دانشکده علوم طبیعی
گروه زمین‌شناسی

پایان نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی (گرایش پترولوژی)

عنوان

بررسی ژئوشیمیایی و پترولوژیکی واحدهای آتشفشانی دوگیجان (شرق مرند- شمال‌غرب ایران)

استاد راهنما

دکتر نصیر عامل

اساتید مشاور

دکتر محسن مؤید

دکتر احمد جهانگیری

پژوهشگر

روح‌اله خیراندیش

بهمن ۹۰

نام خانوادگی: خیراندیش **نام:** روح اله

عنوان: بررسی ژئوشیمیایی و پترولوژیکی واحدهای آتشفشانی دوگیجان (شرق مرند-شمال غرب ایران)

استاد راهنما: دکتر نصیر عامل

اساتید مشاور: دکتر محسن مؤید – دکتر احمد جهانگیری

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** زمین شناسی **گرایش:** پترولوژی **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: علوم طبیعی **تاریخ فارغ التحصیلی**: ۱۳۹۰/۱۱/۱۰ **تعداد صفحات:** ۹۸

چکیده :

محدوده مورد مطالعه در شمال غرب ایران، شرق شهرستان مرند و روستای دوگیجان قرار دارد. این محدوده شامل محصولات آتشفشانی پیروکلاستیکی و گنبدهای آتشفشانی متعدد با ترکیب آندزیتی، داسیتی و ریوداسیتی است. با توجه به قطع شدن واحدهای رسوبی به سن میوسن توسط گنبدهای ساب ولکانیک در منطقه احتمالا سن جایگیری گنبدهای آتشفشانی جوانتر از میوسن می‌باشد. سنگ‌های مورد مطالعه در منطقه دارای ترکیب حدواسط و اسیدی بوده و شامل گدازه‌های برشی، توف، پومیس، وبمب های متعلق به فوران‌های آتشفشانی تیپ انفجاری هستند. سری ماگمائی سنگ های آتشفشانی، کالک آلکالن با پتاسیم متوسط بوده و از نوع متاآلومینوس تا پرآلومینوس می‌باشند. در دیاگرام های بررسی ویژگی‌های ژئوشیمیائی عناصر کمیاب، نمونه‌های مورد مطالعه از عناصرLILE و U, Ba,K, Rbغنی شدگی و نسبت به عناصر HREE و Ta, Y, Nb, Ti تهی شدگی نشان می‌دهند. این ویژگی احتمالاً می-تواند نشانگر یک منشا گوشته‌ای لرزولیتی گارنت‌دار و یا منشا گوشته‌ای کم عمق با نسبت‌هائی از آلایش پوسته‌ای باشد. محیط تکتونیکی نمونه‌های مورد بررسی در دیاگرام‌ها در محدوده کمان‌های آتشفشانی پس برخوردی و کمان‌های حواشی فعال قاره‌ای قرار می‌گیرند.

فهرست:

عنوان **صفحه**

فصل اول (بررسی منابع و پیشینه پژوهش)

۱-۱. پایه‌های نظری ۲

۱-۱-۱. عوامل موثر در ذوب سنگ های پوسته قاره‌ای ۲

۱-۱-۲. ماگماهای اسیدی ممکن است از دو طریق ایجاد شوند ۳

۱-۱-۳.ماگماتیسم و تکتونیک مرتبط با آتشفشان‌ها ۴

۱-۱-۳-۱. آتشفشان‌های حاشیه قاره‌ای فعال ۶

۱-۱-۳-۲. آتشفشان‌های درون صفحات قاره‌ای ۶

۱-۱-۴. فعالیت‌های آتشفشانی انفجاری و غیرانفجاری ۷

۱-۱-۴-۱. رده‌بندی اقسام آتشفشان‌ها ۷

۱-۱-۴-۱-۱. فوران‌های نقطه‌ای ۸

۱-۱-۴-۱-۲. فوران‌های خطی یا فوران‌های شکافی ۹

۱-۱-۵. پیروکلاستیک‌ها ۱۰

۱-۱-۵-۱. انواع قطعات پیروکلاستیک ناپیوسته ۱۱

۱-۱-۵-۲. نهشته‌های پیروکلاستیک به هم پیوسته ۱۳

۱-۱-۵-۳. ایگنیمبریت ۱۴

۱-۱-۵-۳-۱. ویژگی‌های یک نهشتهٔ ایگنیمبریتی ۱۴

۱-۱-۵-۳-۲. اقسام ایگنیمبریت ۱۵

۱-۱-۵-۳-۳. نحوهٔ تشکیل ایگنیمبریت ۱۶

۱-۱-۵-۴. ولکانوکلاست های غنی از کریستال پیروکلاستیکی یا اپی کلاستیکی ۱۶

۱-۱-۵-۴-۱. خاکستر و توف ۱۶

۱-۱-۵-۴-۲. انواع تخریب و حمل و نقل برای نهشته‌های ولکانوکلاستی غنی از کریستال ۱۸

۱-۱-۵-۴-۳. فاکتورهای مؤثر در تمرکز بالای کریستال ۱۹

۱-۱-۵-۴-۴. فوران‌های مرتبط با فرآیندهای تمرکز کریستال ۲۰

۱-۱-۵-۴-۵. فرآیندهای تمرکز کریستال اپی‌کلاستیکی ۲۰

۱-۱-۶. نحوه تشکیل گنبدهای آتشفشانی (گنبدهای داسیتی ،ریوداسیتی ،ریولیتی) ۲۱

۱-۱-۷. رابطه بین شکل آتشفشان و ترکیب گدازه ۲۲

۱-۱-۸. سری کالک‌آلکالن ۲۳

۹-۱-۱. سنگ‌های ریولیتی، ریوداسیتی و داسیتی ۲۳
۱۰-۱-۱. آندزیت‌ها و بازالت‌ها ۲۴
۱۱-۱-۱. مناطقی که در آن ها ماگماتیسم پس از برخوردی رخ می دهد ۲۵
۱-۱۱-۱-۱. غرب کارپات واقع در شرق اروپای مرکزی ۲۵
۲-۱۱-۱-۱. ولکانیسم درون‌صفحه‌ای و پس‌ازبرخوردی سنوزوئیک در قلمرو ریفتی Apennine/Adriatic ۲۶
۲-۱. پیشینهٔ پژوهشی ۲۹

