و B ذوب خواهند شد.

4) سیستم سه تشکیل دهنده به دو تشکیل دهنده تبدیل شده و به ترتیب فازهای B و A ذوب خواهند شد.

18- **در سیستم گرانیتی (شکل زیر) با اسیدی شدن محیط چه تغییری در نقطه m (مینیمم) به وجود خواهد آمد؟**



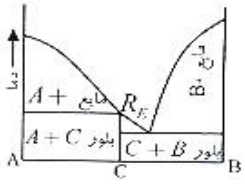
1) به سمت کوارتز متمایل می شود

2) به آلبیت نزدیک می شود

3) بدون تغییر باقی می ماند

4) به ارتوز نزدیک می شود.

19- **در حالت عدم تعادل، محصول نهایی تبلور نقطه x کدامند؟**



1) بلورهای A و B

2) بلورهای B و C

3) بلورهایA و C

4) بلورهایA و B و C

20- **بلوری که در حاشیه خارجی بلورهای کومولوس تشکیل شود چه نام دارد؟**

1) آدکومولوس 2) اینترکومولوس 3) ارتوکومولوس 4) مزوکومولوس

21- **منحنی سولوس چیست؟**

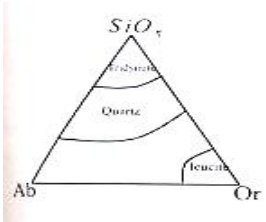
1) در محیط جامد در دمای پایین تر از آن تفکیک فازها انجام می شود.

2) جداکننده محیط جامد از مایع و در دمای پایین تر از آن دو فاز متبلور می شود.

3) در محیط مایع است و همانند یک منحنی لیکیدوس عمل می کند.

4) خطی است دمایی که در بالای آن مایع و در پایین آن دو محلول جامد به وجود می آید.

22- **با توجه به پایدار فازها، شکل مقابل در چه شرایطی ترسیم شده است؟**



1) در فشارخشک

2) در فشار اتمسفر

3) در فشار آب 1000 بار

4) در فشار آب 6000 بار

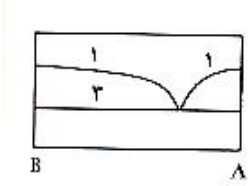
23- در یک سیستم سه تایی بدون محلول جامد در حال تعادل مایع و جامدات، حداکثر چند فاز در نقطه اوتکتیک وجود دارد؟

1) تنها دو فاز جامد
2) سه فاز، شامل دو فاز مایع و یک فاز جامد
3) سه فاز،شامل دو فاز جامد و یک فاز مایع
4) چهار فازف شامل سه فاز جامد و یک فاز مایع

24- سیستم چهار تشکیل دهنده دیوپسید- آلبیت- فروسیلیت به چه سیستمی مشهور است؟

1) آندزیتی
2) باقیمانده
3)گرانیتی
4)گابرویی

25- در شکل زیرمنحنی سولیدوس و لیکیدوس به ترتیب عبارتند از:

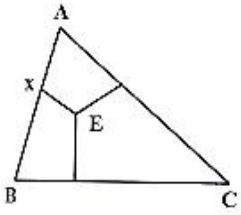


1)1 و 1
2) 1 و3
3)3 و 1
4)3 و 3

26- در یک فاز دیاگرام دوتایی ساده چند خط کتکتیک و چند تا سیستم 2 تایی داریم؟

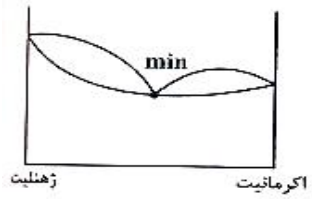
1)3 و 1
2)3 و 3
3)3 و 2
4)3 و 4

27- در سیستم 3 تایی زیر در نقطه X درجه آزادی و تعداد فازها کدام گزینه است؟



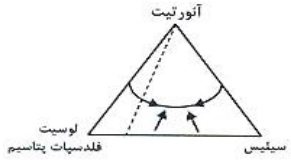
1)1 و 3
2)3 و 1
3)2 و 2
4)4 و 0

28- در دیاگرام زیر در نقطه min چند فاز وجود دارد؟



1) ا فاز
2)2 فاز
3)3 فاز
4)4 فاز

29- در دیاگرام زیر در نقطه **R** و **E** چند فاز وجود دارد؟



1) 4 و 4
2) 3 و 4
3) 4 و 2
4) 4 و 3

30- کدام یک از سیستم های زیر محلول جامد است که فاقد نقطه اوتکتیک 3 تایی می باشد؟

1) دیوپسید- آلبیت- آنورتیت
2) آنورتیت- لوسیت- سیلیس
3) فورستریت- دیوپسید- پیروپ
4) آلبیت- فایالیت- سیلیس

31- کدام سیستم به سیستم سه تایی کاذب معروف است؟

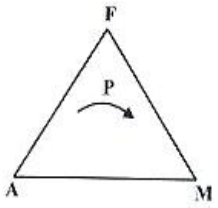
1) فایالیت- نفلین- سیلیس
2) آلبیت- فایالیت- سیلیس
3) آنورتیت- لوسیت- سیلیس
4) آلبیت- آنورتیت- سیلیس

32- زمانی که گرانیت به حد کافی غنی از سدیم و پتاسیم باشد وارد کدام محوطه نمی شوند؟

1) سری کالک آلکالن
2) سری شوشونیتی
3) توله ایتی
4) سری آلکالن

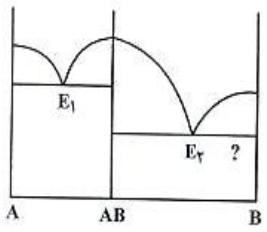
33- کدام یک از سنگ های زیر جز سنگ های تحت اشباع از سیلیس می باشد؟

1) فنولیت آلکالن
2)گابروی کوارتز دار
3) نفلینیت
4) آندربیت



34- در محل علامت سوال کدام سری باید نوشته شود؟

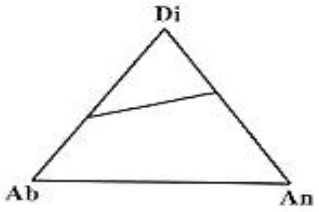
1) آلکالی
2) توله ایتی
3) کالکوآلکالن
4) شوشونیتی



35- در سیستم دوتایی زیر در محل علامت سوال چند فاز وجود دارد؟

1) جامد B و جامد AB
2) مایع B و جامد AB
3) مایع AB و مایع B
4) جامد B و مایع AB

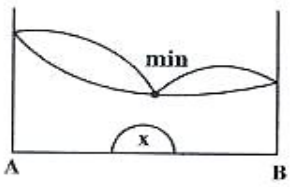
36- **در شکل زیر چند نقطه اوتکتیک و چند خط کوتکتیک وجود دارد؟**



1)2 و 1　　2)1 و 2

3)1 و 1　　4)2 و 2

37- **در منحنی هیپرسولوس در نقطه X چه فازهایی وجود دارد؟**



1) مایع

2) محلول جامد A + محلول جامد

3) محلول جامد A + مایع

4) محلول جامد B + مایع

38- **در یک تشکیل دهنده با محلول جامد تعداد فاز در دمای پایین تر از سولیدوس چند و از چه نوع است؟**

1)1، فقط فاز جامد　　2) 2 فاز جامد و یک فاز مایع

3)2، هر دو فاز جامد　　4)1، فقط فاز مایع

39- **کدام یک از گرانیت های زیر، گرانیت کوهزایی می گویند؟**

1) گرانیت آلکالن　　2)گرانیت نوع A　　3) گرانیت نوع M　　4) گرانیت نوع I

40- **در کدام سیستم تبادل ماده وجود دارد ولی تبادل انرژی وجود ندارد؟**

1) باز　　2) بسته　　3) ایزوله　　4) آدیاباتیک

41- **محلول جامد دوتایی متشکل از ..... می باشد.**

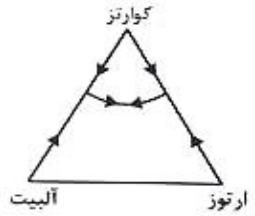
1) دو ترکیب شیمیایی و یک فاز　　2) دو فاز و یک ترکیب شیمیایی

3) دو ترکیب شیمیایی و دو فاز　　4) یک فاز و یک ترکیب شیمیایی

42- **در یک سیستم 3 تایی، منحنی فلش دار مقابل معرف چیست؟**

1)نقطه Min　　2)نقطه Max　　3)نقطه E　　4)نقطه پری تکتیک

43- در سیستم گرانیتی با اسیدی شدن محیط چه تغییری در نقطه **Min** به وجود می آید؟



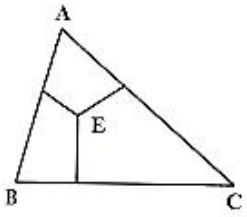
1) به سمت کوارتز متمایل می شود

2) به آلبیت نزدیک می شود.

3) بدون تغییر باقی می ماند.

4) به ارتوز نزدیک می شود.

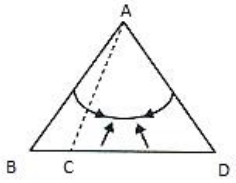
44- در سیستم 3تایی زیر، در نقطه **E** درجه آزادی چند می باشد؟



1) 0 2) 2

3) 1 4) 4

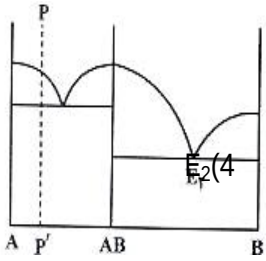
45- در فاز دیاگرام زیر چند خط کتکتیک وجود دارد؟



1) 1 2) 2

3) 3 4) 4

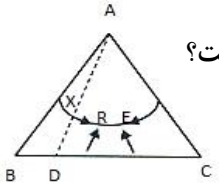
46- جامدی با ترکیب 'p وجود دارد اولین مذاب حاصله کدام گزینه می باشد؟



1) P 2) W

3) E_1 4) E_2

47- در شکل مقابل در صورت تبلور تعادلی نقطه پایان تبلور و فاز نهایی کدام است؟



1) غنی از A و B 2) غنی از A و B

3) غنی ازB 4) غنی از C و B

پاسخنامه سوالات تستی

1- گزینه 2 صحیح است زیرا:

ذوب ترکیب X در دمای 700 درجه سانتی گراد شروع می شود. محل به هم رسیدن دو منحنی نقطه اوتکتیک را نشان می دهد. در این نقطه یک ترکیب بلورین جامد و دو ترکیب مایع که بر روی دو منحنی لیکدوس حرکت می کنند. جمعا 3 فاز است. در زیر دمای 700 درجه فاز جامد تشکیل می شود.

2- گزینه 2 صحیح است زیرا:

در نقطه M، 3 فاز A,B,M وجود دارد. درجه آزادی طبق قانون فازها و باتوجه به این که اجزای تشکیل دهنده 3 است برابر 1 می باشد

$P+F= C+1\ 3+F = 3+1 \rightarrow \rightarrow F=1$

3- گزینه 4 صحیح است زیرا:

اگر فشار آب برابر 1 کیلوبار باشد لوسیت متبلور می شود و اگر فشار آب برابر 10 کیلوبار باشد لوسیت متبلور نمی شود.

4- گزینه 1 صحیح است زیرا:

نقطه x با توجه به محور ترکیب، دارای A=10% و B=90% دارد.

5- گزینه 2 صحیح است زیرا:

در سیستم دوتایی و کندانسه فشار بخار آب ناچیز بوده و آن صرف نظر می شود و در نقطه اتکتیک که همان نقطه واکنش است تعداد واریانس یا ترکیب شیمیایی 2 بوده و با توجه به حضور مایع تعداد فاز موجود در این نقطه 3 است.

6- گزینه 2 صحیح است زیرا:

در سیستم سه تایی، نقطه اوتکتیک سه تایی بوده و پایین ترین درجه حرارت را در سطح منحنی لیکیدوس دارد. در این نقطه تمام مذاب باقیمانده به صورت مخلوطی از بلورهایی با مذاب واکنش داده و به ترکیب دیگری تبدیل می شود. این اصطلاح در سیستم های دوتایی نیز به کار برده می شود.

7- گزینه 2 صحیح است.

8- گزینه 4 صحیح است زیرا:

در دیاگرام داده شده چنانچه از نقطه' X خطی عمود کنیم به نقطه A می رسیم، در نقطه A به دلیل اینکه منحنی AD مرز دوفاز مایع L_1 وL_2+ L_1 بلوری تشکیل نمی شود. نقطه D نیز به عنوان نقطه واکنشی نمی تواند در نظر گرفته شود. برای ادامه دار بودن وپیوستگی روند تبلور باید از نقطه A، نقطه B، را تصویر کرد بر روی منحنی BF با کاهش درجه حرارت روند تبلور ادامه یافته و اولین بلور در نقطه F تشکیل می شود که ترکیب M دارند.

9- **گزینه 3 صحیح است.**

10- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

با توجه به سیستم چهار تایی فوق، در زیر منحنی سولیدوس سه فاز جامد می تواند وجود داشته باشد. (یودر تایلی)

11- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

در سیستم سیلیس – آلومین محصول نهایی در نقطه اتکتیک کریستوبالیت + مولیت است.

12- **گزینه 3 صحیح است.**

13- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

در یک سیستم دوتایی با محصول جامد، یک فاز در دمای پایین تر از سولیدوس و فقط از نوع جامد تشکیل می شود.

14- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

این منحنی ها به منحنی های اوتکتیک- پری تکتیک مشهور بوده مانند دیاگرام لوسیت- کوارتز که در آن واکنش مرکب نامتناقض و پیچیده می باشد. در میدان مشخص شده فقط جامد و مایع حضور دارند.

15- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

میکروپگماتیت ها شامل کوارتز، ارتوزو آلبیت بوده و چون ارتوز دارای بافت پرتیتی می باشد، این سنگ در شرایط زیر سولیدوس تشکیل شده است در ضمن سیستم کوارتز- ارتوز- آلبیت یک سیستم اوتکتیک سه تایی می باشد.

16- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

در این سیستم سه تایی 1 خط کتکتیک و 2 نقطه اتکتیک وجود دارد.

17- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

اگر مذابی با ترکیب L به طور متعادل متبلور شود بلورهای نهایی A و D خواهند بود.

18- **گزینه 4 صحیح است زیرا**:

در سیستم گرانیتی با اسیدی شدن محیط نقطه m (مینیمم) به ارتوز نزدیک می شود

19- **گزینه 4 صحیح است زیرا**:

در حالت عدم تعادل محصول نهایی تبلور در نقطه x بلورهای A,B,C خواهد بود.

20- **گزینه 3 صحیح است**.

21- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

منحنی که میدان محلول جامد را در حرارت های پایین محدود می سازد سولوس نام دارد.

22- **گزینه 3 صحیح است**.

23- **گزینه 4 صحیح است**.

24- **گزینه 4 صحیح است**.

25- **گزینه 3 صحیح است**.

26- **گزینه 2 صحیح است**.

27- **گزینه 1 صحیح است**.

28- **گزینه 2 صحیح است**.

29- **گزینه 1 صحیح است**.

30- **گزینه 1 صحیح است**.

31- **گزینه 1 صحیح است**.

32- **گزینه 3 صحیح است**.

33- **گزینه 1 صحیح است**.

34- **گزینه 2 صحیح است**.

35- **گزینه 1 صحیح است**.

36- **گزینه1 صحیح است**.

37- **گزینه 2 صحیح است**.

38- گزینه 1 صحیح است.

39- گزینه 4 صحیح است.

40- گزینه 4 صحیح است.

41- گزینه 1 صحیح است.

42- گزینه 1صحیح است.

43- گزینه 2 صحیح است.

44- گزینه 1 صحیح است.

45- گزینه 4 صحیح است.

46- گزینه 3 صحیح است.

47- گزینه 2 صحیح است.

بخش دوم: سنگ شناسی دگرگونی

فصل چهارم:شناخت دگرگونی و فاز

دیاگرام‌های ترکیبی در دگرگونی

الف) دگرگونی Metamorphism

تعریف دگرگونی: دگرگونی فرایندی است که در طی آن سنگ های رسوبی، آذرین و دگرگونی قدیمی تر تحت تاثیر دما و فشار و تغییرات شیمیایی در حالت جامد به سنگهای جدیدی تبدیل می شوند. به طور کلی در سنگ های دگرگونی، تحت تاثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی و در حالت جامد، تغییرات کانی شناسی، شیمیایی و ساختاری صورت می گیرد و در اغلب موراد ساخت و بافت سنگ تغییر می کند و کانیهای جدیدی حاصل می شود.

فرایندی است که درجه حرارت بیش از 150 درجه و فشار بیش از 1کیکلوبار رخ می دهد.

اولین کانیهایی که در دگرگونی به وجود می آیند لومونتیت (175°c) و لاوسونیت (150°c)، پاراگونیت و گلوکوفان است.

حد نهایی دگرگونی ذوب شدن است.

دیاژنز، تبلوردوباره و هوازدگی جزء فرایندهای دگرگونی به حساب نمی آیند زیرا در این فرایندها درجه حرارت کم می باشد.

تعادل دگرگونی

عواملی که سبب می شود سنگ ها در محیط فیزیکی و شیمیایی جدید قرار گیرند و دگرگون شوند عبارتند از: فشار، دما، حضور یا نبود سیالها و ترکیب شیمیایی، زمان

نقش دما(Temperature)

جریان حرارتی مقدار حرارتی است که در واحد زمان از واحد سطح زمین خارج می شود. عواملی که باعث افزایش گرما و یا تغییر دمای سنگ های تشکیل دهنده پوسته زمین می شود عبارتند از:

1- حرارتی که از استنوسفر به قاعده پوسته می رود.

2- حرارتی که از متلاشی شدن عناصر رادیواکتیو مانند Rh,Rb,K ازبین این عناصر پتاسیم فراوان تر است و در داخل پوسته تولید می شود.

3- میزان حرارت تولید شده در پوسته قاره ای بیشتر از اقیانوس است.

4- گرمایی که در اثر تزریق توده های ماگمایی در پوسته تولید می شود.

5- حرارتی که در اثر پدیده های کوهزایی، در نتیجه برخورد قاره ها حاصل می شود.

6- حرارتی که در اثر پدیده تکتونیک مالشی تولید می شود (تغییر دما سریع و ناگهانی است حتی ممکن است سنگ های ذوب شوند)

7- گرمایی که در اثر فشردگی ایجاد می شود.

8- گرمایی که توسط رسوبات جذب می شوند.

9- با افزایش عمق دما زیاد می شود.

افزایش دما نسبت به را گرادیان زمین گرمایی می گویند. فرمول گرادیان گرمایی به صورت زیر است:

$$q_m = \frac{K(\Delta t)}{(\Delta z)}$$

Δz: 1000 cm

q_m: $1/5\times10^{-6}$ (جریان گرمایی متوسط HFU)

K: 5×10^{-3} ضریب هدایت متوسط سنگ ها

به ازای هر 100 متر عمق دمای پوسته 3 درجه سانتی گراد افزایش پیدا می کند.

در مناطق آتشفشانی افزایش دما به ازاء هر 3 متر 1 درجه سانتی گراد است.

تولید گرما در پوسته قاره ای سالانه 30 میلی ژول گرما در هر کیلوگرم است.

گرادیان زمین گرمایی را می توان از روی نمودار تغییرات دما نسبت به عمق (D-T) و یا نمودارهای دما نسبت به (P-T) نشان داد.

در اعماق پوسته به دلیل جریان های همرفتی داخل استنوسفر دما یکنواخت می باشد و شیب تند دارد.

افزایش دما تغییرات زیر را در سنگ ها ایجاد می کند:

1- از دست رفتن آب تبلور کانیها

2- از بین رفتن عامل هیدروکسیل

3- تغییر سیستم تبلور

4- تجزیه کانیهای سولفیدی و اکسیدی در دمای بالا

5- تغییر ترکیب شیمیایی این کانیها یا جانشینی و تغییر نسبت یونهای گوناگون در ترکیب یک کانی

6- افزایش دما باعث ترکیب یونها و مولکولها در سنگ می شود.

7- رشد بلور ممکن همزمان با تکتونیک یا بعد از تکتونیک باشد.

8- تغییر در نسبت ایزوتوپ

9- ذوب سنگ

نقش فشار(Pressure)

فشار مقدار نیرویی است که به واحد سطح وارد می شود. واحد فشار در سیستم SI پاسگال است.

فشارهای موثر در دگرگونی

1- فشار لیتواستاتیک یا تدفینی یا همه جانبه

2- فشار جهت دار یا کوهزایی

3- فشار فاز سیال

4- فشار در اثر نفوذ ماگما

ویژگی های فشار لیتواستاتیک یا همه جانبه

1- در پوسته زمین معمولا فشاری که سنگ تحمل می کند به وزن سنگ های روی آن و عمق قرارگیری آن بستگی دارد.

2- فشار لیتواستاتیک در سطح زمین صفر است.

3- فشار لیتواستاتیک به تنهایی نمی تواند باعث تغییر شکل عمده ای شود. باعث متراکم شدن، کاهش حجم، افزایش چگالی و افزایش نقطه ذوب یا تبلور می شود.

فشار جهت دار یا فشار تکتونیکی

گاهی سنگ ها در اثر نیروهای تکتونیکی فشارهای متفاوتی را متحمل می شوند. این نوع فشار یا جانبی است یا جهت دار. ممکن است کمپرسونی، کششی یا برشی باشد. فشارهای جهت دار نوع کمپرسونی است. فشار برشی در مناطق گسلی است. ساخت بودیناژ در اثر این نوع فشار ایجاد می شود.

نقش فشار فاز سیال

سیال اصلی آب و درمرحله دوم CO_2 است.

Pf>pl: فشار سیالات اگر زیاد باشد باعث شکستگی در سنگ می شود و مقدار CO_2 و H_2O خارج می شود.

Pf=pl:رابطه بین فشار و عمق برقرار است.

pl<Pf: انحلال بر اثر فشار، در اعماق زیاد مقدار فاز سیال، با آب کاهش پیدا می کند.

نقش فشار در اثر نفوذ ماگما

نفوذ ماده مذاب در پوسته سبب دگرگونی سنگ های اطراف می گردد.

فشاری که تولید می کند از نوع همه جانبه است.

دراین مناطق اثر حرارت بیشتر از فشار است و سنگ ها معمولا جهت یافتگی خود را از دست می دهند.

نقش ترکیب شیمیایی سنگ اولیه

این سنگ ها بسیار متنوع هستند و ترکیب شیمیایی، کانی شناسی و محیط تشکیل متفاوت دارند.

تفاوت کانی شناسی ناشی از تفاوت ترکیب شیمیایی اولیه سنگ می باشد.

نقش زمان

عامل زمان در دگرگونی نقش عمده ای دارد.

گذشت زمان معمولا باعث افزایش دما و در نتیجه افزایش شدت دگرگونی و رشد کانیها می گردد.

انواع دگرگونی

جز دگرگونی اصابتی یا برخوردی انواع دگرگونی ها در ارتباط با حرکات صفحات لیتوسفری هستند.

دگرگونی در مقیاس منطقه ای:(مثل دگرگونی مجاورتی، دگرگونی حاصل از اصابت سنگ آسمانی، کاتاکلاستیک)

دگرگونی ناحیه ای: شامل دگرگونی دیناموترمال(ناحیه ای)، دگرگونی تدفینی، دگرگونی کف اقیانوس

درمحل فرورانش نسبت فشار به حرارت زیاد است و باعث دگرگونی ناحیه ای می شود. در فاصله دورتر نسبت فشار به حرارت کمتر و دگرگونی مجاورتی داریم.

مشخصات دگرگونی مجاورتی یا همبری

1- در مقیاس منطقه ای است.

2- دما نقش اساسی دارد.

3- ضخامت هاله دگرگونی به حجم توده، نوع ماگما، محل جایگزینی و نوع سنگ دربرگیرنده دارد.

4- هاله دگرگونی دیده می شود.

5- غالبا در این دگرگونی هورنفلس به وجود می آید.

6- فابریک گرانوبلاستیک به وجود می آید.

یکی از مهمترین پدیده هایی که در محل تماس توده های آذرین با سنگ درونگیر به وقوع می پیوندد پدیده دگرسانی یا متاسوماتیسم یا دگرگونی آلوشیمیایی است. افزایش ضخامت ها در دگرگونی به صورت زیر است:

سنگ های پلیتی و آهکی > ماسه سنگ ها > دگرگونی> آذرین

هر چه دمای سنگ میزبان کم باشد ضخامت هاله دگرگونی بیشتر است.

ضخامت هاله دگرگونی در سقف توده نفوذی بیشتر و در پهلوها کمتر است.

هر چه عمق استقرار توده نفوذی کمتر باشد ضخامت هاله کاهش پیدا می کند.

مشخصات دگرگونی کاتاکلاستیک یا دینامیک یا دگرگونی مناطق برشی

1- حاصل دگرشکلی شدید سنگ ها در سطح یا سطوح گسل ها و روراندگی های زون های برشی است.

2- عامل موثر در این دگرگونی تغییر فشار وزن است.

3- دگرگونی اصابتی یا برخوردی یا ضربه ای نوعی دگرگونی دینامیکی است.

4- باعث تشکیل برشهای گسلی و گوژ گسله می شود.

5- فشار جهت دار است.

6- اگر در میلیونیت و فیلونیت ها خوردشدگی بسیار شدید باشد به طوریکه سنگ ذوب شود پسودوتاکی لیت می گویند.

7- اگر شیل و اسلیت و شیست به موازات سطح گسل ورقه ورقه شود به اسلیت تکتونیکی تبدیل می شود که به آن فیلونیت می گویند.

مشخصات دگرگونی اصابتی یا ضربه ای

1- در مقیاس کوچک است.

2- نوعی دگرگونی دینامیکی است.

3- دراثر برخورد سنگ های آسمانی با سطح زمین رخ می دهد

4- به صورت دایره ای شکل یافت می شود.

5- مخروط های خرد شدگی را در دگرگونی ضربه ای داریم.

6- کانیهای فشار بالا کوئیزیت و استیوشویت که شکل فشار بالای کوارتز است دیده می شود.

مشخصات دگرگونی ناحیه ای

1- گسترش زیادی دارد.

2- خاص نوارهای کوهزایی است.

3- با ماگماتیسم همراه است.

4- عامل اصلی فشار جهت دار است.

5- دگرگونی ناحیه ای چون خاص نوارهای کوهزایی است به آن دگرگونی سین تکتونیک می گویند.

6- در دگرگونی ناحیه ای هر چه قدر درجه دگرگونی شدیدتر باشد اندازه دانه ها درشتر و در درجات بسیار شدید حتی ذوب بخشی رخ می دهد.

7- رگه های گرانیت و پگماتیت فراوان است.

مشخصات دگرگونی تدفینی

1- یک نوعی از دگرگونی ناحیه است.

2- وسعت زیادی دارد.

3- وقتی که در یک حوضه رسوبی که در حال فرونشینی است ضخامت زیادی از رسوبات آواری روی هم انباشته شود به وجود می آید.

4- فقدان ساخت جهت دار است.

5- فشار همه جانبه است.

6- دما و فشار زیاد است.

7- نوعی دگرگونی تدفینی دگرگونی استاتیک است که در اثر درجه حرارت و فشار سیالات به وجود می آید.

8- دگرگونی انباشتی یا تدفینی دنباله دیاژنز است.

9- ساخت اولیه سنگ بدون تغییر است و فقط ترکیب کانی شناسی تغییر می کند.

مشخصات دگرگونی کف اقیانوس

1- نوعی دگرگونی ناحیه ای است.

2- وسعت زیاد است.

3- در مجاورت ریفت های اقیانوسی به وجود می آید.

4- وقتی که گدازه بازالتی به کف اقیانوس می رسد آب دریا به داخل شکاف ها می رود و گرم می شود و دمایش به$400°c$ می رسد و به جوش می آید. این آب گرم آتشفشانی SO_2 را در خود حل می کند و خاصیت اسیدی پیدا می کند و باعث دگرگونی سنگ های مسیر می شود.

5- محلول حاصل غنی از سولفورهای فلزی است و با فشار نسبتا زیاد به صورت بخار آب و ذرات معلق که شبیه دود است به بیرون راه پیدا می کند که به آن اسموکر می گویند.

6- برخی از پترولوژیست ها، دگرگونی کف اقیانوس را محصول آلتراسیون می دانند و به نام فرایندهای هیدروترمال معرفی می کنند.

7- دگرگونی کف اقیانوس ها عملکرد حرارت همراه با حضور سیالات به ویژه آب است.

مشخصات دگرگونی هیدروترمال

1- نتیجه فعل و انفعالاتی است که بین سیال داغ با سنگ های اطراف صورت می گیرد.

2- دگرگونی کف اقیانوس را یک نوع دگرگونی هیدروترمال یا متاسوماتیسم می دانند چون در ارتباط با دریاست.

3- متاسوماتوز جانشینی ماده باعث تغییر در ترکیب کانی شناسی می شود و حالت جامد سنگ پیوسته حفظ می شود.

4- متاسوماتوز یا از طریق انتشار است یا تراواش.

5- فنیتی شدن نیز نوعی متاسوماتیسم است که در اثر نفوذ ماگمای کربناتیتی رخ می دهد.

6- مجاورت سیالات خارج شده از ماگمای کربناتیتی، فلدسپات ها پایدارند و کوارتز ناپایدار است و باعث می شود کوارتز حمل شود و فضای خالی آن باقی بماند. سنگ حاصل را اپی سی نیت می گویند که یک نوع گرانیت عاری از کوارتز است.

ساخت و بافت در دگرگونی

در سنگ های دگرگونی اگر بافت و ساخت اولیه قابل تشخیص باشد برای نامگذاری سنگ کافی است که به اول آن متا اضافه شود. یعنی نام سنگ اولیه که ممکن است آذرین یا رسوبی باشد را می نویسیم و به اول آن متا اضافه می کنیم. متاریولیت، متاگری وک، برای آن دسته از سنگ های دگرگونی که منشاء ماگمایی داشته باشد پیشوند ارتو به کار می برند. ارتوآمفیبولیت که آمفیبولیتی است که از دگرگونی هر سنگ ماگمایی مثل بازالت، آندزیت و غیره تشکیل شده باشد. اگر سنگ دگرگونی منشاء رسوبی داشته باشد به آن پیشوند پارا اضافه می کنند. مانند پاراگنیس.

پروتولیت: این اصطلاح برای سنگ اولیه در دگرگونی به کار می رود و تشخیص آن به کمک دو معیار است:

1- بافت

2- ترکیب شیمیایی

واژه ساخت یا Structure را به صورت آرایش اجزاء یک توده سنگی، از جمله روابط هندسی بین اجزاء، اشکال و ویژگی های داخلی اجزاء سازنده بدون توجه به مقیاس تعریف کرده اند.

برای توصیف مقیاس موردنظر از میکرو در مقیاس میکروسکوپی، مگا در مقیاس برزگتر استفاده می کنند.

نشانه های غیر آذرین بودن سنگ اولیه

وجود کانیهای استروتید، کلریتوئید، آندالوزیت، دیستن، سیلیمانیت، ولاستونیت در یک سنگ دگرگونی نشانه غیر آذرین بودن سنگ اولیه است.

فابریک

بررسی نوع و درجه جهت یافتگی اجزاء سازنده، شکل هندسی و ترکیب کانیایی هر سنگی است که در اثر دگرگونی شکل اولیه خود را از دست داده است.

فابریک ایزوتروپ(همگن)

فشار جهت دار در این فابریک نقشی ندارد، ابعاد کانیها درتمام جهت یکسان است و گاهی به آن فابریک گرانوبلاستیک می گویند. در اطراف توده های نفوذی دیده می شود.(دگرگونی مجاورتی)

فابریک انیزوتروپ(ناهمگن)

فشار جهت دار نقش اساسی دارد. در دگرگونی ناحیه ای دیده می شود.

اصطلاح بلاست اگر به صورت پیشوند باشد نشان دهنده بافت قدیمی سنگ اولیه است.(بلاستوپورفیری)

سنگ آذرینی که بافت پورفیری داشته و بعد از دگرگونی این بافت حفظ شده است. پیشوند بلاست است. اگر پسوند بلاست داشته باشد بافتی که در اثر فرایند دگرگونی به وجود آمده است.(پورفیروبلاست)

فابریک سنگ های فاقد جهت یافتگی برتر(ایزوتروپ)

1)موزاییکی

2)درهم رفته یا مضرس

3)میلیونیتی

4)کریستوبلاستیک

5)پورفیروبلاستیک

6)پوئی کیلوبلاستیک

7)کاتاکلاستیک

فابریک دارای جهت یافتگی برتر(انیزوتروپ)

1)فولیاسیون

2)کلیواژ شکستگی یا درزه ای

3)لیتاژ

4)کلیواژ اسلیتی

5)کلیواژ جریانی

6)کلیواژ خطی یا لیناسیون

فولیاسیون

فابریک لایه یا صفحه ای که گاهی شامل قرارگرفتن کانیهای سازنده سنگ به صورت موازی و گاهی موازی قرار گرفتن لایه های سنگ به صورت لایه ای است.

لیتاژ: نوعی فابریک صفحه ای است که از تناوب لایه هایی با ترکیب شیمیایی متفاوت

کلیواژ شکستگی یا درزه ای

نوعی کلیواژ است که در نتیجه لغزش مکانیکی سنگ متورق شده به صورت ورقه های ظریف در می آیند. توازی کانیها وجود ندارد.

توسط سری منظم و موازی شکستگی های به هم فشرده مشخص می شود.

کلیواژ اسلیتی

در سنگ های آفانتیک دیده می شود. عمود بر جهت فشار است و باعث تورق می شود.

تفاوت کلیواژ درزه ای و اسلیتی

در کلیواژ درزه ای یا شکستگی توازی کانی های فیلوسیلیکاته وجود ندارد ولی در کلیواژ اسلیتی توازی کانیهای فیلوسیلیکاته وجود دارد.

کلیواژ جریانی

نوعی کلیواژ اسلیتی است با این تفاوت که در این نوع کلیواژ تورق آسانتر صورت می گیرد و همین کانیها میکایی را به چشم غیر مسلح می توان دید.

کلیواژ خطی یا لیناسیون

به هر نوع ویژگی خطی بارز و مکرر ایجاد شده در توده های سنگی گفته می شود. به عنوان مثال: ردیف شدن بلورهای کانیها، موازی هم قرارگرفتن خط لولای چین ها و یا خطوط افزایش در سطح گسل ها به عنوان لیناسیون قلمداد می شود.

شیستوزیته یا برگواره

نوعی فولیاسیون حاصل از دگرشکلی و تبلور مجدد است. از جهت یافتگی ترجیحی و دانه های با اندازه های گوناگون ناشی می شود. این شیستوزیته جریانی است که در پی افزایش درجه حرارت با تبلور مجدد کانیها همزمان است.

شیستوزیته تابع فشار و درجه حرارت است. در یک منطقه دگرگون شده، در قسمت بالا کلیواژ شکستگی را داریم، در بخش شیستوزیته یا کلیواژ جریانی را داریم در بخش زیرین فولیاسیون را خواهیم داشت.

کلیواژ چین خورده یا کرینولیشن

در اثر چین خوردگی کوچک مقیاس فولیاسیونی که از قبل وجود داشته به وجود می آید و در صورتی که دارای حالت چین خوردگی نامتقارن باشد هارکر آن را کلیواژ کاذب می نامد.

گنیستوزیته یا تورق گنیسی

نوعی فولیاسیون یا فابریک صفحه ای است که در آن کانیهای ورقه ای ناپایدار می شود و کانیهای تیره مثل هورنبلند شروع به رشد می کنند. نوارهای تیره رنگی را در بین کانیهای روشن داریم.

در مورد نحوه شکل گنیس ها نظریه های مختلفی وجود دارد:

1- بعضی آن را نتیجه لایه بندی اولیه سنگ می دانند که بعدا تحت دگرگونی درجه شدید قرار گرفته است.

2- بعضی آن را نتیجه تزریق ماگمای گرانیتی به داخل شیستوزیته می دانند.

3- بعضی هم این حالت را به مهاجرت یونها در طی دگرگونی مربوط می دانند مثلا یونهای نظیر K,Na,Si به داخل لایه رفته و آن ها را به فلدسپات تبدیل می کنند. و Fe و Mg هم وارد لایه های سرشار از کانیهای تیره می شود واین حالت را تفریق دگرگونی می گویند.

انواع ساخت دگرگونی

ساخت لایه ای

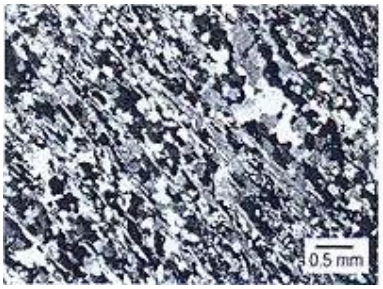
این ساخت لایه لایه است و در سنگ های رسوبی دگرگون شده، بیشتر در سنگ های با درجه دگرگونی ضعیف دیده می شود. سنگ های رسوبی که دارای چینه بندی یا لایه بندی هستند و آثار لایه بندی را حفظ می کنند.

ساخت اسلیتی

- ویژه سنگ های دانه ریز به ویژه اسلیت هاست.
- نتیجه عملکرد تکتونیکی است.
- سنگ به صورت ورقه های نازک در می آید و گاهی ورقه ها روی هم می لغزند.

ساخت لیپدوبلاستیک

کانیهای گروه تالک، گرانیت، به فراوانی اگر در سنگ وجود داشته باشند در امتداد سطح تورق رشد می کنند.



ساخت گنیسی

- سنگ هایی که متشکل از کانیهایی با رنگ و ترکیب متفاوت هستند.

- کانیها به صورت نوارهای متناوب و محدود دیده می شوند.

- در گنیس ها معمولا F,Q به رنگ روشن و میکاها و آمفیبولها به رنگ تیره دیده می شوند.

ساخت گرانوبلاستیک

1- در این ساخت دانه ها با قطر و اندازه یکسان رشد می کنند این پدیده را تبلور دوباره می گویند.

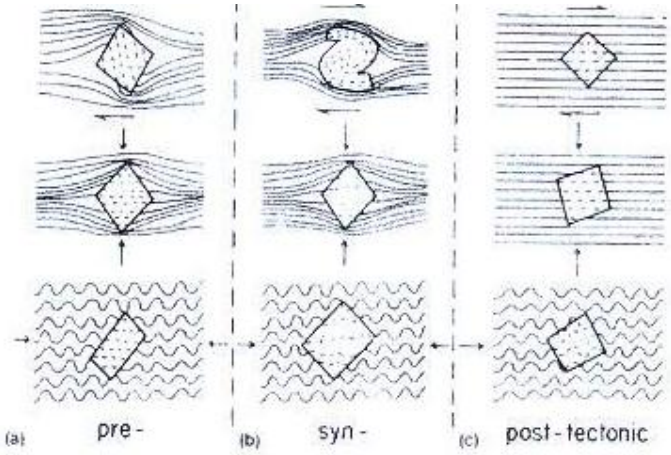
2- در برخی از سنگ های دگرگونی با منشاء رسوبی مانند کوارتزیت، گنیس و هورنفلس دیده می شود.

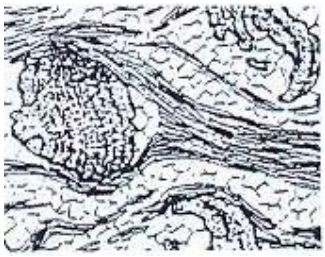
ساخت پورفیروبلاستیک

- در این ساخت بلورهای درشت کانیهای دگرگونی یا پورفیروبلاست ها در متن سنگ های دانه ریز دیده می شود.

- کانیهایی که به صورت پورفیروبلاست دیده می شوند: گرونا، دیستن، استروتید، آندالوزیت، کوردیریت، آلبیت

- اگر بلورهای درشت در اثر نیروهای تکتونیک خرد شده باشد پورفیروکلاست نامیده می شود.





ساخت نواری

- در شیست ها و گنیس ها ممکن است لایه بندی، شیستوزیته و گنیستوزیته به طور متناوب تکرار شود.

- لایه ها به صورت تیره و روشن هستند.

- کانیهای روشن Q و فلدسپات اند.

- نوارهای تیره کانیهای فرومنیزین هستند.

ساخت نماتوبلاستیک

- بلورهای سوزنی یا رشته ای به صورت خطی هم جهت با هم قرار دارند. در این ساخت معمولا در آمفیبولیت ها و کلریت شیست هایی که جهت یافته هستند دیده می شود.

ساخت چشمی

- در این ساخت فلدسپات ها به صورت بلورهای درشت به طور متوالی در میان کانیهای تیره دیده می شود.

- دوکی شکل هستند.

- چشم ها از فلدسپات، کوارتز و گرونا می باشند.

- به صورت عدسی یا بیضی و به صورت موازی در داخل کانی های جهت یافته ریز دیده می شود.

ساخت بودیناژ

هر گاه لایه های مقاوم بین لایه های نامقاوم وجود داشته باشد و سنگ ها تحت تاثیر نیروهای کششی قرار بگیرند لایه های مقاوم برخی نقاط باریک و یا شکسته می شوند و به حالت عدسی شکل یا سوسیس مانند در می آیند.

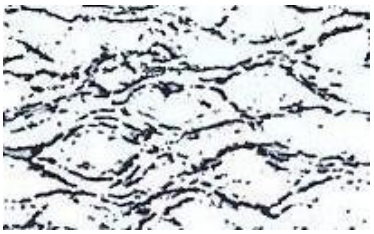
ساخت پوئی کیلوبلاستیک

- کانیهایی مانند استرولیت، گارنت، آمفیبول و کردیریت در اثر رشد کانیهای دیگر را در بر می گیرند.

- چنین بلورهایی که ذرات ریز را در بر می گیرد پوئی کیلوبلاست گفته می شود.

بافت جداری یا آمبرشیتی

در این بافت بلورهای درشت فلدسپات بسیار به هم فشرده شده و کانیهای فیلوسیلیکاته متن سنگ به صورت قشر نازکی در اطراف بلورهای درشت قرار گرفته اند.



بافت سمپلتیک

در این بافت دو یا چند کانی اغلب با هم و همزمان در یک سنگ متبلور می شوند و تا اندازه ای از هم جدا باقی می ماند. میرمکیت یا رشد درهم کوارتز کرمی شکل و پلاژیوکلاز از این نوع است.

بافت کاتاکلاستیک

- ذرات متشکل سنگ محصول خرد شدن مکانیکی سنگ هاست.

- بلورها تبلور دوباره نیافته اند و در مناطق گسلی دیده می شود.

بافت ساروجی یا مورتار

- در اغلب میلیونیت ها دیده می شود.

- در بافت ساروجی زمینه از مواد دانه ریزی تشکیل شده است که همزمان با تکتونیک تبلور دوباره یافته اند.

- اگر درصد پورفیروکلاست ها خیلی زیاد باشد پروتومیلیونیت و اگر فقط در آن کمتر از 10 در صد باشد به آن اولترا میلیونیت گفته می شود.

- در اولترامیلیونیت ها اگر دانه های ریز بلور، مانند Q جهت یافته باشند بافت نواری گفته می شود.

بافت فلیزر

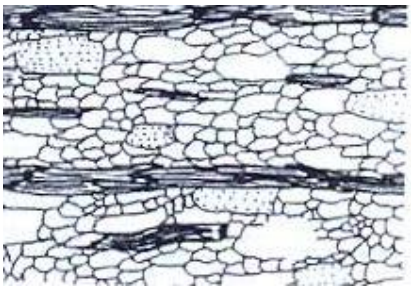
- این بافت هم در سنگ های دگرگونی ناحیه ای ضعیف تا متوسط و هم در سنگ های دگرگونی حرکتی دیده می شود.

- بلورهای درشت کوارتز و فلدسپات و کانیهای تیره به صورت توده های عدسی شکل به وسیله نوارهایی از بلورهای ریز جدا می شوند.

بافت گرانوبلاستیک

- علاوه بر کانیهای هم اندازه مانند کوارتز و فلدسپات سنگ غنی از میکا می باشد.

- یک بخش غنی از کوارتز و فلدسپات و بخش دیگر غنی از میکاست.



سری کریستولوبلاستیک

معرف درجه خودشکلی کانی های یک سنگ دگرگونی است. کانیهای سری بالا نسبت به سری پایین میل بیشتری به خودشکلی دارند.

کاهش خودشکلی از بالا به پایین به شرح زیر است:

اسفن- روتیل- پریت

گرونا- سیلیمانیت- استروتید- تورمالین

اپیدوت- مانیتیت- ایلمنیت

آندالوزیت- پیروکسن- آمفیبول

میکا- کلریت- دولومیت- دیستن

کلسیت- ایدوکراز- اسکاپولیت

پلاژیوکلاز- کوارتز- کوردیریت

کریستالوبلاستیک

- بلور هرکانی در نتیجه دگرگونی به وجود می آید که شامل:

- **ایدیوبلاستیک (خودشکل)**: بلورهایی از سنگ دگرگونی که شکل هندسی داشته باشد.

- **هیپدوبلاستیک (نیمه شکل دار)**: بلورهایی که در جهاتی فاقد شکل هندسی باشند.

- **گزنوبلاستیک**: بلورهایی که شکل هندسی خاصی در آنها دیده نمی شود.

- **نماتوبلاستیک**: بلاست های خودشکل یا نیمه شکل داری که مانند سوزن طویل باشند.