فصل دوم (مواد و روش‌ها)

۲-۱. موقعیت جغرافیایی،ویژگی‌های زمین‌شناسی و راه‌های دسترسی ۳۲
۲-۲. واحدهای سنگی منطقهٔ مورد مطالعه ۳۴
۲-۳. سیر مطالعاتی و روش تحقیق ۳۷

فصل سوم (بحث و نتایج)

۳-۱. کلیاتی دربارهٔ آذربایجان ۳۹
۳-۱-۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در تقسیم بندی مناطق ساختاری ایران ۳۹
۳-۲. زمین‌شناسی عمومی آذربایجان ۴۱
۳-۳. زمین‌شناسی البرز غربی-آذربایجان ۴۲
۳-۴. فعالیت‌های آتشفشانی ترسیر در آذربایجان ۴۳
۳-۵. آتشفشان‌های پلیوسن در آذربایجان ۴۵
۳-۶. پتروگرافی سنگ‌های آتشفشانی موجود در منطقهٔ مورد مطالعه ۴۵
۳-۶-۱. پتروگرافی داسیت‌ها ۴۶
۳-۶-۱-۱. خصوصیات ماکروسکوپی ۴۶
۳-۶-۱-۲. خصوصیات میکروسکوپی ۴۶
۳-۶-۲. پتروگرافی ریوداسیت‌ها ۴۹
۳-۶-۲-۱. خصوصیات ماکروسکوپی ۴۹
۳-۶-۲-۲. خصوصیات میکروسکوپی ۴۹
۳-۶-۳. پتروگرافی آندزیت‌ها و تراکی‌آندزیت‌ها ۵۲
۳-۶-۳-۱. خصوصیات ماکروسکوپی ۵۲
۳-۶-۳-۲. خصوصیات میکروسکوپی ۵۲

۳-۶-۴. پتروگرافی سنگ‌های پیروکلاستیک ۵۶
۳-۶-۴-۱. خصوصیات ماکروسکوپی ۵۶
۳-۶-۴-۲. خصوصیات میکروسکوپی ۵۶
۳-۷. رده‌بندی شیمیایی و ژئوشیمیایی سنگ‌های آذرین ۵۸
۳-۷-۱. تقسیم‌بندی سنگ‌های آتشفشانی براساس ترکیب شیمیایی ۶۰
۳-۷-۱-۱.رده‌بندی براساس دیاگرام پیشنهادی Middlemost(1994) ۶۱
۳-۷-۱-۲. نمودار SiO2 در مقابل K2O (Le Maitre; 2002) ۶۲
۳-۷-۲. رده‌بندی براساس کاتیون‌های سنگ‌های آذرین ۶۲
۳-۷-۲-۱. نمودار کاتیونی Jensen(1976) ۶۳
۳-۷-۳. رده‌بندی سنگ‌های آتشفشانی براساس عناصر فرعی ۶۴
۳-۷-۳-۱. نمودار Zr/TiO2در مقابل SiO2 (Winchester & Floyd; 1977) ۶۴
۳-۷-۴. رده‌بندی سنگ‌های آتشفشانی براساس کانی‌های نورم ۶۵
۳-۷-۴-۱. نمودار An-Ab-Or (O Connor; 1965) ۶۵
۳-۷-۵. تعیین سری ماگمایی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه ۶۵
۳-۷-۵-۱. نمودار Na_2O+K2O در مقابل SiO2 ۶۵
۳-۷-۵-۲. نمودار K_2O در مقابل SiO_2 (Peccerillo&Taylor; 1976) ۶۶
۳-۷-۵-۳. نمودار K2O در مقابل SiO2 ۶۶
۳-۷-۶. رده‌بندی سنگ‌های منطقهٔ مورد مطالعه براساس درجه اشباع از آلومینیوم ۶۷
۳-۸. پتروشیمی سنگ‌های مورد مطالعه ۶۸
۳-۸-۱. ژئوشیمی عناصر اصلی سنگ های مورد مطالعه ۶۹
۳-۸-۲. ژئوشیمی عناصر فرعی و کمیاب سنگ‌های مورد مطالعه ۷۱
۳-۸-۳. روند تغییرات عناصر کمیاب براساس نمودارهای عنکبوتی ۷۶
۳-۸-۴. تعیین جایگاه تکتونیکی منطقهٔ مورد مطالعه براساس عناصر اصلی و کمیاب ۷۷
۳-۸-۴-۱. تقسیم بندی Pearce et al (1984) ۷۸
۳-۸-۴-۲.نمودار پیشنهادی Schandl& Gorton (2002) ۷۸
۳-۸-۴-۳. نمودار R_1-R_2برای تعیین محیط تکتونیکی Batchelor& Bowden(1985) ۷۹
۳-۸-۴-۴. نمودارهای پیشنهادی Muller & Groves (1997) ۷۹
۳-۹. پتروژنز ۸۰

۳-۱۰. الگوی تکتونوماگمائی ۸۲
۳-۱۱. نتیجه گیری کلی ۸۵

منابع

منابع فارسی ۸۷
منابع انگلیسی ۸۹

فصل اول:

بررسی منابع

پایه های نظری و پیشینه پژوهش:

۱-۱). پایه‌های نظری :

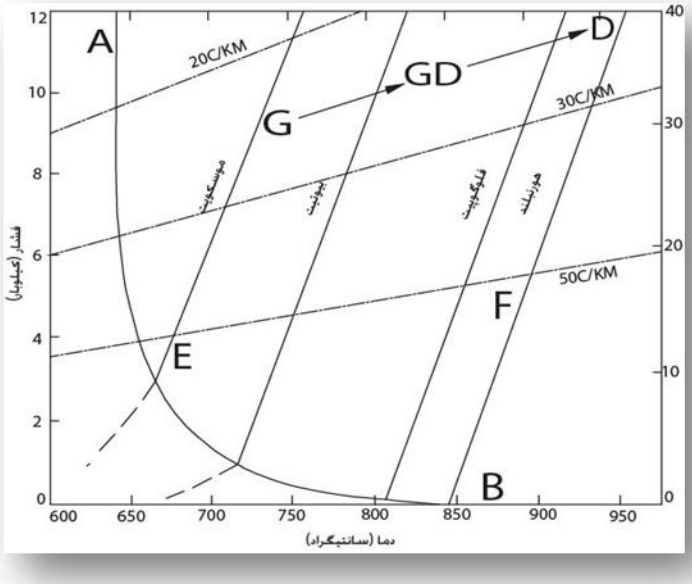
۱-۱-۱). عوامل موثر در ذوب سنگ‌های پوسته قاره‌ای :

الف- افزایش گرادیان حرارتی :

گرادیان حرارتی پوسته های قاره ای در محور ریفت ها و نقاط داغ به دلیل واقع شدن در چرخه جریان های ماگمایی افزایش می یابد . بالا آمدن و عبور ماگماهای اولترامافیکی و مافیکی موجب افزایش گرادیان حرارتی پوسته قاره‌ای و در شرایط مناسب موجب ذوب بخشی سنگ های آن منطقه می‌شود(شکل ۲-۱) .ماگماهای اسیدی نوع A (گرانیتوئیدهای نوعA) در ریفت‌های قاره‌ای و نقاط داغ صفحات قاره‌ای در این ارتباط شکل گرفته‌اند، (کریم‌پور، ۱۳۸۸) .

ب- سیلیکات های آبدار :

دمای ذوب سنگ ها در اعماق با حضور آب به میزان چشمگیری کاهش می یابد، لذا آب نقشی بسیار مهم و موثر در ماگماتیسم دارد. برخی از سیلیکات های آبدار مهم ترین تامین کنندهٔ آب برای ذوب سنگ ها دراعماق به شمار می روند. آب آزاد شدهٔ بیشتر سیلیکات هادر عمق و دمایی پایین تر از ذوب سنگ ها آزاد می شوند و فقط در واکنش های دگرگونی شرکت می کنند. سیلیکات های آبداری که می توانند دمای ذوب سنگ ها را کاهش داده و در ذوب موثر واقع شوند عبارتنداز : مسکویت، بیوتیت، هورنبلند و فلوگوپیت، (شکل۳-۱).



شکل ۳-۱ : نمودار محدودهء پایداری مسکویت، بیوتیت، فلوگوپیت و هورنبلند(Brown & Fyfe; 1970).

ترکیب شیمیایی وحجم ماگمایی که در پوسته قاره ای تشکیل می شود به عوامل متعددی بستگی دارد، از جمله : ترکیب شیمیایی و کانی‌شناختی سنگ مادر، نوع سیلیکات‌های آبدار، حجم آب، فشار و دمای منطقهٔ ذوب. در گرادیان حرارتی ۳۰ درجه سانتیگراد در هر کیلومتر : مسکویت در دمای حدود ۷۰۰درجه

و هورنبلند در حدود ۹۴۰ درجه آب خود را آزاد می سازند. بنابراین مسکویت در عمق و دمای کمتر و هورنبلند در عمق و دمای بیشتر آب آزاد می نمایند، (کریم‌پور، ۱۳۸۸)، (شکل ۳-۱).

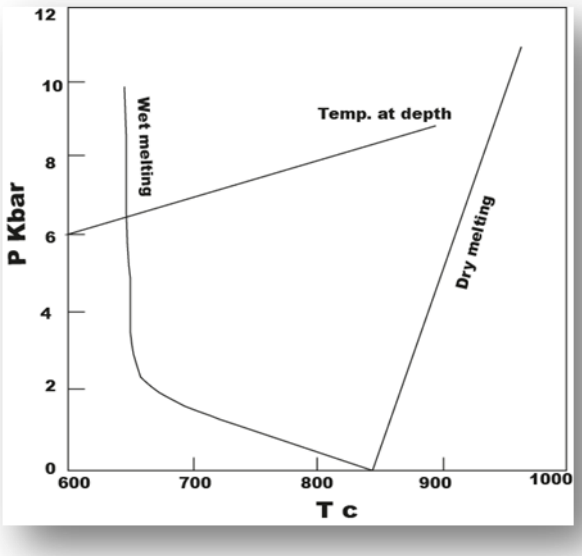
وجود باتولیت‌های طویل در حاشیه قاره‌ها (مثلاً شیلی) که محور طولی آن‌ها به موازات درازگودال‌های اقیانوسی است و در عین حال وفور فوران‌های ریولیتی تا داسیتی در این نواحی ، بعنوان شواهدی از ذوب سنگ‌های پوسته قاره‌ای در این مناطق در نظر گرفته می‌شود. در این فرآیند نقش مواد فرار ، بویژه آب ، که خود از بی آب شدن پوسته اقیانوسی در حال فرورانش حاصل می‌شود و در کاهش دمای ذوب موثر است، مورد توجه می‌باشد. ضمناً با ورود ماگماهای بازیک گوشته به داخل پوسته، دمای سنگ‌های پوسته بالا می‌رود که خود نقش مهمی در ذوب سنگ‌های این مناطق دارد، (درویش‌زاده، ۱۳۸۳).

۲-۱-۱). ماگماهای اسیدی ممکن است از دو طریق ایجاد شوند :

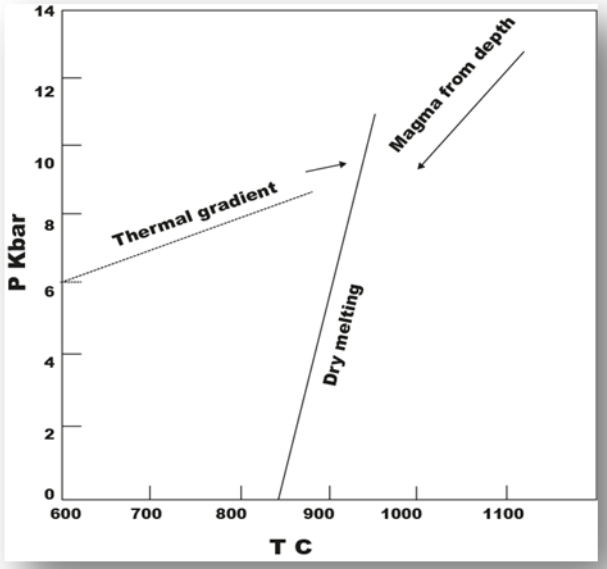
اول- از ذوب سنگ‌های پوسته در نتیجه افزایش دما یا افزایش فشار بخار آب.