درجه دگرگونی

عبارتست از تعیین نسبی شدت دگرگونی یا تعیین نسبی شرایط دمایی و فشاری است.

تعیین درجه دگرگونی بر مبنای مختلف مانند عمق، دما، فشار، رخساره های دگرگونی صورت گرفته است.

تعیین درجه دگرگونی برحسب عمق

سنگ های دگرگونی را از نظر تشکیل در پوسته زمین به سه گروه عمق کم، متوسط و عمیق قرار دادند.

تعیین درجه دگرگونی براساس کانیهای شاخص و مناطق دگرگونی

- منطقه دگرگونی به یک بخش نسبتا بزرگی از ناحیه دگرگونی گفته می شود.

- سنگ ها دارای ترکیب کلی و در درجه دگرگونی یکسان هستند.

- سنگ هایی با مجموعه کانیهای مشابه متعلق به یک منطقه دگرگونی هستند.

- خطی که دو نقطه دگرگونی را از هم جدا می کند ایزوگراد یا مرز منطقه گفته می شود.

- ایزوگراد خطی است که از اتصال نقاط ظهور یک کانی شاخص یا مجموعه کانیهای معین رسم می شود.

- ایزوگراد معرف شرایط تشکیل یک کانی مشخص در دما و فشار معین است.

باید مشاهده نمود که افزایش شدت دگرگونی در کانیها به صورت زیر است که از بالا به پایین افزایش شدت دگرگونی را داریم:

کلریت (اسلیت دانه ریز است)

بیوتیت (علاوه بر سنگ های پلیتی، گری وک واجد فلدسپات تخریبی نیز دارد)

گارنت (فیلیت یا شیست است)

استارولیت (میکاشیست)

کیانیت (سنگ های این منطقه شامل کیانیت، استرولیت، گارنت، بیوتیت، مسکویت، کوارتز وپلاژیوکلاز است)

سیلیمانیت

این کانیها را کانیهای شاخص دگرگونی می نامند.

تعیین درجه دگرگونی براساس رخساره های دگرگونی

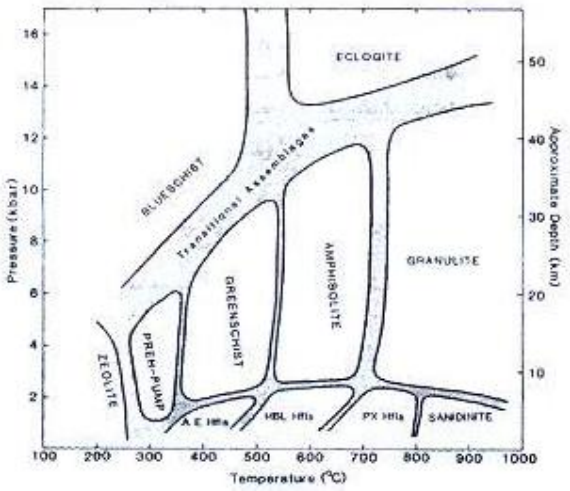
- اسکولا: یک رخساره دگرگونی را شامل گروهی از سنگ های دگرگونی با مجموعه معینی از کانیها می داند که تحت فشار و دمای یکسان دگرگون شده اند و در تعادل با یکدیگرند.

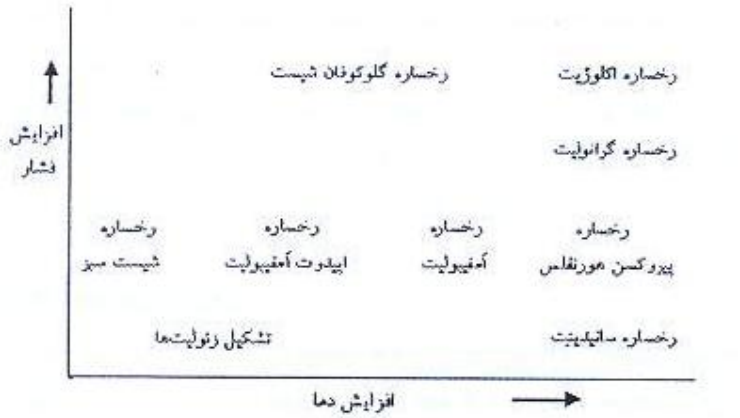
- در یک رخساره، یک کانی مشخص با تعدادی از مجموعه کانیها می تواند پایدار بماند.

- رخساره دگرگونی تعداد زیادی از سنگ ها را شامل می شود که به دلیل تنوع ترکیب شیمیایی، دارای پاراژنز کانی شناسی مختلف در شرایط ترمودینامیکی مشابه ایجاد شده اند می باشند.

- در یک رخساره ترکیب کانی شناسی به ترکیب شیمیایی سنگ اولیه بستگی دارد.

- یک رخساره به طور کلی محدوده ای از دما و فشار است.





انواع رخساره های دگرگونی

رخساره زئولیتی

- این رخساره سنگ هایی که از دگرگون شدن سنگ های آتشفشانی و گاهی گری وک ها به وجود می آید.

- ظهور این رخساره معرف پایان دیاژنز و آغاز دگرگونی است.

- ترکیب زئولیت تابع دما، فشار، سیالات و ترکیب سنگ اولیه است.

- وجود آنالسیم و آلبیت در سنگ معرف آغاز دگرگونی است.

$NaAlSi_2O_6.H_2O + SiO_2 = NaAlSi_3O_8 + H_2O$

آب + آلبیت = سیلیس + آنالسیم

زئولیت نوع هولاندیت نیز ممکن است در محدوده دیاژنز وجود داشته باشد. هولاندیت در اثر دگرگونی در دمای حدود 200 درجه سانتی گراد به لومونتیت یا لاوسونیت تبدیل می شود.

رخساره پرهنیت- پومله ایت

- کانیهای این رخساره در متاولکانیک ها و متاگری وک ها دیده می شود.

- در دمای حدود 300 درجه سانتی گراد لومونتیت به پرهنیت تبدیل می شود.

$CaAlSi_2O_{12}.4H_2O + CaCO_3 = Ca2Al_2Si_3O_8(OH_2)$

کوارتز +پرهنیت = کلسیت +لومونتیت

- در دمای بالاتر پرهنیت به پومله ایت تبدیل می وشد (400 درجه سانتی گراد و فشار 5 تا 9 کیلوبار)

- رخساره پرهنیت- پومله ایت در سنگ های مافیک با کانیهای پرهنیت و پومله ایت مشخص می شود.

- کانیهای کلریت، اپیدوت، آلبیت وجود دارد.

- در سنگهای پلیتی کانیهای مشخص این رخساره میکای سفید،کلریت، آلبیت و گاهی استیلوملان است.

- دو رخساره زئولیتی و پرهنیت- پومله ایت درجه پایین دگرگونی را نشان می دهند و بیشتر در دگرگونی تدفینی دیده می شود.

- بوخر و فری مجموعه رخساره زئولیت و پرهنیت- پومله ایت را تحت عنوان رخساره شیست سبز نام برده اند.

رخساره شیست سبز

- نام آن از آمفیبولیتی که از دگرگون شدن سنگ های آذرین بازیک به وجود می آید.

- معرف درجه دگرگونی ناحیه ای در دما و فشار متوسط است.

- مرز این رخساره با رخساره ضعیف تر یعنی رخساره شیست سبز تدریجی است.

- دامنه تغییرات این رخساره در دمای حدود 450 تا 750 درجه سانتی گراد و فشار 2 تا 10 کیلوبار می باشد.

- در سنگ های با منشاء پلیتی یا متاپلیت ها سیلیکاتهای آلومین، بیوتیت، مسکویت، گارنت، استارولیت، پلاژیوکلاز، ارتوز و کوارتز است.

- کانیهای این رخساره در متابازیت ها شامل پلاژیوکلاز نوع الیگوکلاز و هورنبلند یم بباشد.

- در سنگ های کربناته دگرگون شده ناخالص وجود ترمولیت معرف این رخساره است.

رخساره گرانولیت

- این رخساره در بیشترین دمای دگرگونی ناحیه ای و در شرایط دمای بالاتر از دمای ذوب گرانیت ها یعنی حدود 700 تا 850 درجه سانتی کراد و گاهی تا 1000 درجه سانتی گراد فشار 3 تا 9 کیلوبار یافت می شود.

- وجود دو نوع پیروکسن یعنی اورتوپیروکسن مانند هیپرستن مانند دیوپسید از سنگ های بازیک مشخص کننده این رخساره است.

- در فشار پایین و دمای بالا آمفیبولیت به گرانولیت تبدیل می شود.

- کانیهای رخساره گرانولیت در سنگ های سری پلیتی شامل کیانیت، سیلیمانیت، کردیریت و گارنت می باشد.

- در آغاز این رخساره هورنبلند تخریب می شود و در حضور کوارتز و پلاژیوکلاز، اورتوپیروکسن و کلینوپیروکسن تشکیل می شود.

- رخساره گرانیت از رخساره پیروکسن هورنفلس با داشتن گارنت نوع آلماندن و پیروپ مشخص می شود.

- گرانولیت ها در محیط فرونشست و ریفت یافت می شود.

رخساره شیست آبی یا گلوکوفان شیست

- نام این رخساره به دلیل وجود آمفیبول سدیک به ویژه گلوکوفان است.

- گلوکوفان در متابازیت ها در رخساره شیست آبی ممکن است از واکنش آلبیت با کلریت حاصل شود.

- رخساره فشار بالا و دما پایین است.

- کانیهای متابازیتی آن شامل گلوکوفان + ژاده ایت + لاوسونیت + آراکونیت ± اپیدوت ± پومله ایت ± اسفن هستند.

- در منطقه فرورانش بیشتر دیده می شود.

رخساره اکلوژیت

- اکلوژیت ها سنگ های آذرین دگرگون شده ای هستند که کانیهای سازنده آنها آمفاسیت و گارنت منیزیم دار است، به علاوه ژاده ایت، کیانیت، روتیل، پیریت و کوارتز و کانیهای دیگر همراه هستند.

- فاقد پلاژیوکلاز است، زیرا به جای پلاژیوکلاز گارنت ساخته می شود.

- این رخساره فشار خیلی زیاد 10 کیلوبار و دمای متوسط بین 450 تا 1600 درجه سانتی گراد است.

- با توجه به میزان دما به سه گروه اکلوژیت دما پایین، دما بالا و دما متوسط تقسیم می کنند.

- اسیدی یا قلیایی هستند.

- الکوژیت ها گاهی با دگرگونی شیست ها و در برخی موارد با رخساره آمفیبولیت یا با رخساره گرانولیت دیده شده اند.

- این رخساره در اعماق پوسته قاره ای تشکیل شده است.

رخساره سانیدینیت

- این رخساره در دمای بیش از 800 درجه سانتی گراد به وجود می آید.

- حاوی مجموعه کانیهای دما بالا و فشار پایین است.

- کانیهای مشخص آن به تریدیمیت، کریستوبالیت، سانیدین یا آنورتوز، پلاژیوکلاز دمای بالا یعنی آنورتیت و شیشه می باشد.

- کروندم و مگنتیت ممکن است وجود داشته باشد.

- در سنگ های پلیتی و کوارتز فلدسپاتی دگرگون شده کانیهای مولیت همراه با سانیدین، کردیریت، آنورتیت، هیپرستن، سیلیمانیت و گاهی تریدیمیت معرف این رخساره است.

رخساره هورنفلس

- مشخصه داخلی ترین بخش دگرگونی مجاورتی در محل تماس سنگ های آذرین درونی به ویژه توده های نفوذی بازیک می باشد.

- فشار بسیار ضعیف است و دما در این رخساره 350 تا 800 درجه سانتی گراد است.

- کانیهای این رخساره وجود آندالوزیت یا سیلیمانیت، کوردیریت و فلدسپات پتاسیم دار در سری پلیتی و حضور دیوپسید و هیپرستن در سنگ های بازیک معرف کانی شناسی این رخساره می باشد.

- زیر رخساره های آلبیت- اپیدوت- هورنفلس، هورنبلند- هورنفلس، پیروکسن- هورنفلس مربوط به این رخساره است.

زیر رخساره آلبیت- اپیدوت- هورنفلس

- دمای بین 350 تا 500 درجه سانتی گراد در بخش بیرونی هاله دگرگونی به وجود می آید.

- در سنگ های پلیتی کانیهای کواتز، مسکویت، اپیدوت تشکیل می شود.

- در سنگ های بازیک، آلبیت، اپیدوت، اکتینولیت و کلریت تشکیل می شود.

- در سنگ های آهکی کلسیت، تالک، ترمولیت به وجود می آید.

زیر رخساره هورنبلند- هورنفلس

- در دمای حدود 500 تا 650 درجه سانتی گراد به وجود می آید.

- کانیهای آن در سری پلیتی آندالوزیت و کوردیریت و در سنگ های بازیک هورنبلند است.

- این دو رخساره معرف و معادل رخساره شیست سبز می دانند.

زیر رخساره پیروکسن- هورنفلس

- دمای حدود 650 تا 800 درجه سانتی گراد است.

- این زیر رخساره در متابازیت ها با ظهور اورتوپیروکسن همراه با پلاژیوکلاز و کوارتز با نبود گارنت مشخص می شود.

- در سنگ های آهکی مونتی سیلیت، فورستریت و دیوپسید به وجود می آید.

گروه رخساره ها

یاردلی رخساره های دگرگونی را در 4 گروه تقسیم بندی کرد:

گروه اول: رخساره های فشار متوسط- دمای متوسط تا زیاد است که این گروه شامل رخساره های شیست سبز، آمفیبولیت و گرانولیت است. بخش اعظم سنگ های دگرگونی درمحدوده این سه رخساره قرار دارند.

گروه دوم: رخساره های درجه پایین دگرگونی شامل رخساره زئولیت، پرهنیت- پومله ایت می باشد.

گروه سوم: رخساره های دگرگونی مجاورتی استت، در دگرگونی مجاورتی در هاله دگرگونی فشار پایین و دمای بالا حاکم است و این گروه شامل رخساره های آلبیت- اپیدوت- هورنفلس، هورنبلند- هورنفلس، پیروکسن- هورنفلس می باشد که تقریبا به ترتیب با رخساره های شیست سبز، آمفیبولیت و گرانولیت معادل هستند.

گروه چهارم: رخساره های فشار بالاست که در این گروه رخساره های اکلوژیت و شیست آبی قرار می گیرند و این دو رخساره معادل شرایط فشار بالا می باشد.

سری رخساره ها

رخساره های گوناگونی که وابستگی به یکدیگر دارند باهم دیده می شوند. میاشیرو این نوع رخساره ها را سری رخساره های دگرگونی نامید و بر مبنای افزایش فشار دگرگونی ها را به پنج سری تقسیم کرد:

1- سری رخساره های دگرگونی همبری یا سری هورنفلس یا سری فشار خیلی پایین.

2- سری رخسره های دگرگونی فشار پایین و دمای بالا یا سری دگرگونی بوخن یا آبوکوماست که این سری در نقطه پایین تر از نقطه سه گانه سیلیکات های آلومین قرار دارد.

3- سری رخساره های دگرگونی ناحیه فشار متوسط، یا سری دگرگونی باروین است که این سری در نقطه بالاتر از نقطه سه گانه سیلیکات های آلومین قرار می گیرند.

4- سری رخساره های دگرگونی ناحیه ای فشار بالا- دمای متوسط یا سری رخساره های دگرگونی سان باگاوا.

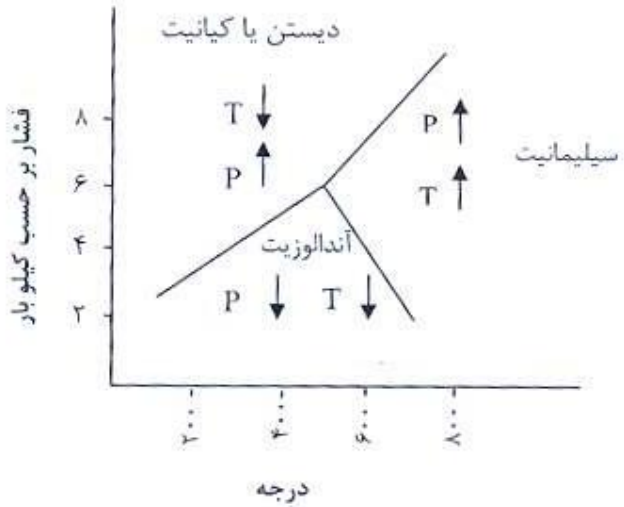
5- سری رخساره های دگرگونی ناحیه ایت فشار بالا- دمای پایین یا سری رخساره های دگرگونی فرانسیسکن.

میاشیرو با توجه به آنچه که از گرادیان زمین گرمایی استنباط می شود دگرگونی های ناحیه ای را که انواع برمیک نامید در 3 سری به نام های آندالوزیت- سیلیمانیت یا نوع فشار P/T پایین، سری کیانیت- سیلیمانیت یا نوع P/T متوسط، سری ژاده ایت- گلوکوفان یا نوع P/T بالا معرفی نمود.

1- سری آندالوزیت- سیلیمانیت ⟵ فشار کم- حرارت بالا ابوکوما (رخساره شیست سبز)

2- سری سیلیمانیت- دیستن ⟵ فشار و حرارت متوسط (باروین)

3- سری ژاده ایت- گلوکوفان ⟵ فشار زیاد- دما کم که با رخساره تدفینی تطابق دارد و شامل رخساره های زئولیت- پرهنیت- پومله ایت و ولاستونیت- گلوکوفان است.



زوج کمربندهای دگرگونی

میاشیرو در حاشیه اقیانوس آرام و ژاپن در سرزمین هایی به سن مزوزوئیک دو نوع دگرگونی به صورت دو نـوار ملاحظـه نمود.

- کمربند سان باگاوا: با سنگ های دگرگونی از نوع فشار بالا، دمای پایین می باشد و شامل رخساره شیست آبی است.

- کمربند رویک- ابوکوما: با دگرگونی دمای متوسط، فشار متوسـط مـی باشـد و شـامل رخسـاره هـای شیسـت سـبز و آمفیبولیت است.

- این زوج دگرگونی، از دیدگاه تکتونیک صفحه ای، در حاشـیه هـای همگـرا، در اثـر فـرورانش لیتوسـفر اقیانوسـی زیـر لیتوسفر قاره ای دیده می شود.

- در این مناطق دراز گودال تشکیل می شود.

- در مجاور گودال در مرز دو صفحه، به علت فرورفتن لیتوسفر اقیانوسی، دما نسبت به مناطق اطراف کاهش مـی یابـد و فشار زیاد می شود.

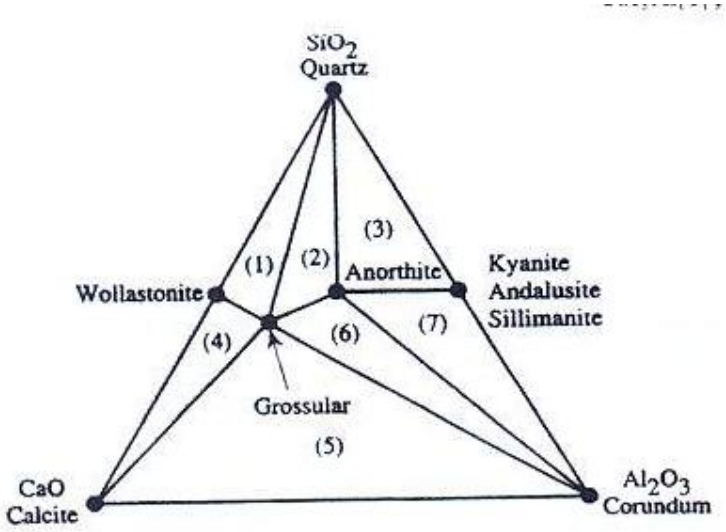
- سری حرارت بالا را در نوارهای دگرگونی دو گانه در سمت قاره ها داریم. سری حرارت بـالا- فشـار کـم یعنـی سـری رخساره آندالوزیت- سیلیمانیت(ابوکوما) را در محل های فرورانش در سمت قاره داریم.

- ویژگی بارز این نوارها آن است که در نوار دگرگونی خارجی (به سمت اقیانوس) سری فشار بالا- حرارت پایین داریـم و در نوار دگرگونی داخلی به سمت قاره سری حرارت بالا و فشار پایین را داریم. هر چه قدر سرعت فـرورانش بیشـتر باشـد

فشار بیشتر است و سری فشار بالا- حرارت کم یعنی سری ژاده ایت- گلوکوفان را داریم که مربوط به رخساره های دگرگونی تدفینی است.

فازدیاگرام های ترکیبی در دگرگونی

نمودار سه تایی CaO,Al_2O_3,SiO_2



نمودار A'FK,ACF

نمودار ACF

اسکولا در نمودار ACF از بیشتر سازنده ها استفاده نمود. وی اکسیدهای آهن، منیزیم و منگنز را به عنوان F در نظر گرفت. کانیهایی مانند آنتوفیلیت، کومینگتونیت و هیپرستن، اولیوین و دیگر کانیهای سیلیکاته آهن و منیزیم را در نقطه F قرار داد.

$A=(Al_2O_3+Fe_2O_3) – (K_2O+ Na_2O)$

$C= CaO – 33\ P_2O_5 – CO_2$

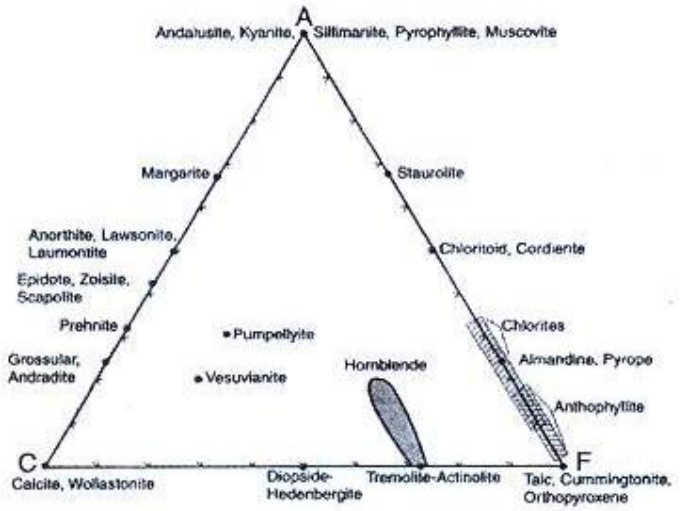
$F= FeO + MgO + MnO$

- در این نمودار درصد وزنی، درصد مولکولی اکسیدها منظور می شود.

- در دیاگرام ACF فلدسپات های سدیم و پتاسیم و نیز میکاها، مانند بیوتیت، مسکویت و فلوگوپیت نشان داده نمی شود.

- در این نمودار آلبیت نمایش داده نمی شود چون درصد هریک از پارامترهای موجود صفر می شود.

- برای نشان دادن کانیهای سرشار از سیلیس است.



نمودار A'FK

این نمودار را اسکولا AFK نامید و در حال حاضر آن با به A'FK تغییر داده است.

- برای سنگ های پلیتی کاربرد دارد.

- این نمودار برای سنگ های پلیتی کاربرد دارد که طبق اصول شیمی بـا اجـزاء $Al_2O_3,SiO_2,H_2O,MgO,K_2O,FeO$ مربوط می شود و سازنده های دیگری مانند Mno,TiO_2,Na_2O,Fe_2O_3 نیز ممکن است در سیستم وجود داشته باشـد. اما نقش مهمی در واکنش های شیمیایی نداشته و نمی توانند کانیهای شاخص دگرگونی را بسازند.

- در سنگ های پلیتی CaO , Na_2O, K_2O در فلدسپات ها وجود دارد.

- در این سنگ ها مقدار CaO کم است و در آنها اغلب $Al_2O_3>(Na_2O+K_2O+CaO)$ می باشد.

$A' = (Al_2O_3+Fe_2O_3) – (K_2O+Na_2O+CaO)$

$F= FeO+MgO+MnO$

$K= K_2O$

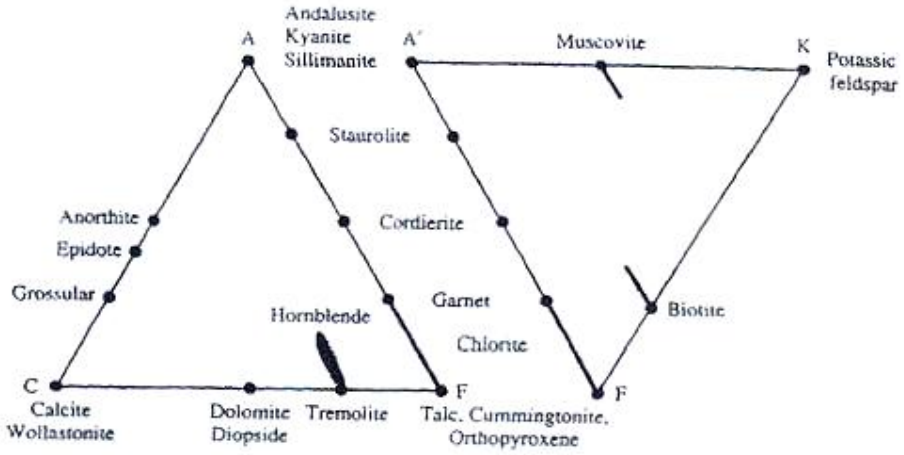
- در این نمودار کانیهایی که محلول جامد هستند به صورت خط نمایش داده می شود.

- از روی این نمودار می توان:

1) ترکیب سنگ اولیه را مشخص کرد.

2) مجموعه کانی شناسی یا پاراژنز کانیهایی که در شرایط دگرگونی معین باید پایدار باشند را معلوم نمود.

3) تغییرات دگرگونی و نیز تغییرات ترکیب کانیهای یک سنگ را در دگرگونی های گوناگون پیش بینی نمود.



نمودار AFM تومپسون (پلیتی)

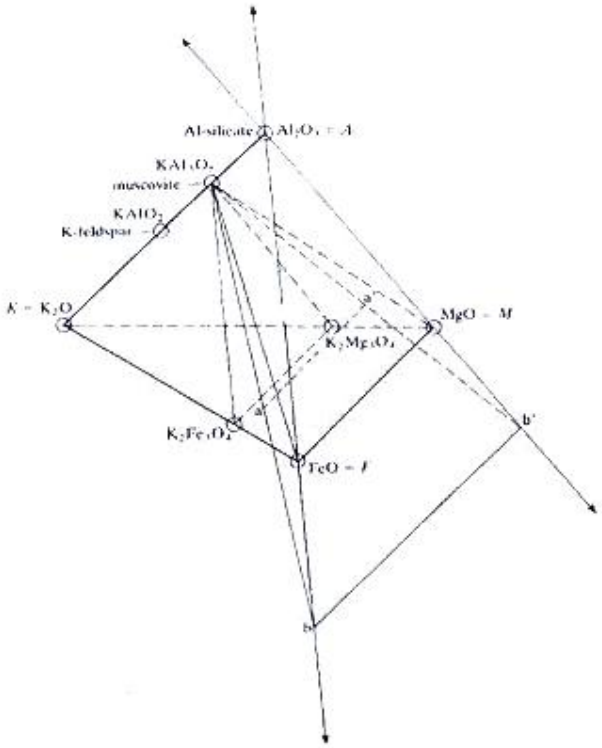
- این دیاگرام برای اغلب سنگ های سری پلیتی که حاوی مسکویت هستند و در دگرگونی شدید فلدسپات پتاسیم جانشین آن می شود.

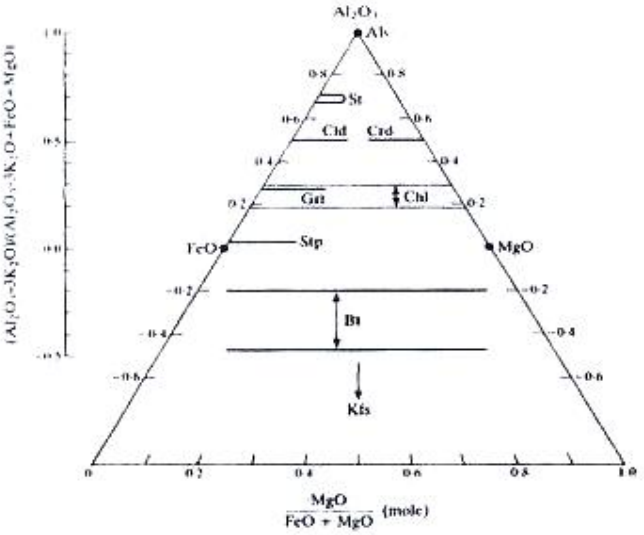
- این نمودار برای تعیین محل ترکیب یک کانی و نیز یک سنگ کاربرد دارد. برای ترکیب کلی سنگ فرض است که سنگ حاوی مسکویت و کوارتز است.

- در این نمودار تمام سیلیکاتهای آلومینیوم دار فاقد آهن و منیزیم مانند سیلیکات،کیانیت، آندالوزیت، پیروفیلیت، کائولینیت در راس A، انستاتیت، آنتوفیلیت در راس M، فروسیلیت و آنتوفیلیت آهن دار در راس F قرار می گیرد.

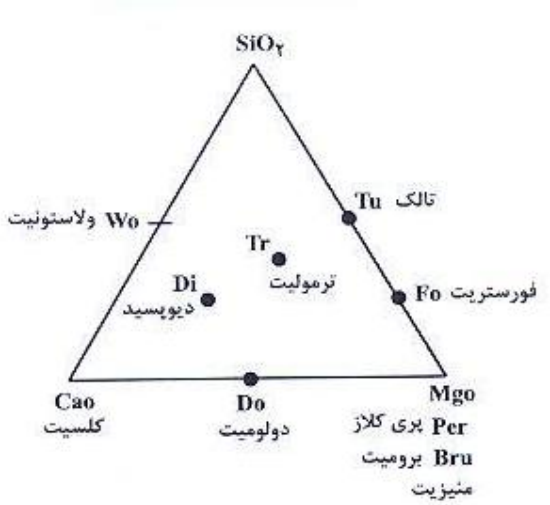
- کانیهایی مانند استارولیت، کلریتوئید، گارنت کردیریت و اسپینل روی خط AF یا AM قرار می گیرند.

- کانیهایی مانند کلریت ها، بیوتیت ها، ارتوپیروکسن ها، ارتوآمفیبول ها که حاوی Fe و Mg هستند به صورت مناطقی روی دیاگرام دیده می شود.


Al-silicate
KAlO2
muscovite
KAlO2
K-feldspar
K = K2O
MgO = M
K2Mg4O4
K2Fe4O4
FeO = F
a'
b'


Al2O3
Als
St
Chl
Crd
Gst
Chl
FeO
Stp
MgO
Bt
Kfs
MgO / FeO + MgO (mole)

نمودار SCM(آهکی و دولومیتی)



- این نمودار برای تمامی سنگ های آهکی و دولومیتی است.

- در این سیستم Al_2O_3 نداریم.

- در این دیاگرام انستاتیت به وجود نمی آید چون مربوط به دما بالا است.

نکات کلیدی

- ظهور کانیهایی مانند لومونتیت، گلوکوفان و پارگونیت را به عنوان شروع دگرگونی محسوب می نمایند.
- انتشار ماده از یک ناحیه پرانرژی و ناپایدار به منطقه کم انرژی و پایدار به سه طریق انجام می شود:

الف)انتشار از خلال شبکه بلور

ب)انتشار از قشرخارجی دانه ها

ج)انتشار از طریق سیالاتی که دانه ها را احاطه کرده اند.

- هر قدر انرژی آنتروپی کانیها در سطح زیادتر باشد، آن کانی با از بین رفتن کانیهای اطراف- که دارای آنتروپی کمتری هستند به صورت بلورهای خودشکل تر در می آیند.
- در استفاده از کانیهای ردیاب باروی برای تعیین زونهای دگرگونی باید دو نکته رعایت شود:

الف)کانیهای جدید که درهر زون به وجود می آید باید به صورت درشت بلور(پورفیروکلاست) باشد.

ب) ترکیب شیمیایی سنگ های پلیتی در درجات مختلف دگرگونی ثابت و یکنواخت باشد.

- دیاگرام ACF برای سنگ ها: در سنگ ها علاوه بر کانیهای اصلی، کانیهای فرعی نیز وجود دارد که در ترکیب آنها عناصر اصلی به کار رفته اند. لذا مقداری از این سه راس را که در ترکیب کانیهای فرعی به کار رفته اند را از ترکیب اصلی کم کنیم پیشنهاد اسکولا چنین است:

الف) تجزیه شیمیایی کامل سنگ

ب) تعیین درصد کانیهای فرعی به روش آنالیز مودال یا اشعه X

ج) درصد کانیهای فرعی را به طریق زیر از تجزیه شیمیایی کم می کنیم:

به میزان 50 درصد وزن ایلمنیت از مقدار FeO تجزیه شیمیایی

به میزان 70 درصد وزن منیتیت از Fe_2O_3

به میزان 30 درصد وزن اسفن CaO

به میزان مساوی وزن هماتیت از Fe_2O_3

- هر قدر یک سنگ درجه دگرگونی بیشتری را متحمل شود کانیهای آن دانه درشت تر می شود، زیرا در دمای بیشتر، انتشار مواد در حد بین کانیها (دانه ها) با سرعت و سهولت بیشتری انجام می شود.
- تیپ های وینکلر و معادل های آنها:

تیپ های دگرگونی وینکلر	انواع معادل
حرارتی	مجاورتی
تدفینی یا انباشتی	سری رخساره لاوسونیت- گلوکوفان
نوع بارو	سری رخساره دیستن- سیلیمانیت
نوع ابوکوما	سری رخساره آندالوزیت- سیلیمانیت

نمونه سوالات تستی

1- **کدام گزینه مشخص کننده، درجه حرارت آستانه دگرگونی (200 – c 150 c) است؟**

1) اکتینولیت- کلریت 2) اسمکتیت- سریسیت 3)لامونتیت- لاوسونیت 4)گلوکوفان- لاوسونیت

2- **فابریک سوسیسی از قرار گرفتن رگه ..... در بین لایه های ..... و تحت نیروی ..... به وجود می آید؟**

1) مقاوم- نامقاوم- کششی 2) مقاوم- نامقاوم- فشارشی 3) نامقاوم- مقاوم- کششی 4) نامقاوم- مقاوم- فشارشی

3- **در سنگ های پتاسیم دار مجموعه کانیهای زیر متعلق به کدام رخساره است؟**

1) آمفیبولیت 2) سانیدنیت 3)اکلوژیت 4)گرانولیت

4- **کدام بافت از نوع کاتاکلاستیکی است؟**

1) حلزونی 2) فلیزر 3) لیپدوبلاستیک 4) نماتوبلاستیک

5- **کدام دوکانی معرف رخساره آمفیبولیت است؟**

1)اپیدوت + گلوکوفان 2)بیتوتیت + سیلیمانیت 3)پلاژیوکلاز + گروسولار 4)کلریت + سانیدین

6- **پاراژنز آلبیت، کلریت، اپیدوت و اکتینولیت معرف چه رخساره ای است؟**

1) شیست سبز 2) شیست آبی 3) زئولیت 4) آمفیبولیت

7- **در کدام حالت امکان ظهور رخساره گلوکوفان شیست بیشتر است؟**

1) نفوذ ماگمای گابرویی به داخل رسوبات شیلی 2) باز شدن آهسته پشته های میان اقیانوسی

3) فرورانش آهسته لیتوسفر اقیانوسی جوان 4) فرورانش سریع لیتوسفر اقیانوسی مسن

8- **کدام زون معرف درجه شدت دگرگونی بیشتر است؟**

1) استرولیت 2)گرونا 3) سیلیمانیت 4)کیانیت

9- **رخساره گرانولیت در متابازیت ها با ظهور کدام کانی مشخص می شود؟**

1)اورتوپیروکسن 2)پلاژیوکلاز کلسیک 3)کلینوپیروکسن 4) هورنبلند قهوه ای

10- **کدام دو کانی در رخساره زئولیتی دیده نمی شود؟**

1) اپیدوت- پرهنیت 2)کلسیت- کلریت 3) اپیدوت- کلریت 4) پرهنیت- کلسیت

11- **کانیهای شاخص یک اکلوژیت کدامند؟**

1)پیروپ + هیپرستن پلاژیوکلاز 2)اولیوین + امفاسیت + پلاژیوکلاز

3)پیروپ + امفاسیت بدون پلاژیوکلاز 4)پلاژیوکلاز+ امفاسیت ± پیروپ

12- **زوج دگرگونی معرف چیست؟**

1) حرکت سریع صفحات در مرزهای واگرا 2) حرکت کند صفحات در مرزهای واگرا

3) حرکت کند در مرزهای هم گرا 4) حرکت سریع صفحات در مرزهای هم گرا

13- **کدام گروه از رخساره ها مربوط به دگرگونی ناحیه ای و برحسب افزایش شدت دگرگونی ذکر شده اند؟**

1) سانیدینیت- شیست سبز- آمفیبولیت 2) زئولیتی- شیست سبز- آمفیبولیت

3) شیست سبز- آمفیبولیت- گرانولیت 4) شیست سبز- آمفیبولیت- سانیدینیت

14- **در تعریف یک رخساره دگرگونی کدام جمله صحیح است؟**

1) ترکیب شیمیایی سنگ مادر ثابت است ولی شرایط ترمودینامیکی تغییر می کند.

2) ترکیب شیمیایی سنگ مادر تغییر می کند ولی شرایط ترمودینامیکی ثابت است.

3) هم ترکیب شیمیایی سنگ مادر تغییر می کند و هم شرایط ترمودینامیک متغیر است.

4) ترکیب شیمیایی و کانی شناسی سنگ مادر ثابت است و تغییرات دما به مراتب بیش از فشار است.

15- **کدام کانی نمایانگر رخساره گرانولیت در متابازالت ها است؟**

1) اورتوپیروکسن 2) پلاژیوکلاز 3)کلینوپیروکسن 4) هورنبلند

16- **کدام مجموعه کانی شناختی زیر در سنگ های آذرین غیر ممکن است؟**

1) آندزین- اولیگوکلاز+ بیوتیت+ سانیدین 2) اولیوین+ اوژیت+ هیپرستن + بیوتیت

3) نفلین+ هیپرستن+ سانیدین+ میکروکلین 4) اولیوین+ فلوگوپیت+ نفلین+ اوژیت

17- دگرگونی نوع ابوکوما معادل کدام سری رخساره ای است؟

1) آندالوزیت- سیلیمانیت یا دگرگونی فشارکم- دمای زیاد

2) دیستن- سیلیمانیت یا دگرگونی فشار متوسط- دمای متوسط

3) لاوسونیت- گلوکوفان یا دگرگونی فشار زیاد- دمای کم 4) ژاده ایت- گلوکوفان یا دگرگونی فشار زیاد- دمای کم

18- مجموعه کانیهای پلاژیوکلاز کلسیم دار+ اورتوپیروکسن + کلینوپیروکسن نشان دهنده کدام رخساره دگرگونی می باشد؟

1) آمفیبولیت 2) اپیدوت- آمفیبولیت 3) اکلوژیت 4)گرانولیت

19- کدام یک از واکنش های زیر نشانه شروع رخساره هورنبلند هورنفلس در سنگ های پلیتی می باشد؟

1)آب + پیروفیلیت $\rightarrow$ کوارتز+ کائولینیت 2)آب+ آندالوزیت $\rightarrow$ کوارتز+ مسکویت

3)کردیریت+ آنتوفیلیت $\rightarrow$ کوارتز+ کلریت 4)آب+ ارتوز+ کردیریت $\rightarrow$ کوارتز+ بیتوتیت+ مسکویت

20- کدام رخساره گرانولیت در متابازیت ها با کدام یک از شرایط زیر انجام می گیرد؟

1) اولین ظهور اورتوپیروکسن همراه با کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز کلسیک

2) ظهور کلینوپیروکسن، گارنت حاوی پیروپ و اولیگوکلاز

3) ظهور کلینوپیروکسن همراه با بیوتیت و گارنت نوع پیروپ

4) ظهور پلاژیوکلاز همراه با هورنبلند و گارنت نوع پیروپ

21- شدید ترین رخساره دگرگونی مجاورتی چه نام دارد؟

1) منوپیروکسن هورنفلس 2) فورستریت هورنفلس 3) هورنبلند هورنفلس 4) اوژیت هورنفلس

22- کدام یک از موارد زیر با حرکات لیتوسفری زمین ارتباط بیشتری دارد؟

1) دگرگونی هیدروترمال 2) دگرگونی تدفینی 3) دگرگونی اصابتی 4) دگرگونی ناحیه ای

23- چرا در دیاگرام ACF ترکیب آلبیت نشان داده نمی شود؟

1) چون درصد هریک از پارامترهای مزبور صفر می شود.

2) چون فاقد کلسیم است.

3) چون در ترکیب آن هیچیک از عناصر ACF وجود ندارد.

4) آلبیت هیچگاه به صورت خالص وجود ندارد، بلکه در ترکیب آن پلاژیوکلاز وجود دارد.

24- **دلیل آنکه در دیاگرام مثلثی AFM تومپسون، بیوتیت در خارج از مثلث قرار می گیرد آنست که:**

1) در ترکیب آن K_2O وجود دارد.

2) در ترکیب آن متشکله A وجود ندارد.

3) بیوتیت کانی OH داری است و در دیاگرام قرار نمی گیرد

4) در ترکیب آن فقط متشکله F وجود دارد.

25- **پارامترهای زیر متعلق به کدام دیاگرام دگرگونی است و در مورد کدام سنگ ها بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد؟**

Al_2O_3-(K_2O+Na_2O+CaO)

FeO-Fe_2O_3(TiO_2)

MgO

1) تومپسون یا A'FM- سنگ های آذرین مافیکی دگرگون شده

2) رینهارد یا AFM- سنگ های آهکی ناخالص دگرگون شده

3) تومپسون یا AFM سنگ های متاپلیتی درجه پایین

4) رینهارد یا A'FM- سنگ های دگرگونی درجه بالا با ترکیب گسترده

26- **در کدام دیاگرام سه تایی نمی توان کانی های کلسیم دار را نشان داد؟**

1)A'FK 2)ACF 3)AFM 4)ACF و A'FK

27- **پارامترهای زیر مربوط به کدام دیاگرام دگرگونی است؟**

Al_2O_3-(K_2O+Na_2O+CaO)

FeO-Fe_2O_3(TiO_2)

MgO

1)ACF 2)AFM تومپسون 3)AFM هارکر 4)A'FM یا رینهارد

28- **کدام فشار جزء عوامل شیمیایی دگرگونی است؟**

1) فشار همه جانبه 2) فشارهیدرواستاتیک 3) فشارجهت دار 4) فشار سیالات

29- **کدام عامل در دگرگونی ناحیه ای سنگ بیشتر است؟**

1) وضع هندسی صفحات 2) سرعت و میزان هم گرایی

3) فرایندهای حرارتی صادر شده از آستونسفر و لیتوسفر 4) اصابت و برخورد سنگ های آسمانی

30- **در دگرگونی تدفینی کدام رخساره موجود می باشد؟**

1) شیست آبی 2) شیست سبز 3) سانیدینیت 4) اکلوژیت

31- **حد بین دگرگونی ضعیف و متوسط با کدام رخساره مشخص می شود؟**

1) آمفیبولیت 2)گرانولیت 3) شیست سبز 4) شیست آبی

32- **حد نهایی دگرگونی با ظهور کدام رخساره می باشد؟**

1) اکلوژیت 2)گرانولیت 3) آمفیبولیت 4) شیست آبی

33- **دگرشکلی که بدون تغییر حجم ماده همراه باشد چه نام دارد؟**

1) لغزشی 2) خزشی 3) الاستیکی 5) پلاستیکی

34- **رخساره زئولیتی خاص کدامیک از دگرگونی های زیر است؟**

1) دگرگونی انباشتی 2) دگرگونی ناحیه ای 3) دگرگونی مجاورتی 4) دینامیکی

35- **ترکیب کانی شناسی هر رخساره دگرگونی تابع ..... است.**

1) درجه حرارت 2) ترکیب شیمیایی سنگ مادر

3) فشار 4) فشار و درجه حرارت

36- **فابریک فلیزر در کدامیک از انواع دگرگونی به وجود می آید؟**

1) دینامیکی 2) مجاورتی 3) هیدروترمال 4) ناحیه ای

37- **در دیاگرام مثلثی ACF، سنگ های اولترامافیک نزدیک کدام گوشه قرار می گیرند؟**

A(1 C(2 F(3 4) هیچکدام

38- **کدام یک از مجموعه کانیهای زیر نشانه رخساره پیروکسن هورنفلس است؟**

1) آندالوزیت + ارتوز+ کردیریت 2) پلاژیوکلاز+ هورنبلند+ کردیریت

3) بیوتیت+ پلاژیوکلاز+ هورنبلند 4) کردیریت+ بیوتیت + آنتوفیلیت

39- **رخساره های دگرگونی که مرز بین دیاژنز و دگرگونی ناحیه ای است..... می باشد.**

1) رخساره زئولیتی 2) رخساره شیست سبز 3) رخساره سانیدینیت 4) رخساره گرانولیت

40- **به ساختی که توسط پیدایش لکه های ناشی از تبلور نخستین کانیها تحت شرایط دگرگونی مجاورتی مشخص می‌شود را ..... می نامند.**

1) ساخت لکه دار 2) ساخت میرمیکیت 3) ساخت لکه ای 4) ساخت کاتاکلاستیک

41- **رخساره آمفیبولیتی سنگ مادر منیزیم داری که رخساره شیست سبز آن مجموعه تالک و کربنات است کدام است؟**

1)گلوکوفان 2) آنتی گوریت 3) آنتوفیلیت 4) دیوپسید

42- **رخساره سانیدینیت در کدام یک از دگرگونی های زیر به وجود می آید؟**

1) انباشتی 2) ناحیه ای 3) مجاورتی 4) دینامیکی

43- **ابوکوما معادل کدام یک از موارد زیر است؟**

1) دگرگونی فشار زیاد- دما کم 2) سری رخساره آندالوزیت- سیلیمانیت

3) سری رخساره ژادئیت- گلوکوفان 4) سری رخساره دیستن- سیلیمانیت

44- **ظهور کدام گروه از کانیها معرف شروع دگرگونی است؟**

1) لومونتیت- آنالسیم 2) لومونتیت- لاوسونیت 3) لاوسونیت- گلوکوفان 4) لاوسونیت- اپیدوت

45- **چگونه می توان رخساره دگرگونی یک سنگ تک کانی را تشخیص داد؟**

1) از روی بافت 2) ازروی ترکیب شیمیایی

3) بااستفاده از دیاگرام های رخساره ای 4) از روی رخساره سنگ مجاور

46- **در کدام یک از اقسام دگرگونی های زیر ساخت اولیه نسبتا محفوظ می ماند؟**

1) مجاورتی 2) ناحیه ای 3) انباشتی 4) دینامیکی

47- **به ساختی متورق که توسط کانیهای منشوری در برگرفته شده باشد ..... می گویند؟**

1)نماتوبلاستیک 2)لیپدوبلاستیک 3)ایدیوبلاستیک 4)زینوبلاستیک

48- **نمودار AFK در کدام سری از سنگ ها کاربرد دارد؟**

1) سری پلیتی 2) میگماتیت 3) آناتکسیت ها 4) سنگ های آهکی و رسی

49- **وقتی که فشار هیدروستاتیک بر روی جسم تاثیر می گذارد، باعث ..... می شود؟**

1) کاهش حجم 2) کاهش وزن مخصوص

3) کاهش حجم ولی افزایش وزن مخصوص 4) افزایش حجم ولی کاهش وزن مخصوص

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

لومونتیت و لاوسونیت در حداقل شرایط دگرگونی تشکیل شده و معرف شروع دگرگونی هستند. لومونتیت در درجه حرارت حدود 175 درجه سانتی گراد و فشار نسبتا زیاد و لاوسونیت در درجه حرارت 150 درجه سانتی گراد به وجود می آید.

2- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

در فابریک سوسیسی که نام دیگر آن بودیناژ است، ستون های موازی با مقاطع عدسی شکل وجود دارد. این فابریک وقتی به وجود می آید که سنگی مقاوم در داخل طبقات نامقاوم قرار گرفته و مجموعا تحت تاثیر نیروهای کششی قرار می گیرد.

3- **گزینه 3 صحیح است**.

4- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

بافت فلیزر از انواع بافت های کاتاکلاستیکی است که در آن عدسی ها یا چشم سنگ اولیه از بین نرفته و یا لایه هایی از مواد اولیه به وسیله خمیره ای از مواد خردشده قرار گرفته و احتمالا تبلور مجدد یافته احاطه شده اند.

5- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

رخساره آمفیبولیت خاص دگرگونی ناحیه ای با درجه حرارت و فشار متوسط است که در اثر دگرگونی سنگ های بازیک با سنگ های پلیتی به وجود می آیند.

6- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

رخساره شیست سبز در صورتی که حاصل دگرگونی سنگ های بازیک باشد دارای مجموعه کانیهای کوارتز + اکتینولیت + کلریت + اپیدوت + آلبیت می باشد.

7- **گزینه 4 صحیح است**.

8- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

زون های پیشتنهادی بارو در سنگ های پلیتی از درجات ضعیف به شدید دگرگونی ناحیه ای به ترتیب عبارتند از: زون کلریت- زون بیوتیت- زون گرونا- زون استرولیت- زون دیستن- زون سیلیمانیت.

9- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

رخساره گرانولیت در متابازیت ها با ظهور پیروکسن های دیوپسید و هیپرستن که از جمله کلینوپیروکسن ها هستند مشخص می شود.

10- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

کانیهای گروه زئولیت مانند آنالسیم، هولاندیت و لومونتیت فراوان است و این رخساره از دگرگونی سنگ های آتشفشانی و گری وک ها به وجود آمده و با مجموعه کانیهای لومونتیت + پرهنیت + کوارتز مشخص می شود که ممکن است با کلریت نیز همراه باشد.

11- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

از نظر کانی شناسی، اکلوژیت ها اساسا از دو کانی گارنت قرمز (تیره) پیروپ آلماندن و پیروکسن امفاسیت سبز تیره تشکیل شده اند. در بعضی از اکلوژیت ها کانی کیانیت نیز وجود دارد. روتیل همیشه به صورت کانی فرعی در سنگ دیده می شود.

12- **گزینه 2 صحیح است**.

13- **گزینه 1 صحیح است**.

14- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

در یک رخساره معین ترکیب کانی شناسی به ترکیب شیمیایی سنگ اولیه بستگی دارد. یک رخساره دگرگونی تعداد زیادی سنگ را شامل می شود و به دلیل تنوع ترکیب شیمیایی دارای پاراژنز های کانی شناسی مختلف که در شرایط ترمودینامیکی مشابهی ایجاد شده اند.

15- **گزینه 1 صحیح است**.

16- **گزینه 3 صحیح است**.

17- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

سری رخساره دگرگونی ناحیه ای فشار پایین، دمای بالا یا سری دگرگونی باخن یا ابوکوماست که این سری در نقطه پایین تر از نقطه سه گانه سیلیکات های آلومین قرار می گیرند و با افزایش شدت دگرگونی شامل کائولینیت، پیروفیلیت، آندالوزیت و سیلیمانیت است.

18- **گزینه 4 صحیح است.**

19- **گزینه 3 صحیح است زیرا:**

در رخساره هورنبلند هورنفلس که درجه حرارت کمتر است کانی های مسکویت+ بیوتیت + آندالوزیت یا کردیریت + کوارتز دیده می شود. کردیریت همیشه به صورت پورفیروبلاست همراه آنکلوزیون های کوارتز و گرافیک دیده می شود.

20- **گزینه 2 صحیح است.**

21- **گزینه گزینه 1 صحیح است.**

22- **گزینه 3 صحیح است.**

23- **گزینه گزینه 1 صحیح است زیرا:**

آلبیت به فرمول: $C=CaO=0$ $6\ Al_2O_3+Fe_2O_3-(Na_2O+K_2O)=1-1=0$

$F=FeO+MgO+MnO=0$

24- **گزینه 1 صحیح است زیرا:**

کانیهایی که فاقد K_2O باشند در سطح قاعده مثلث AFM یعنی در صفحه قاعده Al_2O_3-FeO-MgO قرار می گیرند و کانیهایی که دارای K_2O باشند در خارج از بیوتیت قرار می گیرند مثل بیوتیت.

25- **گزینه 4 صحیح است.**

26- **گزینه 1 صحیح است.**

27- **گزینه 4 صحیح است.**

28- **گزینه 4 صحیح است.**

29- **گزینه 4 صحیح است.**

30- **گزینه 1 صحیح است.**

31- **گزینه 1 صحیح است.**

32- **گزینه 2 صحیح است.**

33- **گزینه 1 صحیح است.**

34- گزینه 1 صحیح است.

35- گزینه 2 صحیح است.

36- گزینه 1 صحیح است.

37- گزینه 1 صحیح است.

38- گزینه 2 صحیح است.

39- گزینه 1 صحیح است.

40- گزینه 1 صحیح است.

41- گزینه 2 صحیح است.

42- گزینه 3 صحیح است.

43- گزینه 2 صحیح است.

44- گزینه 2 صحیح است.

45- گزینه 3 صحیح است.

46- گزینه 3 صحیح است.

47- گزینه 1 صحیح است.

48- گزینه 1 صحیح است.

49- گزینه 3 صحیح است.

فصل پنجم: انواع سنگ های دگرگونی

طبقه بندی سنگ های دگرگونی ممکن است بر اساس مطالعه نمونه دستی یا مطالعه ماکروسکوپی سنگ ها باشد. طبقه بندی ماکروسکوپی سنگ ها بیشتر به وجود یا نبود فولیاسیون سنگ ها مـی باشـد. از معیارهـای دیگـری ماننـد رنـگ، کانیهای شاخص در نمونه دستی، مقاومت در برابر خراش یا سایش استفاده می شود.

تقسیم بندی ماکروسکوپی سنگ های دگرگونی بیشتر براساس پروتولیت است.

طبقه بندی بر اساس فولیاسیون

فولیاسیون	سفتی	ویژگیهای دیگر	نام سنگ
کلیواژ اسلیتی	شیشه به آن خط می اندازد	دانه ریز، جلای تیره، سبز، سیاه و کانیهای غیر قابل روئیت	اسلیت
کلیواژ اسلیتی، شیستوزیته ضعیف	شیشه به آن خط می اندازد	دانه ریز، جلای درخشان، سبز، سیاه و گاهی کانی دیده می شود	فیلیت
شیستوزیته	به شیشه خط می اندازد	کانیهای مرئی، حاوی کوارتز، فلدسپات، میکا، احتمالا همراه با کانیهای دگرگونی	شیست
شیستوزیته	به شیشه خط می اندازد	کانیهای مرئی حاوی کلریت،اپیدوت، اکتینولیت	شیست سبز
شیستوزیته	به شیشه خط می اندازد	دانه ریز، بلورهای رشته ای، رنگ مایل به آبی یا بنفش	شیست آبی
گنیستوزیته	به شیشه خط می اندازد	دانه درشت، اغلب تناوبی از کانیهای تیره و روشن	گنیس
لیناسیون	به شیشه خط می اندازد	کانیهای مرئی،سبز یا سیاه، شامل آمفیبول و پلاژیوکلاز	آمفیبولیت
	به شیشه خط می اندازد	کانیهای مرئی، کوارتز و فلدسپات، گاهی پیروکسن، گارنت و کیانیت	گرانولیت
	به شیشه خط می اندازد	دانه ای، متراکم و تیره رنگ، سطح شکست اغلب صدفی	هورنفلس
	به شیشه خط می اندازد	دانه ای، بلورهای هم اندازه گارنت قرمز و پیروکسن سبز	اکلوژیت
	به شیشه خط می اندازد	دانه ای، متراکم و توده ای، بلور کوارتز رنگ های روشن	کوارتزیت
	شیشه به آن خط می اندازد	دانه درشت با اکسید کلرید ریک رقیق می جوشد	مرمر آهکی
	به ناخن خط می اندازد	سبز،زرد، سیاه	سرپانتینیت
	ناخن بر آن خط می اندازد	حاوی تالک، لمس صابون	سوپستون سنگ صابون

سنگ های دگرگونی با منشاء پلیتی

اسلیت ها

- سنگ های دانه ریزی هستند که به علت دارا بودن بلورهای ریز فیلوسیلیکاته جهت یافته، دارای کلیواژ اسلیتی هستند.

- در اثر ضربه به صورت صفحات نازک از هم جدا می شوند. رنگ آنها تابع کانیهای همراه آنهاست. اغلب به علت وجود مواد آبی خاکستری تا سیاه می باشند.

- اغلب از گروه سنگ های پلیتی هستند.

- سنگ مادر آنها شیل و مادستون است. اما ممکن است توف های دگرگون شده و برخی از سنگ های آذرین و گری وک ها نیز حالت اسلیتی داشته باشند.

- از نظر درجه دگرگونی در منطقه اپی از دگرگونی ناحیه ای به وجود می آیند و معرف زون کلریت یا دگرگونی ضعیف یا ابتدای رخساره شیست سبز می باشد.

شیست سبز یا فیلیت لکه دار

- سنگ های پلیتی دگرگون شده ای هستند که در دگرگونی مجاورتی در هاله دگرگونی کمی دورتر از توده نفوذی تشکیل می شوند.

- باعث ایجاد سطح تورق می شود.

- به سنگ هایی که در این منطقه به وجود می آیدن شیست رسی می گویند.

فلیلیت

- مانند اسلیت ها در نمونه دستی فاقد بلور مشخص می باشند.

- به علت درشت تر شدن دانه های آن نسبت به اسلیت ها فولیاسیون در آنها مشخص تر سات.

- سنگ مادر اغلب آنها پلیت هستند اما ممکن است که منشاء آنها سنگ های آذرین باشد.

- کانیهای متشکله آنها میکای سفید، کلریت، کوارتز و به مقدار کم ممکن است تالک، کلریتوئیدف گارنت و تورمالین، کربنات ها، گرانیت و ترکیبات آهن باشد.

- فیلیت ها در رخساره شیست سبز، زون کلریت یا بیوتیت تشکیل می شوند.

- بافت فیلیت ها، فیلیتی تا لیپدوبلاستیک است. انواع تالک دار آن را سنگ صابون می گویند و دارای جلال چرب می باشد.

انواع فیلیت ها

- **فیلاد**: لغت فرانسوی است و برای فیلیت های میکادار به کار می رود.

- **فیلیت گرانیتی**: از دگرگونی شیل های زغال دار به وجود می آید.

- **فیلیت گروناندار**: گرونا از نوع Mn دار (اسپسارتیت) است.

- **فیلیت کلریتوئیددار**: در سنگ هایی که Mg,Fe زیاد و K کم باشد پورفیروبلاست های کلریتوئید به وجود می آید. از نظر کانی شناسی مشابه اسلیت ها ولی دانه درشت تر هستند.

- **فیلونیت**: در اثر دگرگونی شدید سنگ هایی مثل اسلیت، شیست و گرانیت، گنیس به وجود می آید مشابه فیلیت است و مربوط به رخساره شیست سبز است.

- **فیلیت میلیونیتی**: در نتیجه دگرگونی کاتاکلاستیک یا دگرگونی حرکتی به وجود می آید.

شیست ها

- شیست سنگ دانه متوسط تا دانه درشت، با بلورهای مرئی میکا یا دیگر کانیهای دگرگونی است.

- مهمترین خصوصیات آنها وجود شیستوزیته و لینه آسیون است.

- شیست ها اگر چه حاصل پلیت ها هستند اما ممکن است محصول دگرگونی سنگ هایی مانند سنگ های کوارتز و فلدسپات دار، سنگ های کربناته و تقریبا کربناته، گری وک ها و یا سنگ آذرین اعم از اسیدی، متوسط، بازیک و اولترابازیک باشد.

انواع شیست ها

- شیست های حاصل از دگرگونی پلیت ها مانند میکاشیست (میکاشیست از افزایش دگرگونی فیلیت به وجود می آید)

- شیست های حاصل از دگرگونی سنگ های کوارتز و فلدسپاتیک

- شیست های حاصل از دگرگونی سنگ های کربناته (کالک شیست ها)

کالک شیست ها: محصول دگرگونی سنگ های آهکی و دولومیتی رس دار و شیل های غنی از کلسیم یا شیل های آهکی هستند که کلسیت در آنها فراوان است.

- شیست های حاصل از دگرگونی سنگ های آذرین (شیست سبز)

- شیست هایی که حاصل از گری وک ها هستند.

- شیست های گلوکوفان دار: (آمفیبول آنها سدیم دار از نوع گلوکوفان و ریبه کیت است)

- شیست های حاصل از دگرگونی سنگ های اولترابازیک (شیست های منیزیم دار، یا سرپانتینیت شیست)

گنیس ها

- گنیس ها سنگ های دانه درشت، معمولا حاوی لایه های متناوب تیره و روشن هستند.

- دارای فولیاسیون ضعیف هستند وممکن است فولیاسیون به تدریج از بین برود.

- سنگ مادر گنیس ها ممکن است رسوبی یا آذرین باشد. اگر رسوبی باشد به آن پارا گنیس و اگر آذرین باشد ارتوگنیس گفته می شود.

- بافت آنها معمولا گرانوبلاستیک و گاهی گرانولیپدوبلاستیک است.

- سنگ فلدسپات داری است که فلدسپات در آن حالت پایدار است.

- فراوانترین کانی در گنیس ها کوارتز و فلدسپات است. وجود Q الزامی نیست ولی فلدسپات همیشه باید باشد.

- گنیس ها دارای فابریک چشمی هستند.

گرانولیت ها

- گرانولیت ها سنگ های متبلور، ریز دانه با بلورهای هم اندازه، توده ای و معمولا فاقد فولیاسیون هستند.

- کوارتز به صورت عدسی های کوچک در سطح فولیاسیون قرار می گیرد.

- این سنگ در واقع گنیس بدون میکاست.

- سنگ مادر آنها ممکن است پلیت، گری وک، سنگ های آذرین بازیک می باشد.

- دو نوع گرانولیت وجود دارد:

1) **گرانولیت پیروکسن دار**: ترکیب کانی های معادل با سنگ های آذرین بازیک می باشد.

2) **گرانولیت شارنوکیتی**: ترکیب کانی ها معادل با سنگ های آذرین اسیدی است.

- به انواع دانه ریز آن هالفینتا می گویند

- گرانولیت هم در واقع گنیس است اما بدون میکا چون Q و F دارد.

هورنفلس

- هورنفلسی سنگی سخت، شاخی، متراکم و نسبتا دانه ریز است و شکستگی صدفی دارد.

- در تشکیل هورنفلس ها فشار جهت دار نقشی ندارد.

- در بعضی از هورنفلس ها پورفیرهایی وجود دارد که غالبا از جنس آندالوزیت و کوردیریت می باشد.

- دانه ها هم اندازه و فاقد جهت یافتگی هستند.

انواع هورنفلس ها برحسب سنگ مادر

هورنفلس های پلیتی

- حاوی بلورهای آندالوزیتی یا سیلیمانیت، کردیریت، بیوتیت، فلدسپات پتاسیم، پلاژیوکلاز و کانیهای فرعی کرندم و اسپینل است.

- رنگ آنها سیاه، قهوه ای، سبز، بنفش و صورتی رنگ است.

- بافت آنها گرانوبلاستیک و پوئی کیلوبلاستیک می باشد.

- هورنفلس های پلیتی دارای Al_2O_3 زیادی هستند که باعث تبلور آندالوزیت و کردیریت می شود.

- برحسب کانی شناسی موجود زمینه سنگ می توان نوع رخساره دگرگونی را تعیین کرد.

- رخساره پیروکسن- هورنفلس، هورنبلند- پیروکسن، آلبیت- اپیدوت- هورنفلس

هورنفلس های کوارتز و فلدسپاتی

- سنگ مادر در این گونه هورنفلس ها دارای مقدار زیادی کوارتز، پلاژیوکلاز، فلدسپات پتاسیم دار می باشد. وقتی تحت تاثیر دگرگونی قرار می گیرند، هورنفلس های حاصل دارای بافت موزاییکی گرانوبلاستیک می شوند. در این دسته هورنفلس های کوارتز و فلدسپاتی همیشه مقداری بیوتیت وجود دارد.

هورنفلس هایی سنگ مادر آنها آرکوز، گری وگ، سنگ های آذرین اسیدی است.

هورنفلس کالک سیلیکاته

از دگرگونی سنگ های کربناته ناخالص مانند سنگ آهک سیلتی یا شیل آهکی به وجود می آید.

سنگ های دگرگونی حاصل از سنگ های کوارتز و فلدسپات دار

- سنگ های کوارتز و فلدسپات دار ممکن است منشاء رسوبی و یا آذرین داشته باشد.

- سنگ هایی مانند ماسه سنگ ها، آرکوزها، گری وک ها از انواع سنگ رسوبی اولیه و سنگ هایی مانند گرانیت ها، گرانودیوریت ها، سی نیت ها، مونزونیت ها از انواع سنگ های مادر آذرین آنها هستند.

کوارتزیت

- کوارتزیت سنگی متراکم، با بافت موزاییکی است.

- این سنگ نتیجه دگرگون شدن ماسه سنگ کوارتزیتی خالص یا ناخالص، آرکوزها، گری وک های کوارتزی، چرت کوارتز می باشد.

- محصول دگرگونی ناحیه ای یا مجاورتی و یا محصول متاسوماتیسم هستند. در حالت دگرسانی یا متاسوماتیسم بر اثر خارج شدن برخی از یونها از محیط سنگ های غنی از سیلیس تبدیل به کوارتزیت می شوند.

- کانیهای اصلی تشکیل دهنده کوارتزیت، کوارتز است.

- کوارتزیت ها با توجه به شدت های مختلف دگرگونی می توان به اسامی گوناگون به کار برد.

انواع کوارتزیت ها برحسب ناخالصی ها

1) **اگر سنگ اولیه دارای آهک باشد**: کوارتزیت حاصل دارای مقداری سیلیکات کلسیم ومنیزیم می باشد.

2) **کوارتزیت میکادار**: ناخالصی از رس باشد.

3) **کوارتزیت گرونادار**: معرف درجه شدید می باشد و به طور کلی ناخالصی های رسی درجات شدید باعث به وجود آمدن گرونا در درجات ضعیف باعث به وجود آمدن میکاها می شوند.

4) **کوارتزیت اکتینولیت دار**: معرف درجه شدید دگرگونی است. وقتی سیمان آهکی باشد نوع کانیها تابع باز یا بسته بودنه محیط برای خروج CO_2 می باشد. اگر محیط بسته باشد کلسیت و دولومیت به وجود می آید.

5) **کوارتزیت آهن دار**: سیمان ماسه سنگ ها اگر Fe داشته باشد، منیتیت و هماتیت به وجود می آید.

6- **کوارتزیت ریبه کیت دار**: به خاطر وجود کانی خاص ریبه کیت (آمفیبول سدیم دار) به این نام خوانده می شود.

7- **کوارتزیت های خالص**: حالت قهوه ای دارند و حالت شیستی در آنها خیلی کم بروز می کند.

وجود پیریت و لیمونیت در کوارتزیت های دگرگونی امری عادی و طبیعی است.

سنگ های دگرگونی با منشاء کربناته و کالک سیلیکاته

- سنگ های کربناته ممکن است به صورت سنگ های آهکی، سنگ های دولومیتی و سنگهای آهکی- دولومیت اعم از خالص و یا ناخالص باشند.

- تحت تاثیر دگرگونی از نوع مجاورتی یا ناحیه ای قرار می گیرند.

- در درجات مختلف دگرگونی ممکن است مرمر خالص یا تاکتیت، اسکارن به وجود آید.

1)**مرمر خالص**

- سنگ های آهکی خالص در اثر دگرگونی ابتدا به سنگ آهک متبلور و در صورت شدت بیشتر به مرمر تبدیل می شود.

- این سنگ ها فقط از کلسیت ساخته شده اند و از این رو اغلب سفید رنگ هستند.

- بافت موزاییکی دارند واندازه دانه های آنها یکسان است.

- فابریک گرانوبلاستیک دارد.

2)**اسکارن**

- اسکارن یک واژه سوئدی به معنی باطله است.

- اسکارن یک سنگ کالک سیلیکاته است و گاهی دارای سیلیکاتهای آهن، منیزیم، منگنز است.

- در اثر عملکرد در محلول های هیدروترمال صورت می گیرد.

- اسکارن ها بیشتر در مجاورت سنگ های کربناته و توده های آذرین شکل گرفته و محصول متاسوماتیسم است.

- در دگرگونی ناحیه ای سنگ های آهن دار غنی از کربنات به وجود آمده است.

- یکی از مشخصات بارز اسکارن ها زونالیته متاسوماتیک است.

- دو نوع اسکارن داریم:

1) **اسکارن منیزیم دار**: از دگرگونی دولومیت (کربنات مضاعف کلسیم- منیزیم) به وجود می آید.

2) **اسکارن آهکی**: از دگرگونی سنگ آهک (کربنات کلسیم) به وجود می آید.

- **گریزن**: یک سنگ گرانیتوئیدی دگرسان شده است که در اثر نفوذ هیدروترمال تولید می شود. کانیهای اصلی آن کوارتز، مسکویت و لیپدولیت است.

- اسکارن ها به خاطر کانیهایی مثل تنگستن، آهن، سرب، روی، مولیبدن، قلع دارای ارزش اقتصادی هستند.

- در اسکارنها، کانی های بسیار درشتی وجود دارد که این نشان دهنده دخالت گازهای تحت فشار است به همین خاطر به اسکارن ها هورنفلس های پگماتیتی هم می گویند.

- **ژاسپروئید**: یک نوع اسکارن است در اثرنفوذ سلولهای غنی از سیلیس به وجود می آید (سنگ میزبان طلا و نقره است).

2)تاکتیت

- نوعی اسکارن است که در اثر دگرگون شدن سنگ های آهکی- رسی، گل آهک یا مارن حاوی ترکیبات سیلیسیوم، آلومینیوم، آهن و منیزیم به وجود می آید.

- تاکتیت ها در واقع هورنفلس های به رنگ روشن و دانه ریز هستند.

- بافت آنها گرانوبلاستیک و دانه های آن بسیار مضرسی است.

- با توجه به نوع ناخالص از نظر کانی شناسی متنوع می باشد.

- **تاکتیت های دیوپسید دار**: به رنگ سفید مایل به سبز، تاکتیت های گروسولار به رنگ سفید یا گلی رنگ، تاکتیت های اپیدوت دار به رنگ سبز پسته ای و تاکتیت های هورنبلند دار به رنگ سبز متمایل به خاکستری است.

سنگ های دگرگونی حاصل از سنگ های آذرین بازیک و اولترابازیک

- سنگ های آذرین بازیک مانند بازالت، دیاباز، دلریت، گابرو، آندزیت – بازالت معمولا شامل کانیهای پیروکسن و پلاژیوکلاز کلسیک می باشد.

- سنگ های اولترابایک بیشتر شامل اولیوین، پیروکسن و آمفیبول، توف های بازیک بیشتر شامل بیوتیت پلاژیوکلاز است.

- در اثر دگرگون شدن این سنگ ها، با افزایش شدت دگرگونی، کانیهای گوناگون دگرگونی، در دگرگونی ناحیه ای یا دگرگونی مجاورتی در انواع رخساره های دگرگونی تشکیل می شود.

1) سنگ سبز یا گرینستون

- سنگ سبز، سنگ دگرگونی با درجه ضعیف است که پروتولیت آن سنگ های آذرین بازیک می باشد. گدازه های بازیک وقتی تحت تاثیر آب دریا یا محلول های دیگر قرار می گیرند به سنگ سبز تبدیل می شوند.

- بافت آنها آفاتیک است و اغلب اثر بافت اولیه آذرین در این سنگ ها حفظ شده است.

- شامل کانیهای گروه اپیدوت، پرهنیت، پومله ایت، کلریت، اکتینولیت، آلبیت است.

- معرف شیست سبز می باشد.

- در کمربندهای کوهزایی نیز سنگ های سبز دیده می شوند.

2) آمفیبولیت

- یک واژه کلی است که به سنگ های غنی از آمفیبول نوع هورنبلند و پلاژیوکلاز کلسیک گفته می شود.

- مشخصه دگرگونی ناحیه ای درجه متوسط است.

- دگرگونی سنگ هایی مانند سنگ های آذرین نیمه بازیک تا بازیک مانند داسیت، آندزیت و بازالت ها غنی از آلومینیویم تشکیل می شوند.

- ممکن است از دگرگونی سنگ های آهکی و دولومیت های ناخالص، مارن ها و حتی سنگ آهک های خالصی که تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته باشند به وجود آیند.

- بافت آنها نماتوبلاستیک و شیستی و گاهی گرانوبلاستیک و به ندرت چشمی است.

- کانیهای آنتوفیلیت، کامینگتونیت که آمفیبولیت های Mg دار هستند و در آمفیبولیت زیاد است.

3) پیروکسینیت

- در دگرگونی شدید به همراه آمفیبولیت، پیروکسنیت نیز تشکیل می شود.

- بافت پیروکسینیت گرانوبلاستیک و گاهی نماتوبلاستیک است.

- کانیهای اصلی آن پیروکسن کلسیم دار، پلاژیوکلاز نوع آندزیت یا لابرادور و گارنت می باشد.

4) اسپیلیت

- اسپیلیت ها را میتوان یک نوع گرینستون یا سنگ سبز به حساب آورد.

- بافت اسپیلیتها مانند بافت های بازالتی است.

- این سنگ حاوی کانیهای دگرگونی درجه ضعیف مانند آلبیت- الیگوکلاز،کلریت، ترمولیت، اکتینولیت، اسفن، کلسیت، سیلیکات های آبدار آلومینیوم و کلسیم دار مانند اپیدوت، پرهنیت- پومله ایت و لومونتیت و کوارتز می باشد.

- در اعماق اقیانوس های در نزدیکی محل ریفت ها نیز با ساخت بالشی دیده شده اند.

- اسپلیت ها در کمربندهای کوهزایی به فراوانی یافت می شوند.

5) سرپانتینیت ها

- کانیهای سیلیکاته منیزیم دار موجود در سنگ های آذرین بازیک و اولترابازیک مانند دونیت ها، لرزولیت ها، هارزبورژیت ها در دگرگونی ضعیف بر اثر پدیده سرپانتیزاسیون کم و بیش به سرپانتین تبدیل می شود.

- بقایایی اولیوین و پیروکسن می توانند باشند که در این سنگ ها دیده می شود.

- سرپانتین شامل آنتیگوریت، لیزاردیت و کریزوتیل است.

- نوع کریزوتیل محصول هوازدگی و دگرسانی ضعیف اولترابازیک می باشد.

- بافت آنها شبکه مانند است.

- برخی در گوشته تولید و برخی دیگر در مجموعه های افیولیتی نزدیک کافت های اقیانوسی به وجود می آیند.

6) لیستونیت

- یک نوع سنگ متاسوماتیسم است که از نظر کانی شناسی ساده و از سرپانتین و یک کانی کربناته مانند کلسیت، دولومیت و منیزیت تشکیل شده است.

- این سنگ ها بیشتر در رابطه با سنگ های اولترابازیک به ویژه سرپانتیت ها هستند.

- اغلب کمی Si آزاد دارند.

7)رودنژیت

- یک سنگ سیلیکاته فقیر از آلکالن و غنی از کربنات کلسیم می باشد.

- رودنژیت به رنگ روشن و توده ای دیده می شود.

- کانیهای تشکیل دهنده آن به طور عمده کانیهای کلسیم دار مانند گروسولار، هیدروگروسولار، اپیدوت، پرهنیت است.

- محصول متاسوماتیسم دمای بالای سنگ های گابرویی یا دلریتی در ارتباط با مجموعه های عظیم سرپانتینی است.

سایر سنگ های دگرگونی

اکلوژیت

- سنگ های توده ای بسیار سخت و اساسا متشکل از دو کانی اصلی گارنت و کلینوپیروکسن است.

- گارنت از نوع آلماندن و پیروپ و کلینوپیروکسن از نوع آمفاسیت می باشد.

- پلاژیوکلاز در این سنگ ها وجود ندارد.

- کیانیت کانی مهمی است که در بعضی از اکلوژیت ها دیده می شود.

- روتیل به صورت کانی ثانوی در آنها فراوان است.

شارنوکیت

- شارنوکیت نوعی گرانوفلس است که دراثرحرارت و فشار زیاد یعنی تحت تاثیر دگرگونی شدید در حد رخساره گرانولیت متبلور می شود.

- کانیهای سازنده آن کوارتز، ارتوز، پلاژیوکلاز سدیم دار، هیپرستن و گارنت است.

- بافت آنها گرانوبلاستیک است.

- اگر در سری شارنوکیتی فلدسپار پتاسیم دار زیاد باشد نام سنگ شارنوکیت است.

- اگر فلدسپات سدیک زیاد باشد نام سنگ آندربیت است.

- از مهمترین مشخصات شارنوکیت ها دارا بودن کوارتز با رنگ سیاه است. این سیاه بودن به خاطر وجود سوزنهای روتیل در داخل بلورهای کوارتز است.

سنگ های دگرگونی اصابتی

- فشار بسیار زیاد است و اثرات حاصل از این دگرگونی باعث به وجود آمدن:

1) مخروط های خردشدگی

2) شکاف های بسیار ریز داخل کوارتز و فلدسپات

3) الماس از سنگ های کربن دار.

4) فرم فشار بالای کوارتز یعنی کوئیزیت و استیوشویت در سنگ های سیلیس و ماسه سنگ ها.

5) سنگ سوئویت: در نتیجه ذوب بخشی از سنگ، که قسمت های ذوب نشده را مانند سیمان بهم متصل می کند.

6) شیشه های اصابتی در نتیجه ذوب کامل سنگ

سنگ های دگرگونی هیدروترمال

- شامل کلیه تغییرات شیمیایی یا کانی شناسی است که در نتیجه سیالات ماگمایی یا محلول های هیدروترمال بر روی سنگ های داغ به وجود می آید.

- متاسوماتیسم در واقع یک نوع دگرگونی هیدروترمال محسوب می شود.

- نوع کانیهایی که در لایه دگرسان شده به وجود می آید بستگی به:

1) ترکیب کانی شناسی سنگ اولیه

2) ترکیب سیالاتی که در دسترس است.

3) دما و فشار

شدت و گسترش دگرگونی هیدروترمال بستگی دارد به:

1) تراوایی سنگ میزبان

2) ساختمان اولیه سنگ میزبان

3) ترکیب شیمیایی و کانی شناسی سنگ میزبان

4) عمقی که سنگ میزبان دچار دگرسانی می شود.

5) حجم محلولهای هیدروترمال

6) دما و فشار محلولهای هیدروترمال که تابع عمق استقرار توده نفوذی و نوع آن است.

7) قدرت انتشار

8) شرایط PH و EH

برخی از پدیده های دگرسانی به طور توام انجام می شود.

پروپلیتی شدن

در حد رخساره شیست سبز اتفاق می افتد. اگر سنگ های آتشفشانی به ویژه آندزیت ها در معرض محلولهای هیدروترمال قرار بگیرند. مجموعه ای از کانیهای کوارتز+ کلریت + اپیدوت + کلسیت + کانیهای رسی تبدیل می شوند و رنگ سبز به خود می گیرند که به این پدیده پروپلیتی شدن می گویند.

سرسیتی شدن

این دگرسانی با خروج عناصری مانند سدیم، کلسیم، منیزیم و همچنین پلاژیوکلازها همراه است و به جای آن میکاهای ریز (سرسیت) جایگزین می شوند. این پدیده مربوط به حرارت پایین است.

آرژیلیتی شدن

این پدیده در محیط های اسیدی اتفاق می افتد و عناصری مانند سدیم، پتاسیم، کلسیم از محیط خارج می شوند و به جای آن کانیهای رسی به وجود می آیند.

سایر آلتراسیون های دیگر از جمله (آلونیتی شدن، کلسیتی شدن، پرهنیتی شدن، آلونیتی شدن، کلریتی شدن، سوسوریتی شدن، اپیدوتی شدن) هم دیده می شود.

آدینول

سنگی است که در اثر تاثیر محلولهای هیدروترمال سدیک در سنگ های رسی، در حاشیه توده های نفوذی بازیک غنی از سدیم تشکیل می شود. آدینول سنگی سرشار از آلبیت است.

سنگ های مربوط به دگرگونی زیر کف اقیانوس

- این دگرگونی در محل بافت های اقیانوسی صورت می گیرد. آب دریا در داخل شکستگی های کف اقیانوس رفته رفته گرم می شود و با حل کردن گازهای آتشفشانی در خود خاصیت اسیدی پیدا می کند و قادر است که کانیهای کف اقیانوس را دگرسان کند.

1) **سنگ های مربوط به درجات خیلی ضعیف**: این سنگ ها در بخش سطحی قرار دارند و دارای پلاژیوکلازهای سالم و دست نخورده هستند که بین آنها را شیشه دویتریفیته پر کرده است. (یعنی از حالت شیشه خارج شده است) وجود اسمکتیت به جای خمیره شیشه ای در بازالت مشخص کننده ضعیف ترین درجه دگرگونی است.

2) **سنگ های درجه ضعیف**: در اعماق پایین تر دیده می شوند، جایی که به علت افزایش درجه حرارت، شدت دگرگونی بیشتر است. مجموعه کانیهای پلاژیوکلاز + اکتینولیت + کوارتز + کانیهای اپک گرینستون (سنگ سبز) در این شرایط به وجود می آید.

3) **سنگ های درجه متوسط**: درجه حرارت افزایش می یابد. مجموعه کانیهای پلاژیوکلاز + کوارتز + هورنبلند + دیوپسید + کانی های اپک این مجموعه در تحتانی ترین بخش دایکهای صفحه ای ظاهر می شود.

4) **سنگ های دگرگونی درجه شدید**:

1)**میگماتیت ها**

- کلمه میگما در زبان یونانی به معنی مخروط است و اولین بار توسط هولم جهت توصیف سنگ های گنیس مانند که به نظر آمیخته ای با منشاء دوگانه بوده اند تعریف شده است.

- میگماتیت ها در واقع سنگ هایی هستند که بخشی از آنها شبیه گرانیت و بخشی دیگر آن گنیس است.

- **پالئوسوم**: به سنگ های مادر یا اولیه سنگ های دگرگونی اطلاق می شود.

- **نئوسوم**: به بخش های جدیدی که در اثر دگرگونی پالئوسوم حاصل می شود گفته شده است.

- نئوسوم به دو بخش تقسیم شده است:

- **لوکوسوم**: یا بخش روشن یا بخش گرانیتی که حاوی کانیهای روشن مانند کوارتز و فلدسپات است.

- **ملانوسوم**: یا مجموعه تیره یا بخش گنیس که غالبا سرشار از کانیهای فرومنیزین مانند بیوتیت، هورنبلند، کردیریت است.

انواع میگماتیت ها

1) **میگماتیت نوع آگماتیت**: میگماتیت هایی که ساخت برشی دارند.

2) **میگماتیت نوع فلبیتی**: حالت رگه ای دارد.لوکوسوم به صورت رگه های نامنظم دیده می شود.

3) **میگماتیت نوع نبولیتی**: که حالت شبخ و ابرمانند دارد، تکه های ابری شکل لوکوسوم به ابعاد چند سانتی متری ددر متن تحول یافته سنگ قرار دارد.

4) **میگماتیت نوع شیلرن**: که کانی های دیرگداز حالت چین های متعدد می گیرد. در این ساخت سنگ به صورت نوارهای منظم تیره و روشن دیده می شود و این نوارها در انتها باریک شده و شکل مخروطی دارند.

5) **میگماتیت نوع افتالمیتی**: که پر از اشکال بادامی شکل یا چشمی است و لوکوسوم به صورت دوکی شکل در آمده است و ملانوسوم به صورت قشر نازکی بین آنها قرار دارد و این بافت در آمبرشیت ها دیده می شود.

آمبرشیت: نوعی میگماتیت است که بافت و ساخت آن به صورت چشمی دیده می شود. حدفاصل چشم ها به وسیله ورقه های بسیارنازک کانیهای فرومنیزین از هم جدا می شود.

میگماتیت ها محصول ذوب بخشی یا آناتکسی شیست ها هستند که در دمای بسیار بالای دگرگونی به وجود می آیند.

2) **آناتکسیت ها**

به تمام سنگ هایی که در اثر پدیده ذوب بخشی به وجود می آیند آناتکسیت اطلاق می شود. چون سنگ های گرانیتی دارای کمترین نقطه ذوب هستند لذا آناتکسیت ها عمدتا ترکیب گرانیتی دارند.

گرانیت آناتکسی

- سنگ های رسی معمولا در دمای حدود720°c و فشار 2 تا 3 کیلوبار شروع به ذوب شدن می نماید. در اثر ذوب مایعی با ترکیب گرانیتی حاصل می شود.

- گرانیت ها علاوه بر منشاء آذرین منشاء رسوبی نیز دارند.

- گرانیت های رسوبی سفید رنگ می باشند. در حالیکه گرانیت های ماگمایی ممکن است تیره رنگ باشند.

- گرانیت های رسوبی فقیر از میکا و فاقد میکروپرتیت و حاوی کانیهای دگرگونی هستند اما گرانیت های ماگمایی غنی از میکا و حاوی بلورهای اتومورف پلاژیوکلاز می باشند.

نکات کلیدی

- در دگرگونی های درجه ضعیف، حدود کانیهای سنگ اولیه، تقریبا دست نخورده برجا می ماند.
- بررسی شکل هندسی و ترکیب کانیهای هر سنگی که شکل اولیه خود را از دست داده و دگرگون شده باشد را فابریک گویند. این اصطلاح بیشتر در مورد سنگ های دگرگونی به کار رفته و شامل بافت، ساخت و جهت یافتگی سنگ هم می باشد.
- مجموعه کانیایی دو نوع اسکارن منیزیم دار و آهکی با هم متفاوت است:

لازوریت + فلوگوپیت + دیوپسید + اسپینل + فورستریت ⟵ اسکارن منیزیم دار

سایر کانیهای کلسیم دار + شیلیت + ایدوکراز + ولاستونیت + گروسولار + هدنبرژیت + دیوپسید ⟵ اسکارن آهکی

- شارنوکیت، گرانیت هیپرستن داری است که در حد رخساره گرانولیت دگرگون شده است.
- اکلوژیت ها به دو طریق به دست می آید (در آزمایشگاه):

1) در حالت جامد: از تغییر و تبدیل بازالت در فشار زیاد و درجه حرارت متوسط ⟵ یک سنگ دگرگونی است.

2)از تبلور مایع بازالتی در فشار زیاد و حرارت کم ⟵ یک سنگ آذرین است.

- هورنفلس، سنگ ویژه دگرگونی مجاورتی است که بر اساس ترکیب سنگ اولیه دارای کانی شناسی و بافت متفاوتی است به طوریکه به هورنفلس آهکی، مرمر می گویند. بافت این سنگ ها گرانوبلاستی است.
- اسیلیت، فیلیت، شیست، آمفیبولیت، گنیس و گرانولیت به ترتیب درجات ضعیف به شدید دگرگونی ناحیه ای را نشان می دهد.
- بافت کلیفتی ویژه اکلوژیت است. اکلوژیت از امفاسیت و آلماندن- پیروپ می باشد.
- به هورنفلس های کالک سیلیکاته، اسکارن یا هورنفلس پگماتیتی می گویند. اسکارن ها به علت کانی های آهن، سرب، روی و مولیبدن دارای ارزش اقتصادی هستند.
- گریزن نوعی اسکارن است که از متاسوماتیسم سنگ های گرانیتی به وجود می آید و دارای فلئورین زیاد است.
- شارنوکیت را گرانیت هیپرستن دار می گویند.
- آندربیت شارنوکیت سدیک است.
- کوارتز دودی را می توان در شارنوکیت ها یافت که این رنگ به علت وجود روتیل سوزنی است.

- دگرگونی کف اقیانوسی را می توان در محل ریفت های اقیانوسی یافت که عامل اساسی این دگرگونی سیالات ماگمایی است.
- از انواع دگرگونی های هیدروترمال می توان به پروپلیتی شدن، سریسیتی شدن و آرژیلیتی شدن اشاره کرد.

نمونه سوالات تستی

1- **در میگماتیت ها قسمت ذوب نشده چه نام دارد؟**

1) رستیت 2) موبیلیزا 3) میگما 4) نئوزوم

2- **کلیفیتیزاسیون عبارت است از تبدیل:**

1) پلاژیوکلازها به اپیدوت، کوارتز،کلسیت، کریت 2) کلینوپیروکسن به هورنبلند سبز و اکتینوت

3)گارنت- کلریت و اپیدوت 4) فلدسپات ها به هیدروآرژیلیت

3- **فرق هورنفلس با اسکارن**

1) در ترکیب سنگ مادر اولیه آنهاست.

2) در درجه دگرگونی آنهاست.

3) اولی در دگرگونی مجاورتی و دومی خاص دگرگونی ناحیه ای

4) در نوع دگرگونی (ایزو یا آلوشیمیایی) است.

4- **یک دونیت به مجموعه کانی های دانه درشت سرپانتین + تالک + آمفیبول + منیزیم دار تبدیل شده است. نام سنگ حاصل چیست؟**

1) آمفیبولیت 2) تالک شیست 3) سرپانتینیت 4) شیست سبز

5- **فرق گرانولیت با اکلوژیت در چیست؟**

1) اولی دارای پلاژیوکلاز و دومی فاقد آن است. 2) اولی بدون پلاژیوکلاز و دومی دارای آن است.

3) اولی دارای هورنبلند و دومی دارای پیروکسن است. 4) اولی دارای فلوگوپیت و دومی فاقد آن است.

6- **فرق فیلیت با اسلیت کدام است؟**

1) اولی در حد دگرگونی ضعیف تر از دومی نشان می دهد.

2) اولی درجه دگرگونی شدیدتر از دومی نشان می دهد.

3) اولی در دگرگونی دینامیکی و دومی در دگرگونی ناحیه ای به وجود می آید.

4) هیچ فرقی باهم ندارند.

7- سنگ مادر هورنفلس سیلیمانیت و کوردیریت دار چیست؟

1) سنگهای آذرین بازیک 2) مارن

3) سنگهای رسی 4) دیوریت ها و گرانودیوریت ها

8- کدام یک از شیست ها در درجه حرارت بیشتری تشکیل شده اند؟

1)گارنت مسکویت شیست 2) سیلیمانیت بیوتیت شیست 3) استارولیت میکاشیست

4)کلریت اپیدوت شیست

9- کالک شیست سنگی است .....