ضخامت پوسته قاره‌ای به طور متوسط ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر است. با در نظر گرفتن گرادیان حرارتی ۳۵ درجه سانتیگراد در هر کیلومتر، در عمق ۱۵ تا ۲۰ کیلومتری پوسته قاره‌ای، دما حدود ۵۲۵ تا ۷۰۰درجه سانتیگراد خواهد بود. از آنجا که دمای ذوب کانی‌ها و سنگ‌ها در حالت خشک با افزایش فشار (افزایش عمق) بالا می‌رود، لذا در اعماق پوسته قاره‌ای در حالت عادی ذوبی صورت نمی‌گیرد (کریم‌پور، ۱۳۸۸).

افزایش گرادیان حرارتی و یا آب آزاد شده از سیلیکات های آبدار نقش مهمی در ذوب سنگ‌های پوسته قاره‌ای دارند (شکل ۱-۱ و۲-۱).



شکل ۱-۱ : بررسی ذوب پوسته قاره‌ای در حداکثر ضخامت در شرایط خشک و مرطوب .



شکل۲-۱ :بررسی ذوب پوسته قاره ای در حداکثر ضخامت در شرایط خشک .

دوم : از تفریق و تفکیک ماگمای بازیک طی صعود و نزدیک شدن به سطح زمین.

با تبلور کانی‌های دما بالا و تفکیک آن‌ها از مایع مذاب باقیمانده، ماگمای اسیدی و حدواسط به وجود می-آید. در هر حال، ماگما ضمن صعود ممکن است دچار تغییر و تحول احتمالی شود و ترکیب آن تغییر کند(درویش‌زاده ، ۱۳۸۳). اهم این تغییرات عبارتنداز :

۱). بین ماگما و سنگ دیواره واکنش‌هایی انجام می‌شود (هضم).

۲). ماگمای اصلی با ماگمای دیگر تلاقی کند و با آن مخلوط شود (اختلاط ماگمایی).

۳). با توقف ماگما در اتاق ماگمایی بعضی از کانی‌های دما بالا متبلور شده و به نحوی از ماگما جدا شوند (تفریق).

۴). گازها و بخرات از ماده مذاب خارج شوند. در این عمل بعضی از عناصر سبک نظیر سدیم و پتاسیم همراه آن ممکن است به خارج منتقل شوند (انتقال گازی).

۵). یک ماگما در شرایط خاصی از فشار و دما به دو ماگمای جداگانه با دو ترکیب متفاوت تبدیل شود (ناآمیختگی ماگمایی).

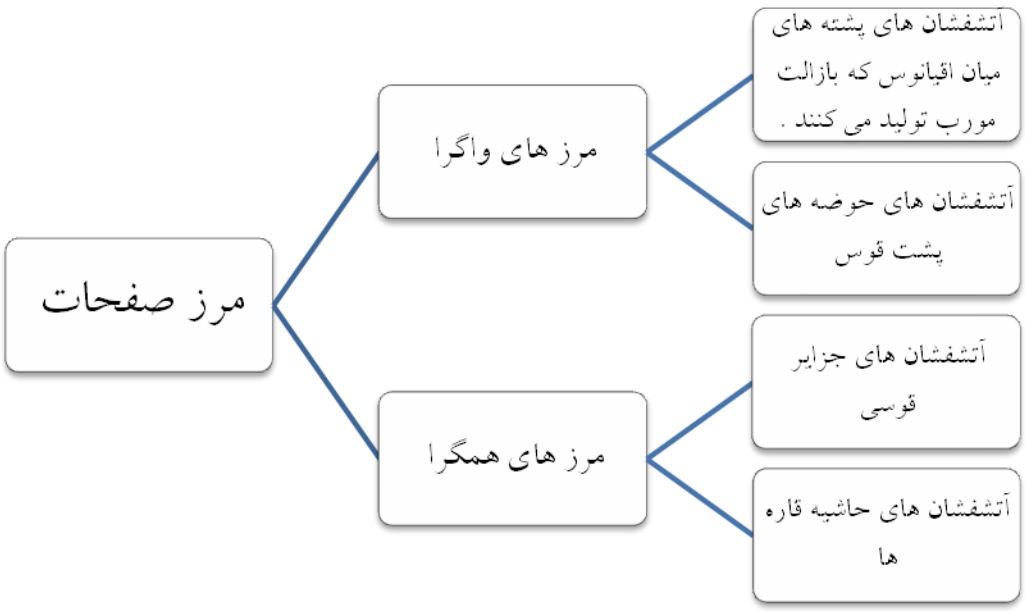
۳-۱-۱). ماگماتیسم و تکتونیک مرتبط با آتشفشان‌ها :