1) ناشی از سنگ های آهکی خالص 2) حاصل از دگرگونی ناحیه ای سنگ های آهکی ناخالص

3) حاصل از دگرگونی سنگ های آذرین مافیک 4) متشکل از کانیهای کلسیت،میکا، کردیریت

10- ترتیب ظهور کانی ها در دگرگونی پیشرونده آهک های دولومیتی کدام است؟

1) تالک ← ترمولیت ← دیوپسید 2) ترمولیت ← تالک ← دیوپسید

3) تالک ← فورستریت ← ترمولیت 4) فورستریت ← ترمولیت ← دیوپسید

11- کانی های شاخص یک اکلوژیت کدامند؟

1) پیروپ + هیپرستن ± پلاژیوکلاز 2) اولیوین + امفاسیت + پلاژیوکلاز

3)پیروپ + امفاسیت بدون پلاژیوکلاز 4)پلاژیوکلاز + امفاسیت ± پیروپ

12- چه کانی هایی معمولا می توانند در قسمت ملانوسوم میگماتیت ها دیده شوند؟

1) مسکویت، بیوتیت، کوارتز، فلدسپات و آندالوزیت 2) بیوتیت، هورنبلند، کوردیریت، گارنت و سیلیمانیت

3) بیوتیت، اکتینولیت، اپیدوت، هونبلند و گارنت 4) مسکویت، بیوتیت، اسفن، گارنت و اکسیدهای آهن

13- در زیر میکروسکوپ چگونه می توان کوردیریت را در یک اسلیت لکه دار تشخیص داد؟

1) به صورت بلورهای چهارگوش خاکستری با گوشه های تیره رنگ اکسیدهای اپک

2) به صورت بلورهای سوزنی دسته علفی و رنگ خاکستری و حاوی کله های تیره

3) به صورت پورفیروبلاست و حاوی انکلوزیون زیاد و رنگ آبی خاکستری

4) به شکل پورفیروبلاست تیره رنگ که از حاشیه به سریسیت تبدیل شده است.

14- نام مناسب میلیونیت هایی که فاقد قطعات درشت (پوفیروکلاست) باشد کدام است؟

1) اولترامیلیونیت 2) پروتومیلیونیت 3) کاتاکلازیت 4) فلیزر

15- بافتی از سنگ های دگرگونی که در آن کانیهای درشت (پورفیروکلاست) باشد چه نام دارد؟

1)کاتاکلاستیکی 2) میلیونیتی 3) چشمی یا اوگن 4) مورتار

16- منشاء گریزن کدام است و کانسار مهم آن کدام است؟

1)دگرگونی هیدروترمال سنگ های آذرین بازیک- پلاتین 2)فنیتی شدن سنگ های گرانیتی- اورانیوم و توریوم

3)متاسوماتیسم سنگ های گرانیتی- قلع 4)دگرگونی هیدروترمال گابرو- نیکل و کبالت

17- سنگ دگرگونی خردشده ای که بتوان کانی ها و بافت سنگ مادر را در آن تشخیص داد چه نام دارد؟

1) پسودوتاکی لیت 2) فیلونیت 3)کاتاکلازیت 4) میلیونیت

18- کدام سنگ محصول دگرگونی شیل است؟

1)کوارتز+ هدنبرژیت + فایالیت + منیتیت 2) مسکویت + بیوتیت + استارولیت + کردیریت

3) منیزیت + آنتوفیلیت + ترمولیت + کردیریت 4)هورنبلند+پلاژیوکلاز+بیوتیت+آلماندن

19- به سنگ حاصل از ذوب بخشی در طی دگرگونی مجاورتی که دارای شیشه است چه می گویند؟

1) اسکارن 2) بوکیت 3) تاکتیت 4) میگماتیت

20- سنگ دگرگونی متشکل از کوارتز+ موسکویت که از متاسوماتیسم سنگ های گرانیتی به وجود می آید چه نام دارد؟

1) اسکارن 2)گریزن 3) موسکویت شیست 4) هالفلینا

21- مهمترین سنگ های دگرگونی که معمولا به همراه افیولیت ها یافت می شوند کدام است؟

1) شیست آبی 2) هورنفلس رسی

3)گرانولیت های کالک- سیلیکاته 4) هورنفلس بازیک

22- **در یک سنگ دگرگونی، پورفیروبلاست های گارنت در زمینه ای از کوارتز+ بیوتیت+ کلریت قرار دارد.**

دلیل وجود پورفیروبلاست مزبور چیست؟

1) انرژی سطحی زیاد گارنت نسبت به سایر کانی ها 2) انرژی سطحی کم گارنت نسبت به سایر کانی ها

3) عناصر سازنده گارنت در سنگ مادر زیاد بوده است. 4) سنگ مادر واجد گارنت های درشت بوده است.

23- **سنگ مادر اسلیت** .....

1) شیل و مادستون 2)کانی های رسی 3)گری وک 4) پلیت

24- **در اسلیت های لکه دار جنس لکه از**:

1) کیاستولیت 2) آندالوزیت یا کردیریت 3)کائولینیت 4)کلریت

25- **کدام سنگ محصول دگرگونی ناحیه ای یا مجاورتی یا محصول متاسوماتیسم است؟**

1)کوارتزیت 2) شیست 3) فیلیت 3) شارنوکیت

26- **شیست های لکه دار جز کدام یک از انواع دگرگونی می باشند؟**

1) هیدروترمال 2) مجاورتی 3) دینامیکی 4) ضربه ای

27- **کدام کلیواژ، کلیواژ اسلیتی می باشد؟**

1)کلیواژ شکستگی 2)کلیواژ جریانی 3)کلیواژ خطی 4)کلیواژ درزه ای

28- **شیستوزیته عبارت است از**:

1)کلیواژ صفحه ای 2)کلیواژ شکستگی 3)کلیواژ خطی 4)کلیواژ جریانی

29- **وقتی شیل ها تحت تاثیر دگرگونی حرارتی قرار می گیرند حاصل دگرگونی آنها چیست؟**

1) هورنفلس ها 2) اسلیت ها 3) فیلیت ها 4) شیست ها

30- **کدام یک از سنگ های دگرگونی زیر عمدتا از هورنبلند و پلاژیوکلاز تشکیل شده اند؟**

1) آمفیبولیت 2) هورنبلندیت 3) اکلوژیت 4) شیست آبی

31- **فرایند کامل و گدازش سنگ ها همراه با تشکیل نئوماگما را** ..... **می گویند.**

1) آناتکسی 2) بازپیدایی 3) فرا دگرگونی 4) خود دگرگونی

32- کدام یک از سنگ های زیر نشان دهنده ساخت دانه ای نمی باشد؟

1)آدینول 2)مرمر 3)اسکارن 4)کوندالیت

33- متداول ترین کانی فرعی اکلوژیت ها کدام است؟

1) روتیل 2) زوئیزیت 3) ایلمنیت 4) اسفن

34- کدام یک از گزینه های زیر توسط تبادل متاسوماتیزم قلیایی های شکل می گیرند.

1) میرمکیت 2) فنیت 3) آدینول 4) سریسیت

35- سنگ های گنیسی که منشاء آنها رسوبات دگرگون شده است را ..... می گویند؟

1) اورتوگنیس ها 2) پاراگنیس 3)گنیس های چشمی 4) فیلونیت

36- هورنفلس های شیشه ای یک ..... می باشد.

1) سنگ هورنفلس گداخته شده ای است که به طور جزئی در زینولیت ها تشکیل می شود.

2) سنگ دانه ریز فلنیتی شکل که توسط دگرگونی بسیار زیاد شکل گرفته است.

3) سنگ شکل گرفته توسط فروپاشی مکانیکی گری وکها است.

4) سنگ گرانولیتی دانه ریز است.

37- ترکیب شیمیایی اکلوژیت ها کاملا مانند ..... می باشد.

1) توله ایت های قاره ای 2) توله ایت های اقیانوسی 3) اسپلیتها 4)گرانودیوریت ها

38- آمفیبولی که شاخص فشار بالا و دمای کم محیط می باشد چه نامیده می شود؟

1) هورنبلند 2) ترمولیت 3) اکتینولیت 4)گلوکوفان

39- گرایزنی شدن چگونه فرایندی است؟

1) دگرسانی پنوماتولیتیک 2) دگرسانی ماگمایی 3) دگرگونی متاسوماتیزم 4) آلتراسیون دگرگونی

40- میگاتیت ها حاصل چه فرایندی هستند؟

1) دگرگونی پیشرونده 2) فرا دگرگونی 3) متاسوماتیزم 4) باز پیدایی

41- **میگماتیت های که دارای آثار یا لکه هایی از بافت و عناصر اولیه ای هستند که به طور کامل از بین رفته اند را چه می نامند؟**

1) آلکاتیت ها 2) نبولیت ها 3)کورسیتها 4) آناتکسیت ها

42- **حمل کننده اصلی سدیم دار اکلوژیت ها کدام یک از موارد زیر است؟**

1)آلبیت 2)پارگونیت 3)گلوکوفان 4)ژادئیت

43- **کانیهای گلوکوفان و ژادئیت نشان دهنده کدام یک از موارد زیر است؟**

1) فشار بالا و دمای پایین

2) فشارهای بالا

3) در دماهای بالا و فشار های بالا

4) هیچکدام از موارد بالا

44- **میگماتیت نوع افتالمیتی با کدام تعریف سازگار است؟**

1) میگماتیت با حالت رگه ای

2) دارای کانیهای دیرگداز با چین های متعدد

3)گزینه الف و ب

4) میگماتیت دارای اشکال بادامی و چشمی

45- **هورنفلس ها بطور کلی دارای چه بافتی می باشند؟**

1) بافت پورفیروبلاستیک 2) بافت گرانوبلاستیک

3) بافت پورفیروبلاستیک و گرانوبلاستیک 4) بافت ورقه شده

46- **ساخت شیلرن در میگماتیت ها نتیجه چیست؟**

1) دگرگونی درجه شدید

2) تبلور دوباره کانیها در مناطق خاص آن

3) چین خوردگی کانیهای دیرگداز بر اثر مهاجرت مواد

4) ذوب کانیهای آبدار و پابرجا ماندن کانیهای بی آب

47- **از سنگ های دگرگونی زیر کدامیک فراوان ترند؟**

1) شیست 2) فیلیت 3) اسلیت 4) مرمر

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

در میگماتیت ها قسمت ذوب نشده یا تیره ملانوسوم نام دارد که از ترکیبات دیرگداز هست. گاهی رستیت یا باقیمانده هم می گویند.

2- **گزینه 2 صحیح است**.

3- **گزینه 4 صحیح است زیرا**:

اسکارنها معمولا از تاثیر محلولهای توده ای نفوذی بر سنگ های آهکی مجاور به وجود می آیند که به همین علت به آنها نهشته های متاسوماتیک گفته می شود. پس در یک سیستم باز به وجود می آیند و فرق آنها با هورنفلس در این است پس اسکارنها محصول دگرگونی آلوشیمی و هورنفلس ها محصول دگرگونی ایزوشیمیایی یا توپوشیمی می باشد.

4- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

تالک شیست ها از دگرگونی سنگ هایی مانند دونیت، پیروکسنیت و پریدوتیت به وجود می آیند که دانه متوسط تا دانه درشت می باشند و با کانیهای سرپانتین + تالک + آمفیبول منیزیم دار مشخص می شود.

5- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

گرانولیت ها دارای پلاژیوکلاز هستند، ولی اکلوژیت ها دارای پیروکسن نوع امفاسیت و پیروپ می باشد.

6- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

فیلیت درجه دگرگونی شدیدتری نسبت به اسلیت نشان می دهد، اسلیت ← فیلیت ← شیست

7- **گزینه 3 صحیح است**.

8- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

چون سیلیمانیت مربوط به درجات شدید است و همچنین بیوتیت هم نسبت به کلریت و مسکویت مربوط به حرارت بالاتری است.

9- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

آن دسته از سنگ های آهکی که از کربنات کلسیم خالص تشکیل شده باشند، در دگرگونی اهمیت چندانی ندارند. همچنین کالک شیست هایی که از دگرگونی شیست های غنی از کلسیم، سنگ های آهکی و دولومیتی رس دار به وجود می آیند یعنی سنگ های آهکی که ناخالصی دارند.

10- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

با افزایش درجه دگرگونی یک آهک دولومیتی به ترتیب تالک، ترمولیت و دیوپسید تشکیل می شود.

11- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

پیروپ + امفاسیت بدون پلاژیوکلاز کانی شاخص اکلوژیت است.

12- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

بیوتیت، هورنبلند، کردیریت و سیلیمانیت می تواند در قسمت های ملانوسوم میگماتیت ها دیده شوند.

13- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

کردیریت یک پورفیروبلاست است که در شرایط تغییرات دگرگونی رشد می کنند.

14- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

زیرا در اثر خردشدگی شدید دانه ها بسیار ریز می باشد.

15- **گزینه 2 صحیح است**.

16- **گزینه 3 صحیح است**.

17- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

گریزن ها در اثر متاسوماتیسم فلدسپات ها و مسکویت های برخی از گرانیت ها در اثر عبور سیالات حاوی فلوئور، بر، لیتیوم، تنگستن و قلع ایجاد می شوند و حاوی تورمالین، کوارتز، توپاز و لیپدولیت است.

18- **گزینه 3 صحیح است**.

19- **گزینه 2 صحیح است**.

20- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

گریزن: یک سنگ گرانیتوئیدی دگرسان شده است که در اثر نفوذ هیدروترمال تولید می شود. کانیهای اصلی آن کوارتز، مسکویت و لیپدولیت است.

21- گزینه 1 صحیح است.

22- گزینه 1 صحیح است.

23- گزینه 1 صحیح است.

24- گزینه 2 صحیح است.

25- گزینه 1 صحیح است.

26- گزینه 2 صحیح است.

27- گزینه 2 صحیح است.

28- گزینه 1 صحیح است.

29- گزینه 1 صحیح است.

30- گزینه 1 صحیح است.

31- گزینه 2 صحیح است.

32- گزینه 1 صحیح است.

33- گزینه 1 صحیح است.

34- گزینه 3 صحیح است.

35- گزینه 2 صحیح است.

36- گزینه 1 صحیح است.

37- گزینه 2 صحیح است.

38- گزینه 4 صحیح است.

39- گزینه 2 صحیح است.

40- گزینه 3 صحیح است.

41- گزینه 4 صحیح است.

42- گزینه 4 صحیح است.

43- گزینه 1 صحیح است.

44- گزینه 4 صحیح است.

45- گزینه 3 صحیح است.

46- گزینه 3 صحیح است.

47- گزینه 2 صحیح است.

بخش سوم: سنگ شناسی رسوبی

فصل ششم: سنگ های کربناته

در تشکیل این سنگ ها فرایندهای بیولوژیکی و شیمیایی تاثیر گذار هستند، هر چند ته نشست غیر آلی $CaCO_3$ از آب دریا نیز انجام می شود. غالب آهک ها در دریا تشکیل می شوند. سنگ های کربناته مثل تراورتن و آهک های کالیچی در خشکی تشکیل می شوند.

سنگ های کربناته در مناطقی که آب دارای گرمای مناسب و فاقد ذرات ریز تخریبی تشکیل می شوند.

شرایط تشکیل رسوبات کربناته

1- **درجه حرارت**: امروزه رسوبات کربناته در آب های گرم، عرض های جغرافیایی پایین (40-0) درجه تشکیل می شوند.

2- **عمق**: در آبهای کم عمق و اکثرا تا عمق 200 متری می توانند تشکیل شوند (شلف یا فلات قاره) که به این قسمت کارخانه آهک سازی می گویند.

3- **شوری**: بایستی در حد نرمال باشد.

4- **میزان ورود مواد تخریبی**: موجب کدر شدن آب دریا و جلوگیری از زیست موجودات می شود که باید کم باشد. پس آهک ها در مناطق فعال تکتونیکی تشکیل نمی شوند و یکی از دلایل عدم تشکیل آن ها در کامبرین همین موضوع است.

اجزاء تشکیل دهنده رسوبات کربناته

از کلسیت (پرمنیزیم و کم منیزیم) و یا آراگونیت و به مقدار زیادی نیز دولومیت، پیریت و کوارتز، تشکیل شده اند. کلسیت کم منیزیم دارای کمتر از 4% مول $MgCO_3$ و کلسیت پرمنیزیم دارای بیش از 4% $MgCO_3$ می باشند. آراگونیت منیزیم کمی دارد و گاهی به جای استرانسیوم می نشیند. از لحاظ پایداری کلسیت کم منیزیم پایدار تر از کلسیت پرمنیزیم و کلسیت پرمنیزیم پایدارتر از آراگونیت است.

آراگونیت< کلسیت پرمنیزیم< کلسیت کم منیزیم (به ترتیب افزایش پایداری)

پوسته هر کدام از موجودات آهک ساز یکی از جزء بالا تشکیل شده است.

دوکفه ای ها: آراگونیت و کلسیت کم منیزیم یا ترکیبی از آنها، اکثرا آراگونیتی است.

گاستروپودها: آراگونیتی یا آراگونیت + کلسیت

براکیوپودها: اکثرا کلسیت کم منیزیم

سفالوپودها (سرپایان): آراگونیت مثل آمونیت

پتروپودها: آراگونیت

اکتینودرم (خارپوستان): کلسیت پرمنیزیم

بریوزوآ: آراگونیت و کلسیت پرمنیزیم

فرامینیفرها: کلسیت پرمنیزیم (انواع بنیتیک) و کلسیت کم منیزیم (انواع پلاژیک)

مرجان ها

الف) هگزاگونال ها: آراگونیت

ب) تتراگونال: کلسیت کم منیزیم

تریلوبیت: کلسیت کم منیزیم

جلبک ها

الف) جلبک قرمز: آراگونیت و کلسیت پرمنیزیم

ب) جلبک سبز: آراگونیت

ج) جلبک زرد- سبز: کلسیت کم منیزیم

د) جلبک آبی - سبز: کلسیت کم منیزیم

اجزاء سنگ های آهکی

اجزاء این سنگ ها با به 4 گروه تقسیم می کنند:

الف) دانه های غیر اسکلتی

ب) دانه های اسکلتی

ج) میکرایت

د) سیمان

الف) ذرات غیر اسکلتی

این ذرات شامل اووئیدها، پیزوئیدها، پلیت ها، اینتراکلست، آگرگات می باشد.

اووئیدها

- دانه های کروی یا بیضوی شکل هستند که اندازه آنها کمتر از 2 میلی متر است.

- دارای یک هسته از جنس خرده های اسکلتی، پلیت یا ذرات آواری از قبیل کوارتز می باشند.

- اووئیدها انواع متقارن و نامتقارن دارند.

اووئید ساده: اووئیدی که دارای یک لایه در اطراف هسته است.

اووئید مرکب: اگر بیشتر از یک لایه با ضخامت های تقریبا مساوی وجود داشته باشد. اووئید مرکب از انواع اووئید های متفارن می باشند.

- در اووئیدهای غیر متقارن ضخامت لایه ها در بخش زیرین اووئید بیشتر است.

فابریک شعاعی: اگر محور بلند آراگونیت مماس بر حلقه یا لایه زیرین قرار بگیرد ساختمان متحدالمرکز تشکیل می گردد ولی اگر این محورها به طور عمودی نسبت به سطح لایه زیرین قرار گیرد، فابریک شعاعی به وجود می آید. اووئیدهای عهد حار دارای فابریک شعاعی هستند و در آب های با درجه شوری بالا و محیط های دیاژنز تشکیل می شوند. اووئیدهای دارای فابریک شعاعی در محیط های آرام و اووئیدهای دارای فابریک مماسی در محیط های پرانرژی تشکیل می شوند.

ترکیب اووئیدها از آراگونیت، کلسیت کم و پر منیزیم می باشد.

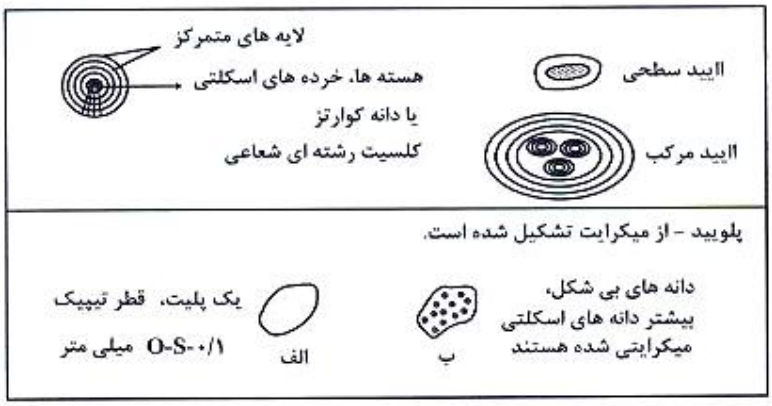
ترکیب اووئیدها بستگی به نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ ، مقدار CO_2 آب و میزان تلاطم محیط دارد ترکیب اووئیدها نسبت به زمان تغییر می کند. زمانی که سطح آب دریا بالاست و کف اقیانوس در حال گسترش است و از طرف دیگر عمل فرورانش پوسته صورت می گیرد که این عمل با دگرگونی سنگ ها و ایجاد CO_2 همراه است. کلسیت پرمنیزیم کانی غالب اووئیدها است. اما در محل باز شدن دو پوسته، بازالت ها، با آب تماس پیدا کرده و در نتیجه Mg^{2+} آب برای تشکیل کلریت و اپیدوت مصرف می گردد. در نتیجه نسبت $\frac{Mg}{Ca}$ کم می شود و لذا کلسیت کم منیزیم غالب است. اووئیدهایی که آراگونیتی هستند تشکیل قالب های اووئید را می دهند.

پیزوئیدها

دانه های کروی یا بیضوی شکل که بزرگتر از 2 میلی متر می باشند. اختلاف بین اووئیدها و پیزوئیدها علاوه بر اندازه آنها، چگونگی تشیکل نیز می باشد. دو نوع پیزوئید جلبکی و پیزوئید کالیچی شناخته شده اند. پیزوئیدهای جلبکی (آنکولیت) در محیط های کم عمق دریا با شوری درجه بالا تشکیل می شوند و پیزوئیدهای کالیچی در مناطق نیمه خشک بالای سطح ایستابی تشکیل می گردد.

پلیت ها و پلوئیدها

دانه های کروی، بیضوی یا زاویه داری هستند که کوچکتر از 2 میلی متر بوده و فاقد ساختمان داخلی اند. پلیت ها بر اساس فرایندهای دیاژنتیکی از بین می روند و ممکن است سنگ های آهکی بافت تجمعی یا لخته شده ای را نشان دهند که تحت عنوان گروملوس خوانده می شود.



اینتراکلست ها

به دانه های در حد ماسه یا بزرگتر که از نظر بافتی شبیه خرده سنگ ها در سنگ های آواری هستند اطلاق می شود. این دانه ها در اثر شکسته شدن مواد سختی که قبلا در حوضه رسوبی تجمع حاصل کرده اند، تشکیل می شوند.

گریپستون (اگرگات)

در اثر پیوستن خرده های اسکلتی، اووئیدها و پلیت ها به توسط سیمان به یکدیگر تشکیل شده اند. این دانه ها در محیط هایی که برای مدت کوتاهی آشتفته بوده و سپس برای مدت طولانی آرام می باشد، تشکیل می گردند. این دانه ها در سنگ های آهکی قدیمه غالبا یافت می شوند.

ب) خرده های اسکلتی

این ذرات که در فعالیت های متابولیکی موجودات زنده ترشح شده اند، از جنس کربنات کلسیم و سیلیس می باشند. خرده های اسکلتی کربنات کلسیم به دو دسته در حد ماسه و گراول خرده های دانه ریز کربنات کلسیم تقسیم می شوند. فراوانی ذرات اسکلتی سیلیسی به سه عامل زیر بستگی دارد:

1- میزان تولید پوسته های سیلیسی

2- فراوانی این پوسته ها نسبت به مقدار ذرات آواری و کربناته موجود در دریاها

3- انحلال پوسته های سیلیسی در کف اقیانوس ها

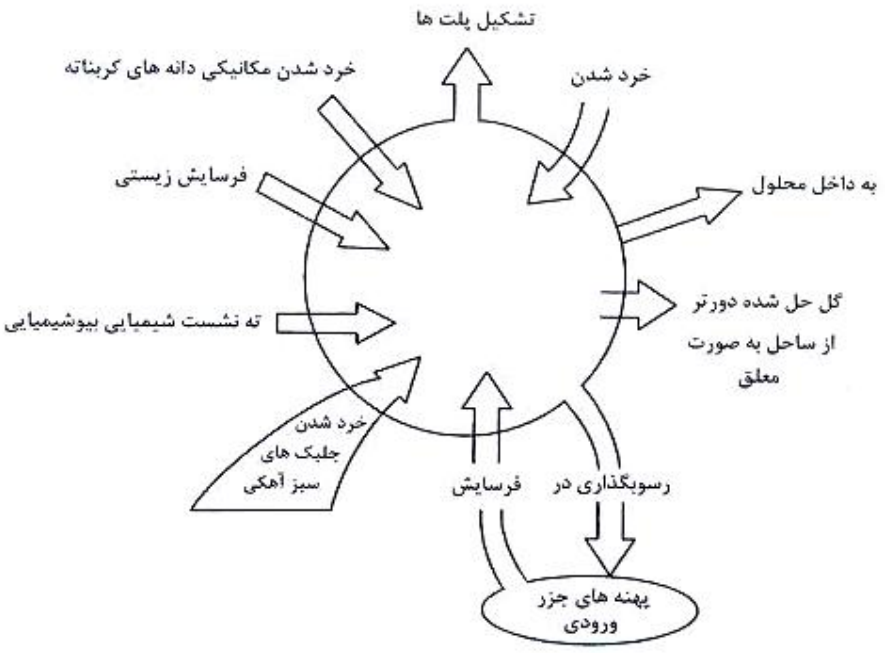
استروماتولیت ها

از تجمع جلبک های سیانوباکتری تشکیل می شوند و ناحیه وسیعی را به صورت پوشش جلبکی می پوشانند. بیشتر در نواحی بین جزرو مدی تا خارج جزرومدی وجود دارند.

استروماتولیت های انواع مختلفی دارند(مسطح، موج دار، گنبدی و ستونی) با افزایش انرژی محیط استروماتولیت ها از حالت لایه ای به سمت حالت ستونی تبدیل می گردند. استروماتولیت با لامیناسیون ضعیف و بافت توده ای را ترومبولیت می نامند که در نواحی بین جزر و مدی زیست می کنند. استروماتولیت های مسطح یکی از شواهد رخساره های بالای جرزومدی هستند. کمبود استروماتولیت های گنبدی و ستونی در فانروزوئیک خصوصا در رخساره های کم عمق دریایی نرمال، به فعالیت های گریزینگ موجودات به ویژه شکم پایان نسبت داده می شود.

ج) گل آهکی (میکرایت)

به ذرات آهکی کوچکتر از 4 میکرون گفته می شود. میکرایت همگن نیست و مستعد دگرسانی و دیاژنز می باشد. منـابع تامین آن متعدد می باشد و بخش اعظم آن از تخریب جلبک سبز تشکیل می شود.



گل های آهکی که مقدار بالایی آراگونیت دارند، حساسیت بیشتری به نئومورفیسم و تشکیل میکرواسپار خواهند داشت.

اگر نسبت $\frac{Mg}{Sr} < 2$ باشد منشاء جلبکی و در صورتی که بیش از 2 باشد منشاء غیر جلبکی را نشان می دهد.

رده بندی سنگ های آهکی

1- رده بندی گرابو

طرح طبقه بندی ساده ای است که بر اساس اندازه دانه، سنگ های آهکی را به سه دسته تقسیم کرده است:

الف) کلسی رودایت (بیشتر دانه ها بزرگتر از 2mm)

ب) کلسی لوتایت (بیشتر دانه ها کمتر از 62 میکرون)

ج) کالک آرنایت (بیشتر دانه ها بین 2 میلی متر و 62 میکرون)

2- رده بندی فولک

عمدتا براساس ترکیب بوده و اجزاء تشکیل دهنده را به دو دسته آلوکم ها و ارتوکم ها تقسیم کرده است:

آلوکم ها: شامل ذرات اسکلتی و غیر اسکلتی می باشند.

ارتوکم ها: شامل ماتریکس (عمدتا میکرایت) و سیمان (معمولا اسپارایت) هستند.

براین اساس 4 نوع سنگ آهک تشخیص داد:

آهک نوع(I): آلوکم دار اسپاری (محیط پرانرژی)

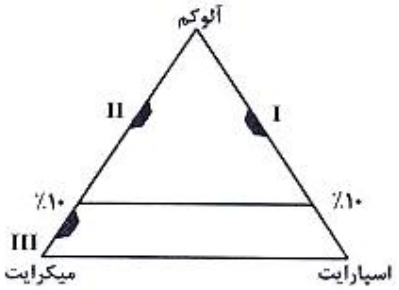
آهک نوع(II): آلوکم دار میکرایتی (محیط کم انرژی)

آهک نوع(III): آهک های میکرایتی که معیار داشتن کمتر از 10 درصد آلوکم است (کم انرژی). برای رده بندی دقیقتر باید به ترکیب و نسبت سیمان به ماتریکس و درصد آلوکم ها توجه نمود. بر این اساس یا مقدار آلوکم در سنگ بیش از 10 درصد است یا کمتر از 10 درصد.

آهک نوع IV: آهک های برجا نیر به آنها گفته می شوند که توسط موجودات ریف ساز ساخته می شوند مثل مرجان ها و بریوزوئرها.

این سنگ ها را به نام بیولیتایت یا بایوهرم می نامند که جزء سنگ های اتوکتونوس می باشد. این سنگ های معادل باندستون در طبقه بندی دانهام می باشند.

مقدار حجمی آلوکم		آلوکم ها بیش از 10%				آلوکم کمتر از 10 درصد	
		اینتراکلست بیش از 25%	3<سیمان ماتریکس (نوع I)	$3<$سیمان ماتریکس$<\frac{1}{3}$	3>سیمان ماتریکس نوع(II)	10>آلوکم>1	1>آلوکم>0
کمتر از 25% اینتراکلست	کمتر از 25% اووئید	سنگهای میکروکریستالین (III)					
		اووئید <25%	اینترا اسپاریت	اینترا اسپاریت با شکستگی کم	اینترامیکریت	میکریت اینتراکلست دار	میکرایت یا دیس میکریت یا دولومیکریت
		$3F/P>$	اوو اسپاریت	اوو اسپاریت با شکستگی کم	اوومیکریت	میکریت اووئیددار	
		$3F/P<\frac{1}{3}$	بایو اسپاریت	بایو اسپاریت با شکستگی کم	بایومیکریت	میکریت فسیل دار	
		پلسپاریت $3F/P>$	بایو پل اسپاریت	بایوپل اسپاریت با شکستگی کم	بایوپل میکریت	میکریت پلیت و فسیل دار	
			پلسپاریت	پلسپاریت با شکستگی کم	پل میکریت	میکریت پلیت دار	



رده بندی ابتدایی فولک

بعضی از انواع مثل اوواسپاریت و اینترا اسپاریت بیشتر از اوومیکریت و اینترا میکریت مشاهده مـی شـوند. بیومیکریـت و بیواسپاریت هردو در طبیعت معمولند. اگر اندازه دانه بیش از 2mm باشد پسوند رودایت اضافه می شود، به طور مثال به جای پلسپاریت واژه پلسپارودایت و به جای اوواسپاریت یا میکریت واژه اوواسپارودایت یا اوومیکرودایت بـه کـار مـی رود. این قضیه در مورد انواعی که نسبت فسیل به پلیت بیش از 3 است کمتر صدق می کند، چون پلیت هـا در طبیعـت کـم هستند.

در نامگذاری باید توجه داشت که اینترا مقدم بر اووئید و اووئید مقدم بر فسیل (بیو) می باشد. لذا اگـر سـنگی دارای 25 درصد اینتراکلست و 30 درصد اووئید باشد، باز هم کلمه اینترا اولویت دارد و نزدیکتر به نام سنگ می آید.

اگر آلوکم بین یک تا 10 درصد باشد، با ترکیب کاری نداشته و بیشترین آلوکم را در نظر می گیریم. مثلا اگر اینتراکلست بیشتر بود، حتی درصورت وجود اووئید نام سنگ به طور مثال میکریت اینتراکلست دار خواهد بود.

اگر سنگ از نوع I و II باشد به نسبت پلیت به فسیل توجه شود، اگر این نسبت 3 باشـد پلیـت حـذف مـی شـود و اگـر $\frac{1}{3}$ باشد فسیل حذف می شود و در صورتی که مابین این دو باشد هر دو واژه به کار می روند.

برای انواع متبلور جدول کوچک تقسیم بندی روبه رو به کار می روند. در واقع دولومیت های جانشینی می توانـد نـوع II این طبقه بندی باشد.

بیش لز 90% دولومیت	**90-50% دولومیت**	**50-10% دولومیت**	**10< دولومیت**
دولومیت	کلسی دولومیت	سنگ آهک دولومیتی	سنگ آهک

پس تقدم آلوکم ها به صورت زیر است: اینتراکلست< اووئید < فسیل یا پلیت

جزء مهم نزدیکتر اسم سنگ می آید، مانند Bio oomicrite یا Oointrasparite. اگر بیش از 10 درصد دولومیت در سنگ باشد، از لفظ دولومیت یا Dolomitic استفاده می شود، مانند Dolomitic sparite.

3- طبقه بندی دانهام

این طبقه بندی بر اساس بافت، در هنگام رسوبگذاری، برای سنگ های آهکی ارائه شده است. دانهام براساس اینکه اجزای تشکیل دهنده سنگ ها در هنگام رسوبگذاری بهم متصل شده و یا اینکه بعد از رسوبگذاری بهم متصل شده باشند آنها را به دو دسته اصلی تقسیم می کند.

دسته اول: شامل سنگ هایی است که اجزای تشکیل دهنده آنها هنگام رسوبگذاری بهم متصل شده اند. این سنگ ها باندستون (Boundstone) نامیده می شوند، از قبیل ریف ها، استروماتولیت، تراورتن.

دسته دوم: اجزای تشکیل دهنده این سنگ ها در هنگام رسوبگذاری بهم متصل نشده اند این سنگها بر اساس گلهای آهکی و یا اینکه فاقد آن باشند به 4 گروه زیر تقسیم می شوند:

1- گرینستون ها

2- پکستون

3- وکستون

4- مادستون

<table>
<tr><td rowspan="4">بافت رسوبی اولیه قابل تشخیص نیست</td><td colspan="5">بافت رسوبی اولیه قابل تشخیص است</td></tr>
<tr><td rowspan="3">مواد تشکیل دهنده اصلی سنگ در هنگام رسوبگذاری به هم متصل بوده اند.</td><td colspan="4">مواد اصلی تشکیل دهنده سنگ در هنگام رسوبگذاری بهم متصل نبوده اند</td></tr>
<tr><td rowspan="3">فاقد گل است و دانه ها به یکدیگر متصل شده اند.</td><td colspan="3">دارای گل است (ذرات در حد رس و سیلت ریز)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ماتریکس گلی کم است و قسمت عمده سنگ از دانه تشکیل شده است.</td><td colspan="2">دانه ها توسط ماتریکس به یکدیگر متصل شده اند.(سنگهای گلی)</td></tr>
<tr><td>سنگ های کربناته کریستالین</td><td>دانه ها کمتر از 10%</td><td>دانه ها بیشتر از 10 %</td></tr>
<tr><td>-</td><td>باندستون</td><td>گرینستون</td><td>پکستون</td><td>وکستون</td><td>مادستون</td></tr>
</table>

طبقه بندی سنگ های آهکی بر اساس بافت رسوبی (دانهام)

بافت و ساخت سنگ های آهکی

با استفاده از بافت می توان به میزان انرژی تشکیل سنگ آهک پی برد. وجود ماتریکس نشانگر انرژی کم و سیمان نشان دهنده انرژی زیاد تشکیل است.

در واقع انرژی زیاد اجازه نمی دهد ماتریکس به میزان زیاد در اجزاء سنگ دخالت کند و در نتیجه سیمان نقش اساسی را برای تشکیل سنگ بازی خواهد کرد.

د) سیمان

سیمان های کربناته بخش عمده ای از مواد پیونددهنده سنگ های کربناته را تشکیل می دهند. تخلخل موجود در رسوبات کربناته و از جمله تخلخل بین دانه ای، بر اثر ته نشست سیمان در شکافهای شبکه سنگ از بین می رود. ولی در گل های کربناته تخلخل مزبور بر اثر فشردگی و انحلال فشار در کنتاکت دانه ها کاهش می یابد. در سنگ های کربناته، سیمان اغلب به صورت کلسیت اسپاری وجود دارد که نحوه تشکیل آن بسیار متنوع است. در واقع در صورت نبودن ماتریکس میکریتی، خلل و فرج ما بین عناصر تشکیل دهنده سنگ را کلسیت اسپاری پر خواهد کرد. اندازه بلورهای اسپار بستگی به درشتی عناصر تشکیل دهنده سنگ و حفرات بین آنها دارد.

انواع بافت های حاصل از تشکیل سیمان

1- لایه بندی یا لامیناسیون (Layering or Lamination)

علاوه بر تغییر اندازه و جنس که در این ساخت نقش اساسی دارد، بر اثر انحلال فشاری (لایه بندی کاذب) و تشکیل سطوح انحلالی لایه بندی تشکیل می شود.

2- سطوح سخت (Hard Ground)

از ساخت های مخصوص سنگ های آهکی است که شامل سطوح سیمان شده ای هستند که در زیر آب تشکیل می شوند. در حقیقت هاردگراندها افقهای سیمانی شده همزمان با رسوبگذاری می باشند که در سطح یا دقیقا در زیر رسوب به وجود می آیند. زمانی که میزان رسوبگذاری کم باشد، تشکیل می شوند. به طور کلی دو نوع هاردگراند تشخیص داده شده است:

1- هاردگراندهای با سطح سائیده شده یا صاف که در مناطق کم عمق به وجود می آیند.

2- هاردگراندهای با سطح نامنظم که در مناطق عمیق دریا تشکیل می شوند.

تشخیص هاردگراندها مهم است، زیرا نشان دهنده سیمانی شدن زیردریایی همزمان با رسوبگذاری است.

3- ساخت چادر سرخ پوستی (Teppe)

از اشکال مشخص در سنگ های آهکی زیر منطقه جزرو مدی است. تی پی ها عبارتند از: قطع شدگی لایه بندی به فرم تاقدیس های کاذب می باشد. این ساخت به صورت برجستگی های تپه مانند در سواحل خارج جزرومدی و بین جزرومدی تشکیل می شود. این ساخت ها در لایه های آهکی پیزوئید دار ایجاد می شوند که بیشتر به خاطر سیمانی شدن و انبساط حاصل از سیمان تشکیل می گردند.

4- ساخت سطوح کارستی قدیمه (Paleokarest)

دراثر خروج آب از لایه های آهکی و قرارگیری آن ها در معرض آب های جوی و فرایند انحلال ایجاد می گردند. این سطوح با خاک های قدیمی همراه هستند. این ساختار در منطقه وادوز مشاهده می شوند.

5- ساخت های حفره ای(Cavity Structures)

این ساخت ها به سه نوع Fabric Selicted (انتخابی توسط فابریک) و NonFabric Selected (انتخاب شده توسط غیر فابریک) و Fabric Selected or not (انتخاب شده توسط فابریک یا غیر فابریک) تقسیم می شوند.

انتخابی توسط فابریک: تخلخل های بین ذره ای، درون ذره ای، روزنه ای، پناهگاهی و حاصل از رشد.

انتخاب شده توسط فابریک یا غیر فابریک: تخلخل های حاصل از خشک شدگی، بارو، بورینگ و تخلخل حاصل از برشی شدن.

انتخاب شده توسط غیر فابریک: تخلخل شکستگی، کانالی، حفره ای.

تخلخل هایی که توسط فابریک انتخاب می شوند و از آن تبعیت می کنند تخلخل اولیه و مابقی تخلخل ثانویه هستند.

یکی از ساختمان های حفره ای که از نوع تخلخل پناهگاهی(چتری) است ساخت ژئوپتال می باشد، که در آن بخش بالایی توسط سیمان اسپاریتی و بخش پایین با رسوب پر شده است. این ساختمان شاخص مفیدی برای تعیین جهت بالای لایه می باشد. حفرات رشدی در زیر اسکلت موجودات سازنده چارچوب نظیر مرجان ها و استروماتوئیدها، تشکیل می گردند.

تخلخل روزنه ای یا حفرات منظم اند یا به صورت لنزی، کشیده و لوله ای شکل می باشند.

دسته ای که نامنظمند از حفرات هم اندازه تشکیل می شوند.

1- **انواع چشم پرنده ای**: در اثر به دام افتادن حباب های هوا توسط امواج کف آلود ساحلی و یا در اثر تخمیر مواد آلی و فتوسنتز جلبک ها به وجود می آیند و شاخص نواحی بین جزرومدی و بالای جزرومدی است.

2- **حفرات استروماتاکتیس**: نوع دیگری از حفرات است که دارای سقف نامنظم، فاقد تکیه گاه و یک کف مسطح است و مشخص ریف های مرجانی هستند. این حفرات در اثر تخریب بخش های نرم موجودات ریف ساز به وجود می آیند.

دو نوع حفره که در سنگ های آهکی تا حدودی سخت شده یا سیمانی شده تشکیل می شود، ترک های ورقه ای و دایک های نپتونی است.

ترک های ورقه ای: معمولا حفراتی به موازات لایه بندی هستند که دارای دیواره مسطح می باشند.

دایک های نپتونی: لایه بندی را قطع نموده و ممکن است به طرف پایین تا چندین متر از یک سطح، لایه بندی خاصی ایجاد می کند.

ساخت های دیگری از قبیل ریپل مارک، فلوت کست و ... نیز در سنگ آهک ها مشاهده می شود.

دیاژنز سنگ های کربناتی

دیاژنز کربنات ها ارتباطی با فرایندهای مختلفی است که در محیط های نزدیک سطح دریا، متئوریک و به طرف پایین تا محیط دفن عمیق، صورت می گیرد. فرایندهای اصلی دیاژنز شامل، سیمانی شدن، تراکم، میکریتی شدن، نئومورفیسم، انحلال، دولومیتی شدن و سیلیسی شدن می باشد.

سیمانی شدن فرایند اصلی دیاژنتیکی است که یک سنگ آهک سخت را از رسوب سست به وجود می آورد. کانی شناسی سیمان به شیمی آب، به ویژه منشاء CO_2 و نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ و نرخ تامین کربنات بستگی دارد.

نئومورفیسم برای توصیف فرایندهای جانشینی و تبلور مجدد در جایی که ممکن است تغییری در کانی شناسی صورت گرفته باشد به کار می رود. مانند درشت شدن اندازه بلورها در یک گل آهکی (نئومورفیسم افزایشی) و جانشینی پوسته ها و سیمان های آراگونیتی توسط کلسیت (کلسیتی شدن).

انواع محیط دیاژنتیکی به صورت می باشد:

1- **محیط وادوز**: الف) متئوریک ب) دریایی

2- **محیط فراتیک**

3- **محیط مخلوط**

4- **محیط تدفینی**: الف) متئوریک ب) دریایی

محیط وادوز: حفرات سنگ بخشی با آب و بخشی با هوا پرشده است. این زون در بالای سطح ایستابی قرار دارد. سیمان در سنگ های ساحلی عهد حاضر آراگونیت یا کلسیت پرمنیزیم است. سیمان های تشکیل شده در منطقه وادوز شامل سیمان حاشیه ای نامتقارن (ثقلی، استلاگتیتی) و مینسکوس که در محل تماس دانه های تمرکز می یابد. وجود بلورهای انیدریت در حفرات که احتمالا با سیمان آب شیرین پر شده اند، نشان دهنده زون وادوز است. برش های ریزشی از نشانه های دیگر این محیط است. فرایند غالب در محیط وادوز، انحلال است، لذا اشکال انحلالی در این منطقه به وفور یافت می شود، مانند تخلخل قالبی سیمان درزوی موزائیک برون کربناته، در محیط وادوز تشکیل می شود (متئوریک). از دیگر سیمان های تشکیل شده در منطقه وادوز (دریایی)، سیمان ویسکر است. این سیمان در حفراتی که در جهات مختلف گسترش می یابد، ایجاد می شود.

محیط فراتیک: تمام حفرات سنگ ها با آب پر می شود. محیط فراتیک دریایی سیمان فیبری هم ضخامت و سیمان هم محور (سین تکسیال) بر روی قطعات اکینودرم رشد می کند. در سیمان دروزی موزائیک اندازه ذرات بلور در حاشیه حفره کوچک و به سمت تداخل حفره بزرگ می شود. سیمان دروزی موزائیک آهن دار در محیط فراتیک متئوریک تشکیل می شود.

سیمان ثقلی در زیر سطح دانه ها ایجاد شده و در این قسمت ضخیم تر از قسمت های دیگر دانه است.

محیط مخلوط: مهمترین پدیده، دولومیتی شدن است که می تواند از دولومیتی شدن گل آهکی زمینه شروع شده و با پیشروی آلوکم ها را نیز تحت تاثیر قرار می دهد و آنقدر پیش می رود که گل سنگ از بلورهای شفاف دولومیت تشکیل می شود. در آب دریا دولومیتی شدن کم صورت می گیرد، چون فعالیت یونی زیاد است و کلسیت رسوب می کند. نسبت $\frac{Ca}{Mg}$ در آب دریا بین 3 تا 5 است و در آب شیرین $\frac{Mg}{Ca} < 1$ است. در منطقه مخلوط که گذری از این دو نوع آب است این نسبت به یک نزدیک می شود.