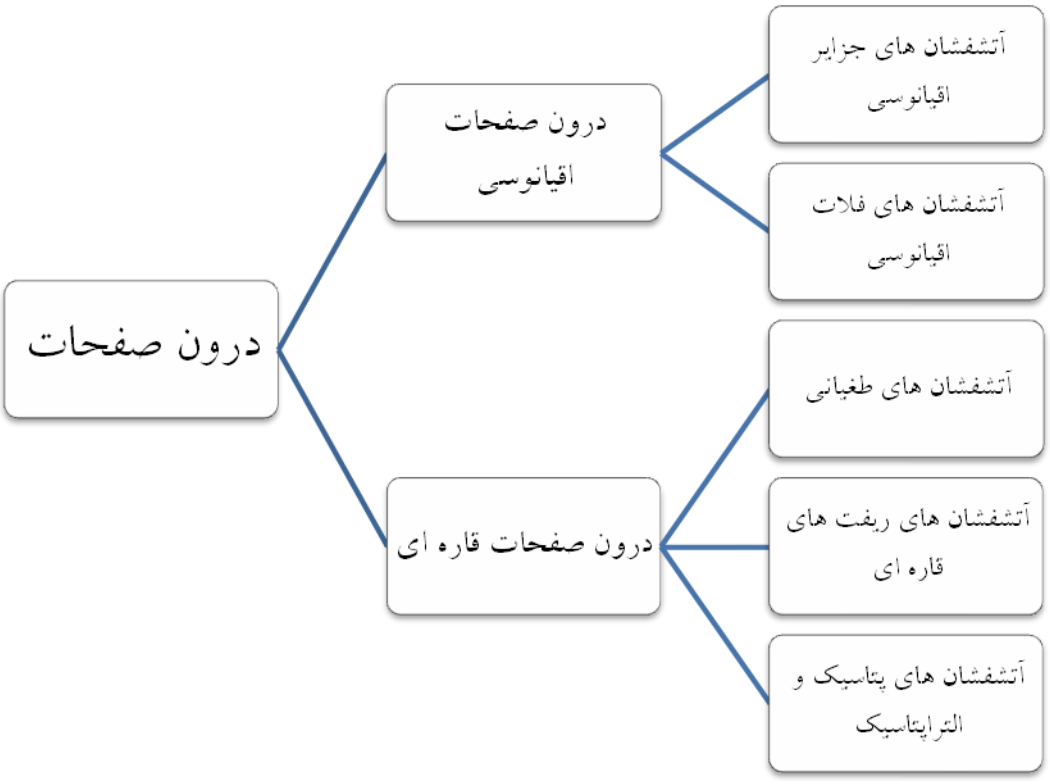
با نگاهی به پراکندگی آتشفشان‌ها در سطح زمین ملاحظه می‌کنیم که اولاً بین مناطق آتشفشانی و نقاط زلزله‌خیز رابطهٔ غیرقابل انکاری وجود دارد و ثانیاً این دو پدیده به طور عمده در مناطق خاصی از زمین اتفاق می‌افتند. بین فعالیت‌های آتشفشانی و موقعیت تکتونیکی زمین رابطهٔ انکارناپذیری وجود دارد. فعالیت‌های آتشفشانی ممکن است به دو صورت نمایان شوند :

الف- در مرز صفحات لیتوسفری .

ب- در درون صفحات.

این صفحات ممکن است قاره‌ای یا اقیانوسی باشند. با ارتباط بین آتشفشان و پلیت تکتونیک را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد :





۱-۳-۱-۱). آتشفشان‌های حاشیه قاره‌ای فعال :

با فرورانش لیتوسفر اقیانوسی به زیر قاره‌ها، گوه گوشته‌ای که روی لیتوسفر فرورونده قرار دارد تحت تاثیر سیالاتی که از بی آب شدن لیتوسفر اقیانوسی، ابتدا دگرسان شده و سرانجام ذوب می‌گردد. این گوشته شامل دو قسمت است : گوشتهٔ آستنوسفری تهی شدهٔ زیرین و گوشته لیتوسفر زیر قاره‌ای غنی شده. ماگمای اولیهٔ بوجود آمده ممکن است مستقیماً به سطح زمین برسد و بازالت‌های کالک‌آلکالن را به وجود آورد. این نوع بازالت‌ها کمیابند، زیرا ماگمای حاصل باید از پوسته‌ای که ضخامت زیاد و غیرعادی دارد بالا آید. بنابراین غالباً متوقف شده و با سنگ‌های اطراف آغشته می‌شود. ضمن آنکه با توقف در اتاق‌های ماگمایی ممکن است عمل هضم وتبلور جزء به جزء در آن رخ دهد.

ماگماهای کالک‌آلکالن حاصل ، از نظر ژئوشیمیایی و ایزوتوپی (O, Pb, Nd, Sr) ترکیب متغیری دارند، زیرا ممکن است موادی از آب دریا یا رسوبات روی صفحهٔ فرو رونده به آن وارد شده باشد و یا آنکه بر اثر ترکیب با مواد سازنده پوسته ضخیم قاره‌ای، نماد ایزوتوپی آن دستخوش تغییر شود. در قوس‌های آتشفشانی و حواشی قاره‌ای گدازه‌های سری تولئیتی و شوشونیتی هم دیده می‌شوند. با صعود ماگماهای کالک‌آلکالن و توقف آن در اعماق پوسته، اثر حرارتی آن ممکن است منجر به ذوب شود. در این صورت ماگماهای اسیدی به سطح زمین می‌رسند.

۲-۳-۱-۱). آتشفشان‌های درون صفحات قاره‌ای :

حجم و ترکیب شیمیایی آتشفشان‌های درون صفحات قاره‌ای بسیار متفاوت و از نظر ژئوشیمی ایزوتوپی نیز نماد بسیار متغیری دارند. این مسئله را می‌توان به ضخامت زیاد پوسته قاره‌ای(در مقایسه با پوسته اقیانوسی) و شرایط ذوب و سنگ مادر مذاب‌های حاصل مرتبط دانست. در مجموع ولکانیسم درون قاره-ای را می‌توان در سه گروه تقسیم بندی کرد :

الف). بازالت‌های طغیانی قاره‌ای (CFB) :

از نظر ترکیب شیمیایی بارالت‌های طغیانی قاره‌ای از نوع تولئیتی غنی از آهن‌اند و از نظر ترکیب کانی شناسی و عناصر اصلی شبیه بازالت‌های مورب عادی هستند ولی از نظر عناصر کمیاب با مورب غنی شده و تولئیتی‌های جزایر اقیانوسی مشابهند. به طور کلی در بازالت‌های طغیانی قاره‌ای، دامنه تغییرات عناصر و ترکیبات ایزوتوپی نسبتاً وسیع است و این مسئله را باید به فرایندهایی در ارتباط دانست که در تحول این ماگماها دخالت دارند و عبارتنداز :

* آغشتگی با مواد پوسته‌ای .
* ذوب گوشتهٔ غنی شدهٔ زیر قاره‌ای .
* اختلاط منبع گوشتهٔ غنی‌شده و تهی‌شده .

ب). آتشفشان‌های مناطق ریفتی درون قاره‌ای (CRZ) :

مسلماً مانند سایر مذاب‌هایی که به سطح زمین می‌رسند، ترکیب شیمیایی ماگمای مناطق ریفتی در درون صفحات قاره‌ای، تابع ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی گوشته‌ای است که از آن تولید می‌شوند، بعلاوه

درجات ذوب بخشی، عمق ذوب و سرعت انتقال ماگما به سطح زمین و عمق اتاق ماگمایی که تبلور جزء به جزء در آن انجام شود باید مد نظر باشد. از ویژگی‌های آتشفشان‌های مناطق ریفتی می‌توان به نکات زیر اشاره کرد :

* گدازه‌های بازالتی با سرعت به نسبت زیاد به سطح می‌رسند. به عبارت دیگر، عموماً تبلور جزء به جزء یا آغشتگی پوسته‌ای قابل توجهی در آن‌ها دیده نمی‌شود.

* براساس داده‌های ژئوفیزیکی، اتاق ماگمایی در این مناطق کمتر دیده می‌شود و اگر هم وجود داشته باشد، بیشتر در پوسته مستقر است، در این حالت تبلور جزء به جزء موجب تولید ماگماهای اشباع از سیلیس و انواع ترکیبات حدواسط نظیر تراکیت، فنولیت و آلکالی ریولیت می‌شود.

* با توجه به ضخامت کم لیتوسفر و کشیدگی آن‌ها به طرفین، آستنوسفر به ترازهای فوقانی صعود کرده و ممکن است در تولید مذاب شرکت کند(درویش‌زاده، ۱۳۸۳) .

ج). ولکانیسم التراپتاسیک :

منبع اصلی این ماگماهای نسبتاً کمیاب در گوشتهٔ فوقانی قرار دارد. در ترکیب این نوع ماگماها عناصر ناسازگار نسبتاً فراوان است. در حالت کلی این سنگ‌ها را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد :

* گروه ۱. لامپروئیت‌ها.

* گروه ۲. لوسیتیت‌ها، ملیلیتیت‌ها و بعضی کیمبرلیت‌ها.

* گروه ۳. این گروه خاص مناطق کوهزایی و شامل طیفی از تراکیت پتاسیک تا بازالت–فنولیت پتاسیک تا تفریت و انواع اولتراپتاسیک می‌باشند (درویش‌زاده، ۱۳۸۳).

۴–۱–۱). فعالیت‌های آتشفشانی انفجاری و غیرانفجاری :

فعالیت‌های آتشفشانی ممکن است از نوع انفجاری یا بیرون‌ریز(غیر انفجاری) باشد در حالت اول مواد پیروکلاستیک به خارج پرتاب می‌شود و در حالت دوم به خروج گدازه از مجرای خروج اختصاص دارد. این دو حالت در طول فعالیت یک آتشفشان ممکن است به دفعات تکرار شوند. عامل تعیین کننده در هر دو حالت، نوع ماگماست. در مقیاس‌های کوچک، ماگما هر ترکیبی که داشته باشد ممکن است به هر دو صورت عمل کند ولی در مقیاس بزرگ، ماگماهای بازالتی منحصراً بیرون‌ریز و ماگمای اسیدی از نوع انفجاری‌اند (درویش‌زاده ۱۳۸۳).

۱–۴–۱–۱). رده‌بندی اقسام آتشفشان‌ها :

طبقه‌بندی مطلق برای فوران‌های آتشفشانی غیرممکن است. اهمیت مواد سازنده که در فوران‌های مختلف فرق می‌کند و نوع موادی که از دهانه خارج می‌شود. آتشفشان‌شناسان زیادی فوران‌های آتشفشانی را رده-بندی کرده‌اند که ازآن‌جمله می‌توانیم به Mercali (1907), Sonder (1937), Rittman (1902) و Geze (1964) نام برد و جدیدترین آن‌ها Walker (1973) می‌باشد.

انواع اصلی فوران‌ها به دو دستهٔ فوران‌های نقطه‌ای و فوران‌های شکافی تقسیم می‌شوند :

۱-۱-۴-۱-۱). فوران‌های نقطه‌ای :

۱). فوران نوع سپری یا هاوایی :

فعالیت نوع هاوایی، آرام‌ترین نوع فعالیت آتشفشانی به حساب می‌آید و به همین دلیل در اکثر نوشته‌ها به آن فوران آرام گفته می‌شود. نام آن از آتشفشان‌های جزایر هاوایی واقع در مرکز اقیانوس آرام مانند کیلوئه، مونالوآ و موناکی گرفته شده است. مذاب آن‌ها ترکیب بازالتی داشته و گدازه‌های آن‌ها انواعی از بازالت-های جزایر اقیانوسی‌اند. دمای آن‌ها در هنگام فوران زیاد است، به همین دلیل ویسکوزیته اندک دارند. میزان مواد فرار در بازالت‌های هاوایی کم (کمتر از یک درصد وزنی) است. علی‌رغم این مقدار کم، چون ویسکوزیته نیز ناچیز است، مخروط آن‌ها کم ارتفاع ولی سطح قاعده آن‌ها وسیع است. این قبیل مخروط پهن و کم ارتفاع را مخروط سپری می‌گویند(درویش زاده، ۱۳۸۳).

۲). فوران نوع استرومبولی :

مخروط این نوع آتشفشان‌ها از تجمع قطعات پرتابه و گدازه تشکیل شده است. فعالیت استرومبولی شامل تناوبی از انفجارهای پی‌درپی است که در این حالت پرتابه‌های مذاب تا ارتفاع ده‌ها یا صدها متر به هوا بلند می‌شوند و سپس سقوط می‌کنند. مادهٔ مذاب گاهی از دهانه لبریز شده و در امتداد دامنه به پایین سرازیر می‌شود. هر انفجار فقط چند ثانیه طول می‌کشد ولی فاصلهٔ بین دو انفجار طولانی‌تر و ممکن است تا بیش از ۲۰دقیقه نیز برسد. نوع ماگما نیز بازالتی و یا آندزیتی است. از هر دو حالت ویسکوزیته و نیروی مقاومت آن بیشتر از نوع هاوایی است. بنابراین فشار خروج گاز در آن زیادتر و قطعات گدازه حفره‌دار (اسکوری) به هوا پرتاب می‌شود. نهشته‌های اسکوری نوع استرومبولی لایه‌لایه‌اند و هر لایه نیز نتیجه یک مرحلهٔ جدید از فوران آتشفشان است. بنابراین مخروط آن‌ها مرتفع و لایه‌لایه است (استراتوولکان).