ساختمان دولومیت ایده آل: یک لایه $CaCO_3$ و یک لایه $MgCO_3$ و علاوه بر این، در آب شیرین یون های SO4 شسته شده و لذا دولومیت تشکیل می شود.

محیط دفنی: انواع جانشینی داریم و چون در این جا محیط اکسیدان نیست، Fe^{2+} می تواند وارد شود و سیمان آهن دار دفنی شکل می گیرد. سیمان درشت بلور بلوکی شکل از دیگر سیمان های شکل گرفته در این منطقه است. سیمان کلسیتی پرمنیزیم به صورت حاشیه های میکریتی و تیره رنگ در اطراف ذرات دیده می شود. سیمان آراگونیتی به صورت شبکه های سوزنی شکل باشد و یا فیبری و باد بزنی.

تراکم به دو صورت فیزیکی و شیمیایی است، در اثر وزن رسوبات بر روی رسوبات زیرین، تراکم ایجاد می شود و باعث بهم نزدیک شدن ذرات می گردد. در تراکم مکانیکی ذرات به حالت مماسی یا محدب، مقعر به همدیگر می چسبند. در تراکم شیمیایی ذرات به حالت مضرس به هم می چسبند و در محل تماس عمل انحلال صورت می گیرد که به نام انحلال فشاری نامیده می شود و باعث تشکیل سطوح استیلویت می گردد. در محیط تدفینی کلسیت های آزاد شده از عمل انحلال فشاری به صورت سیمان درشت بلور در اطراف ذرات رشد می نمایند.

نئومورفیسم

به معنای نوشکلی است. دو حالت در نئومورفیسم وجود دارد که عبارتند از: افزاینده و کاهنده.

افزاینده: در اثر تبلور مجدد، اندازه کریستال ها بزرگتر می شود. مانند تبدیل میکریت به میکرواسپار.

کاهنده: کاهش اندازه ذرات وجود دارد و بر اثر استرس های تکتونیکی ایجاد می شود.

کلسیتی شدن که با افزایش اندازه بلور همراه است جزء نئومورفیسم است که همراه با حفظ شکل و ساختمان داخلی صدف است. جانشینی جزء فرایند نئومورفیسم است که ساختمان داخلی صدف حفظ نمی شود.

دولومیتی شدن

دولومیت دارای فرمول $CaMgCO_3$ است. بلورهای آن به صورت رومبوئدرال یا لوزی شکل است. به دولومیت هایی که به صورت اولیه رسوب می نمایند، پروتودولومیت می گویند، ولی اکثر دولومیت های امروزی ثانویه هستند. انواعی که در مراحل اولیه دیاژنز تشکیل می گردند، سین ژنتیک و آنهایی که درمراحل پایانی دیاژنز تشکیل می شوند، اپی ژنتیک نامیده می شوند.

بافت دولومیت به دو صورت ایدیوتوپیک (سطوح بلوری لوزی شکل) و اگزوتوپیک (بلورهای بدون شکل و نامظم) می باشد.

فرایند دولومیتی شدن

دولومیت به صورت اولیه خیلی کم تشکیل مـی شـود. در آب دریـا $Mg2+$ و $Ca2+$ وجـود دارد کـه شـعاع یـونی Mg کوچکتر است و لذا تمرکز با در اطراف Mg بیشتر می شود و به همین دلیل عمل هیدراسیون یا تمرکز مولکول های آب در اطراف Mg بیشتر می شود. این عمل دسترسی یون Mg به CO_3^{2-} را کمتر می کند.

سه عامل باعث عدم تشکیل دولومیت در آب دریا به صورت اولیه می شود:

1- هیدراسیون یون Mg

2- فعالیت یونی کم کربنات

3- فعالیت یونی بالای آب دریا

در اثر شرایطی خاص نسبت $\frac{Mg}{Ca}$ زیاد شده و دولومیت تشکیل می گردد که این شرایط شامل:

1- خروج Ca به صورت ژیپس یا کانی های تبخیری

2- مخلوط شدن آب دریا با 30% آب شیرین جوی

مدل های دولومیتی شدن

مدل تراواش و نفوذ (نشتی- برگشتی): نسبت $\frac{Mg}{Ca}$ سیالات در مرداب ها و ریز پهنه هـای جزرومـدی و سـبخاها در اثر تبخیر افزایش یافته و این نسبت بالا در زیر زمین بر اثر اختلافات چگالی با آب های درون حفـره ای دریـایی کـاهش می یابد. مشخصه این دولومیت ها همراه بودن آن ها با سنگ های تبخیری است.

مدل سبخا- تبخیر: در این مدل نیز دولومیت ها همراه با رسوبات تبخیری همراهند.

مدل مخلوط شدن: با تبخیری ها همراه نیست. در این جا مخلوط شدن آب های جوی و دریایی را داریم.

مدل پایین رفتن سطح آب دریا: که در این محیط ها سطح آب دریا پیوسته درحال سقوط است و دولومیت در بخش های برآمده تشکیل می گردد.

مدل تدفینی: در اثر فشار وزن رسوبات، آب های درون حفره ای و درون شبکه ای با آزاد شدن منیزیم کانیهـای رسـی غنی از منیزیم شده و به بخش های با فشار پایین حرکت می نمایند. دولومیت های تشکیل شده در این منطقـه درشـت بلور هستند. این دولومیت ها چون با محلول های گرمابی همراه هستند، لذا با کـانی هـای سـولفیدی دیـده مـی شـوند. نتیجه مهم بسیاری از روش های دولومیتی شدن این است که تخلخل افزایش می یابد. از مشـکلات ایجـاد دولومیـت در محیط دفنی، عدم وجود یک منبع مدام سیال در این محیط ها می باشد.

نکات کلیدی

شرایط تشکیل رسوبات کربناته:

1- **درجه حرارت**: امروزه رسوبات کربناته در آب های گرم، عرض های جغرافیایی پایین (40-0) درجه تشکیل می شوند.

2- **عمق**: در آبهای کم عمق و اکثرا تا عمق 200 متری می توانند تشکیل شوند (شلف یا فلات قاره) که به این قسمت کارخانه آهک سازی می گویند.

3- **شوری**: بایستی در حد نرمال باشد.

4- **میزان ورود مواد تخریبی**: موجب کدر شدن آب دریا و جلوگیری از زیست موجودات می شود که باید کم باشد. پس آهک ها در مناطق فعال تکتونیکی تشکیل نمی شوند و یکی از دلایل عدم تشکیل آن ها در کامبرین همین موضوع است.

اجزاء سنگ های آهکی

اجزاء این سنگ ها با به 4 گروه تقسیم می کنند:

الف) دانه های غیر اسکلتی

ب) دانه های اسکلتی

ج) میکرایت

د) سیمان

- ذرات اسکلتی شامل: اووئیدها، پیزوئیدها، پلیت ها، اینتراکلست، آگرگات می باشد.

رده بندی سنگ های آهکی

1- رده بندی گرابو

طرح طبقه بندی ساده ای است که بر اساس اندازه دانه، سنگ های آهکی را به سه دسته تقسیم کرده است:

الف) کلسی رودایت (بیشتر دانه ها بزرگتر از 2mm)

ب) کلسی لوتایت (بیشتر دانه ها کمتر از 62 میکرون)

ج) کالک آرنایت (بیشتر دانه ها بین 2 میلی متر و 62 میکرون)

2- رده بندی فولک

عمدتا براساس ترکیب بوده و اجزاء تشکیل دهنده را به دو دسته آلوکم ها و ارتوکم ها تقسیم کرده است:

آلوکم ها: شامل ذرات اسکلتی و غیر اسکلتی می باشند.

ارتوکم ها: شامل ماتریکس (عمدتا میکرایت) و سیمان (معمولا اسپارایت) هستند.

براین اساس 4 نوع سنگ آهک تشخیص داد:

آهک نوع(I): آلوکم دار اسپاری (محیط پرانرژی)

آهک نوع(II): آلوکم دار میکرایتی (محیط کم انرژی)

آهک نوع(III): آهک های میکرایتی که معیار داشتن کمتر از 10 درصد آلوکم است (کم انرژی). برای رده بندی دقیقتر باید به ترکیب و نسبت سیمان به ماتریکس و درصد آلوکم ها توجه نمود. بر این اساس یا مقدار آلوکم در سنگ بیش از 10 درصد است یا کمتر از 10 درصد.

آهک نوع IV: آهک های برجا نیر به آنها گفته می شوند که توسط موجودات ریف ساز ساخته می شوند مثل مرجان ها و بریوزوئرها.

این سنگ ها را به نام بیولیتایت یا بایوهرم می نامند که جزء سنگ های اتوکتونوس می باشد. این سنگ های معادل باندستون در طبقه بندی دانهام می باشند.

مقدار حجمی آلوکم		آلوکم ها بیش از 10%				آلوکم کمتر از 10 درصد	
		اینتراکلست بیش از 25%	3<سیمان ماتریکس (نوع I)	$3<$سیمان$<\frac{1}{3}$ ماتریکس	3>سیمان ماتریکس نوع(II)	10>آلوکم>1	1>آلوکم>0
کمتر از 25% اینتراکلست	کمتر از 25% اووئید					سنگهای میکروکریستالین (III)	
			اینترا اسپاریت	اینترا اسپاریت با شکستگی کم	اینترامیکریت	میکریت اینتراکلست دار	میکرایت یا دیس میکریت یا دولومیکریت
		اووئید >25%	اوو اسپاریت	اوو اسپاریت با شکستگی کم	اوومیکریت	میکریت اووئیددار	
		$3<F/P$	بایو اسپاریت	بایو اسپاریت با شکستگی کم	بایومیکریت	میکریت فسیل دار	
		$\frac{1}{3}<F/P<3$	بایو پل اسپاریت	بایوپل اسپاریت با شکستگی کم	بایوپل میکریت	میکریت پلیت و فسیل دار	
		$F/P<3$	پلسپاریت	پلسپاریت با شکستگی کم	پل میکریت	میکریت پلیت دار	

3- طبقه بندی دانهام

این طبقه بندی بر اساس بافت، در هنگام رسوبگذاری، برای سنگ های آهکی ارائه شده است. دانهام براساس اینکه اجزای تشکیل دهنده سنگ ها در هنگام رسوبگذاری بهم متصل شده و یا اینکه بعد از رسوبگذاری بهم متصل شده باشند آنها را به دو دسته اصلی تقسیم می کند.

دسته اول: شامل سنگ هایی است که اجزای تشکیل دهنده آنها هنگام رسوبگذاری بهم متصل شده اند. این سنگ ها باندستون (Boundstone) نامیده می شوند، از قبیل ریف ها، استروماتولیت، تراورتن.

دسته دوم: اجزای تشکیل دهنده این سنگ ها در هنگام رسوبگذاری بهم متصل نشده اند این سنگها بر اساس گلهای آهکی و یا اینکه فاقد آن باشند به 4 گروه زیر تقسیم می شوند:

1- گرینستون ها

2- پکستون

3- وکستون

4- مادستون

<table>
<tr><td rowspan="4">بافت رسوبی اولیه قابل تشخیص نیست</td><td colspan="5">بافت رسوبی اولیه قابل تشخیص است</td></tr>
<tr><td rowspan="3">مواد تشکیل دهنده اصلی سنگ در هنگام رسوبگذاری به هم متصل بوده اند.</td><td colspan="4">مواد اصلی تشکیل دهنده سنگ در هنگام رسوبگذاری بهم متصل نبوده اند</td></tr>
<tr><td rowspan="2">فاقد گل است و دانه ها به یکدیگر متصل شده اند.</td><td colspan="3">دارای گل است (ذرات در حد رس و سیلت ریز)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ماتریکس گلی کم است و قسمت عمده سنگ از دانه تشکیل شده است.</td><td colspan="2">دانه ها توسط ماتریکس به یکدیگر متصل شده اند.(سنگهای گلی)</td></tr>
<tr><td>سنگ های کربناته کریستالین</td><td>دانه ها کمتر از 10%</td><td>دانه ها بیشتر از 10 %</td></tr>
<tr><td>-</td><td>باندستون</td><td>گرینستون</td><td>پکستون</td><td>وکستون</td><td>مادستون</td></tr>
</table>

طبقه بندی سنگ های آهکی بر اساس بافت رسوبی (دانهام)

نمونه سوالات تستی

1- سنگ کربناته ای دارای 60 درصد فسیل، 15 درصد اووئید، 22 درصد سیمان کلسیتی شفاف و 3 درصد میکرایت است. نام سنگ در طبقه بندی فولک چیست؟

1) اابایومیکرواسپاریت 2) ااسپاریت فسیل درا 3) بایوسپارودایت 4) بایواسپارایت ااوئیددار

2- یک سنگ آهکی از 15 درصد پلیت و 30 درصد قطعات فسیل دو کفه ای در اندازه 2 میلی متر که در آن قطعات به یکدیگر تکیه دارند، ساخته شده است زمینه سنگ ذرات در حد سیلت می باشد. نام سنگ در تقسیم بندی فولک و دانهام چیست؟

1) بایوپل میکرایت- پکستون 2) بایوپل میکرایت- وکستون

3) بایومیکرایت- پکستون 4) پل بایومیکرایت- وکستون

3- یک سنگ آهکی از قطعات شکم پایان، جلبک های قرمز، بازوپایان و خارپوستان در زمینه ای از میکرایت ساخته شده است. کدام یک از قطعات برای نوشکلی (Neomorphism) مستعدتر است؟

1) بازوپایان 2) جلبک های قرمز 3) خارپوستان 4) شکم پایان

4- سیمان های مینسکوس، هم محور (Syntaxial) و ویسکر به ترتیت در کدام محیط ها تشکیل می شوند؟

1) دریایی، فراتیک آب شیرین، وادوز 2) فراتیک دریایی، فراتیک آب شیرین، فراتیک دریایی

3) وادوز، فراتیک آب شیرین، وادوز 4) وادوز، فراتیک آب دریا، دریایی

5- سنگی از 35 درصد خرده های مرجانی در اندازه 3/0 سانتی متر و 10 درصد پلیت در یک زمینه از ماتریکس های آهکی تشکیل یافته است. نام سنگ در تقسیم بندی فولک و دانهام چیست؟

1) بایومیکروداید- وکستون 2) بایومیکرایت- وکستون

3) بایولیتایت- باندستون 4) بایوپل میکرایت- پکستون

6- کدام عامل در سیمانی شده رسوبات آهکی موجود در محیط های دریایی در اعماق بیشتر از 200متری موثرتر است؟

1) بالارفتن دما 2) خروج گاز CO_2 3) رسوبگذاری آرام 4) عوامل زیستی

7- **دولومیت در محیط های عهد حاضر**:

1) تشکیل نمی شود
2) به مقدار بسیار اندک تشکیل می شود
3) تشکیل شده ولی بلافاصله حل می شود
4) به میزان بسیار زیاد درحال تشکیل است

8- **سنگ آهکی از 45 درصد قطعات کاملا جورشده و گردشده و فرسایش یافته مرجانی با زمینه ای از بلورهای حاصل از نوشکلی افزایشی ترکیب یافته است. این سنگ در هنگام رسوبگذاری به چه صورت بوده است؟**

1) باندستون
2) پکستون
3) گرینستون
4) وکستون

9- **کدام تخلخل هم از فابریک تبعیت می کند هم نمی کند؟**

1) بارو
2) رشدی
3) شبکه ای
4) کانالی

10- **سیمان هم محور (Syntaxial) از نظر رسوبگذاری با کدام سیمان مشابهت بیشتری دارد؟**

1) سیمان اسپاری(Sparry)
2) سیمان دندانه ای(Drusy)
3) سیمان فشار- انحلالی(Pressure Soultion)
4) سیمان هم ضخامت(Isopachous)

11- **گل آهکی (Lime Mud) بیشتر توسط کدام فرایند حاصل می شود؟**

1) خردشدن جلبک های سبز
2) خردشدن جلبک های قرمز
3) خردشدن مکانیکی پلیت ها
4) سایش و خردشدن صدف های آهکی بی مهرگان دریایی

12- **سیمان ثقلی در سنگ های آهکی در چه محیط دیاژنزی تشکیل می شود؟**

1) فراتیک آب شور
2) فراتیک آب شیرین و شور
3) فراتیک آب شیرین
4) وادوز

13- **دو نمونه دولومیت با بافت دانه ریز شکری و دولومیت دانه درشت (Saddle Dolomitic) در دسترس است. به ترتیب کدام یک به فرم اولیه و کدام یک ثانویه است؟**

1) اولیه، ثانویه
2) اولیه، ثانویه
3) ثانویه، اولیه
4) ثانویه، ثانویه

14- **کدام گزینه سنگ آهک های معادل در طبقه بندی دانهام و فولک را نشان می دهد؟**

1) گرینستون معادل سنگ آهک نوع چهارم است 2) مادستون معادل سنگ آهک نوع دوم است

3) باندستون معادل سنگ آهک نوع دوم است 4) گرینستون معادل سنگ آهک نوع اول است

15- **یک سنگ آهک دارای 35% اینتراکلست و 20% اووئید است. اگر این سنگ در محیط پرانرژی ته نشین شده باشد، نام آن به ترتیب، به روش فولک و دانهام چیست؟**

1) اینترااسپاریت اووئیدی- گرینستون 2) اسپاریت اینتراکلستی- پکستون

3) اینترا اسپاریت- گرینستون 4) اینترامیکرودایت- پکستون

16- **کدام یک از پوسته های فسیل نسبت به فرایندهای دیاژنز مقاوم هستند؟**

1) براکیوپود 2)دوکفه ای 3) گاستروپود 4) جلبک سبز

17- **کدام یک از شرایط زیر برای تشکیل آراگونیت مناسب تر است؟**

1) بالابودن سطح آب دریا 2)کاهش نسبت $\frac{Mg}{Ca}$ 3) افزاش فشار CO_2 4) پایین بودن سطح آب دریا

18- **فرایند ددولومیتی شدن(dedolomitization) چیست؟**

1) تبدیل دولومیت ریز بلور به درشت بلور 2) تبدیل دولومیت به کلسیت

3) تبدیل کلسیت به دولومیت 4) تبلور مجدد دولومیت های متوسط بلور

19- **فراوانی کربنات ها در مناطق غیر حاره ای به چه علت است؟**

1) تبخیر زیاد 2) دمای پایین 3) شوری زیاد 4) مواد غذایی فراوان

20- **در سنگ های کربناته نواحی معتدل کدام یک فراوان تر است؟**

1) اووئید 2) بریوزوآ 3) جلبک سبز 4) گل آهکی

21- **سنگ های آهن دار اووئیدی در کدام زمان حداکثر پیدایش را نشان می دهند؟**

1) ژوراسیک و اردویسین 2) پرمین 3) الیگوسن و تریاس 4) ژوراسیک و پرمین

22- **در آب و هوای گرم و خشک در ناحیه وادوز چه نوع سیمانی تشکیل می شود؟**

1) سیمان پاندولی 2) سیمان ثقلی 3) سیمان مینسکوس 4) سیمانی تشکیل نمی شود

23- **مهمترین منبع Mg برای دولومیتی شدن اولیه چیست؟**

1) آب های جوی 2) آب دریا 3) فشردگی شیل ها 4) شورابه های حوضه ای

24- **یک سنگ کربناتی حاوی 43 درصد ذرات هم اندازه و گرد شده و فرسایش یافته مرجان در زمینه ای از بلورهای کلسیت حاصل از نوشکلی (میزان 57درصد) می باشد. این سنگ در هنگام رسوبگذاری به چه صورت بوده است؟**

1) باندستون(Boundstone) 2)پکستون(Packstone)

3) وکستون(Wsckstone) 4) گرینستون(Grainstone)

25- **کدام یک از کانی های رسی زیر دارایMg فراوان بوده و می توانند عاملی برای دولومیتی شدن باشند؟**

1) مونت موریونیت 2) سریسیت 3) کائولن 4) ایلیت

26- **اصلی ترین عامل دیاژنز سنگ های کربناته کدام است؟**

1) کلسیتی شدن 2) سیمانی شدن 3) تراکم 4) انحلال

27- **دولومیتی شدن خاص چه محیط دیاژنتیکی می باشد؟**

1) محیط وادوز 2) محیط فراتیک 3) محیط تدفینی 4) محیط مخلوط

28- **کدام گزینه نمی تواند نشانه ای از تشکیل سنگ کربناته در محیط وادوز باشد؟**

1) وجود بلورهای انیدریت در حفرات 2) وجود برش های ریزشی

3) وجود سیمان دروزی موزائیک آهن دار 4) وجود فابریک های ناشی از انحلال

29- **معمولا تخلخل هایی که از فابریک تبعیت نمی کنند ..... هستند.**

1) تخلخل ثانویه 2) حاصل از برشی شدن 3) تخلخل بین ذره ای 4) تخلخل اولیه

30- **کدام گزینه جزء سیمان های تشکیل شده در محیط وادوز نمی باشد؟**

1) سین تکسیال 2) سیمانی شدن 3) مینسکوس 4) ویسکر

31- **کدام یک از موجودات زیر دارای اسکلت با کانی شناسی آراگونیت و کلسیت می باشد؟**

1) اکینودرم 2) استراکد 3) بریوزوئر 4) براکیوپود

32- **شرایط عمومی تشکیل فسفریت کدام است؟**

1) شرایط احیاء، جریان های بالارونده، نرخ رسوبگذاری بالا

2) شرایط احیاء، جریان های بالابرنده، نرخ رسوبگذاری آهسته

3) ورود رسوبات آواری، شرایط اکسیدی، وجود جریان های بالابرنده

4) شرایط اکسیدی، جریان های بالابرنده، نرخ رسوبگذاری آهسته

33- **یک سنگ آهک با ماتریکس فراوان 80% و دارای 20% خرده های اسکلتی در اندازه های mm^3 است نام سنگ چیست؟**

1) باندستون 2) رودستون 3) وکستون 4) فلوتستون

34- **کدام یک از موجودات زیر از کلسیت با ساختمان شعاعی- رشته ای تشکیل شده است؟**

1) استراکدها 2) تریلوبیت ها 3) بریوزوآ 4) فرامینفرها

35- **سیمان سین تکسیال با رشد ثانویه در کدام سنگ رسوبی یافت می شود؟**

1) آذرآواری 2) فقط آواری 3) آواری و کربناته 4) کربناته

36- **مشخصات اووئیدهای دریاچه پیرامید به صورت..... است.**

1) آراگونیت با کلسیت Mg زیاد 2) کلسیت با Mg کم

3) کلسیت با Mg زیاد 4) آراگونیت و کلسیت با Mg کم

37- **اساس رده بندی فولک برای سنگ های کربناته چیست؟**

1) جنس دانه ها 2) اندازه دانه ها 3) نسبت اجزاء اصلی سنگ 4) درصد اجزاء اصلی سنگ

38- **استروماتولیت در تشکیل سنگ های کربناته کدام گزینه زیرمحسوب می شوند؟**

1) خرده اسکلتی 2) خرده غیراسکلتی 3) فسیل 4) نوعی سیمان

39- **با کاهش انرژی محیط، چه نوع استروماتولیتی بیشتر به وجود می آید؟**

1) ستونی 2) مسطح 3) موج دار 4) گنبدی

40- **اینتراکلست چگونه تشکیل می شود؟**

1) تبلور کانیهای کربناته به دور یک هسته

2) در اثر فرایندهای دیاژنتیکی

3) واکنش بین آب های زیرزمینی و کانیهای کربناته موجود درخاک

4) خردشدن مواد قبلا شکل گرفته

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 1 صحیح است.**

2- **گزینه 1 صحیح است زیرا:**

چون قطعات به هم تکیه دارند، لذا سنگ از نوع پکستون می باشد و چون نسبت فسیل به پلیت بین 1 و 3 است نام هر دو می آید، اگر قطعات در ماتریکس شناور بودند واژه وکستون صحیح بود.

3- **گزینه 4 صحیح است زیرا:**

گاستروپودها (شکم پایان)، از آراگونیت اکثرا، و کلسیت پرمنیزیم ندرتا تشکیل شده اند و لذا مستعدتر برای هر شکلی هستند.

4- **گزینه 4 صحیح است.**

5- **گزینه 1 صحیح است.**

6- **گزینه 3 صحیح است زیرا:**

رسوبگذاری آرام به کمبود ماتریکس اشاره می کند و در نتیجه نقش سیمان در تشکیل سنگ را بالا می برد.

7- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

دولومیت به مقدار اندک در محیط های رسوبی عهد حاضر تشکیل می شود.

8- **گزینه 3 صحیح است زیرا:**

قطعات برجا نیستند چون فرسایش یافته و کاملا گرد و جور شده هستند.

9- **گزینه 4 صحیح است زیرا:**

انتخابی توسط فابریک: تخلخل های بین ذره ای، درون ذره ای، روزنه ای، پناهگاهی و حاصل از رشد.

انتخاب شده توسط فابریک یا غیر فابریک: تخلخل های حاصل از خشک شدگی، بارو، بورینگ و تخلخل حاصل از برشی شدن.

انتخاب شده توسط غیر فابریک: تخلخل شکستگی، کانالی، حفره ای.

10- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

سیمان دندانه ای همانند سیمان هم محور بر روی قطعات اکینودرم رشد می کند و از نظر رسوبگذاری مشابه هستند.

11- **گزینه 1 صحیح است.**

12- **گزینه 4 صحیح است زیرا:**

سیمان ثقلی (استلاکتیتی یا حاشیه ای نامتقارن) در محیط وادوز تشکیل می شود.

13- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

دولومیت اولیه ریز بلور و دولومیت ثانویه درشت بلور است.

14- **گزینه 4 صحیح است زیرا:**

گرینستون در طبقه بندی دانهام، سنگ آهکی است که دانه هایش توسط سیمان به هم متصل شده و سنگ فاقد گل است. این خصوصیات با آهک نوع اول طبقه بندی فولک مطابقت بیشتری دارد.

15- **گزینه 1 صحیح است زیرا:**

با توجه به ذکر محیط پرانرژی باید انتظار داشت که قطعات این سنگ توسط سیمان به هم متصل شده باشند (گرینستون). از طرف دیگر با توجه به میزان اینتراکلست بیشتر و اووئید کمتر این گزینه صحیح می باشد.

16- **گزینه 1 صحیح است.**

17- **گزینه 3 صحیح است.**

18- **گزینه 3 صحیح است زیرا:**

ددولومیتی شدن دراثر فرایند جانشینی و تبدیل کلسیت به دولومیت صورت می گیرد.

19- **گزینه 1 صحیح است.**

20- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

در سنگ های کربناته نواحی معتدل بریوزوآ فراوانتر از بقیه است.

21- **گزینه 3 صحیح است زیرا:**

به طور کلی در سنگ های رسوبی وجود دارد، اما اگر مقدار آن بیش از 15% باشد سنگ های آهن دار نامیده می شود. انواعی که در پرکامبرین میانی تشکیل شده اد به نام سازندهای آهن نواری خوانده می شود که به طور تیپیک شامل توالی های ضخیمی از انواع کانیهای آهن با بین لایه های چرتی هستند. انواعی که در فانروزوئیک تشکیل می شوند معمولا توالی های نازکی (به طور معمول به صورت اوولیتی) هستند که در نوار خاصی رسوب کرده اند.

22- **گزینه 4 صحیح است.**

23- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

مهمترین منبع Mg برای دولومیتی شدن اولیه آب دریاست. دولومیت های اولیه در محیط بالای حد آب به دو صورت به وجود می آیند:

1- به وسیله حرکت آب شور و سنگین به طرف پایین و دولومیتی شدن رسوبات دانه ریز آراگونیتی یا آهکی که به مکانیسم رفلکس معروف است.

2- تشکیل دولومیت در اثر حرکت آب به طرف بالا و تبخیر آب. این عمل پمپ تبخیری نامیده می شود.

24- **گزینه 3 صحیح است.**

25- **گزینه 1 صحیح است.**

26- **گزینه 2 صحیح است.**

27- **گزینه 4 صحیح است.**

28- **گزینه3 صحیح است.**

29- **گزینه 1 صحیح است.**

30- **گزینه 1 صحیح است.**

31- **گزینه3 صحیح است.**

32- **گزینه 2 صحیح است.**

33- **گزینه 4 صحیح است.**

34- **گزینه 1 صحیح است.**

35- **گزینه3 صحیح است.**

36- **گزینه4 صحیح است.**

37- **گزینه3 صحیح است.**

38- **گزینه 1 صحیح است.**

39- **گزینه 2 صحیح است.**

40- **گزینه4 صحیح است.**

فصل ششم: سنگ های غیر کربناته

سنگ های رسوبی بیش از 80% پوسته جامد زمین را تشکیل می دهند (فولک1980). بسیاری از کانسارهای معدنی دنیا در سنگ‌های رسوبی گسترش می یابند و شناخت آنها در زمین شناسی نفت نیز حائز اهمیت است.

در این جزوه سنگ های رسوبی به دو دسته کربناتها و غیر کربناتها تقسیم شده اند. در فصل اول سنگ های رسوبی غیرکربناته مورد بررسی قرار می گیرند.

ابتدا برخی از تقسیم بندی های انجام شده در مورد سنگ های رسوبی ذکر می شود. سنگ های رسوبی بر اساس عملکرد فرایندهای غالب (فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی) به 4 رده تقسیم می شوند:

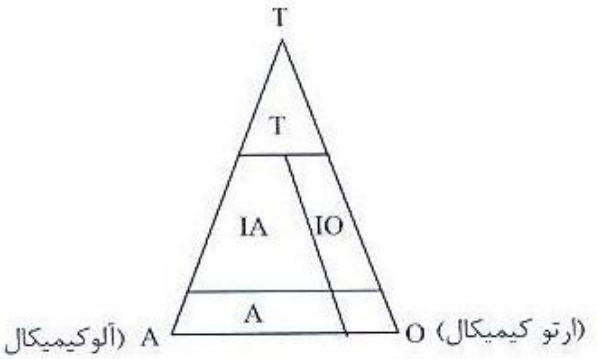
1- **فرایندهای سیلیسی آواری (تریجینوس، اپی کلاستیک)**: از خرده سنگ های قبلی که توسط فرایندهای فیزیکی حمل و رسوب شده اند، به وجود آمده اند و شامل کنگلومرا، برش ها، ماسه سنگ ها و گل سنگ ها می باشند.

2- **رسوبات بیوژنیک، بیوشیمیایی و آلی**: سنگ های آهکی و دولومیتی، چرت ها، فسفات ها، زغال و شیل نفتی است.

3- **رسوبات شیمیایی**: تبخریها و سنگ های آهن دار می باشد.

4- **رسوبات آذرآواری**: در برگیرنده سنگ های پیروکلاستیک، هیدروکلاستیک و اتوکلاستیک می باشد.

طبقه بندی فولک بر اساس میزان مشارکت اجزای اصلی (آواری، آلوکیمیکال، ارتوکمیکال) صورت گرفته است. ارتوکمیکال ها در جازا بوده و هیچ حمل و نقلی را متحمل نشده اند. در صورتیکه آلوکمیکال ها (فسیل، پلیت، اینتراکلست، اوولیت و ...) نابرجا هستند.



T: سنگ های آواری یا تریجینوس از قبیل گل سنگ ها، ماسه سنگ ها و کنگلومرا ها.

IA: آلوکمیکال ناخالص یا آواری ناخالص از قبیل شیل های فسیل دار.

IO: ارتوکمیکال ناخالص یا شیمیایی ناخالص از قبیل سنگ های ر یز بلور رس دار.

A: آلوکمیکال از قبیل آهک ها یا دولومیت های فسیل دار.

O: سنگ های ارتوکمیکال از قبیل سنگ آهک ها یا دولومیت های ریز بلور، انیدریت و چرت.

سنگ های رسوبی را به 4 دسته آوارای، غیرآواری، آذرآواری و هیبریدها (دورگه) تقسیم می کنند.

کربناته

- **غیر کربناته**: سنگهای سیلیسی، سنگ های آهن دار، سنگ های فسفاتی، تبخیری ها و شیل های نفتی

سنگ های آواری شامل:

1- **سنگ های آواری دانه درشت**: کنگلومرا و برش

2- **سنگ های آواری دانه متوسط**: ماسه سنگ

3- **سنگ های آواری دانه ریز**: مادستون

رسیدگی (مچوریتی) بافتی

مچوریتی بافتی براساس میزان رس، جورشدگی و گردشدگی بنا شده است.

اگر سنگ دارای بیش از 50% رس باشد سنگ را نارس (Immature) می گویند.

اگر سنگ کمتر از 5% رس داشته باشد و جور شدگی و گردشدگی ضعیف باشد نیمه رسیده(Submature) نامیده می شود.

اگر جورشدگی خوب و گردشدگی ضعیف باشد و رس کمتر از 5% باشد رسیده(Mature) نام دارد.

اگر جورشدگی و گردشدگی خوب و رس کمتر از 5% باشد سنگ خیلی رسیده(Supermature) نامیده می شود.

رسیدگی (مچوریتی) کانی شناسی

بر اساس نسبت ذرات پایدار به ذرات نیمه پایدار محاسبه می شود. ذرات پایدار کوارتز و ذرات ناپایدار در سنگ های تخریبی شامل فلدسپات و خرده سنگ های ناپایدار می باشند. هر چه این نسبت بیشتر شود، رسیدگی کانی شناسی بالاتر می رود.

این پارامتر نشان دهنده سنگ منشاء و فاصله حمل ونقل است چون در سنگ هایی که نزدیک منشاء تشکیل می شوند این نسبت کمتر است. گاه به علت وجود یک منشاء با مواد ناپایدار در کنار دریا یا ساحل، حتی در صورت کم یا زیاد بودن فاصله حمل ونقل از قانون بالا تبعیت نمی کند.

اجزاء تخریبی رسوبات سیلیسی آواری

اصولا وفور یک کانی خاص در یک سنگ رسوبی به فراوانی آن یعنی زمین شناسی ناحیه منشاء و نیز به ثبات شیمیایی آن بستگی دارد. اجزاء اصلی سنگ های سیلیسی کلاستیک عبارتند از: خرده سنگ، کوارتز، فلدسپات، کانی های سنگین، میکاها و کانی های رسی، اجزاء دیگر می باشند.

خرده سنگ ها (Rock Fragment)

درشترین جزء ماسه سنگ ها هستند، ترکیب خرده سنگ ها اساسا به زمین شناسی سنگ منشاء و مقاومت ذرات در طی حمل و نقل بستگی دارد. خرده سنگ ها شامل:

1- **خرده سنگ های رسوبی**(LS): مانند چرت یا قطعات ماسه سنگ، سیلت، چرت، شیل و یا آهک است.

2- **خرده سنگ های ولکانیکی** (LV): شامل قطعاتی از آندزیت و بازالت هستند. قطعات پلوتونیکی در داخل ماسه سنگ دیده نمی شود و به ندرت تشکیل خرده سنگ می دهد.

3- **قطعات دگرگونی** (LM): شامل قطعاتی از فیلیت و اسلیت است.

بیشترین کاربرد خرده سنگ ها تعیین منشاء و بالاآمدگی منطقه است.

کوارتز

پایدارترین و مهمترین کانی است. بیشترین منشاء آن غالبا از گرانیت و گنیس است. دو نوع کوارتز وجود دارد:

الف) کوارتز مونوکریستالین

ب) کوارتز پلی کریستالین

کوارتز دارای خاموشی مستقیم و موجی است. انواع دارای خاموشی مستقیم پایدارترند. خاموشی موجی منعکس کننده تغییر شکل نسبی در شبکه بلور است. دانه های کوارتزی که از سنگ های ولکانیکی مشتق شده اند به طور تیپیک مونوکریستالین با خاموشی یکنواخت و بدون آنکلوزیون می باشند. خاموشی مستقیم و موجی در کوارتزهای پلوتونیکی و دگرگونی دیده می شود. این نوع کوارتزها پلی کریستالین هستند. خاموشی موجی در انواع دگرگونی بیش از پلوتونیکی

است. کوارتزهای هیدروترمال دارای آنکلوزیون می باشند. نسبت کوارتز مونوکریستالین به پلی کریستالین و نسبت کوارتز با خاموشی مستقیم به کوارتز با خاموشی موجی را می توان به عنوان اندیس مچوریتی کوارتز به کار برد.

فلدسپات

از کانی های ناپایدار محسوب می شود. پایدارترین آنها میکروکلین و ارتوکلاز است. میکروکلین و ارتوکلاز نشانه فرسایش از سنگ های گرانیتی و گنیسی و پلاژیوکلاز نشان دهنده فرسایش از سنگ های بازالتی بازیک است. پلاژیوکلازهای زونه نشانه منشاء ولکانیکی است. وجود رخ باعث ناپایداری این کانی ها می شود. در اثر هوازدگی به کانی های رسی تبدیل می شوند. مطالعه انواع فلدسپات ها در رسوبات به شناخت سنگ منشاء آنها کمک زیادی می کند.

کانی های سنگین

در برابر تجزیه شیمیایی مقاوم هستند و درصد ناچیزی از رسوبات را تشکیل می دهند. این کانی ها به دو دسته اپک و شفاف تقسیم می شوند. معمولترین کانی های سنگین شفاف در رسوبات روتیل، تورمالین، آپاتیت، گارنت، زیرکن و... هستند. ایلمنیت و مگنتیت دو کانی تخریبی کدر هستند. مطالعه کانی های سنگین برای پی بردن به سنگ منشاء رسوبات از اهمیت خاصی برخوردار است. وجود روتیل و تورمالین و آپاتیت نشان دهنده منشاء آذرین و گارنت، اپیدوت، استارولیت نشان دهنده منشاء دگرگونی هستند.

میکاها و کانی های رسی

ماتریکس ماسه سنگ ها را تشکیل می دهند و به صورت ذره نیستند. پایدارترین آنها مسکویت است. بیوتیت در سنگ های دگرگونی درجه بالا تشکیل می شود که در آنها کلریت دیده نمی شود. اگر چه بیوتیت در سنگ های منشاء فراوانتر از مسکویت است ولیکن مسکویت از نظر شیمیایی پایدارتر است و به مراتب فراوانتر می باشد. رس های آواری منعکس کننده زمین شناسی ناحیه منشاء آب و هوا و فرایندهای هوازدگی می باشد.

سایر اجزاء

گلوکونیت، فسفات، فسیل و اوولیت جزء سایر اجزاء هستند. همین طور پلوئید، شاموزیت، اینتراکلست و قطعات گیاهی کربن دار جزء سایر اجزاء می باشند.

سنگ های آواری دانه متوسط (Sand Stone)

به 4 جزء بدنه اسکلتی (Frame Work)، ماتریکس (Matrix)، سیمان (Cement)، تخلخل(Pore) باید توجه نمود. به ذرات ریز تر از ذرات اصلی که حد فاصل بین دانه ها را پر می کند ماتریکس می گویند. اجزاء اصلی سازنده سنگ را Frame Work می گویند.

A- روش پتی جان (1987)

1- کوارتز آرنایت

2- ساب آرکوز

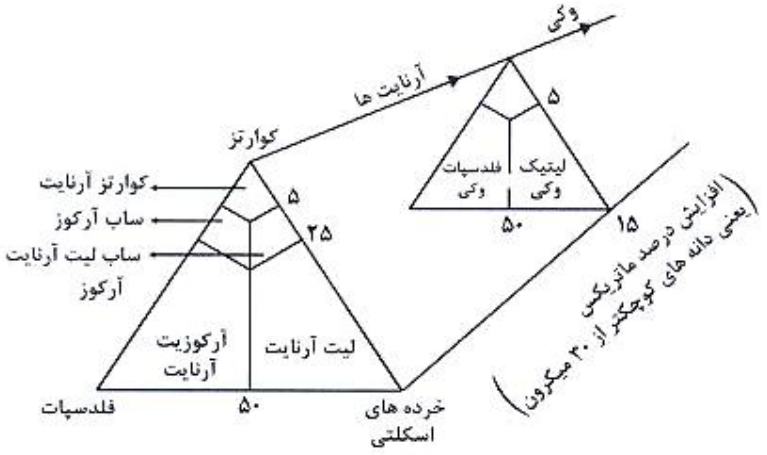
3- ساب لیت آرنایت

4- آرکوزیتیک آرنایت

5- لیت آرنایت

در این روش، پتی جان ذرات کوچکتر از 30 میکرون را به عنوان ماتریکس در نظر گرفته است. اگر سنگ 15-0 درصد ماتریکس داشته باشد جزء آرنایت ها، اگر 75- 15 درصد ماتریکس داشته باشد جزء وکی ها و بیش از 75 درصد ماتریکس، جزء گل سنگ ها قرار می گیرد. این تقسیم بندی مستقل از محیط رسوبگذاری است. همچنین اولیه و ثانویه بودن ماتریکس را در نظر گرفته است. چرت در این تقسیم بندی جزء قطعات لیتیک است در صورتیکه برخی چرت ها ثانویه اند.

قسمت هاشور خورده را آرکوزیک آرنایت نیز می گویند.



B- روش فولک (1980)

1- کوارتز آرنایت

2- ساب آرکوز

3- ساب لیت آرنایت

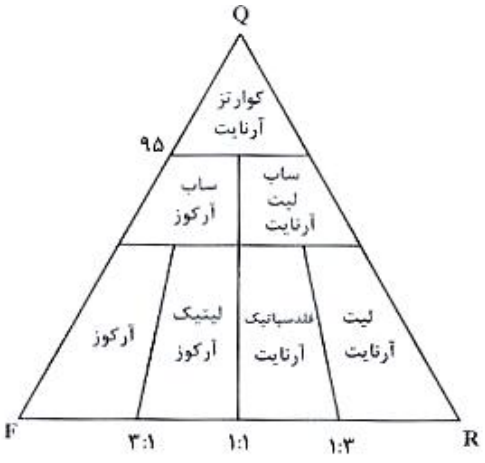
4- آرکوز

5- لیتیک آرکوز

6- فلدسپاتیک لیت آرنایت

7- لیت آرنایت

در روش پتی جان F فقط شامل فلدسپات است، اما در روش فولک شامل فلدسپات، گرانیت، گنیس نیز می باشد. این اجزاء در رده بندی پتی جان جزء خرده سنگ محسوب می شوند. اگر اجزایی مثل گلوکونیت، فسفات و ... (اجزاء دیگر) بیش از 50 درصد سنگ باشد، اسامی خاصی به نام ماسه سنگ های هیبریدی به آن ها اطلاق می شود، مثل ماسه سنگ گلوکونیت دار.



طبقه بندی ماسه سنگ ها به روش فولک

خصوصیات پتروگرافی و منشاء و محیط تکتونیکی انواع ماسه سنگ ها

کوارتز آرنایت

- ذرات کوارتز بیش از 95 درصد و ماتریکس کمتر از 15 درصد می باشد.

- ذرات اصلی Frame Workکوارتز است و بقیه عمدتا خرده سنگ های مقاوم، کمی فلدسپار، کانی های سنگین و اپک هم چون تورمالین و چرت می باشد.

- درصورت وجود ماتریکس از نوع اولیه است،

- در این سنگ ها کانی مستعدی برای تبدیل به ماتریکس وجود ندارد، دانه های کوارتز به صورت فشرده و مضرس به هم متصل هستند.

- کوارتز عمدتا منوکریستالین و با خاموشی مستقیم است.

- بالاترین بلوغ کانی شناسی و بافتی را دارند.

- پایداری آنها نسبت به انواع دیگر بیشتر است.

- بیشتر در سواحل تشکیل می شوند و همچنین بر روی کراتون های پایدار و حواشی غیر فعال ایجاد می شوند.

- برای تشکیل این سنگ ها، آب و هوا باید گرم و مرطوب مانند، حرکات تکتونیکی کم باشد. زیرا حرکات تکتونیکی شدید باعث ته نشست سریع رسوبات شده به طوری که ذرات نامقاوم مانند، فلدسپارها فرصت حذف شدن از محیط را نخواهد داشت.

گانیستروسیلکریتها: نوعی کوارتز آرنایت هستند که جزء سنگ های سیلیسی برجا می باشند. این سنگ ها دراثر شستشوی درجای توسط محلول ها و برجا ماندن کوارتز یا سیلیس سنگ به وجود می آیند.

- سیمان به شکل پویکلوتوپیک می باشد.

آرکوز

- بیشتر از 25 درصد فلدسپات دارند که بیشترین درصد آن را فلدسپات پتاسیم دار تشکیل می دهد.

- ذرات اصلی سنگ ها کوارتز است.

- چون در این سنگ ها ذرات ناپایدار وجود دارد فرایندهای متنوع دیاژنتیکی در آن ها رخ می دهد.

- آرکوز در جایی که نزدیک به منشاء رسوبی باشد تشکیل می گردد. به همین خاطر بهترین محیط رسوبی برای تشکیل آرکوز رودخانه و مخروط افکنه های آبرفتی، است.

- مخروط افکنه آبرفتی بالاآمدگی ناحیه (Uplift) با فرونشینی سریع حوضه مجاور آن را نشان می دهد.

- منشاء این سنگ از سنگ های گرانیتی و گنیسی است.

- اگر حرکات بالا آمدگی به آهستگی صورت گیرد به جای آرکوز، لیت آرنایت یا کوارتز آرنایت تشکیل می گردد.

- بهترین شرایط برای تشکیل برای آرکوز:

1- حرکات تکتونیکی شدید

2- آب و هوای گرم و خشک (سرد و گرم)

- انواع آرکوزها شامل آرکوز تکتونیکی، آرکوز آب و هوایی و آرکوز غنی از پلاژیوکلاز می باشد.