۳). فوران نوع ولکانو :

مواد سازنده در این نوع فوران از نوع آندزیتی تا داسیتی است. بر اثر انفجار ستون عظیمی از خاکستر، بمب(گل کلمی) و قطعات سنگی به همراه گاز به هوا پرتاب می شود(تفرا) وسپس در اطراف آتشفشان سقوط می‌کند. حجم خروج این تفرا کمتر از یک کیلومتر مکعب است. انفجارات نوع ولکانو ممکن است نتیجه آزاد شدن ناگهانی گاز در زیر یک دهانه مسدود آتشفشان و یا در نتیجهٔ مجاورت ماگما با آب زیر زمینی باشد که با تبخیر آب، انفجارات آتشفشانی اتفاق می‌افتد(درویش زاده، ۱۳۸۳).

۴). فوران نوع نیمه پلینی یا وزوو :

فعالت نیمه پلینی که به آن فعالیت نوع وزوو هم می‌گویند از نظر درجه شدت و بزرگی یک پله بالاتر از نوع ولکانو می‌باشد. ستون فوران آن ارتفاع زیاد داشته(حدود ۳۰ کلیومتر)، بنابراین نهشته‌های تفرا منطقه وسیع‌تری را فرا می‌گیرد. ضمناً حجم زیاد تفراهای خروجی مربوط به مواد ماگمایی جدیدی است که تا نزدیک به سطح زمین بالا آمده و کمتر از سنگ‌های خرد شدهٔ قدیمی است (در مقایسه با نوع ولکانو). از آنجا که درجه خردشدگی کمتر از نوع ولکانو می‌باشد، لذا اندازهٔ قطعات در یک فاصله مشخص از روزنه

خروج، بزرگتر از نوع ولکانو است. ماگمای سازندهٔ آن معمولاً داسیتی و ریولیتی است، ولی نهشته‌های نوع مافیک آن نیز شناخته شده است(درویش زاده، ۱۳۸۳).

۵). فوران نوع پلینی :

یکی از بزرگترین فوران های نوع پلینی در قرن بیستم (سال ۱۹۰۲) فعالیت آتشفشان سانتاماریا در گواتمالا بود. نهشته‌های تفرای پلینی عموماً از قطعات پومیس حفره‌دار و خاکستر با داسیتی تا ریولیتی تشکیل می-شود که در بیرون‌زدگی‌ها با رنگ سفید مشخص‌اند. این قبیل فوران‌های خاص حاشیه صفحات مخرب است وماگمای سیلیسی هم از ذوب پوسته قاره‌ای حاصل می‌شود. حادثه انفجار مخرب بازالتی از نوع پلینی هم شناخته شده است(درویش‌زاده، ۱۳۸۳).

۶). فوران‌های نوع اولتراپلینی :

فوران اولتراپلینی با فوران نوع پلینی شبیه و فرق عمده آن ارتفاع ستون فوران که به بیش از ۴۵ کیلومتر می‌رسد و به همین دلیل تفرای آن مساحت زیادتری پراکنده می‌شوند. این فوران در چند قرن اخیر رخ نداده و تنها فوران قابل ذکر این نوع، فوران توپو در زلاندنو است که توسط Walker & Wilson (1979) توصیف شده است(درویش‌زاده، ۱۳۸۳).

۷). فوران نوع پله :

ویژگی‌های فوران نوع پله را نمی‌توان مانند فوران‌های قبلی مشخص کرد، غالباً آن را جزء نوع ولکانو یا پلینین در نظر می‌گیرند. این قبیل فوران‌ها را باید خطرناک ترین نوع فوران آتشفشانی دانست، که از بین آن‌ها فوران ۸ ماه مه سال ۱۹۰۲ با ابر سوزان معروف خود از همه مشهورتر است(درویش‌زاده، ۱۳۸۳).

۲-۱-۴-۱-۱). فوران‌های خطی یا فوران‌های شکافی :

فوران‌های خطی دارای مشخصات فوران‌های عمومی بوده ولی در امتداد یک شکاف حاصل می‌شوند. باز شدن چنین شکافی با زمین لرزه‌های شدید همراه است، فوران‌های خطی را نباید با فوران‌های جانبی اشتباه کرد. زیرا فوران‌های جانبی، شکاف‌هایی‌اند که به طور شعاعی در دامنه‌های کوه‌های آتشفشان و بر اثر مسدود شدن دهانه اصلی تولید می‌شوند. فوران‌های شکافی را می‌توان به دو گروه غیرانفجاری و انفجاری تقسیم نمود :

۱). فوران‌های خطی غیرانفجاری :

نمونه جالب از فوران‌های خطی بدون انفجار، آتشفشان لاکی در ایسلند است. این فوراً در سال ۱۸۷۳ با باز شدن شکاف آغاز شد و به دنبال آن خروج شدید خاکستر شروع گردید و بعداً جریان ضخیمی از گدازه روان از شکاف خارج شد. حجم خروج مواد آتشفشانی در امتداد شکاف تفاوت می‌کند و گاهی مخروط‌های مستقل به وجود می‌آید. به نظر Reck (1990) در طول هر شکاف سه منطقه قابل تشخیص است: دو منطقه انتهایی که بیشتر از مواد آذرآواری تشکیل شده و یک منطقه میانی و اصلی که فوران مواد گداخته کسترش بیشتری دارد. جنس گدازه‌های این نوع فوران‌ها بیشتر از نوع بازالتی و بسیار روان است و در نتیجه گسترش زیادی پیدا می‌کند و از این نظر به آن بازالت جلگه‌ای یا بازالت طغیانی می‌گویند. مواد

گداخته همیشه به صورت روانه جریان نمی‌یابند بلکه گاهی به صورت سیل، در بین لایه ها تزریق می-شوند(درویش‌زاده، ۱۳۸۳).