- **آرکوز تکتونیکی**: در نزدیکی منشاء تشکیل می شود.

- ضخامت لایه در نزدیکی منشاء زیاد ولی هر چه از منشاء دورتر می شویم ضخامت آن کاهش می یابد.

- **آرکوز آب و هوایی**: که حرکت تکتونیکی شدید وجود نداشته باشد تشکیل می شود.

- **آرکوز غنی از پلاژیوکلاز**: در اثر تجمع مواد آتشفشانی کالک آلکالن و یا در اثر هوازدگی و ته نشست سریع یک توده پلوتونیکی کالک آلکالن به وجود می آید.

- آرکوزها درمحیط تکتونیکی حاشیه قاره ای فعال ایجاد می شوند.

- نوع پلاژیوکلازدار در کنار جزایر قوسی می تواند، تشکیل شود.

- بیشترین کاربرد این سنگ ها در مطالعه منشاء و شرایط حمل و نقل و رسوبگذاری است.

لیت آرنایت

- ماسه سنگ هایی که دارای ماتریکس کمتر از 15 درصد و قطعات لیتیک بیش از 25 درصد می باشند.

- این سنگ ها ساب گری وک نیز می گویند.

- سیمان سیلیسی در این سنگ ها به علت وجود قطعات لیتیک عمده است.

- گسترش سیمان زئولیتی در این سنگ ها مشاهده می شود که در دیگر ماسه سنگ ها مشاهده نمی شود.

- محیط تشکیل آنها در رودخانه ها و دلتاها است.

- اکثرا در محل برخورد دو پوسته و یا در اثر حرکات کوهزایی تشکیل می شوند. مانند: آرنایت یا کالک آرنایت

گری وک

- این سنگ ها بیش از 15 درصد ماتریکس دارند و به نام ماسه سنگ کثیف نامیده می شود.

- ماتریکس آن از کانی های رسی تشکیل می گردد.

- **پروتوماتریکس**: اگر منشاء ماتریکس اولیه باشد می گویند. که همزمان با رسوبگذاری در ماسه سنگ ها گسترش می یابد.

- اگر ثانویه باشد چند حالت وجود دارد:

1)**ارتو ماتریکس**: در اثر تبلور مجدد کانی های رسی به وجود آمده باشد.

2) **سودوماتریکس**: در اثر خرد شدن ذرات صفحه ای و پلیتی نامقاوم است.

3) **اپی ماتریکس**: در اثر دگرسانی و دیاژنز ذرات ناپایدار به وجود آمده باشد.

- بسیاری از گری وک ها توسط جریان های توربیدیتی، در انواع حوضه های مختلف و معمولا دور از حاشیه های قاره ای، در حوضه های پشت جزایر قوسی و همراه با آتشفشان ها، برجای گذاشته شده اند.

- گری وک ها از نظر ترکیب یکنواخت هستند.

- ولیکن در نوع خرده سنگ ها با یکدیگر اختلاف دارند، این سنگ ها نتایج مهمی از وضعیت تکتونیکی در زمان رسوبگذاری را ارائه می دهد.

- بیشتر گری وک ها همزمان با فعالیت های کوهزایی تشکیل شده اند.

- مهمترین مکان تشکیل گری وک در ماسه سنگ های توربیدیتی است. یعنی در اعماق دریا و یا در وسط ژئوسنکلینال ها به وجود می آیند.

- به طور کلی ماسه های کوارتزی در کراتون های پایدار، ماسه های کوارتز فلدسپاتی در مکان هایی با بالاآمدگی پی سنگ و ماسه های فلدسپاتی خرده سنگی در قوسهای ماگمایی و سرانجام ماسه های کوارتز خرده سنگی در کوهزایی با چرخه مجدد به وجود می آیند.

سنگ های آواری دانه درشت (Rudaceous Rocks)

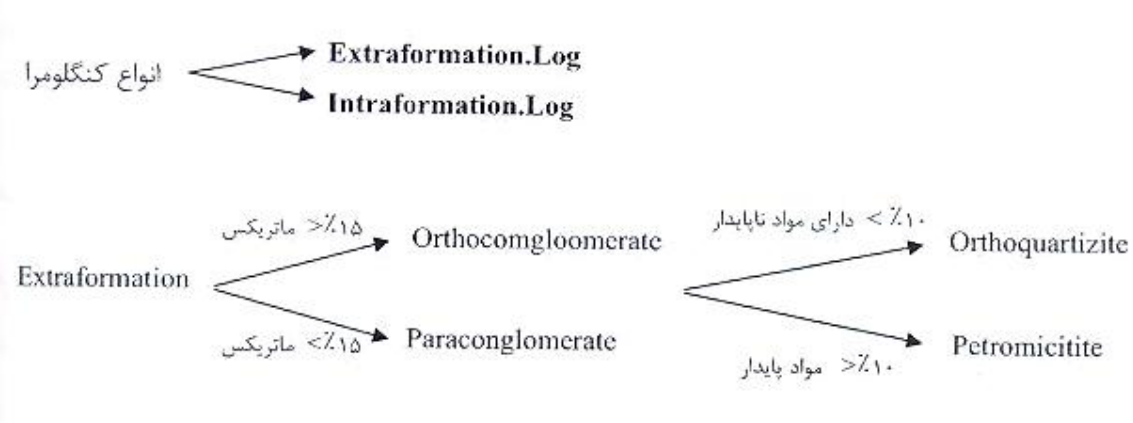
سنگ ها را براساس شکل ذرات به 2 دسته کنگلومرا و برش ها تقسیم می کنند.

کنگلومرا: ذرات کروی و گردشده دارند درصورتی که برش ها بدون کرویت و گردشدگی اند.

برش ها: به سنگ منشاء شان نزدیکترند، بنابراین در تشخیص سنگ منشاء به کار می روند. قطعات در این سنگ ها بیش از 2 میلی متر می باشد و به نام گراول و در برش ها به نام رابل خوانده می شود. کنگلومراها نسبت به حوضه به دو دسته تقسیم می شوند:

1- کنگلومرای خارج حوضه ای یا برون سازندی

2- کنگلومرای درون حوضه ای یا درون سازندی



ارتوکنگلومرا

- به ارتوکنگلومرا، کنگلومرای معمولی هم می گویند.

- در این کنگلومرا ذرات به خاطر کم بودن ماتریکس به هم چسبیده اند. به همین علت در محیط پر انرژی تشکیل می شوند.

- ماتریکس کمی دارند.

ارتوکوارتزیت: نوعی ارتوکنگلومراست دارای ذرات پایدار مثل کوارتز و چرت است، مچوریتی بالایی دارد، برای تشکیل آن هوازدگی باید بسیار شدید باشد.

پترومیکیتیت: اجزاء زیادی دارند و دارای انواع ذرات تشکیل دهنده می باشند. ضخامت این نوع کنگلومراها نسبت به ارتوکوارتزیت ها بیشتر و ذرات تشکیل دهنده آن نیز بزرگتر از کنگلومراهای ارتوکوارتزیتی است.

براساس اینکه از یک جنس یا چند جنس تشکیل شده باشد تقسیم می شوند:

الیگومیکتیت: اگر از یک جنس باشد.

پلی میکتیت: اگر از چند جنس باشد.

پاراکنگلومرا

- دارای مقدار زیادی ماتریکس هستند.

- ذرات تشکیل دهنده آنها از یکدیگر فاصله دارند، به طوری که می توان آنها را گل سنگ قلوه سنگ دار نامید.

- بر اساس لایه بندی یا لامیناسیون به 2 گروه تقسیم می شوند:

1- ماتریکس دارای لامیناسیون به نام مادستون قلوه سنگ دار لامینه دار (پلودیت)

2- ماتریکس بدون لامیناسیون به نام تیل (تیلیت) یا تیلوئید

- در مادستون قلوه سنگ دار لامینه دار، منشاء سنگ ها غالبا یخچالی است. در اثر ذوب یخ کوه های یخی شناور، قلوه سنگ های یخچالی به داخل رسوبات دانه ریز دریایی سقوط کرده و این سنگ ها را تشکیل می دهند، به این قلوه سنگ ها که سقوط می کنند Drop Stone می گویند.

تیلیت: بیشتر از نوع پاراکنگلومرا بدون لامیناسیون با منشاء یخچالی و جورشدگی بد است.

تیلوئید: دارای خصوصیات تیل است ولی منشاء آن نامشخص است. به طور کلی تیلوئیدها را ناشی از جریان های ثقلی می دانند.

- تیل ها دو نوع اند:

ارتوتیل: رسوبات یخچالی در همان محل رسوب کرده اند.

پاراتیل: رسوبات یخچالی بعدا توسط فرایندهای مختلف دیگر حمل شده اند.

نام دیگر تیلوئید گرولتن (Grolton) است.

کنگلومراهای درون سازندی

- در اثر رسوبگذاری لایه و حمل مجدد و ته نشست مجدد و ته نشست بعدی آن در داخل حوضه رسوبی به وجود می آیند.

- برای تشکیل آنها بایستی رسوبات از آب خارج شده، ترک برداشته سپس از محل ترک ها تکه های گلی دوباره توسط جریانات خود حوضه رسوبی ته نشست یابد.

- وجود این نوع کنگلومرا دلیل بر انفصال های رسوبی مهم نیست.

- مهمترین کاربرد کنگلومرای درون سازندی تشخیص ناپیوستگی است.

- کنگلومرای درون سازندی به دو دسته تقسیم می شوند:

1- ذرات تشکیل دهنده آنها آهک و یا دولومیت ریز بلور است (بدون تورق)

2- ذرات تشکیل دهنده آنها شیلی است (متورق)

برش (Breccias)

- برش ها به دو دسته رسوبی و غیر رسوبی تقسیم می شوند. رسوبی ها همزمان با ته نشست تشکیل می گردند و غیر رسوبی ها بعد از عمل رسوبگذاری تشکیل می گردند. برش های رسوبی بیشتر به نام کنگلومرا با قطعات زاویه دار نامیده می شوند.

- برش های غیر رسوبی به انواع زیر تقسیم می شوند:

1- **برش های کاتاکلاستیک**: غالبا در اثر حرکات تکتونیکی حاصل می شوند، مثل برش های گسلی

2- **برش های انحلالی**: در اثر انحلال لایه های زیرین یک لایه دیگر حاصل می شوند مثل وجود یک لایه نمکی در زیر لایه های سنگی دیگر

3- **برش های لغزشی**: بر اثر لغزش توده های رسوبی بر روی شیب و دامنه ها ایجاد می گردند.

4- **برش های پیروکلاستیک**: بعد از عمل آتشفشانی و در اثر حمل بعدی ذرات زاویه دار آتشفشانی تشکیل می شوند.

5- **برش های شهابی**: در اثر برخورد شهاب سنگ حاصل می شوند.

6- **برش های دروغین**: در اثر هوازدگی یا وجود ندول یا کنکرسیون، در داخل یک سنگ دیده می شوند و در واقع برش نیستند.

مهمترین کاربرد کنگلومرا

1- **تشخیص ناپیوستگی**: چون هر جا ناپیوستگی وجود دارد، کنگلومرا دیده می شود. این امر به علت خارج شدن حوضه از آب است. در نتیجه رسوبات یا لایه های رسوبی شروع به فرسایش می کند و قطعات آواری را درست می کند. در این حالت نزدیکترین قطعات آواری به منشاء کنگلومراها هستند.

2- **تشخیص سنگ منشاء**: چون نزدیک به سنگ مادر نهشته می شوند حاوی قطعات خرده سنگی می باشند که ترکیب کانی شناسی سنگ مادر را حفظ کرده اند.

3- **تشخیص انرژی محیط**: جایی تشکیل می شوند که انرژی تغییر کرده است (شدید تر شده است)

4- تشخیص محل جزر و مد دریا (محل تغییر انرژی)

5- تشخیص وضعیت تکتونیکی

6- تعیین شرایط محیط رسوبی و محیط حمل و نقلی

سنگ های تخریبی دانه ریز (گل سنگ ها)

این سنگ ها از سایر سنگ های رسوبی فراوانترند. درحدود 45- 55 درصد توالی سنگ های رسوبی را تشکیل می دهند. با این وجود به علت این که به راحتی هوازده می شوند، می توانند آب را در خود حفظ کنند. اغلب توسط گیاهان پوشیده شده و رخنمون کمی دارند اجزاء اصلی تشکیل دهنده گل سنگ ها شامل کانی های رسی و کوارتز در اندازه سیلت است، چون این اجزاء عمدتا تخریبی هستند، لذا کانی شناسی رس ها کم و بیش منعکس کننده آب و هوا و زمین شناسی ناحیه منشاء می باشد. از نظر اندازه دانه رس به ذرات با قطر کمتر از 2 میکرون گفته می شود. ولیکن به 10 میکرون یا بیشتر ممکن است برسد. باید توجه داشت که رس به دو معنا به کار می رود:

1- Clay Size: ذرات کوچکتر از 4 میکرون رس نامیده می شود.

2- Clay Mineral: که به یک سیلیکات آلومینیوم آب دار با ساختمان ورقه ای خاص اطلاق می شود.

انواع گل سنگ ها

- **مادستون**: سنگ گلی بدون تورق و بلوکی یا توده ای شکل

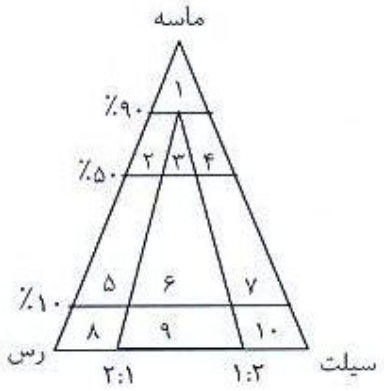
- **شیل**: سنگ گلی دارای تورق Fissibility

- **مارن**: سنگ گلی- آهکی

- **سیلتستون**: سنگ آهکی که اندازه ذرات آن بین 0/0625- 0/0039 میلی متر است.

- **آرژیلیت**: سنگ گلی بسیار سفت و سخت شده و تا حدودی دگرگون شده است.

طبقه بندی رسوبات سیلیسی آواری بر اساس مقدار ماسه، سیلت و رس به صورت زیر است:



1- ماسه سنگ

2- ماسه سنگ رسی

3- ماسه سنگ گلی

4- ماسه سنگ سیلتی

5- رس سنگ ماسه ای

6- گل سنگ ماسه ای

7- سیلتستون ماسه ای

8- رس سنگ

9- گل سنگ

10- سیلتستون

ساخت های رسوبی موجود در گل سنگ ها

این سنگ ها به علت ریز بودن اندازه دانه و خاصیت چسبندگی، دارای ساخت های رسوبی کمی هستند. جهت یابی توجیهی کانی های رسی و میکاها به موازات لایه بندی یک بافت، امری متداول است، این بافت نتیجه ته نشینی ورقه های رس به موازات لایه بندی و شاید تا حد کمتری بر اثر فشردگی و از دست دادن آب باشد.

تورق که در شیل ها دیده می شود، عبارت از جدا شدن گل سنگ ها در طول صفحات صاف موازی با چینه بندی است، که فاکتور اصلی ایجاد فشردگی است. فشردگی که باعث منظم شدن کانی های رسی می شوند. یک ساختمان رسوبی متداول در گل سنگ ها لامیناسیون است که عمدتا در اثر تغییر در اندازه دانه یا تغییر در ترکیب ایجاد می گردد. لامینه

های حاصل از تغییر اندازه دانه ممکن است از تفاوت ذرات رسوبگذاری شده توسط جریان های توربیدیتی با چگالی کم و جریان های معلق یا از کم شدن سرعت جریان های طوفانی، در مدت زمان کوتاهی (ساعت ها یا روزها) رسوب کرده باشند. سایر لامینه ها ممکن است در مدت زمان طولانی تری تشکیل شوند (ماه ها یا سال ها)، البته اگر نوسانات فصلی یا سالانه در تامین رسوب یا تولیدات بیولوژیکی وجود داشته باشد.

در سیلتستون ها، طبقات مسطح یا جدایی خطی در قدرت های بیشتر رودخانه تشکیل می گردد، ریپل های موجی شکل متقارن نیز می تواند ایجاد شود.

از دیگر ساخت های متداول در گل سنگ ها به طور خلاصه می توان به انواع زیر اشاره کرد:

ترک های گلی خارجی آب یا زیر آب (سین آرسیس)، آثار قطرات باران، بیوتوربیشن یا ساخت های زیستی، تشکیل نودول، کنکرسیون و سپتاریا (مختص سنگ های گلی اند) که در اثر دیاژنز و بعد از عمل رسوبگذاری ایجاد می شوند. لازم به ذکر است که نودول های دارای شبکه داخلی از ترک ها که به سمت داخل عریض شده آن را سپتاریا می نامند. نودول یا کنکرسیون در محل هایی از سنگ که دارای تخلخل لازم برای نفوذ آبهای غنی از املاح می باشد، تشکیل می شوند. ساخت مخروط در مخروط حاصل مخروط های پیچیده ای از کلسیت رشته ای و به ندرت آنکریت یا سیدریت است که عمود بر لایه بندی جهت یابی شده نیز مشاهده می شود.

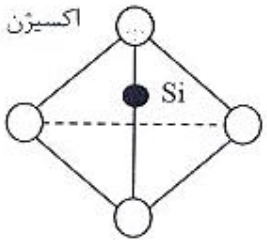
رنگ گل سنگ ها

رنگ یک گل سنگ تابعی از کانی شناسی و ژئوشیمی آن است. وجود مواد آلی و پیریت باعث ایجاد رنگ خاکستری تیره و سیاه می شود. هماتیت و اکسید فریک رنگ قرمز ایجاد می کنند. رنگ سبز نشان دهنده وجود کلریت یا آهن دوظرفیتی است. برخی مواقع در داخل یک لایه قرمز رنگ، لکه های سبز رنگ دیده می شود. این امر بیانگر وجود بخش های متخلخل و نفوذ آب و احیاء آهن است. این حالت لکه لکه به نام Marmerization نامیده می شود.

اجزاء تشکیل دهنده گل سنگ ها

اجزاء تشکیل دهنده گل سنگ ها شامل کوارتز، کانی های رسی و مواد دیگر است. کانی های رسی جزء اصلی تشکیل دهنده گل سنگ ها می باشند که این کانی ها سیلیکات آلومینیوم آبدار هستند. ساختمان کانی های رسی از بنیان های تترائدر و اکتائدر و لایه های بروسیت $Mg(OH)_2$ تشکیل شده است. در لایه تترائدر، سیلیس- اکسیژن که سه اتم

اکسیژن در هر تترائدر با تترائدر مجاور به اشتراک گذاشته شده و به یکدیگر متصل شده و یک شبکه هگزاگونال را تشکیل می دهند.

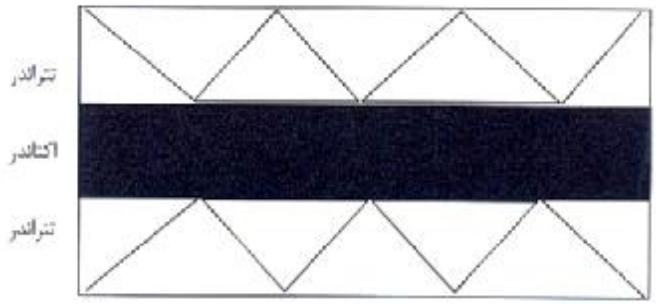


تصویر یک تترائدر

از نظر ساختمانی کانی های رسی به دو گروه دارای ساختمان دولایه ای (گروه کاندیت) سه لایه ای (گروه اسمکتیت) تقسیم می شوند.

گروه کاندیت یا کائولینیت تناوب ورقه ای تترائدر و اکتائدر وجود دارد و یک ورقه سیلیس تترائدر توسط یون های مشترک H به آلومینیوم اکتائدر متصل شده است. اگر بین آنها آب وجود داشته باشد، کائولینیت و اگر آب وجود نداشته باشد، کائولینیت و اگر آب وجود داشته باشد هالوسیت ایجاد می شود. از دیگر اعضای این گروه می توان به دیکیت و ناکریت، برتیرین، شاموزیت و گرینالیت اشاره کرد. کائولینیت دارای یک فاصله بنیادی، 7 آنگستروومی است.

اعضاء گروه اسمکتیت دارای ساختمان 3 لایه ای هستند، به طوریکه یک لایه آلومینیوم اکتائدری بین دو لایه سیلیس تترائدر قرار می گیرد. فاصله بنیادی در این گروه 14 آنگستروم است، ولی به علت توانایی جذب مولکول های آب توسط اسمکتیت این فاصله می تواند از 9/6 تا 21/4 آنگستروم تغییر کند. کانی معروف این گروه آبدار است و شامل مونت موریونیت می باشد و قابلیت انبساط دارد. نانترونیت، ساپونیت از دیگر اعضای این گروه هستند.



ساختمان اسمکتیت

در نانترونیت Fe^{3+} در لایه اکتائدری جانشین Al^{3+} می شود و در ساپونیت و استونزیت جانشینی $Mg2+$ و Al^{3+} صورت می گیرد. ورمیکولیت ساختمانی شبیه به اسمکتیت با قابلیت انبساط کمتر دارد و تمام موقعیت های اکتائدری توسط $Mg2+$ وFe^{2+} اشغال شده و مقدار زیادی از $Si4+$ توسط Al^{3+} جانشین شده است.

اگر به جای $H+$ در مونت موریونیت یون $K+$ قرار بگیرد ایلیت تشکیل می شود.

اگر به جای لایه های آبدار، لایه های بروسیت قرار گیرد، کانی کلریت ایجاد می شود.

ایلیت و کلریت پایدارترین کانی های رسی هستند. علاوه بر این، کانی های رسی با لایه های مختلط نیز فراوانند. از جمله کرنزیت که از لایه های مختلط کلریت- مونت موریونیت تشکیل شده است.

بیرفرژانس کانی های رسی از کائولینیت به مونت موریونیت و ایلیت افزایش می یابد.

کوارتز در گل سنگ ها عمدتا در اندازه سیلت است که از برخورد دانه ها در محیط آبی وبادی و سایش یخچالی مشتق شده است. تغییرات منطقه ای در اندازه دانه و درصد کوارتز در توالی گل سنگی می تواند در مطالعات جغرافیایی قدیمه مورد استفاده قرار بگیرد. سایر ترکیبات موجود در گل سنگ ها شامل فلدسپات ها، مسکویت که فراوانتر از بیوتیت است، کلسیت به صورت خرده های اسکلتی، پیریت به صورت نودولی، گلوکونیت، بریترین، هماتیت، ژیپس، انیدریت و نمک می باشد. مواد آلی در گل سنگ ها به ویژه در شیل های سیاه فراوان است و اگر تمرکز آنها به مقدار کافی برسد ممکن است منجر به تشکیل شیل نفتی شود.

شیل ها

سنگ های آواری دانه ریز دارای تورق و مواد ارگانیکی هستند که درمناطق عمیق دریا شکل می گیرند. این سنگ ها چون از رسوباتی که به صورت معلق حمل و نهشته می شوند تشکیل گردیده اند. دارای ساختمان های لامیناسیون موازی یا افقی، واروها یا لامیناسیون موجی هستند. اگر رسوبگذاری در حوضه رسوبی زیاد باشد و یا در توپوگرافی با شیب زیاد صورت گیرد، پدیده Slumping اتفاق می افتد.

در ماسه سنگ ها مهمترین بخش دیاژنز، سیمانی شدن است اما در شیل ها به علت نفوذپذیری پایین، گردش آب کم است و سیمانی شدن قابل ملاحظه نیست. در عوض فشردگی قابل ملاحظه است. این امر به علت فراوانی کانی های رسی، ساختمان خاص ورقه ای آنها و جذب آب توسط آنها (که هنگام تراکم از دست می دهند) می باشد.

اصلی دلیل تراکم وجود مواد آلی است. این مواد، همراه دانه ها نهشته شده و حجم زیادی اشغال می کنند که در محیط دیاژنز حل می شوند و از بین می روند (به صورت گازهای بیوژنیک) لذا تراکم زیادی ایجاد می شوند. این سنگ ها به علت وجود مواد آلی به عنوان سنگ منشاء قابل اهمیتند.

تشکیل و توزیع کانی های رس در رسوبات

کانی های رسی در یک رسوب یا سنگ رسوبی سه منشاء دارد:

1- **رس های موروثی**: که در این نوع رس ها آواری هستند، به طوریکه در ناحیه دیگری تشکیل شده و در موقعیت کنونی شان پایدار هستند. این رس ها اطلاعات خوبی در مورد آب و هوای گذشته زمین و منشاء رسوب ارائه می دهند. آنها به صورت برجا در بخش هوازده خاک تشکیل می شوند.

2- **رس های نوظهوری یا نوشکل یافته**: به صورت برجا تشکلیل شده و از محلولها ته نشین می شوند. در اثر واکنش بین ذرات و محلولهای بین آنها تشکیل می گردند و بیانگر ژئوشیمی سیالات دربرگیرنده، میزان آبشویی و درجه حرارتی است که در برخی مراحل تشکیل نمونه، وجود داشته است.

3- **رس های تبدیلی**(Transfotmation): در این نوع رس، رس های موروثی در اثر تبادل یونی یا نظم مجدد کاتیون ها تغییر یافته اند مثل تبدیل مونت موریونیت به ایلیت یا شیشه آتشفشانی به کلریت. این رس ها اطلاعاتی درمورد محیط شیمیایی که بعدها نمونه تحت تاثیر آن قرار گرفته، به دست می دهد.

هر یک از کانی های رسی در شرایط خاصی از پروفیل خاک تشکیل می شوند.

ایلیت: زمانی تشکیل می شود که میزان شستشو محدود و آب و هوا معتدل است. در عرض های جغرافیایی بالا تشکیل می گردد، همچنین مشخص کننده رسوبات دریایی است.

کلریت: زمانی که میزان آبشویی متوسط، آب و هوا معتدل باشد تشکیل می شود. زیرا به راحتی اکسیده می شود، در خاک های اسیدی و هم در عرض جغرافیایی بالا و هم پایین تشکیل می شود. مشخص کننده رسوبات خشکی است.

کائولینیت: در عرض های جغرافیایی پایین، جایی که میزان شستشو زیاد و آب و هوا گرم است تولید می شود. این قضیه در مورد لوسیت ها نیز صادق است. آبشویی بیشتر خاک های کائولینیتی و انتقال سیلیس منجر به تشکیل گیبسیت و سایر هیدروکسیدهای آلومینیوم می شود که تشکیل بوکسیت را می دهد. برای تشکیل بوکسیت توپوگرافی باید ملایم باشد وسیلیس خارج شود.

در خاک های غنی از آهن در مناطق گرم و مرطوب، لاتریت ها نیز در اثر هوازدگی بسیار زیاد به وجود می آیند که از اکسیدهای آهن آبدار و کائولینیت تشکیل شده اند.

انواع گل سنگ ها

1- گل سنگ های برجای مانده (Residual)

2- گل سنگ های تخریبی یا حمل شده (Detrital)

3- گل سنگ های با منشاء آتشفشانی

گل سنگ های برجای مانده (Residual): در خاک های قدیمه و روی ناپیوستگی ها تشکیل می گردد. مثل کالکریت ها که به همراه این گل سنگ ها دیده می شوند. کالکریت ها حاوی پیزوئید کالیچی هستند. گل سنگ ها در بالا و پایین لایه زغالی محیط های دلتایی هم قرار می گیرند، که اگر پایین لایه زغالی باشد، خاک نسوز یا خاک نشیمنگاهی (Seat earth) و اگر بالای آن باشد تونستین (Tonstein) گفته می شود که دارای کائولینیت است.

گل سنگ های تخریبی یا حمل شده (Detrital): به دو دسته غیر دریایی و دریایی تقسیم می شوند:

غیر دریایی: مانند گل سنگ های موجود در دشت سیلابی رودخانه ها یا دریاچه ها (شاخ گاوی و یا یخچالی).

دریایی: مانند محیط های گلی ساحلی، لاگون ها (مرداب های کنار ساحل) می باشد. از مشخصات این نوع محدود بودن فسیل هاست. اگر ماده آلی در گل سنگ ها زیاد باشد به نام شیل های سیاه و با افزایش بیشتر ماده آلی، شیل های نفتی نامیده می شود.

گل سنگ های با منشاء آتشفشانی: این نوع از دگرسانی مواد آتشفشانی ناشی می شود مثل بنتونیت که از اسمکتیت و یا مونت موریونیت تشکیل شده است. سنگ منشاء آن اکثرا بازیک است. تونستین از کائولینیت تشکیل شده است و سنگ منشاء آن اکثرا اسیدی است.

دیاژنز گل سنگ ها

دو عمل مهم دیاژنز شامل فشار(تراکم) و حرارت است. رسوبات گلی در حین تشکیل تا 90 درصد آب می توانند داشته باشند. با رسوبگذاری لایه های فوقانی وزن طبقات باعث خروج آب بین ذره ای می گردد. در عمق دفن 1 کیلومتر درصد آب به 30 درصد وزنی می رسد. با ادامه دفن درجه حرارت افزایش می یابد. با ادامه عمق دفن آب درون شبکه ای کانیهای رسی نیز خارج شده و در ادامه کانیهای رسی جدید به وجود می آیند. مانند مونت موریونیت و کائولینیت به

مرور زمان به کلریت و ایلیت تبدیل می شوند. محصول نهایی دیاژنز یا دگرگونی درجه پایین گل سنگ ها سریسیت می باشد.

سنگ های شیمیایی و بیوشیمیایی غیر کربناته

1- سنگ های سیلیسی (Siliceous Rocks)

چرت و فیلینیت معمول ترین انواع سنگ های رسوبی سیلیسی هستند. چرت یک واژه خیلی کلی برای رسوبات سیلیسی دانه ریز با منشاء شیمیایی، بیوشیمیایی یا بیوژنیکی است.

فلینیت: به عنوان معادل چرت و خصوصا برای نودول های چرتی موجود در گل های سفید (Chalk) کرتاسه به کار می رود.

ژاسب: نوعی چرت قرمز است که رنگ قرمز آن ناشی از هماتیت ریز پراکنده است.

سیلکسیت (Silexite): واژه فرانسوی معادل چرت، نوع سیاه و کربن دار است.

نواکولیت: نوع دیگری از سنگ های سیلیسی است که افزون بر سختی زیاد، از بافت یکنواخت و میکروکریستالین و رنگ روشن نیز، برخوردار است. نواکولیت در اصل یک چرت لایه لایه متشکل از کوارتز میکروکریستالین است.

پروسلانیت: به سنگ های سیلیسی دانه ریز با بافت و شکستگی مشابه با چینی بدون لعاب اطلاق می شود. در واقع نوعی چرت اپالی متراکم و رس دار است.

تریپولی: از انواع دیگر سنگ های سیلیسی بسیار متخلخل و سبک وزن است که کانی عمده تشکیل دهنده آن کلسدونی بوده و به رنگ های سفید، صورتی و خاکستری روشن و با لمس زبر و خشن، مشخص می شود. تریپولی فقط در سطح زمین گسترش داشته و آنرا نتیجه فرایندهای هوازدگی از قبیل آب گرفتن و یا شکستگی سنگهای دیگر از قبیل چرت و آهک های سیلیسی معرفی کرده اند، که بخش های کربناته آن ها شسته و خارج شده است.

چرت ها معمولا به انواع لایه لایه و نودولی تقسیم می شوند

چرت های لایه لایه: اغلب باسنگ های ولکانیکی همراه هستند و مسئله چرت در مورد منشاء ولکانیکی یا منشاء بیوژنیکی سیلیس است.

چرت های نودولی: دیاژنیکی هستند و از طریق جانشینی تشکیل شده اند. منشاء سیلیس را عمدتا به منشاء آتشفشانی نسبت می دهند. مطالعات جدیدتر نشان می دهد که منشاء سیلیس فقط از منشاء آتشفشانی نیست بلکه قسمت عمده

ای از خشکی ها نشات می گیرند. به طوری که از انحلال سنگ های پوسته جامد زمین شکل می گیرند. سنگ های سیلیس بر حسب تقسیم بندی کاروزی به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم می شوند.

چرت های اولیه

الف) رادیولاریت

ب) دیاتومیت (پروسلانیت)

ج) اسپیکولیت

د) نواکولیت

ه) اپال

رادیولاریت

دو دسته اند:

1- با نوارهای اکسید آهن

2- با نوارهای مواد آلی

از مشخصات انواع با نوارهای اکسید آهن می توان به مشخصه های زیر اشاره کرد:

1- همراه با توالی های افیولیتی هستند.

2- همراه با گل های پلاژیک هستند.

3- دارای نوارهای قرمز تا سبز تیره دارای اکسیدهای Fe^{3+}.

4- از پوسته رادیولار تشکیل شده اند.

دو فاکتور اول نشان دهنده این است که اینها در محیط عمیق شکل گرفته اند. وجود Fe^{3+} نشان دهنده محیط اکسیدان است که علت وجود محیط اکسیدان در عمق، گردش شدید آب در طبقات است که باعث شده اکسیژن از طبقات سطحی به اعماق برود. پس این سنگ ها مربوط به محیط های عمیق دریا که چرخش آب شدید بوده و اجازه داده تا اکسیژن به محیط عمیق برود. محیط اکسیدان گردد، می باشند. انواع دارای نوارهای مواد آلی در همان محیط قبل، ولی

غیر اکسیدان تشکیل می گردند. احیاء ناخالصی هایی که همراه این 2 گروه دیده می شود عمدتا کانی رسی گروه ایلیت، کوارتز، میکروکریستالین و فسفات می باشد.

سیلکریت

سنگی غنی از سیلیس است، اولیه بوده و در PH قلیایی تشکیل می شود، لذا در فصول خشک که تبخیر و PH بالاست ایجاد می شود.

دیاتومیت ها

عمدتا در محیط های دریاچه ای به خصوص فلات قاره (Shelf) شکل می گیرند که محیط غیر اکسیدان هستند. در محیط شیب قاره اگر اکسیدان نباشد نیز شکل می گیرند. دارای تخلخل بالایی هستند و کانی های رسی گروه کائولن یا کائولن یا ایلیت همراه آنها دیده می شود.

پروسلانیت

اگر مقدار کانی رسی به 25 درصد برسد به سنگ، پروسلانیت می گویند. این سنگ ها در منطقه ای بسیار کم شیب و گسترده خلیج مانند که گردش قوی آب وجود ندارد، شکل می گیرند و به علت جریان های روبه بالای آب، سیلیس به محدوده فلات قاره کشیده می شود.ت این نوع چرت به طریقه شیمیایی و گاهی به علت دخالت موجودات پلانکتون به صورت ژل سیلیسی که عمدتا اپال A و B است نهشته می شود.

اسپیکولیت

عمده سازنده این ها، سوزن هایی از جنس سیلیس هستند. تفاوت این سنگ ها با بقیه سیلیس ها این است که این سنگ ها در دریاچه های آب شیرین گسترش می یابند و همراه با رسوبات جریانهای آشفته هستند.

نواکولیت

رسوبات سیلیسی که در تشکیل آنها موجودات مختلف دخالت دارند و قاعدتا در محیط های دریایی کم عمق گسترش می یابند.

چرت های ثانویه

نودول های چرت شامل:

الف) سین ژنیتیک چرت

ب) Early Chert

ج) Late Chert

د) دیاژنتیک چرت

غالبا به صورت نودولی هستند و برای تشکیل این سنگ ها در محیط دیاژنز دو شرط لازم است:

1- وجود Si: که می تواند حاصل انحلال ذرات اصلی سازنده سنگ باشد و توسط آب های درون منفذی وارد سنگ می شود.

2- وجود PH,EH مناسب در محیط دیاژنز

کالکریت: نوعی چرت ثانویه است که در محیط دیاژنز شکل می گیرد.

منشاء چرت

در مورد منشاء چرت ها، اتفاق نظر وجود ندارد، با این وجود اکثر محققین، چرت های نودولی را از منشاء ثانویه و دیاژنیکی می دانند. شواهدی که این فرضیه را تایید می کند عبارتند از:

1- شکل بسیار نامنظم اکثر نودول های چرت

2- وجود بخش های کربناته در داخل نودول های چرت

3- وجود فسیل های سیلیس شده

4- حفظ و وجود آثار و بقایایی از ساخت های رسوبی به ویژه سطوح لایه بندی در داخل بعضی از نودول های چرتی

5- گسترش و حضور نودول های چرت فقط در بعضی از قسمت های تشکیلات آهکی و عدم توزیع و پراکندگی منظم تشکیلات منظم آن در تشکیلات میزبان.

2- سنگ های آهن دار

به طور کلی آهن در تمام سنگ های رسوبی وجود دارد، اما اگر مقدار آن بیشتر از 15درصد باشد سنگ های آهن دار نامیده می شوند. اکثر نهشته های رسوبی آهن دار تحت شرایط دریایی تشکیل شده اند.

انواعی که در پرکامبرین میانی تشکیل شده اند به نام سازندهای آهن نواری خوانده می شوند، که به طور تیپیک شامل توالی های ضخیمی از انواع کانی های آهن مابین لایه های چرتی هستند و در حوضه های بزرگ درون کراتونی رسوب کرده اند.

انواعی که در فانروزوئیک تشکیل شده اند، معمولا توالی های نازکی هستند که در نوار خاصی رسوب کرده اند.

آهن به صورت Fe^{3+} و Fe^{2+} وجود دارد.

Fe^{3+} در شرایط اکسیدان و بازی پایدار است. در مجاورت اکسیژن به صورت نامحلول است و رسوب می کند. در حقیقت در محدوده PH-EH محیط های طبیعی Fe^{3+} به صورت $Fe(OH)_2$ بسیار نامحلول است، در حالیکه Fe^{2+} در شرایط اسیدی و احیاء پایدار است که در این شرایط بسیار نامحلول است و رسوب می کند.

سه مکانیزم برای حمل و نقل آهن پیشنهاد شده است. هیدروکسید فریک، که یکی از کلوئیدهای معلق را تشکیل می دهد و در حضور مواد آلی پایدار است آهن می تواند بدین صورت توسط رودخانه حمل شود و سپس در دریا به صورت کلوئیدهای معلق لخته شده و رسوب کند. آهن همچنین می تواند توسط جذب و تجزیه با مواد آلی حمل شود به همین دلیل آهن می تواند توسط کانی های رسی هم به عنوان قسمتی از ساختمان رس و هم به صورت پوشش های اکسیدی در سطح رس ها حمل شود.

فراوانترین کانی های آهن دار

اکسیدها: هماتیت، مگنتیت، گوتیت، لیمونیت

کربنات ها: سیدریت، آنکریت، دولومیت آهن دار

سیلیکات ها: برترین، شاموزیت، گرینالیت، گلوکونیت

سولفیدها: پیریت و مارکاسیت

منشاء آهن

چندین منشاء برای آهن در سنگ های آهن دار در نظر گرفته شده است. منشاهای مختلف به طور خلاصه در ذیل آورده شده است.

1- هوازدگی کانی های آهن دار در پوسته که معمولا در شرایط استوایی (آب و هوای گرم و مرطوب) یا در شرایط خشک و یا در شرایطی که جو محیط غنی از CO_2 باشد به عنوان منشاء آهن عنوان شده است.

2- فعالیت های آتشفشانی در خشکی و دریا

3- واکنش آب با کانی های تخریبی آهن دار در محیط رسوبی

4- واکنش آب دریا با سنگ های آتشفشانی که حجم زیادی دارد.

شرایط لازم برای رسوبگذاری آهن به طریقه شیمیایی

1- میزان ورود مواد آواری از خشکی ناچیز باشد.

2- میزان رسوبگذاری کربنات کلسیم ناچیز باشد.

از دیگر عوامل کنترل کننده می توان به PH-EH، میزان CO_2 موجود در محیط، میزان تمرکز سولفور (S^{2-}) و میزان مواد آلی در محیط اشاره کرد.

در دیاگرام PH-EH، مگنتیت در PH بالا و شرایط احیاء وجود دارد.

مگنتیت، سیدریت و پیریت در شرایط احیاء پایدارند.

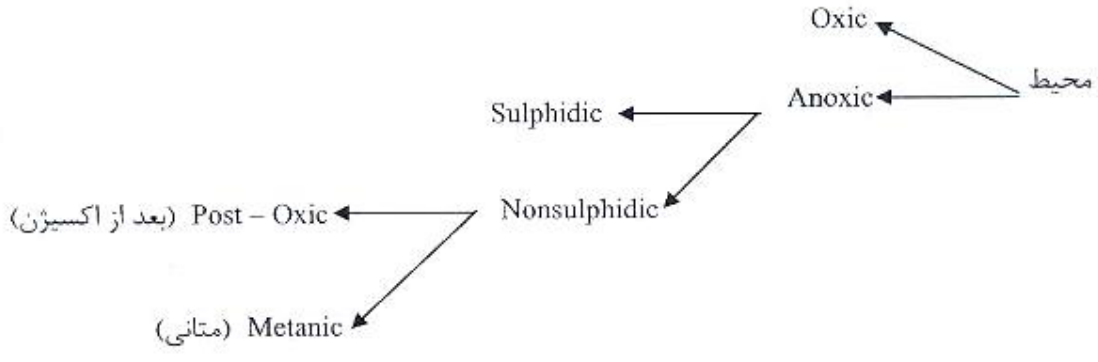
نمودارPH -EH نشان می دهد که هماتیت در محیط احیاء و فشار پایین شکل می گیرد و محدوده پایداری وسیعی دارد. همین امر در مورد سیدریت نیز صادق است

سیدریت در شرایط احیایی بالا، پایدار است.

پیریت در محدوده وسیعی از فشار بالا و شرایط احیا پایدار می باشد.

در فانروزئیک ایجاد محیط برای انحلال آهن را به مواد آلی نسبت داده اند، ولی در پرکامبرین فشار CO_2 کنترل کننده تشکیل سنگ های رسوبی آهن دار بوده است.

محیط تشکیل آهن به صورت شیمیایی



محیط اکسیدان

- در سطح قاره ها، محیط های رودخانه ای، اکسیدان است و فقیر از ماده آلی می باشد
- معروفترین کانی شکل گرفته در این شرایط هماتیت، گوتیت و لیمونیت می باشد.

محیط سولفیدی

- از مشخصات بارز آن ها وجود ماده آلی در محیط است.

- مقدار ماده آلی به حدی است که علاوه بر اینکه اکسیژن را مصرف کرده، باعث احیاء سولفات ها می شود.

- کانی های شکل گرفته در این محیط پیریت، مارکاسیت و ردوکروزیت است که احتمالا همراه مواد آلی دیده می شوند.

غیر سولفیدی

- در این محیط احیاء سولفید وجود ندارد و شرایط احیاء ضعیف است.

- این محیط با توجه به فشار CO_2 موجود در آن به دو قسمت بعد از اکسیژن و متانی تقسیم می شود.

محیط سولفیدی بعد از اکسیژنی

- کانی های گلوکونیت، برتیرین، سیدریت به صورت فرعی دیده می شود.

- مواد ارگانیکی به صورت فرعی وجود دارد.

محیط متانی

- کانی هایی که در شرایط متانی به وجود می آیند شامل: سیدریت، ویویانیت، ردوکروزیت و مواد آلی است با توجه به این کانی ها، می توان عمق تدفین را تاحدوی مشخص کرد.

- بریترین در عمق به شاموزیت تبدیل می شود. گلوکونیت و لیمونیت چون فرم های ناپایدار اکسید آهن هستند در رسوبات قدیمتر(پرکامبرین) دیده نمی شوند.

- سیدریت در جاییکه اکتیویته کربناتها زیاد و اکتیویته سولفیدها کم باشد، ته نشین می شود، بنابراین در رسوبات غیر دریایی فراوانتر است.

هماتیت: هم در رسوبات آهن دار پرکامبرین و هم در سنگ های آهن دار فانروزوئیک وجود دارد. در زمان دوم، پالئوزوئیک فراوان تر یافت می شود. گوتیت در رسوبات آهن دار پرکامبرین وجود ندارد، اما جزء اصلی تشکیل دهنده رسوبات آهن دار فانروزوئیک، به ویژه رسوبات آهن دار مزوزوئیک می باشد.

مگنتیت: در سازندهای آهن دار پرکامبرین جایی که با چرت به صورت بین لامینه ای می باشد، فراوان است. مگنتیت جزء فرعی سنگ های آهن دار فانروزوئیک است.

کانی های مهم سیلیکات آهن، بریترین، شاموزیت، گرینالیت و گلوکونیت هستند.

بریترین: در سنگ های آهن دار ژوراسیک وجود دارد و در شرایط احیایی تشکیل می شود.

شاموزیت: در انواع قدیمی تر(پالئوزوئیک)

گرینالیت: سیلیکات آهن آبدار بین لایه ای با چرت است و اجزاء تشکیل دهنده لایه ها و عدسی های نهشته های آهن دار رسوبی پرکامبرین است.

گلوکونیت: درمحیط دیاژنیتیکی، کمی احیایی، غیر سولفیدی، بعد از اکسیژن تشکیل می شود. این کانی در شوری متوسط پایدار است. گسترش آن در رسوبات عهد حاضر از ماسه های محیط های ساحلی و نزدیک به ساحل تا قسمت های عمیق دریا می باشد.

3- سنگ های تبخیری (Evaporites Rocks)

سنگ هایی متشکل از کانی های تبخیری هستند که در اثر فرایندهای شیمیایی، از آب های اشباع، یا نزدیک توسط تبخیر خورشیدی حاصل می گردند. با توجه به تعریف این سنگ های محدود به سطح زمین هستند، ولی warren اعتقاد دارد که این تبخیری ها اولیه اند و انواعی داریم که در اعماق تشکیل می شوند که به آنها ثانویه می گویند.

تبخیری ها معمولا سنگ پوشش مخازن هیدروکربنی را تشکیل می دهند یا در اثر دیاپیریسم نمکی تله های ساختمانی را تشکیل می دهند. همچنین این سنگ های در مطالعات آب و هوای قدیمه مفید هستند، چون آنها معمولا به نواحی خشک با عرض جغرافیایی پایین محدود می شوند.

معروفترین کانی های تبخیری عبارتند از: هالیت، سیلویت، کارنالیت، انیدریت، ژیپس، تناردیت، ترونا، گلوبریت و ...

کانی های تبخیری را به دو گروه اصلی تقسیم می کنند:

1- **کربنات های آلکالی خاکی**: آراگونیت، دولومیت، کلسیت کم منیزیم و پرمنیزیم.

2- **نمک های تبخیری**: ژیپس، انیدریت، هالیت، کارنالیت.

در یک محیط مساعد اولین گروه شکل گرفته کربنات ها هستند به طوری که ابتدا آراگونیت تشکیل می شود، لذا غلظت Ca پایین آمده و Mg بالا می رود و شرایط برای تشکیل کلسیت کم منیزیم فراهم می شود، سپس کلسیت پرمنیزیم و در انتهای کربنات ها، دولومیت به صورت نادر ایجاد می شود (دولومیت اولیه).

بعد از کربنات ها، نمک های تبخیری ایجاد می شوند که در بین آنها ژیپس ابتدا ایجاد می شود و سپس کلرورها، مانند هالیت و سیلویت تشکیل می شود. بر این اساس می توان گفت که کانی های کربناته آلکالی عمدتا اولیه و دسته دوم ثانویه بوده و در اعماق تشکیل می شوند.

ژیپس و انیدریت در سطح زمین، در زیر آب و در خشکی رسوب می کنند. با این وجود در هنگام دفن تا اعماق بیش از چند صد متر، تمام $CaSO_4$ موجود به صورت انیدریت است و معمولا درهنگام بالا آمدن انیدریت به ژیپس تبدیل می شود.

بیشتر مطالعات ژیپس- انیدریت نشان داده است که فاز پایداری آنها به وسیله اکتیویته آب و درجه حرارت تعیین می گردد.

از نظر پتروگرافی ژیپس دارای برجستگی پایین و بیرفرژانس ضعیف بوده و به سیستم بلوری منوکلینیک تعلق دارد.

انیدریت دارای بیرفرژانس متوسط، برجستگی بالا و ارتورومبیک است.

میزان ژیپس- انیدریت به طور قابل ملاحظه ای متغیر است و به محیط رسوبگذاری و تاریخچه دیاژنتیکی آنها وابسته است.

به طور کلی سه نوع شورآب درنظر گرفته می شود:

1- دریایی

2- غیردریایی

3- مختلط

شوراب های دریایی

به طور کلی اگر غلظت این کاتیون ها در آب دریا به دو برابر وضعیت فعلی دریاها (60-40درهزار) و چگالی دریا به $1/10g/cm^3$ برسد کربنات کلسیم به صورت آراگونیت شروع به تشکیل می کند. اگر غلظت شوراب به 5 برابر وضعیت فعلی دریاها (160-130درهزار) و چگالی آب دریا به $1/13g/\ cm^3$ برسد، ژیپس گسترش می یابد. اگر غلظت شوراب به 12- 10 برابر وضعیت فعلی برسد (360-300) برسد و چگالی آب دریا به $1/16g/\ cm^3$ برسد، هالیت ته نشین می شود. بعد از تهشته شدن NaCl اگر غلظت آب دریا به 90-70 برابر وضعیت فعلی و چگالی به $1/30g/\ cm^3$ برسد، بسته به شرایط $MgCl_2,KCl,MgSO_4,K_2SO_4$ ته نشین می شوند.

شوراب های غیر دریایی

ترکیب سنگ بستر آخیز، غلظت کاتیون ها و آنیون را کنترل می کند. معمولا عبور از سنگ های کربناته باعث افزایش CO_3^{2-} و HCO3- می شود. عبور از سنگ های دولومیتی باعث افزایش Mg، عبور از سنگ های آذرین و متامورفیک باعث افزایش غلظت $HCO_3^-,Mg^{2+},Si^{4+},Na^+,Ca^{2+}$ می شود. عبور از سنگ های بازیک و اولترابازیک باعث افزایش Mg و HCO_3^- می گردد.

شوراب های مختلط

از جمله این محیط ها می توان به محیط های دریایی که حاشیه آن را گسل ها تعیین می کند، سواحلی که آب شور و شیرین وارد آن می شود، محیط های دریایی که تحت تاثیر رسوبات بادی قرار گرفته اند اشاره کرد.

محیط تشکیل تبخیری ها

بهترین تقسیم بندی موجود در مورد تبخیری ها براساس محیط تشکیلشان صورت گرفته است.

1- محیط های دریایی

2- محیط های غیر دریایی و قاره ای

نکات کلیدی

Ø سنگ های رسوبی را به 4 دسته آواری، غیرآواری و هیبریدها (دورگه) تقسیم می کنند.

- کربناته

- **غیر کربناته**: سنگهای سیلیسی، سنگ های آهن دار، سنگ های فسفاتی، تبخیری ها و شیل های نفتی

Ø سنگ های آواری شامل:

1- **سنگ های آواری دانه درشت**: کنگلومرا و برش

2- **سنگ های آواری دانه متوسط**: ماسه سنگ

3- **سنگ های آواری دانه ریز**: مادستون

Ø **انواع گل سنگ ها**

- **مادستون**: سنگ گلی بدون تورق و بلوکی یا توده ای شکل

- **شیل**: سنگ گلی دارای تورق Fissibility

- **مارن**: سنگ گلی- آهکی

- **سیلتستون**: سنگ آهکی که اندازه ذرات آن بین 0/0625- 0/0039 میلی متر است.

- **آرژیلیت**: سنگ گلی بسیار سفت و سخت شده و تا حدودی دگرگون شده است

سنگ های آواری دانه متوسط

A- روش پتی جان (1987)

1- کوارتز آرنایت

2- ساب آرکوز

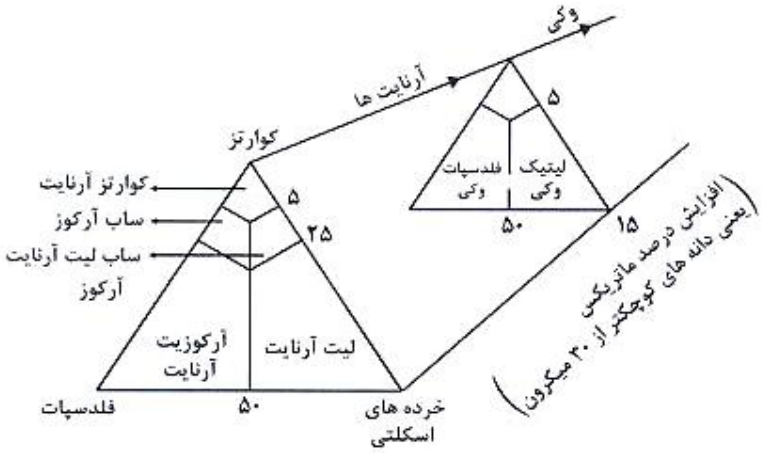
3- ساب لیت آرنایت

4- آرکوزیتیک آرنایت

5- لیت آرنایت

در این روش، پتی جان ذرات کوچکتر از 30 میکرون را به عنوان ماتریکس در نظر گرفته است. اگر سنگ 15-0 درصد ماتریکس داشته باشد جزء آرنایت ها، اگر 75- 15 درصد ماتریکس داشته باشد جزء وکی ها و بیش از 75 درصد ماتریکس، جزء گل سنگ ها قرار می گیرد. این تقسیم بندی مستقل از محیط رسوبگذاری است. همچنین اولیه و ثانویه بودن ماتریکس را در نظر گرفته است. چرت در این تقسیم بندی جزء قطعات لیتیک است در صورتیکه برخی چرت ها ثانویه اند.

قسمت هاشور خورده را آرکوزیک آرنایت نیز می گویند.



B- روش فولک (1980)

1- کوارتز آرنایت

2- ساب آرکوز

3- ساب لیت آرنایت

4- آرکوز

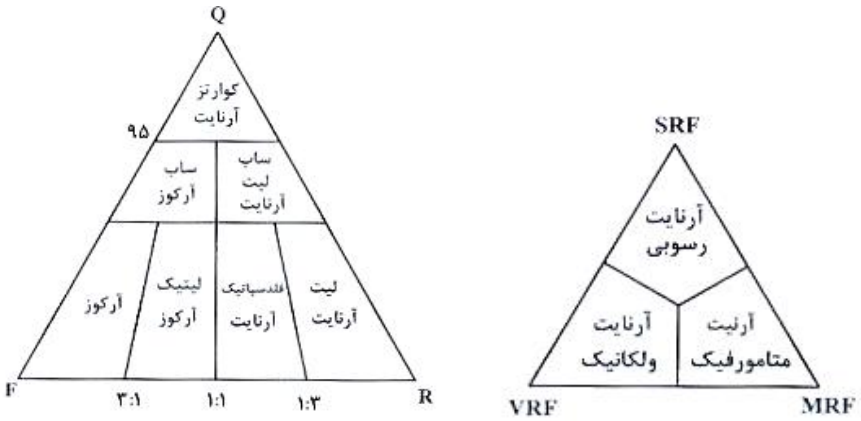
5- لیتیک آرکوز

6- فلدسپاتیک لیت آرنایت

7- لیت آرنایت

در روش پتی جان F فقط شامل فلدسپات است، اما در روش فولک شامل فلدسپات، گرانیت، گنیس نیز می باشد. این اجزاء در رده بندی پتی جان جزء خرده سنگ محسوب می شوند. اگر اجزایی مثل گلوکونیت، فسفات و ... (اجزاء دیگر)

بیش از 50 درصد سنگ باشد، اسامی خاصی به نام ماسه سنگ های هیبریدی به آن ها اطلاق می شود، مثل ماسه سنگ گلوکونیت دار.



طبقه بندی ماسه سنگ ها به روش فولک

سنگ های آواری دانه درشت (Rudaceous Rocks)

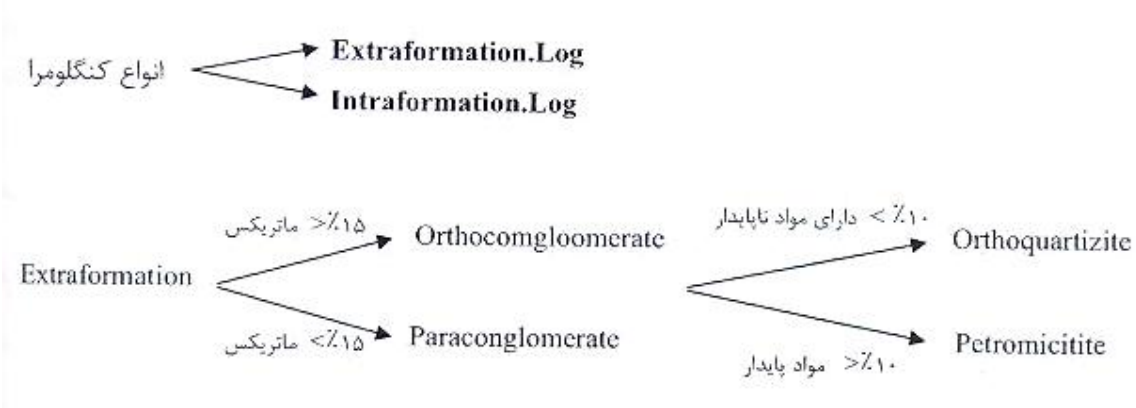
سنگ ها را براساس شکل ذرات به 2 دسته کنگلومرا و برش ها تقسیم می کنند.

کنگلومرا: ذرات کروی و گردشده دارند درصورتی که برش ها بدون کرویت و گردشدگی اند.

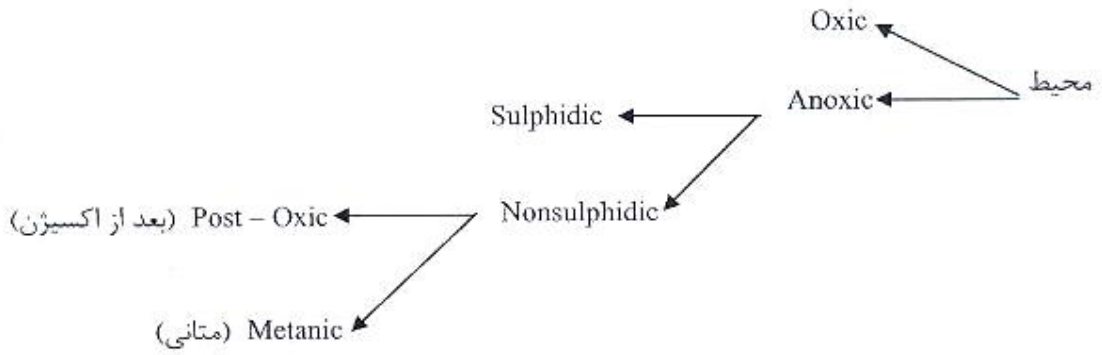
برش ها: به سنگ منشاء شان نزدیکترند، بنابراین در تشخیص سنگ منشاء به کار می روند. قطعات در این سنگ ها بیش از 2 میلی متر می باشد و به نام گراول و در برش ها به نام رابل خوانده می شود. کنگلومراها نسبت به حوضه به دو دسته تقسیم می شوند:

1- کنگلومرای خارج حوضه ای یا برون سازندی

2- کنگلومرای درون حوضه ای یا درون سازندی



محیط تشکیل آهن به صورت شیمیایی



Ø به طور کلی سه نوع شورآب درنظر گرفته می شود:

1- دریایی

2- غیردریایی

3- مختلط

نمونه سوالات تستی

1- در سنگی 20 درصد ماسه (کوارتز، فلدسپات و خرده سنگ) وجود دارد و بقیه را ماتریکس ریز دانه تشکیل داده است، اسم سنگ چیست؟

1) گل سنگ 2) گل سنگ ماسه دار

3) ماسه سنگ گری وکی 4) ماسه سنگ با سیمان رسی

2- گری وک در تقسیم بندی ماسه سنگ ها به روش فولک جزء کدام دسته قرار می گیرد؟

1) آرنایت های کوارتزی 2) آرنایت های فلدسپاتی

3) آرنایت های خرده سنگی 4) در طبقه بندی جایگاهی ندارد

3- ماسه سنگی دارای 71% کوارتز، 12% پلاژیوکلاز و 17% خرده های گنیس است نام سنگ در طبقه بندی فولک چیست؟

1) آرکوز 2) ساب لیتیک آرنایت 3) ساب آرکوز 4) لیت آرنایت فلدسپاتی

4- به طور معمول در حوضه های تبخیری، کدام کانی در اولین مرحله و کدام کانی در آخرین مرحله تشکیل می شود؟

1) ژیپس- کارنالیت 2) ژیپس- انیدریت 3) سیلویت- انیدریت 4) هالیت- ژیپس

5- پلیت های مدفوعی بیشتر در کدام محیط تشکیل می شوند؟

1) دریای باز 2) شل ها 3) کولابها 4) مناطق جزرومدی

6- سیمان زئولیتی در ماسه سنگ های خرده سنگی از چه منشاء است؟

1) از آلتراسیون شیشه آتشفشانی 2) از آلتراسیون فلدسپاتها

3) از ته نشینی مستقیم آب درون منفذی اشباع از زئولیت 4) هر سه مورد صحیح است

7- فراوانی سنگ های آهن دار فانروزوئیک با کدام یک از وقایع زمین شناسی بیشتر مطابقت دارد؟

1) زمان تجمع قاره ها 2) زمان پایداری تکتونیکی

3) زمان بالابودن سطح جهانی آب دریاها 4) زمان پایین بودن سطح جهانی آب دریاها

8- ماسه سنگی از 40 درصد کوارتز، 20 درصد خرده های سنگی و 30 درصد فلدسپات و 10 درصد ماتریکس تشکیل یافته است نام سنگ به ترتیب در آخرین تقسیم بندی فولک و پتی جان چیست؟

1) آرکوز نابالغ- آرکوز
2) آرکوز ناخالص نابالغ- آرکوز خرده سنگی
3) آرکوز ناخالص- آرکوز نابالغ
4) آرکوز نابالغ- لیتیک آرنایت

9- کدام سنگ ها می توانند آرکوز تولید کنند؟

1) گنیس در آب و هوای مرطوب
2) گرانیت در آب و هوای مرطوب
3) گرانیت در آب و هوای خشک
4) گنیس در شرایط تکتونیکی پایدار و آب و هوای مرطوب

10- ماتریکسی که همزمان با رسوبگذاری در ماسه سنگ ها گسترش می یابد چه نام دارد؟

1) Protomatrix
2) Epimatrix
3) Orthomatrix
4) Pseudomatrix

11- پروسلانیت چیست؟

1) چرت اپالی متراکم و رس دار
2) سنگی که حاوی 20درصد P_2O_5 است
3) یک کانی غیر سیلیکاته آهن دار
4) چرت های نواری

12- ترتیب تبدیل کانی های رسی موجود در سنگ های رسوبی با افزایش عمق از راست به چپ چگونه است؟

1) اسمکتیت+ کلریت+ ایلیت، مخلوط کلریت و ایلیت
2) کلریت+ ایلیت، مخلوط کلریت و ایلیت، اسمکتیت
3) کلریت+ ایلیت، مخلوط کلریت و ایلیت
4) اسمکتیت، مخلوط کلریت و ایلیت، کلریت+ ایلیت

13- تشکیل کدام سنگ تخریبی از آلتراسیون یک توده گرانیتی در شرایط آب وهوایی گرم و مرطوب و شرایط تقریبا پایدار تکتونیکی محتمل است؟

1) آرکوز
2) کوارتز آرنایت
3) ساب آرکوز
4) وکی کوارتزی

14- **یک سنگ آواری دانه درشت حاوی 20 درصد کوارتز، 15 درصد کلسیت، 30 درصد قطعات خرده سنگی آتشفشانی، 15درصد فلدسپار، 10درصد کانیهای سنگین و 10 درصد ماتریکس می باشد. کدام نام توصیف دقیقتری از سنگ ارائه می نماید؟**

1) Extabasinal,Polymictic,Orthoconglomerate

2) Extabasinal,Otigomictic,Orthoconglomeritic

3) Extabasinal,Polymictic,Paraconglometate

4) Intrabasinal, Polymictic, Paraconglomerate

15- **بین مچوریتی بافتی و مچوریتی ترکیبی چه رابطه ای وجود دارد؟**

1) رابطه مستقیم
2) رابطه معینی وجود ندارد
3) همیشه رابطه معکوس است
4) یک بطه سینوسی دارد

16- **یک ماسه سنگ کوارتزی با سیمان سیلیسی در دسترس است کدام گزینه موقعیت تکتونیکی تشکیل آن را بهتر توجیه می کند؟**

1) قوس های ماگمایی
2) حاشیه فعال کمربند کوهزایی
3) شرایط پایدار تکتونیکی
4) در حوضه های بین قوس ماگمایی

17- **در آب وهوای سرد و خشک (با منشاء گرانیتی) با افزایش مچوریتی(حمل و نقل زیاد) محصول نهایی چه نوع ماسه سنگی خواهد بود؟**

1) سوپرمچور ساب آرکوز
2)ساب مچور کوارتز آرنایت
3) سوپرمچور آرکوز
4) سوپرمچور فلدسپاتیک لیتارنایت

18- **کدام یک از اکسیدها در گری وک ها از درصد فراوانی بالاتری برخوردارند؟**

1) K_2O
2) CaO
3) TiO_2
4) Al_2O_3

19-**کریستال منفی در کدام یک از کوارتزها متداول است؟**

1) کوارتز با تبلور مجدد
2) کوارتز پلوتونیکی
3) کواتزهای ولکانیکی
4) کوارتزهای رسوبی

20- **مهمترین تفاوت سیمان و ماتریکس چیست؟**

1) رنگ 2) اندازه بلور 3) شرایط تشکیل 4) نوع کانی

21- **احتمال تشکیل کدام یک از سیمان های زیر در ماسه سنگ های محصور در بین طبقات زغال دار بیشتر است؟**

1) سیمان اکسید آهن 2) سیمان سولفات 3) سیمان کلسیتی 4) سیمان کائولینیتی

22- **ماسه سنگ های غنی از Qt و با نسبت بالایی ؟به کدام موقعیت تکتونیکی وابسته اند؟**

1)قوس ماگمایی 2) کوهزایی با چرخه مجدد 3) کراتون پایدار 4) بالا آمدگی پی سنگ

23- **کانی های رسی در کدام یک از گزینه های زیر فراوان ترند؟**

1) گل سنگ 2) برش 3) ماسه سنگ 4) سنگ های تبخیری

24- **با افزایش درجه شوری و تبخیر، کدام گزینه ترتیب تشکیل کانی های تبخیری را نشان می دهد؟**

1) آهک پس از کارنالیت 2) سیلویت قبل از ژیپس 3) هالیت قبل از سیلویت 4) انیدریت پس از ژیپس

25- **گراول بعد از دیاژنز تبدیل به کدام سنگ رسوبی می شود؟**

1) کنگلومرا 2) رودایت 3) برش 4) آرکوز

26- **ساب لیتارنایت در جایی تشکیل می شود که .....**

1) خرده سنگ ها از جنس آهک باشد

2) خرده سنگ عمدتا از شیل یا اسلیت

3) اجزای غیرتخریبی از درون حوضه رسوبگذاری سرچشمه گرفته باشد

4) به صورت تیپیک سیمان از کوارتز با رشد ثانویه باشد

27- **کدام گزینه شامل رسوبات Immature است؟**

1) رسوبات یخچالی 2) ماسه سنگ مناطق کم عمق

3) ماسه سنگ سواحل دریا 4) ماسه سنگ های صحرا

28- **ترتیب زمانی نهشته شدن سیمان های زیر در یک ماسه سنگ کوارتزی از راست به چپ کدام است؟(سیمان رشد اضافی، سیمان فشاری انحلالی، سیمان بین دانه ای)**

1) بین دانه ای، رشد اضافی، فشاری انحلالی
2) رشد اضافی، بین دانه ای، فشاری انحلالی
3) رشد اضافی، فشاری انحلالی، بین دانه ای
4) بین دانه ای، فشاری انحلالی، رشد اضافی

29- **برای تشکیل فلدسپات درجازا در ماسه سنگ ها چه شرایطی مورد نیاز است؟**

1) وجود آب های درون حفره ای قلیایی و غنی از Na یا Si,Al,K
2) وجود آب های درون حفره ای کاملا اسیدی
3) وجود آب های درون حفره ای غنی از K,Si,Mg
4) وجود آب های درون حفره ای اسیدی با مقدار کمی K^+

30- **اگر در یک سنگ رسوبی، دانه های شکل دار (اتومورف) بلورهای کوارتز به صورت هگزاگونال و بی پیرامیدال و در مقاطع نازک دارای سطوح مستقیم با فرورفتیگی های خلیج مانند باشند، منشاء آنها کدامین گزینه است؟**

1) رگه ای
2) ولکانیک
3) پلوتونیک
4) دگرگونی

31- **ماتریکس های عمده در ماسه سنگ های فلدسپاتی کدامند؟**

1) Pseudomatrix,Orthomatric
2) Orthomatrix, Protomatrix
3) Orthomatrix,Epimatrix
4) Protomatrix, Pseudomatrix

32- **کنگلومرایی عمدتا از دانه های کوارتز و کوارتزیت تشکیل یافته و سیمان سیلیسی فضاهای بین دانه ای را پر کرده است نام سنگ چیست؟**

1) تیلیت
2) کنگلومرای پترومیکتیت
3) کنگلومرای ارتوکوارتزیتی
4) کنگلومرای درون سازندی

33- **منشاء ماتریکس (منشاء غالب) در گری وکی ها کدام است؟**

1) حمل از منطقه منشاء
2) از هم پاشیدگی قطعات ناپایدار در محیط دیاژنز
3) تجزیه فلدسپارهای پلاژیوکلاز
4) مورد 2 و 3 صحیح است

34- میزان کانی های آهن موجود درگل سنگ باید چقدر باید باشد تا آن را یک سنگ آهن دار به حساب آورند؟

1) %50 2) %25 3) %15 4) %10

35- عنصر مهم در تفکیک تبخیری های حاصل از محیط های دریایی و غیر دریایی کدام است؟

1) F 2) Br 3) Ba 4) Cl

36- کدام گزینه به ترتیب گل سنگ های برجای مانده و آتشفشانی را معرفی می نماید؟

1) بنتونیت- شیل نفتی 2) کاکریت- بنتونیت 3) خاک نسوز- لاتریت 4) دیکیت- بنتونیت

37- در یک محیط دریایی، با حرکت از سمت منطقه زیر حدود جزرومدی به منطقه بالای حدود جزرومدی، فراوانی نهشته های تبخیری ها کدام است؟

1) ژیپس> ژیپس + انیدریت > انیدریت 2) کربنات ها> سولفیدها> کلرورها

3) انیدریت > ژیپس+ انیدریت > ژیپس 4) آراگونیت > ژیپس > هالیت

38- کدام گزینه عامل فشردگی شیل ها و نتیجه سنگ شدگی آنها، نیست؟

1) فراوانی کانی های رسی 2) فشار آب در حوضه عمیق رسوبی

3) وجود مواد آلی فراوان 4) ساختمان خاص اجزاء تشکیل دهنده آنها

39- بلوغ بافتی در کوارتز آرنایت ها معمولا درجه حدی است؟

1) بالغ 2) نابالغ 3) خیلی بالغ 4) بلوغ متوسط

40- تشکیل کدام سنگ تخریبی از تجزیه یک توده سی نیتی در شرایط آب و هوای گرم و خشک و موقعیت ناپایدار تکتونیکی محتمل تر است؟

1) Feldepatic wacke 2) Arkose

3) Quartizic wacke 4) Lithic wacke

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 2 صحیح است زیرا**:

مقدار ماتریکس 75 درصد می باشد لذا سنگ جزء گل سنگ ها محسوب می شود.

2- **گزینه 4 صحیح است زیرا**:

فولک اعتقادی به وکی ها ندارد.

3- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

در طبقه بندی فولک خرده گنیس جزء فلدسپات ها به حساب می آیند.

4- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

در محیط های تبخیری کربنات ها ابتدا، سپس سولفاتها و در آخر نمک ها تشکیل می شوند و سیلویت و کارنالیت در مراحل آخر ایجاد می شوند.

5- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

در رسوبات محیط های محدود مثل مرداب ها و پهنه های جزرومدی فراوانند.

6- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

سیمان زئولیتی بیشتر از آلتراسیون شیشه های آتشفشانی ایجاد می شود.

7- **گزینه 1 صحیح است.**

8- **گزینه 2 صحیح است.**

9- **گزینه 3 صحیح است زیرا**:

بهترین شرایط برای تشکیل برای آرکوز:

1- حرکات تکتونیکی شدید

2- آب و هوای گرم و خشک (سرد و گرم)

10- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

پروتوماتریکس: اگر منشاء ماتریکس اولیه باشد می گویند، که همزمان با رسوبگذاری در ماسه سنگ ها گسترش می یابد.

11- **گزینه 1 صحیح است زیرا**:

پروسلانیت: به سنگ های سیلیسی دانه ریز با بافت و شکستگی مشابه با چینی بدون لعاب اطلاق می شود. در واقع نوعی چرت اپالی متراکم و رس دار است.

12- **گزینه 4 صحیح است.**

13- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

بیشتر در سواحل تشکیل می شوند و همچنین بر روی کراتون های پایدار و حواشی غیر فعال ایجاد می شوند. برای تشکیل این سنگ‌ها، آب و هوا باید گرم و مرطوب مانند، حرکات تکتونیکی کم باشد. زیرا حرکات تکتونیکی شدید باعث ته نشست سریع رسوبات شده به طوری که ذرات نامقاوم مانند، فلدسپارها فرصت حذف شدن از محیط را نخواهد داشت.

14- **گزینه 1 صحیح است زیرا:**

چون سنگ کمتر از 15 درصد ماتریکس دارد، جزء ارتوکنگلومرا بوده و چون از قطعات مختلف تشکیل شده پلی میکتیک است.

15- **گزینه 2 صحیح است زیرا:**

بین بلوغ بافتی که براساس میزان رس، جورشدگی و گردشدگی ذرات است و بلوغ کانی شناسی که براساس نسبت ذرات پایدار به ذرات ناپایدار سنگ است، ارتباط معینی وجود ندارد.

16- **گزینه 3 صحیح است زیرا:**

محیط غیر فعال و پایدار تکتونیکی یا محیط آرام بهترین شرایط را برای تشکیل کوارتزآرنایت ها به وجود می آورد.

17- **گزینه 3 صحیح است زیرا:**

بهترین شرایط برای تشکیل برای آرکوز:

1- حرکات تکتونیکی شدید

2- آب و هوای گرم و خشک (سرد و گرم)

18- **گزینه 4 صحیح است.**

19- **گزینه 3 صحیح است زیرا:**

کریستال منفی در کوارتزهای ولکانیکی متداول است.

20- **گزینه 3 صحیح است زیرا:**

سیمان بعد از ته نشین شدن به صورت ثانویه به وجود می آید اما ماتریکس همرمان با رسوب ته نشین می گردد.

21- **گزینه 4 صحیح است.**

22- **گزینه 3 صحیح است.**

23- **گزینه 1 صحیح است.**

24- **گزینه 3 صحیح است.**

25- **گزینه 1 صحیح است.**

26- **گزینه 2 صحیح است.**

27- **گزینه 1 صحیح است.**

28- **گزینه 2 صحیح است.**

29- **گزینه 1 صحیح است.**

30- **گزینه 2 صحیح است.**

31- **گزینه 3 صحیح است.**

32- **گزینه 2 صحیح است.**

33- **گزینه 3 صحیح است.**

34- **گزینه 1 صحیح است.**

35- **گزینه 1 صحیح است.**

36- **گزینه 2 صحیح است.**

37- **گزینه 2 صحیح است.**

38- **گزینه 4 صحیح است.**

39- **گزینه 3 صحیح است.**

40- **گزینه 2 صحیح است.**

آزمون خودسنجی اول

1- **کدام یک از گزینه های زیر توده نفوذی آذرین هم شیبی است که در نواحی چین خورده یافت می شود؟**

1) لاکولیت ها 2) لوپولیت ها 3) فاکولیت ها 4) بیسمالیت ها

2- **محصول نهایی واکنش زنجیری تبلور کدام کانی است؟**

1) آلبیت 2) بیوتیت 3) ارتوز 4) کوارتز

3- **سی نیت نفلین دار آلکالن که از ارتوز و نفلین تشکیل شده و کانی های مافیک آن دیوپسید، اولیوین و بیوتیت غنی از تیتان است چه نام دارد؟**

1) شونکنیت 2) لاردالیت 3) لاوه نیت 4) مالژینیت

3- **ایژولیت در رده بندی یودر در کجا واقع می شود؟**

1) روی خطCPX-OL 2) روی خط CPX-Ne 3) روی خطOL-PL 4) روی خطCPX-PL-Ne

4- **فرایندی که توسط آن از ماگمایی همگن اجزاء بی شباهتی تفکیک و در نهایت سنگ های مختلفی ساخته می شود را چه می گویند؟**

1) تفریق بلورین 2) تبلور تفریقی 3) جدایش گرانشی 4) تفریق ماگمایی

5- **رخساره فلدسپاتهای لارویکیت کدام است؟**

1) هیالواسفرولیتیک 2) پرتیتی 3) مالگاشیتیک 4) شوشونیت

6- **کدام یک آلکالی سی نیت و فوق اشباع از سیلیس است؟**

1) دومیت 2) کامپتونیت 3) واریولیت 4) نوردمارکیت

7- **کدام بافت حاصل رشد تداخلی دو کانی مختلف می باشد؟**

1) بافت سمپلیتیک 2) بافت کرونا 3) بافت مونزونیتی 4) بافت میرمکیتی

8- **به سری های سنگ آذرینی که نسبت های Na_2O و K_2O برابر CaO باشد وقتی که مقدار SiO_2 بیشتر از 61% باشد سری آن چه نام دارد؟**

1) آلکالن 2) آلکالن کلسیکی 3) کالک آلکالن 4) کلسیکی

9- کدام جفت از کانیها خاص دگرگونی مجاورتی است؟

1) اسپینل- کیانیت 2) اسپینل- ولاستونیت 3) کرندم- کلریت 4) ولاستونیت- کیانیت

10- اگر توده نفوذی 40 متر ضخامت داشته باشد زمان تقریبی انجام واکنش درهاله دگرگونی مجاورتی چقدر است؟

1) 6 سال 2) 20 سال 3) 4 سال 4) 8 سال

11- در دگرگونی ناحیه ای کدام یک به ترتیب درجات ضعیف به شدید نوشته شده است؟

1) اسلیت- شیست- فیلیت 2) اسلیت- فیلیت- شیست 3) شیست- اسلیت- فیلیت 4) فیلیت- اسلیت- شیست

12- مجموعه کانیهای زیر نام کدام سنگ دگرگونی را در ذهن تداعی می کند؟

اکتینولیت + آلبیت + اپیدوت

1) سنگ صابون 2) شیست سبز 3) آمفیبولیت 4) شیست آبی

13- از دگرگونی حرارتی سنگ آهک های دولومیت دار کم سیلیس و دارای ناخالصی های سرب کدام گزینه زیر تشکیل می شود؟

1) مرمر فورستریت دار 2) مرمر بروکسیت دار 3) مرمر سرپانتین دار 4) مرمر ترمولیت دار

14- رخساره و سنگ مادر گنایس های شارنوکیتی چیست؟

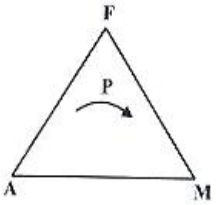
1) آمفیبولیت- بازیکی 2) آمفیبولیت- کوارتز و فلدسپاتی

3) گرانولیت- کوارتز و فلدسپاتی 4) پیروکسن هورنفلس- گرانیتی

15- سنگ پلوتونیکی ملانوکرات اساسا نفلین و اژرین دار کدامیک از موارد زیر است؟

1) فنولیت 2) اسکسیت 3) ترالیت 4) ملتیژیت

16- در محل علامت سوال کدام سری باید نوشته شود؟



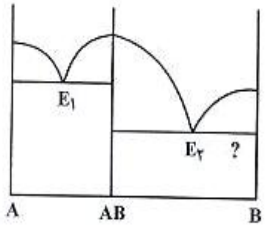
1) آلکالی 2) توله ایتی

3) کالکوآلکالن 4) شوشونیتی

17- **کدام یک از گرانیت های زیر، گرانیت کوهزایی می گویند؟**

1) گرانیت آلکالن 2)گرانیت نوع A 3) گرانیت نوع M 4) گرانیت نوع I

18- **در سیستم دوتایی زیر در محل علامت سوال چند فاز وجود دارد؟**



1) جامد B و جامد AB 2) مایع B و جامد AB

3) مایع AB و مایع B 4) جامد B و مایع AB

19- **سیستم چهار تشکیل دهنده دیوپسید - آلبیت - فروسیلیت به چه سیستمی مشهور است؟**

1) آندزیتی 2) باقیمانده 3)گرانیتی 4)گابرویی

20- **وجود کدام کانی در گرانیت نشان دهنده غنی بودن سنگ از آلومینیوم می باشد؟**

1)گارنت 2)کوارتز 3) بیوتیت 4) توپاز

21- **کدام گزینه عامل فشردگی شیل ها و نتیجه سنگ شدگی آنها، نیست؟**

1) فراوانی کانی های رسی 2) فشار آب در حوضه عمیق رسوبی

3) وجود مواد آلی فراوان 4) ساختمان خاص اجزاء تشکیل دهنده آنها

22- **رسوبات سیلیسی آب شیرین چه نام دارد؟**

1) چرت 2) اسپیکولیت 3) فلینیت 4) نواکولیت

23- **توالی نهشته شدن سنگ های تبخیری در شوراب های غیر دریایی به چه عاملی بستگی دارد؟**

1) نوع و میزان ارتباط محیط با محیط جزرومدی 2) میزان کاتیونها و آنیونهای موجود در شوراب

3) شرایط آب و هوایی اقلیمی 4) ترکیب شیمیایی و سنگ شناسی سنگ بستر

24- **با کاهش انرژی محیط، چه نوع استروماتولیتی بیشتر به وجود می آید؟**

1) ستونی 2) مسطح 3) موج دار 4) گنبدی

25- **در بین انواع آهک ها در رده بندی فولک، کدام نوع نشانگر کم انرژی ترین محیط است؟**

1) نوع I 2) نوعII 3) نوع III 4) نوع IV

26- **سنگی دارای 30 درصد اووئید، 35 درصد اینتراکلست، 50 درصد قطعات فسیل (اندازه آلوکم ها 4-2 میلی متر)، 50% پلیت، 20 درصد میکریت و 50 درصد سیمان است. در طبقه بندی فولک نام سنگ چیست؟**

1) اینترا اوومیکریت 2) اوومیکرودایت 3) اینترا اومیکرودایت 4) اینترا اوومیکرودایت فسیل دار

27- **دولومیتی شدن خاص چه محیط دیاژنتیکی می باشد؟**

1) محیط وادوز 2) محیط فراتیک 3) محیط تدفینی 4) محیط مخلوط

28- **کدامیک از سنگ های زیر جزء پاراکنگلومرا محسوب می شود؟**

1) ارتوکوارتزیت 2) آرکوز 3) پلودیت 4) پلی میکنیت

29- **عامل ایجاد لامیناسیون و تورق به ترتیب کدام هستند؟**

1) فشردگی- تفاوت اندازه دانه ها 2) تفاوت ترکیب دانه ها- تفاوت در طرز قرارگیری دانه ها

3) تفاوت ترکیب دانه ها- دیاژنز 4) تفاوت اندازه دانه ها- فشردگی

30- **کانیهای رسی عمده گل سنگ های قدیمی کدامند؟**

1) ایلیت و مونت موریونیت 2) مونت موریونیت و ایلیت

3) ایلیت و کلریت 4) کلریت، هالوسیت، مسکویت

پاسخنامه سوالات

سوال	پاسخ
1	3
2	4
3	1
4	2
5	4
6	1
7	2
8	1
9	4
10	2
11	1
12	2
13	1
14	1
15	3
16	2
17	1
18	1
19	4
20	1
21	2
22	2
23	4
24	2
25	3
26	3
27	4
28	3
29	4
30	3

آزمون خودسنجی دوم

1- کدام یک از سنگ های زیر کمترین مقدار کمترین مقدار سیلیس را دارند؟

1) آداملیت 2) فنولیت 3) کرسانیت 4) آلنوئیت

2- کدام یک از سنگ های زیر ترالیت های فاقد آنالسیم هستند؟

1) کرینالیت 2) لوگاریت 3) تچنیت 4) سومائیت

3- معادل درونی بازانیت چه نام دارد؟

1) اسکسیت 2) ایژولیت 3) هارزبورژیت 4) نوریت

4- کدام یک از گزینه های زیر توده آذرین نفوذی می باشد که در محل فرونشست کالدرا ایجاد می شود؟

1) بیسمالیت 2) باتولیت 3) کونولیت 4) فاکولیت

5- گدازه های کاملا بازیک غنی از اولیوین با بافت اسپینیفکس را ..... می گویند.

1) فنولیت ها 2)کومانتیت ها 3) تاکی لیت ها 4) توله ایت ها

6- لامپروفیری که پلاژیوکلاز آن بیشتر از ارتوز و هورنبلند و اوژیت باشد، چه نام دارد؟

1) اسپسارتیت 2)کرسانتیت 3) مینت 4) فوژزیت

7- شونکنیت چیست؟

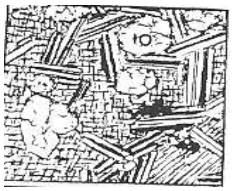
1) نوعی گابروی فلدسپاتوئید دار مزوکرات است 2) نوعی سی نیت فلدسپاتوئید دار ملانوکرات است

3) نوعی گابروی ارتوپیروکسن دار است 4) نوعی مونزونیت فلدسپاتوئید دار لوکوکرات است

8-سنگی با 35 درصد کوارتز،45درصد پلاژیوکلاز، و 7درصد فلدسپات آلکالن با بافت گرانولار چه نامیده می شود؟

1)گرانودیوریت 2)گرانیت 3) سی نیت 4)لاتیت

9- **شکل مقابل معرف چه نوع بافت آذرین است؟**



1) اینترسرتال 2) پورفیری 3) پوئی کیلیتیک 4)گرانولار

10- **به ساختی که در آن قطعات شیشه به هم جوش خورده، جهت یافته شاده و حالت جریان را نشان می دهد ..... می‌گویند؟**

1) اوتاکسیتیک 2) دیاپلتیک 3) هیالواسفرولیتیک 4) هیالین

11- **دلیل آنکه در دیاگرام مثلثی AFM تومپسون، بیوتیت در خارج از مثلث قرار می گیرد آنست که:**

1) در ترکیب آن متشکله A وجود ندارد.

2) در ترکیب آن K_2O وجود دارد.

3) بیوتیت کانی OH داری است و در دیاگرام قرار نمی گیرد.

4) در ترکیب آن فقط متشکله F وجود دارد.

12- **رخساره آمفیبولیتی سنگ مادر منیزیم داری که رخساره شیست سبز آن مجموعه تالک و کربنات است کدام است؟**

1)گلوکوفان 2) آنتی گوریت 3) آنتوفیلیت 4) دیوپسید

13- **در دیاگرام مثلثیACF، سنگ های اولترامافیک نزدیک کدام گوشه قرار می گیرند؟**

A(1 C(2 F(3 4)هیچکدام

14- **وقتی که فشار هیدروستاتیک بر روی جسم تاثیر می گذارد، باعث ..... می شود؟**

1)کاهش حجم 2)کاهش وزن مخصوص

3)کاهش حجم ولی افزایش وزن مخصوص 4)افزایش حجم ولی کاهش وزن مخصوص

15- **کانیهای گلوکوفان و ژادئیت نشان دهنده کدام یک از موارد زیر است؟**

1) فشار بالا و دمای پایین

2) فشارهای بالا

3) در دماهای بالا و فشار های بالا

4) هیچکدام از موارد بالا

16- **ساخت شیلرن در میگماتیت ها نتیجه چیست؟**

1) دگرگونی درجه شدید

2) تبلور دوباره کانیها در مناطق خاص آن

3) چین خوردگی کانیهای دیرگداز بر اثر مهاجرت مواد

4) ذوب کانیهای آبدار و پابرجا ماندن کانیهای بی آب

17- **سنگ دگرگونی خرد شده ای که بتوان کانی ها و بافت سنگ مادر را در آن تشخیص داد چه نام دارد؟**

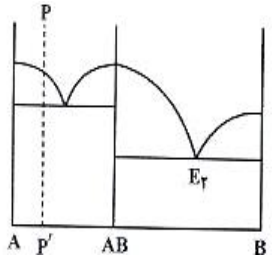
1) پسودوتاکی لیت 2) فیلونیت 3) کاتاکلازیت 4) میلونیت

18- **کدام مجموعه کانی شناختی زیر در سنگ های آذرین غیر ممکن است؟**

1) آندزین- اولیگوکلاز+ بیوتیت+ سانیدین 2) اولیوین+ اوژیت+ هیپرستن + بیوتیت

3) نفلین+ هیپرستن+ سانیدین+ میکروکلین 4) اولیوین+ فلوگوپیت+ نفلین+ اوژیت

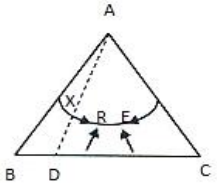
19- **جامدی با ترکیب 'p وجود دارد اولین مذاب حاصله کدام گزینه می باشد؟**



1) P 2) W

3) E_1 4) E_2

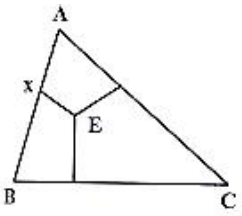
20- **در شکل مقابل در صورت تبلور تعادلی نقطه پایان تبلور و فاز نهایی کدام است؟**



1) غنی از A و B 2) غنی از A و B

3) غنی ازB 4) غنی از C و B

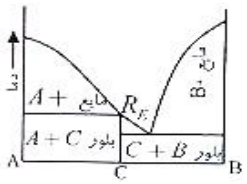
21- **در سیستم 3 تایی زیر در نقطه X درجه آزادی و تعداد فازها کدام گزینه است؟**



1) 1 و 3　　2) 3 و 1

3) 2 و 2　　4) 4 و 0

22- **در حالت عدم تعادل، محصول نهایی تبلور نقطه x کدامند؟**(سراسری 1386)



1) بلورهای A و B

2) بلورهای B و C

3) بلورهایA و C

4) بلورهایA و B و C

23- **کاربرد خرده سنگ ها در سنگ های رسوبی غیر کربناته چیست؟**

1) بررسی میزان مچوریتی بافتی و کانی شناسی　　2) بررسی تعیین منشاء

3) میزان فاصله منشاء از محل رسوبگذاری　　4) بررسی محیط رسوبگذاری و شرایط تشکیل سنگ

24- **آرکوزیک آرنایت در رده بندی فولک شامل کدام سنگ ها می شود؟**

1) کوارتزآرنایت- لیت آرنایت2) وک- کوارتز آرنایت　　3) آرکوز- لیتیک آرکوز　　4) لیت آرنایت- آرکوز

25- **ماتریکسی که در اثر تبلور مجدد کانی های رسی به وجود می آید چه نام دارد؟**

1) ارتوماتریکس　　2) اپی ماتریکس　　3) سودوماتریکس　　4) پروتوماتریکس

26- **کانی های عمده گل سنگ ها کدام است؟**

1) کانی های رسی، قطعات فلدسپار و کوارتز　　2) سیلیکاتهای آلومینیوم، کانی های رسی و میکایی

3) کوارتز، فلدسپار، زیرکن و گارنت　　4) کانی های رسی و کوارتز

27- **وجود قطعات** ..... **نشانگر آلوکمیکال بودن و قطعات** ..... **نشانگر ارتوکمیکال بودن سنگ رسوبی است؟**

1) فسیلی- تخریبی　　2) کربناته- غیرکربناته　　3) گرد شده- زاویه دار　　4) غیرکربناته- کربناته

28- **یک سنگ کربناتی حاوی 43 درصد ذرات هم اندازه و گرد شده و فرسایش یافته مرجان در زمینه ای از بلورهای کلسیت حاصل از نوشکلی (میزان 57درصد) می باشد. این سنگ در هنگام رسوبگذاری به چه صورت بوده است؟**

1) باندستون(Boundstone)　　2) پکستون(Packstone)

3) وکستون(Wsckstone)　　4) گرینستون(Grainstone)

29- **یک سنگ آهک دارای 35% اینتراکلست و 20% اووئید است. اگر این سنگ در محیط پرانرژی ته نشین شده باشد، نام آن به ترتیب، به روش فولک و دانهام چیست؟**

1) اینتراااسپاریت اووئیدی- گرینستون　　2) ااسپاریت اینتراکلستی- پکستون

3) اینترا ااسپاریت- گرینستون　　4) ااینترامیکرودایت- پکستون

30- **سیمان سین تکسیال با رشد ثانویه در کدام سنگ رسوبی یافت می شود؟**

1) آذرآواری　　2) فقط آواری　　3) آواری و کربناته　　4) کربناته

پاسخنامه سوالات

سوال	پاسخ
1	4
2	4
3	1
4	1
5	3
6	4
7	2
8	1
9	1
10	1
11	2
12	2
13	3
14	3
15	1
16	3
17	3
18	3
19	4
20	3
21	2
22	4
23	2
24	3
25	1
26	4
27	1
28	3
29	1
30	3

مجموعه تست

1. **آنکارامیت چه نوع سنگی است؟**

1) آتشفشانی، از خانواده‌ی بازالت و مملو از پیروکسین

2)ملابازالتی مملو از الیوین

3) دارای بافت افیتی، مملو از کانی‌های تیره

4) ملاگابرویی با کانی اساسی پیروکسین

2. **محصول نهایی تفریق ماگمایی بازالت‌های آلکالن در سطح زمین چیست؟**

1)آندزیت و گرانوفیر 2) تراکیت و فنولیت

3) ریولیت و داسیت 4) گرانیت و گرانودیوریت

3. **پرتیت در کدام حالت به وجود می‌آید؟**

1) در محیط خشک و در درجات حرارت پایین‌تر از سولووس

2) در محیط آبدار و در درجات حرارت پایین‌تر از سولووس

3) در محیط آبدار و هنگامی که میزان آلبیت با ارتوکز یکسان باشد.

4) در محیطی که فلدسپات‌های آلکالن با هم در حال تبلور نامتعادل باشند.

4. **کوز در کجا به وجود می‌آید؟**

1) جزایر قوسی

2) حاشیه های قاره‌ای پایدار

3) مناطقی با شدت هوازدگی حداکثر

4) مناطقی با بالا آمدگی شدید واقع در کنار حوضه‌ای با فرونشینی شدید

5. **نوریت** ....

1)گابروی الیوین‌دار است. 2) دیوریت هیپرستن دار است.

3) گابروی کوارتزدار است. 4) گابروی هیپرستن دار است.

6. **پیرولیت چیست؟**

1) بازالت اولیه‌ای است که از ذوب گوشتهٔ فوقانی به وجود می‌آید.

2) گرانولیت‌هایی از منشأ گوشتهٔ فوقانی است که در داخل بازالت‌ها یافت شود.

3) یک ترکیب فرضی از گوشتهٔ فوقانی معادل سه پریدوتیت و یک بازالت است.

4) یک ترکیب استثنایی از گوشتهٔ فوقانی و نوعی کیبرلیت میکادار است.

7. **نام دیگر شیست‌های آبی چیست و عوامل ایجاد آن کدام‌اند؟**

1) آمفیبولیت؛ فشار بخار آب زیاد و دمای اندک

2) آدینول؛ متاسوماتیسم محلول‌های سدیم‌دار

3) گلوکوفان شیست؛ فشار و دمای زیاد

4) گلوکوفان شیست؛ فشار زیاد و دمای کم

8. **بر طبق تقسیم‌بندی فولک، اجزای اصلی سنگ‌های رسوبی کدام‌اند؟**

1) تخریبی- آذرآواری- شیمیایی

2) تخریبی- آلوکمیکال- ارتوکمیکال

3) تخریبی- خرده سنگ- ارتوکمیکال

4) کوارتز- فلدسپات- کربنات

9. **سنگی آذرین با بافت پورفیری، محتوای بلورهای فراوان کوارتز بی‌پیرامیدال و درشت‌بلورهای سانیدین چه نام دارد؟**

پگاتیت گرانیت 2) داسیت 3) ریولیت آلکالن 4) گرانیت آلکالن

10. **از دگرگونی مجاورتی سنگ‌های بازیک در رخسارهٔ آمفیبولیت کدام پاراژنز محتمل‌تر است؟**

1) هورنبلند، ترمولیت، اپیدوت، گروسولر

2) هورنبلند، پلاژیوکلاز، اوژیت، کوردیریت

3) هورنبلند، پلاژیوکلاز، اپیدوت، آلماندن

4) هورنبلند، پلاژیوکلاز، سیلیمانیت، بیوتیت

11. **درجهٔ دگرگونی کدام سنگ بیشتر است؟**

1) شارنوکیت
2) سانیدینیت
3) میگماتیت
4) گنیس سیلیمانیت‌دار

12. **در سنگی 20% پلت و 2% فسیل، در یک سیمان درشت‌بلور شناور است. اسم سنگ چیست؟**

1) پکستون پلت‌دار و فسیل دار
2) گرینستون پلت‌دار و فسیل دار
3) مادستون پلت‌دار با سیمان دروغین
4) وکستون با سیمان دروغین

13. **کدام گزینه در مورد فابریک ساختمان چشم‌پرنده‌ای صحیح‌تر است؟**

1) حفرات اولیه در بین دانه‌هاست.
2) حفرات ناشی از تجدید تبلور است.
3) حفرات ناشی از جانشینی است.
4) حفرات ناشی از خروج گازهاست.

14. **کانی‌های شاخص پگماتیت‌های گرافیکی کدام‌اند؟**

1) کوارتز- پلاپیوکلاز- ارتوکلاز
2) کوارتز- ترومالین- ارتوکلاز
3) میکروکلین- میکروپرتیت- کوارتز
4) مسکویت- میکروکلین- کوارتز

15. **عامل اصلی ایجاد زونینگ نوسانی در پلاژیوکلازها کدام است؟**

1)تغییرات فشار بخار آب در محیط تبلور
2)سقوط و ته نشینی بلورهای پلاژیوکلاز به کف اتاق ماگمایی
3)صعود بلورهای پلاژیوکلاز به طرف مناطق سطحی و کم فشار
4)هضم سنگ‌های آهکی به وسیلهٔ مادهٔ مذاب

16. **اسپودومن چیست و در کجا یافت می‌شود؟**

1)پیروکسین آلکالن- در فنولیت‌ها

2)پیروکسین غنی از Mg- در کیمبرلیت‌ها و شهاب‌سنگ‌ها

3)نوعی پیروکسنوئید- همراه با گارنت در اسکارن‌ها

4)پیروکسین لیتیم دار- پگماتیت های سدیم و لیتیم دار

17. **سنگ‌های فلسیک نوعی سنگ آذرین هستند که از نظر** ..... .

1)نورم و مودال تنها از فلدسپات و کانی‌های ورقه‌ای تشکیل شده‌اند.

2)نورم در آن کانی‌های روشن زیاد است.

3)مودال میکای فراوانی دارند.

4)مودال از کوارتز و فلدسپات تشکیل شده‌اند.

18. **بلورهای دولومیت‌های تشکیل شده در مدل سابخا چه خصوصیاتی دارد؟**

1) درشت- خاموشی موجی و گزنومورف است.

2) ریزاتومورف کمتر از 15 میکرون همراه با استروماتولیت‌ها یا ساختمان چشم پرنده ای است.

3) گزنومورف و ریز بلور و همراه با فسیل بازوپایان است.

4) لوزی شکل بزرگتر از 300 میکرون و با خاموشی موجی است.

19. **پدیدهٔ انحلال فشاری بیشتر تحت تأثیر کدام مورد رخ می‌دهد؟**

1)فشار ناشی از بار رسوبی و اختلافات مینرالوژیکی و بافتی

2)فشار ناشی از بار رسوبی به تنهایی

3)وجود تخلخل و بار رسوبی

4)وجود ناخالصی‌ها و تخلخل

20. **ماسه سنگی از 40% کوارتز، 20% خرده‌های سنگی و 30% فلدسپات و 10% ماتریکس تشکیل یافته است. نام سنگ به ترتیب در آخرین تقسیم بندی فولک و پتی جان چیست؟**

1) آرکوز نابالغ- آزکوز
2) آرکوز ناخالص نابالغ- آرکوز خرده سنگی
3) آرکوز ناخالص- آرکوز نابالغ
4) آزکوز نابالغ- لیتیک آرنایت

21. **پرتیت چه اختلافی از نظر شیمیایی از نظر شیمیایی با آنتی پرتیت دارد؟**

1) آنتی پرتیت نسبت به پرتیت سدیم بیشتری دارد.
2) آنتی پرتیت نسبت به پرتیت پتاسیم بیشتری دارد.
3) پرتیت و آنتی پرتیت هر دو به یک میزان سدیم و پتاسیم دارند.
4) پرتیت نسبت به آنتی پرتیت سدیم بیشتری دارد.

22. **لاهار چیست؟**

1) نهشته‌های پیروکلاستی که در آب دریاچه‌ها ته‌نشین شود.
2) نهشته‌های عمدتاً خاکستر آتشفشانی که به وسیلهٔ جریان آب ته‌نشین شود.
3) نهشته‌های خاکستر ریزشی که از هوا روی زمین ریخته باشد.
4) هر نوع نهشته‌ای که از انفجارات آتشفشانی در آب دریا ته‌نشین شود.

23. **کدام جمله در مورد ابسیدین صادق است؟**

1) هر شیشهٔ طبیعی بی‌آب با ترکیب ریولیتی
2) هر شیشهٔ طبیعی آبدار با ترکیب ریولیتی
3) هر شیشهٔ سنگ سیاه رنگی که در آن گلوله‌های کوچک (اسفرولیت) موجود باشد.
4) شیشه سنگی بی آبی که ترکیب اسید تا حد واسط داشته باشد.

24. **در مطالعات صحرایی فرق پراگنیس با ارتوگنیس آن است که ....**

1) فولیاسیون اولی ظریف‌تر و سنگ‌دانه ریزتر است.
2) فولیاسیون دومی ظریف‌تر و سنگ‌دانه ریزتر است.
3) اولی ناهمگن‌تر از دومی است.
4) اولی فاقد کوارتز و فلدسپات است.

25. **چرا در متابازیت‌ها، در درجه حرارت‌های پایین (رخساره‌های شیست‌های سبز و رخسارهٔ اپیدوت آمفیبولیت) پلاژیوکلاز از نوع آلبیت است؟**

1) به علت وجود پریستریت در پلاژیوکلازها.

2) چون فقط آلبیت در درجه حرارت‌های پایین پایدار است.

3) زیرا در متابازیت‌ها کلسیم به قدر کافی وجود ندارد.

4) چون کلسیم صرف ساختن کانی‌های خانوادهٔ اپیدوت می‌شود.

26. **رخسارهٔ دگرگونی عبارت است از مجموعه‌های کانی‌های متفاوتی که در** ..... .

1) سنگ‌های مختلف در شرایط فشار و دمای محدود و مشخص و در یک مرحلهٔ دگرگونی به وجود می‌آیند.

2) سنگ‌هایی با ترکیب یکسان در شرایط فشار و دمای متفاوت به وجود می‌آیند.

3) سنگ‌های مختلف در شرایط فیزیکی (فشار و دما) متفاوت به وجود آید.

4) سنگ‌های دگرگونی در نمودارهای پاراژنزی متفاوت به نمایش گذاشته می‌شود.

27. **سنگی آذرین از 40% میکروکلین، 40% اولیگوکلاز و 20% آمفیبول و بیوتیت تشکیل شده، نام آن چیست؟**

تراکی آندزیت
2) دیوریت
3) سینوگابرو
4) مونزونیت

28. **سیمان‌های سین تکسیال با رشد ثانویه در کدام سنگ رسوبی تشکیل می‌شود؟**

آواری و کربناته
2) آذرآواری
3) فقط کربناته
4) فقط آواری

29. **تروکتولیت نوعی** ..... .

1) گابرو غنی از ارتوپیروکسن و پلاژیوکلاز است.

2) گابرو غنی از الیوین و پلاژیوکلاز است.

3) بازالت الیوین دار است.

بازالت فلدسپاتوئیدار است.

30. **کدام دو سنگ معادل هم هستند و به ترتیب بیرونی (اولی) و درونی (دومی) نوشته شده‌اند؟**

1)مونزونیت- لاتیت
2) دیوریت- آپلیت
3) لاتیت- مونزونیت
4) تراکیت- تاکی لیت

31. **ماتریکسی که هم زمان با رسوب‌گذاری در ماسه‌سنگها گسترش می‌یابد چه نام دارد؟**

1)Protomatrix
2) Epimatrix
3) Orthomatrix
4) Pseudomatrix

32. **در گل سنگ‌های دریایی و غیردریایی کدام زوج کانی آهن‌دار فراوان‌تر است؟**

1) پیریت- هماتیت
2) هماتیت- سیدریت
3) سیدریت- هماتیت
4) پیریت- سیدریت

33. **کدام یک از تخلخل‌ها از فابریک سنگ تبعیت نمی‌کنند؟**

1)حفره‌ای و قالبی
2) غاری و بین بلوری
3) کانالی و حفره‌ای
4) پناهگاهی و انحلالی

34. **بین مچوریتی بافتی و مچوریتی ترکیبی چه رابطه‌ای وجود دارد؟**

1) رابطهٔ مستقیم
2) رابطهٔ معینی وجود ندارد.
3) همیشه رابطه معکوس است.
4) یک رابطهٔ سینوسی دارند.

35. **سنگ آهکی دارای 35% اینتراکلست و 20% اُائید است. اگر این سنگ در محیطی پرانرژی ته‌نشین شده باشد، نام آن به ترتیب به روش فولک و دانهام کدام است؟**

1) اینرااسپاریت اُائیدی- گرینستون
2) اُاسپاریت اینتراکلستی- پکستون
3) اینتراُاسپاریت- گرینستون
4) اُاینترامیکرودایت- پکستون

36. **در سنگ‌های غنی از پتاسیم مجموعهٔ کانی‌های کوردیریت + کوارتز + ارتوکلاز (پرتیتی) متعلق به کـدام رخساره است؟**

1)گرانولیت 2) اکلوژیت

3) آمفیبولیت 4) اپیدود آمفیبولیت

37. **اگر در یک گرانیت، سیلیمانیت دیده شود، نشانهٔ آن است که سنگ مزبور** ..... .

1) گرانیت از نوع I است.

2) از ذوب سنگ‌های پلیتی به وجود آمده است.

3) از تفریق سنگ‌های بازالتی طبق طرح باون به وجود آمده است.

4) دارای دمای بالا و در سیستم باز به وجود آمده است.

38. **کدام دو کانی شاخص دگرگونی نوع ابوکوماست؟**

1) آندالوزیت- کوردیریت 2) آندالوزیت- گلوکوفان

3) کلریتوئید- کیانیت 4) کلریتوئید- کوردیریت

39. **کدام مجموعهٔ پاراژنزی معرف رخسارهٔ شیست آبی است؟**

1) گلوکوفان- آراگونیت 2) گلوکوفان- انیدریت

3) آنتوفیلیت- اپیدوت 4) آنتوفیلیت- اژرین

40. **کریستال منفی در کدامیک از کوارتزها متداول است؟**

1) کوارتز با تبلور مجدد 2) کوارتز پلوتونیکی

3) کوارتزهای ولکانیکی 4) کوارتزهای رسوبی

41. **بافتی از سنگ‌های دگرگونی که در آن کانی‌های دانه درشت در زمینه‌ای از کانی‌های دانه‌ریز همان کـانی قرار گرفته باشد چه نام دارد؟**

1)کاتاکلاستیکی 2) میلونیتی 3) چشمی یا اوگن 4) هاونی یا مورتار

42. **در یک سیستم دو تشکیل‌دهنده با محلول جامد تعداد فاز در دمای پائین‌تر از سولیدوس چند و از چه نوع است؟**

1) 1، فقط فاز جامد

2)2، یک فاز جامد و یک فاز مایع

3)2، هر دو فاز جامد

4)1، فقط فاز مایع

43. **کدام جمله دربارهٔ شروع ذوب کانی مفروض در حالت تعادل و در فشار کم صحیح است؟**

1) از ذوب لوسیت، ارتوز جامد و سیلیس مایع به وجود می‌آید.

2)از ذوب ارتوز، لوسیت جامد و سیلیس مایع به وجود می‌آید.

3)از ذوب ارتوز، لوسیت مایع و سیلیس جامد به وجود می‌آید.

4)از ذوب لوسیت، ارتوز مایع و سیلیس جامد به وجود می‌آید.

44. **هر قدر فشار بخار آب در یک سیستم گرانیتی افزایش یابد ترکیب نقطهٔ اتکتیک به رأس ..... نزدیکتر می‌شود.**

1) ارتوز 2) کوارتز

3) کوارتز و آلبیت 4) آلبیت

45. **کدام مجموعه از کانی‌ها معرف رخسارهٔ شیست آبی است؟**

1)آکتینولیت + اسفن + گرونا

2)آراگونیت + لاوسونیت + اپیدوت

3)ژادئیت + دیوپسید + آکتینوت

4)پلاژیوکلاز + امفاسیت + تری دیمیت

46. **نمودار** AFM **برای نمایش کدام گروه از سنگ‌های دگرگونی مناسبترین است؟**

1)انواعی که از دگرگونی سنگ‌های کالکوسیلیکات به وجود می‌آیند.

2)انواعی که از دگرگونی سنگ‌های آذین بازیک به وجود می‌آیند.

3)انواعی که فاقد کوارتز و مسکویت باشند.

4)انواعی که از دگرگونی سنگ‌های پلیتی به وجود می‌آیند.

47. **میکریت فسیل دار دارای چه اختصاصاتی است؟**

1)کمتر از 1% خردهٔ اسکلتی دارد.

2)1% تا 10% خردهٔ اسکلتی دارد.

3)10% تا 50% فسیل دارد.

4)بیشتر از 50% فسیل دارد.

48. **نام سنگی با سن ماستریشتین که عمدتاً از رودیست‌های درشت و برجا تشکیل شده است، به روش دانهام چیست؟**

1)بایولیتایت رودیستی 2) گرینستون رودیستی 3) باندستون رودیستی 4) پکستون رودیستی

49. **سانیدین در کدام سنگ وجود دارد؟**

1)آنورتوزیت 2) تراکیت

3) سینیت 4) گرانیت

50. **معادل درونی بازانیت چه نام دارد؟**

1)اسکسیت 2) ایژولیت

3) ترالیت 4) تروکتولیت

51. **حاصل هم رشدی کوارتز و فلدسپات آلکالن در آخرین مرحلهٔ تبلور ماگما ایجاد بافت ..... است.**

1)پرتیتی 2) واریولیتی

3) میرمکیتی 4) میکروپگماتیتی

52. سنگی که از کوارتز (2%)، فلدسپات آلکالن (80%) پلاژیوکلاز (5%) و مسکویت (13%) تشکیل شده چه نام دارد؟

1)تراکیت
2) ریولیت
3) سینیت
4) گرانیت

53. بلوری که در حاشیهٔ خارجی بلورهای کومولوس تشکیل شود چه نام دارد؟

1)آدکومولوس
2) اینترکومولوس
3) ارتوکومولوس
4) مزوکومولوس

54. افزایش مقدار پلاژیوکلاز نسبت به پتاسیم فلدسپات را چگونه تعبیر و تفسیر می‌کنید؟

1)حمل و نقل زیاد
2)وجود سنگ‌های ولکانیکی در منشأ
3)وجود سنگ‌های دگرگونی در منشأ
4)سایش ممتد و طولانی

55. مهمترین کابرد فسفریت‌ها در مطالعات زمین شناسی کدام است؟

1)تعیین شرایط آب و هوایی
2) تعیین ناپیوستگی‌ها
3) بازسازی محیط‌های رسوبی
4) موارد 2 و 3 صحیح‌اند.

56. یک سنگ کربناتی حاوی 43% ذرات هم اندازه و گرد شده و فرسایش یافته مرجان در زمینه ای از بلورهای کلسیت حاصل از نوشکلی (میزان سیمان 57%) می‌باشد. این سنگ در هنگام رسوب گذاری به چه صورت بوده است؟

1)باندوستون (boundstone)
2)پکستون (packstone)
3)وکستون (wackstone)
4)گرینستون (granistone)

57.گسترش کدام یک از سیمان‌های زیر در ماسه‌سنگ‌های خرده سنگی آتشفشانی متداول‌تر است؟

1)سیمان زئولیتی 2) سیمان سیلیسی

3) سیمان اکسیدآهن 4) سیمان کربناته

58.در تصادم در پوستهٔ اقیانوسی چه نوع ماسه سنگی تشکیل می‌شود؟

1) ساب آرکوز 2) فیل آرنایت

3) ولکانیت آرنایت 4) فلدسپاتیک لیت آرنایت

59. در تقسیم بندی فولک برای نام گذاری ماسه سنگ‌ها، قطب F شامل چه اجزایی می‌شود؟

1)دانه‌های فلدسپات و چرت

2)دانه‌های فلدسپات پتاسیک + کلسیک

3)دانه‌های فلدسپات و دانه‌های قطعه سنگی ماسه‌ای

4)دانه‌های فلدسپات و دانه‌های قطعه سنگی گرانیتی و گنایس

60. در سنگی 76% رس و 24% ماسه تشکیل از دانه های پتاسیم فلدسپار و خرده سنگ‌های متامورفی (MRF) است. نام سنگ چیست؟

1)گل سنگ ماسه‌ای 2) ساب آرکوز رس دار

3) گری‌وکی ماسه دار 4) فیل آرنایت رس دار

61. معادل درونی- بیرونی در کدام جفت از سنگ‌های زیر صحیح است؟

1)اورتیت – نفلینیت 2) ترالیت- بازالت

3) فوتیدولیت- فنولیت 4) کوارتزولیت- سیلکسیت

62. ایژولیت از گروه سنگ‌های ..... است و کانی‌های عمدهٔ سازندهٔ آن عبارتند از:

1)فوئیدیت- فلدسپاتوئیدی + پیروکسن

2)گابرو- الیوین + پیروکسن

3)فوئیدولیت – فلدسپاتوئیدی + پیروکسن

4)گابرو – نفلین + پیروکسن

63. **سنگ‌های آتشفشانی حد واسط در سری تولئی‌ایتی چه نام دارند؟**

1)آنکارامیت 2) ایسلندیت

3) آبساروکیت 4) باناکیت

64. **کدامیک از آلکالی سینیت و فوق اشباع از سیلیس است؟**

1)دومیت 2) کامپتونیت

3) واریولیت 4) نوردمارکیت

65. **به سنگ‌های سیلیسی رس‌دار که عمدتاً از CT تشکیل شده‌اند چه گفته می‌شود؟**

1)پورسلانیت 2) چرت‌های لایه لایه

3)ژاسب 4) فلین

66. **هضم رس‌ها توسط ماگماهای بازالتی باعث ..... در ماگما می‌شود.**

1) تشکیل میکا و کورندن 2) تشکیل کوارتز و پلاژیوکلاز

3) کاهش سیلیس و تشکیل فلدسپاتولید 4) تشکیل میکا و فلدسپات آلکالن

67. **در محل علامت سوال نام کدام کانی باید نوشته شود؟**

سلیس + ؟ = هیپرستن + آنورتیت

1)اسپینل 2) امفاسیت 3) کوردیریت 4) گارنت

68. **معادل خروجی گرانودیوریت کدام است؟**

1)تراکیت 2) داسیت 3) ریولیت 4) لاتیت

پاسخنامه سنگ‌شناسی و پترولوژی

1. گزینه «1» صحیح است.

آنکارامیت بازالت‌های ملاتوکرات غنی از پیروکسن است. بازالت‌های ملاتوکرات ضریب رنگی بالاتر از 60 دارند. اوشنیت (Oceanite) بازالت ملاتوکرات غنی از الیوین است.

2. گزینه «2» صحیح است.

تفریق ماگمایی، بازالت‌های آلکالن که با هضم پوسته‌ای نیز همراه است، باعث تشکیل تراکیت و فنولیت در سطح زمین می‌شود. بازالت‌های آلکالن سدیم و پتاسیم بالا دارند و آندزیت، ریولیت، و داسیت کلسیم بالا دارند و از تفریق ماگمای آلکالن به وجود نمی‌آیند. گرانیت و گرانودیوریت جزو سنگ‌های فوق اسیدی هستند.

3. گزینه «4» صحیح است.

پرتیت هم‌رشدی فازهای غنی از سدیم و غنی از پتاسیم در فلدسپات آلکالن است. اگر فاز غالب از پتاسیم غنی باشد، هم‌رشدی نوع پرتیت و اگر فاز مزبور از سدیم غنی باشد، هم‌رشدی نوع آنتی‌پرتیت تشکیل می‌شود.

4. گزینه «4» صحیح است.

کانی اصلی آرکوز فلدسپات است که قابلیت دگرسانی شدیدی دارد. دو نوع آرکوز آب و هوایی و تکتونیکی در طبیعت وجود دارد. برای اینکه فلدسپات یک سنگ رسوبی، فرسایش نیابد و در سنگ باقی بماند، شرایط آب و هوایی خشک، بالا آمدگی و فرسایش سریع ناحیه، و بر جای گذاشته شدن سریع رسوبات باید برقرار باشد، لذا گزینه «4» صحیح است.

5. گزینه «4» صحیح است.

نوریت، گابروی دارای پلاژیوکلازکلسیم‌دارورتوپیروکسن (هیپرستن) است.

6. گزینه «3» صحیح است.

پیرولیت ترکیبی فرضی است که از یک بخش بازالتی و سه بخش پریدوتیتی (دونیتی) تشکیل شده است و کانی‌های عمدهٔ آن پیروکسین و الیوین است.

7. گزینه «4» صحیح است.

8. شیست‌های آبی را که آمفیبول سدیم‌دار و آبی رنگ (گلوکوفان) فراوان دارند، گلوکوفان شیست نیز می نامند. وجود کانی‌های فشار بالا مانند گلوکوفان، ژاده‌ایت، لاوسونیت و آراگونیت نشان دهندهٔ تشکیل این سنگ در شرایط فشار زیاد و حرارت کم است.

9. گزینه «2» صحیح است.

ریولیت آلکالن بافت پورفیری، بلورهای فراوان کوارتز بی‌پیرامیدال و بلورهای درشت سانیدین دارد و سایر سنگ‌های ذکر شده سانیدین ندارند یا مقدار کمی سانیدین دارند.

10. گزینه «3» صحیح است.

در آمفیبولیت‌های حاصل از دگرگونی مجاورتی، مقدار پلاژیوکلاز و هورنبلند تقریباً مساوی است و کانی‌های آلماندین، اپیدوت و بیوتیت و گاهی کوارتز نیز وجود دارد.

11. گزینه «1» صحیح است.

درجهٔ دگرگونی شارنوکیت از سایر سنگ‌ها بیشتر است.

12. گزینه «4» صحیح است.

این سنگ به دلیل این که گل ندارد، پکستون و مادستون نیست و با توجه به اینکه مقدار ذرات دانه‌ریز آن کم است، گرینستون نیز نیست. لذا وکستونی است که سیمان دروغین دارد.

13. گزینه «4» صحیح است.

در فابریک چشم پرنده‌ای لکه‌ها یا خال‌های نامنظم کروی شکل که بر اثر خروج حباب‌های گاز به دام افتاده به وجود آمده‌اند، وجود دارد.

14. گزینه «3» صحیح است.

در پگماتیت‌های گرافیکی، در زمینه‌ای از فلدسپات آلکالن (نوع میکروکلین) بلورهای کوارتز و میکروپرتیت به صورت فنوکریست وجود دارند.

15. گزینه «1» صحیح است.

عوامل مؤثر و مهم در تشکیل زونینگ کاهش سریع و لحظه‌ای دمای ماگما، کاهش فشار بخار آب، اختلاط ماگمای جدید، قطعات کریستال‌های سنگ دیواره، و تغییرات در غلظت ماگماست.

16. گزینه «4» صحیح است.

اسپودومن پیروکسن لیتیم دار، دارای فرمول شیمیایی $LiAlSi_2O_6$ است.

17. گزینه «4» صحیح است.

سنگ‌های فلسیک از نظر مودال، از کانی‌های رنگ روشن مانند کوارتز، فلدسپات، فلدسپاتوئید و مسکویت تشکیل شده است.

18. گزینه «2» صحیح است.

دولومیت‌های تشکیل شده در مدل سابخار بلورهای دانه ریز دارند و همراه استروماتولیت مسطح دارای ساخت چشم-پرنده‌ای، ترک‌های چند ضلعی، تی‌پی‌ها و ... هستند.

19. گزینه «1» صحیح است.

انحلال فشاری بیشتر تحت تأثیر فشار ناشی از بار رسوبی و اختلافات مینرالوژیکی و بافتی به وجود می‌آید.

20. گزینه «3» صحیح است.

با توجه به این که سیمان (ماتریکس) این سنگ 10% است و نسبت فلدسپات به خرده سنگ برابر 1/5 است، براساس طبقه‌بندی پتی جان نام سنگ آرکوزیت آرنایت یا آرکوز نابالغ است.

برای تعیین نام این سنگ براساس روش فولک، ابتدا باید درصدها را به صد برسانیم. در این حالت مقادیر کوارتز، خرده سنگ و فلدسپات به ترتیب 44/4%، 22/3% و 33/3% است و نسبت فلدسپات به خرده سنگ برابر 32 و نام سنگ لیتیک آرکوز یا آرکوز ناخالص است.

21.گزینه «1» صحیح است.

فلدسپات آلکالن سرشار از پتاسیم (به عنوان میزبان) با پلاژیوکلازی است. آنتی‌پرتیت هم‌رشدی فلدسپات سرشار از پتاسیم در میزبان پلاژیوکلازی است. در پرتیت فاز غالب سرشار از پتاسیم است. ولی در آنتی‌پرتیت فاز غالب سرشار از سدیم است. اگر نسبت سدیم و پتاسیم در پرتیت با هم برابر باشد، هم‌رشدی حاصله مزوپرتیت نامیده می‌شود.

22.گزینه «2» صحیح است.

مواد پرتابی آتشفشانی انباشته شده روی دامنه‌های شیب دار، به علت نیروی ثقل و بر اثر بارندگی‌های سیل‌آسا یا آب‌های حاصل از ذوب برف و یخچال‌های موجود در دامنهٔ آتشفشان‌ها به صورت روانه‌های گل و با سرعت زیاد به طرف دره‌ها و دشت‌های اطراف سرازیر و بر جای گذاشته می‌شوند. به این روانه‌های گل و خاکستر لاهار گفته می‌شود.

23.گزینه «1» صحیح است.

ابسیدین شیشهٔ طبیعی دارای ترکیب ریولیتی است که حداکثر 1% آب دارد.

24.گزینه «4» صحیح است.

اورتوگنیس از تغییر شکل سنگ‌های ماگمایی فلدسپات‌دار یا کوارتز و فلدسپات‌دار به وجود می‌آید، لذا با توجه به آثار باقی مانده از سنگ مادر، همبستگی آن با سنگ‌های مجاور (در صحرا)، وجود انکلاوهای قابل تشخیص و بالاخره درجهٔ همگنی می‌توان به منشأ ماگمایی آن پی برد. وجود لایه‌های دارای ترکیب کانی‌شناسی متفاوت (گرافیکی، آهکی، میکادار) نشان دهندهٔ منشأ رسوبی گنیس (پاراگنیس) است.

25.گزینه «2» صحیح است.

پلاژیوکلاز سدیم‌دار (البیت) در دگرونی‌های درجه حرارت پایین پایدارتر است و مقدار درصد آنوزیت در پلاژیوکلازها با افزایش درجهٔ دگرگونی بالا می‌رود.

26.گزینه «3» صحیح است.

رخسارهٔ دگرگونی، شامل سنگ‌هایی با ترکیب شیمیایی متفاوت است که در طی دگرگونی، تحت شرایط فیزیکی یکسان به تعادل شیمیایی رسیده‌اند.

27.گزینه «4» صحیح است.

با توجه به وجود میکروکلین در ترکیب سنگ داده شده، این سنگ مونزونیت است. سایر سنگ‌های ذکر شده میکروکلین ندارند.

28.گزینه «1» صحیح است.

سیمان‌های سین تکسیال (هم محور) با رشد ثانویه در سنگ‌های رسوبی آواری و کربناته تشکیل می‌شود.

29.گزینه «2» صحیح است.

تروکتولیت گابروی غنی از الیوین، پلاژیوکلاز و فقیر از پیروکسین (تا 10%) است.

30.گزینه «3» صحیح است.

مونزونیت سنگ درونی حد واسطی است که معادل بیرونی آن، لاتیت است.

31.گزینه «1» صحیح است.

پروتوماتریکس، ماتریکسی است که در هنگام ته نشست رسوبات آواری در لابه‌لای دانه‌های آواری باقی مانده و بر اثر عمل شستشو در محیط‌های آبی و عمل وینوئینگ در محیط‌های بادی، به علت کم بودن انرژی از بین دانه‌های آواری خارج نشده است.

32.گزینه «4» صحیح است.

کانی‌های معمول آهن‌دار اعماق متوسط تا زیاد بیشتر سولفیدها (مانند پیریت) و کربنات‌های آهن (مانند سیدریت) است. با توجه به این که گل‌سنگ‌ها در اعماق متوسط تا زیاد تشکیل می‌شوند، سیدریت- پیریت زوج کانی آهن‌داری است که در آنها فراوان است.

33.گزینه «3» صحیح است.

تخلخل‌های حاصل ار درزه و شکاف‌ها، کانالی، حفره‌ای و غاری از فابریک سنگ رسوبی تبعیت نمی‌کنند.

34.گزینه «2» صحیح است.

بین مچوریتی بافتی و مچوریتی ترکیبی رابطهٔ مشخص و معینی وجود ندارد.

35.گزینه «1» صحیح است.

نام این سنگ براساس روش فولک و دانهام به ترتیب اینترااسپاریت اُائیدی و گرینستون است.

36.گزینه «1» صحیح است.

این کانی‌ها متعلق به رخسارهٔ گرانولیت هستند.

37.گزینه «2» صحیح است.

از ذوب سنگ‌های رسوبی (پلیت‌ها، شیل‌ها و گری‌وک‌ها) دارای کانی‌های آلومینوسیلیکاتی در فشار حدود 2000 بار و حرارت بالا، گرانیت‌های دارای کوردیریت و سیلیمانیت به وجود می‌آید.

38.گزینه «1» صحیح است.

رخسارهٔ نوع ابوکوما (Abukuma) با کانی‌های شاخص آندالوزیت- سیلیمانیت که در دگرگونی فشار کم- دما زیاد تشکیل می‌شود، در این سری آندالوزیت در شیست‌ها و میکاشیست‌ها و سیلیمانیت در گنایس‌ها تشکیل می‌شود.

39.گزینه «1» صحیح است.

در رخسارهٔ شیست آبی که همان رخسارهٔگلوکوفان- لاوسونیت است، مجموعهٔ پاراتزی گلوکوفان، پیروکسین سدیم‌دار (ژادئیت)، آراگونیت، اسفن، لاوسونیت، اپیدوت و پومپله‌ایت وجود دارد.

40.گزینه «3» صحیح است.

کریستال منفی در کوارتزهای ولکانیکی متداول است.

41.گزینه «4» صحیح است.

در بافت هاونی یا مورتار (mortar) قطعات بزرگ مینرالی در زمینه‌ای از مواد ریزدانه همان کانی قرار گرفته است.

42.گزینه «1» صحیح است.

هر ترکیب که پایین تر از درجه حرارت سولیدوس فرض شود، کاملاً به حالت جامد و به طور مختلطی از دو جزء A و B است که به صورت محلول جامد متبلور می‌شوند.

43.گزینه «2» صحیح است.

با توجه به نمودار ذوب- انجماد سیلیس- لوسیت مشاهده می‌شود که در نقطهٔ R اورتوز وارد ذوب متناقض می‌شود و با ذوب آن مایع سیلیس و بلورهای لوسیت به وجود می‌آید.

44.گزینه «4» صحیح است.

در سیستم سه تایی کوارتز- آلبیت- پتاسیم فلدسپات، با افزایش بخار آب، نقطهٔ مینمم (اتکتیک) به طرف آلبیت تغییر می‌کند.

45.گزینه «2» صحیح است.

در رخسارهٔ شیست آبی، کانی‌های کلسیم‌دار مانند آراگونیت، اسفن، و سلیکات کلسیم آبدار مانند لاوسونیت، اپیدوت و پومپله‌ایت وجود دارد و کانی‌های اکتینولیت و هورنبلند وجود ندارد. کانی آمفاسیت خاص رخسارهٔ اکلوژیت است.

46.گزینه «4» صحیح است.

نمودار AFM برای نمایش مجموعه کانی‌های سنگ‌های دگرگونی ناشی از رسوبات پلیتی، شیل‌ها و ماسه‌های شیلی بسیار مفید است.

47.گزینه «2» صحیح است.

میکریت فسیل دار که طبق طبقه‌بندی دانهام نام آن mudstone است، بین 1 تا 10% خردهٔ اسکلتی دارد.

48.گزینه «3» صحیح است.

با توجه به این که سنگ حاوی فسیل رودیست درشت فراوان است که در طی رسوب گذاری و به صورت ارگانیکی به هم متصل هستند، نام این سنگ در طبقه بندی دانهام باندستون رودیستی است. بایولیتایت رودیستی نام این سنگ در طبقه بندی فولک است.

49.گزینه «2» صحیح است.

سانیدین در تراکیت‌ها هم در خمیره و هم به صورت فنوکریست وجود دارد.

50.گزینه «3» صحیح است.

ترالیت معادل درونی بازانیت است و کانی‌های عمدهٔ آن اوژیت، الیوین، لابرادوریت و نفلین است.

اسکسیت معادل درونی تفریت فونولیتی است، ایژولیت میزان فلدسپاتوئید بیش از ترالیت دارد و تروکتولیت‌ها فلدسپاتوئید ندارد.

51.گزینه «4» صحیح است.

حاصل هم‌رشدی کوارتز و فلدسپات در آخرین مرحلهٔ تبلور ماگما بافت میکروپگماتیتی است.

52.گزینه «3» صحیح است.

نام این سنگ سینیت است و معادل بیرونی آن تراکیت است. در سنگ سینیت کانی مسکویت می‌تواند تشکیل شود، ولی در تراکیت این کانی تقریباً وجود ندارد یا مقدار آن خیلی کم است.

در سنگ‌های گرانیت و ریولیت مقدار کوارتز به مراتب بیش از (20% تا 60%) سینیت است.

53.گزینه «1» صحیح است.

بلوری که در حاشیهٔ خارجی بلورهای کومولوس تشکیل می‌شود، آدکومولوس نامیده می‌شود.

54.گزینه «2» صحیح است.

فاکتورهای حمل و نقل زیاد و سایش ممتد و طولانی از جمله فاکتورهایی هستند که باعث تخریب و فرسایش سریع کانی‌های پلاژیوکلاز می‌شود.

55.گزینه «4» صحیح است.

56.گزینه «3» صحیح است.

سنگ کربناته ذکر شده در هنگام رسوب گذاری وکستون بوده است. وکستون‌های سنگ آهکی هستند که بیش 10% دانه دارند، که در یک ماتریکس گل آهکی قرار می‌گیرند.

57.گزینه «1» صحیح است.

در ماسه‌سنگ‌هایی که مقدار زیادی خرده سنگ‌های ولکانیکی و فلدسپات هستند، در طی دیاژنز، تحت تأثیر دگرسانی بیشتری قرار می‌گیرند و علاوه بر کانی‌های رسی، مقدار زیادی زئولیت بر اثر دگرسانی خرده سنگ‌های ولکانیکی به وجود می‌آید.

کانی‌ها همراه کلسیت، سیمان متداول این ماسه سنگ‌ها هستند.

58.گزینه «3» صحیح است.

در محل تصادم دو پوستهٔ اقیانوسی که محل تشکیل جزایر قوسی است به دلیل فعالیت‌های ماگمایی ولکانیکی، خرده سنگ‌های ولکانیکی فراوانتر از سایر خرده سنگ هاست.

59.گزینه «4» صحیح است.

قطب F مثلث طبقه‌بندی ماسه‌سنگ‌ها به روش فولک شامل فلدسپات‌ها (پتاسیم، سدیم و کلسیم دار) و خرده‌های گرانیت و گنیس است.

60.گزینه «1» صحیح است.

با توجه به نمودار طبقه‌بندی رسوبات سیلیسی آواری براساس مقدار ماسه، سیلت و رس، نام سنگ مورد نظر گل سنگ ماسه‌ای است.

61.گزینه «2» صحیح است.

معادل بیرونی سنگ ترالیت (فوئیدگابرو/ فوئیددیوریت) سنگ بازانیت (تفریت) است. معادل بیرونی فوئیدولیت (فوئیدیت) نفلینیت یا لوستیت و کوارتزولیت و سیلکسیت است.

62.گزینه «3» صحیح است.

ایژولیت از جمله سنگ‌های فوئیدولیتی است و کانی‌های تشکیل دهندهٔ آن نفلین (از فلدسپاتوئیدها)، اوژیت سدیم‌دار یا اوژیت تیتان‌دار (از پیروکسن‌ها) است.

63.گزینه «2» صحیح است.

سنگ‌های حد واسط در سری تولئی ایتی، شامل بازالت تولئی‌ایتی است که ایسلاندیت نیز نامیده می‌شوند.

64.گزینه «4» صحیح است.

نوردمارکیت، آلکالی سینیت کوارتزداری است که مقدار کوارتز آن به 5% تا 0/08% می‌رسد و از نظر سیلیس فوق اشباع است.

واریولیت اصطلاحی کلی برای سنگ‌های آذرین ریزدانه و آفانتیک حاوی واریول و کامپتونیت نوعی لامپروفیر است.

65.گزینه «1» صحیح است.

پورسلانیت، رس سنگ‌های اپالی است که عمدتاً از CT (پلی مورف‌های کوارتز، کریستوبالیت و تریدیمیت) تشکیل شده است.

66.گزینه «2» صحیح است.

هضم رس‌ها توسط ماگماهای بازالتی باعث تشکیل کواتز و پلاژیوکلاز در ماگما می‌شود.

67.گزینه «4» صحیح است.

در زون دگرگونی گرانولیت، چنانچه فشار از حد معینی نگذرد و دما ثابت بماند، مجموعهٔ هیپرسین + پلاژیوکلاز (انورتیت) پایداری خود را از دست می‌دهد و مجموعهٔ کانیایی کلینوپیروکسن + گارنت + کوارتز تشکیل می‌شود. به مجموعهٔ هیپرستن + پلازیوکلاز اصطلاحاً زیرزون (Sub Zone) گرانولیتی گفته می‌شود.

68.گزینه «2» صحیح است.

بر پایهٔ رده بدی اشتریکایزن، معادل خروجی گرانودیوریت، داسیت است. تراکیت، ریولیت و لاتیت به ترتیب معادل‌های خروجی سینیت، گرانیت و مونزونیت هستند.

منابع

سنگ شناسی آذرین

پتروگرافی و پترولوژی سنگ های آذرین

تالیف و ترجمه: دکتر حسین معین وزیری و علی احمدی

سنگ شناسی دگرگونی

سنگ شناسی دگرگونی

تالیف: دکتر سید محمد حسین رضوی

سنگ شناسی دگرگونی

تالیف: دکتر علی درویش زاده

پترولوژی دگرگونی

تالیف و ترجمه: دکتر سیروس زرعیان

سنگ شناسی رسوبی

رسو ب شناسی

تالیف: دکتر رضا موسوی حرمی

مقدمه ای بر منشاء سنگ های رسوبی

تالیف: موریس تاکر

ترجمه: دکتر سید رضا موسوی حرمی و مهندس اسدالله محبوبی