۲). فوران خطی انفجاری.

۵-۱-۱). پیروکلاستیک‌ها :

به سنگ‌های آتشفشانی که در ارتباط با پدیده انفجار آتشفشانی تشکیل می‌شوند، پیروکلاستیک(آذرآواری) گفته می‌شود.

* سنگ‌های پیروکلاستیکی را براساس موارد زیر تقسیم می‌شوند :

الف). منشاء قطعات :

۱). قطعات پیروکلاستیک جوان (Juvenile): منشاء آن ها همان ماگمایی است که به انفجار منجر شده است.

۲). قطعات پیروکلاستیک همزاد (Cognate): شامل قطعات سنگ های آتشفشانی قدیمی تر واقع در محدوده های دهانه آتشفشان است.

۳). قطعات پیروکلاستیک اتفاقی (Accidental): شامل قطعات ساب ولکانیک که از اعماق کنده شده و به همراه ماگما حمل شده است.

ب). شکل و اندازه :

در جدول ۱-۱ سنگ‌های پیروکلاستیکی براساس اندازه و شکل به انواع پیروکلاستیک برشی، آگلومرا، لاپیلی توف، لاپیلی توف برشی، توف درشت‌دانه و توف ریزدانه قابل تقسیم هستند. سنگ پیروکلاستیکی که قطر بیش از ۷۵درصد قطعات آن کوچکتر از ۲ میلی متر است توف نام دارد. لاپیلی استون به سنگی اطلاق می‌شود که حداقل ۷۵ درصد قطعات آن بین ۲ تا ۶۴ میلی متر است. بیش از ۷۵ درصد قطعات سنگ پیروکلاستیک برشی، اندازه‌ای بیش از ۶۴ میلی متر دارد. تفرا به سنگ‌های پیروکلاستیکی سخت نشده اطلاق می گردد(کریم پور، ۱۳۸۸).

جدول۱-۱ :طبقه‌بندی سنگ‌های پیروکلاستیکی براساس اندازه و شکل

اندازه قطعات	پیروکلاست	قطعات گرد شده	قطعات زاویه دار
۳۲-۲۵۶ میلی متر	بلوک و بمب	آگلومرا	پیروکلاست برشی
۴-۳۲ میلی متر	لاپیلی	توف لاپیلی	لاپیلی استون برشی
۲-۴ میلی متر	خاکستر دانه درشت	توف دانه درشت	
۰/۶۲۵-۰/۲۵میلی متر	خاکستر دانه ریز	توف دانه ریز	

۱-۵-۱-۱). انواع قطعات پیروکلاستیک ناپیوسته :

در آتشفشان‌های فعال و امروزی نهشته‌های تفرا اساساً ناپیوسته و منفصل‌اند. در این صورت اقسام مهم آن‌ها عبارتنداز :

۱). خاکستر : مواد نرم شبیه پودر یا ماسه هستند که یا از دانه‌های ریز گدازه (خاکستر شیشه‌ای) و یا از خردشدن سنگ‌های جدار دودکش حاصل شده‌اند.

۲). اکنلیت و اشک پله : در فوران‌های بازالتی، گاهی قطعات ریز گدازه به صورت پودر (اسپری) در هوا پراکنده می‌شود و در نتیجه به صورت قطعات شیشه‌ای صاف و بدون حباب منجمد می‌گردند. این قطعات اغلب سیاه رنگ و براق بوده و به آن اکنلیت می گویند. در صورتی که شبیه قطره باشد اشک(اشک پله) می‌گویند و اقسام رشته مانند و طویل آن را موهای پله می‌نامند.

۳). پونس یا پومیس : قطعات جامد شیشه‌ای، سبک وزن، اسفنجی و حفره‌داری است که بر اثر فوران‌های انفجاری به خارج پرتاپ می‌شود. این قطعات آواری از ماگمای ویسکوز، اسید تا حدواسط که تحت فشار گاز باشد و دهانه مسدود آتشفشان ناگهان باز شود، به وجود می‌آید. پومیس‌ها ممکن است تا ۱۰ سانتی متر قطر داشته باشند و به همین دلیل نسبت به خاکسترها زودتر فرو می‌نشینند و ظاهری لایه لایه به خود می گیرند. در آتشفشان‌های انفجاری که چندین مرحله انفجار را پشت سر گذاشته‌اند، انباشتگی پومیس‌ها و خاکسترها منظرهٔ مطبق و متناوبی به وجود می‌آورندکه از روی آن می‌توان به دفعات فوران انفجاری پی برد. پومیس‌ها اکثراً سفید(مانند انواع پومیس‌های دماوند)، گاهی قهوه‌ای(نمونه‌های تفتان) و پاره‌ای اوقات تیره هستند(پومیس‌های جنوب سلماس) .

۴). سنگ پا : سنگ پا نوعی پومیس است که از گدازه‌های حدواسط تا بازیک به وجود می‌آید. به همین دلیل از پومیس‌های معمولی سنگین‌تر است. در واقع سنگ پای قزوین از نظر ترکیب نوعی داسیت است و در زیر میکروسکوپ، علاوه بر حفرات بی‌شمار، می‌توان بلورهای فلدسپات و گاه بیوتیت سوخته را در آن مشاهده کرد. رنگ تیرهٔ آن بیشتر به شرایط فیزیکی انجماد ارتباط دارد نه ترکیب کانی‌شناسی و شیمیایی.

۵). اسکوری : اسکوری‌ها قطعاتی از گدازه به اندازه متفاوتند که به صورت نیمه‌مذاب به هوا پرتاب شده و در نتیجه به سرعت سرد شده‌اند. آختلاف آن با پومیس در تعداد حفرات است که در پومیس‌ها بسیار زیاد و در اسکوری‌ها کمتر و درشت‌ترند. بعلاوه اسکوری‌ها از ماگمای بازیک(غالباً بازالتی و آندزیتی) به وجود می‌آیند و به همین دلیل اسکوری‌ها سنگین‌تر و چگال‌تر از پومیس می‌باشند. علت درشتی حفرات در اسکوری‌ها نیز به ماگمای تشکیل‌دهنده آن‌ها وابسته است نه وفور گازهای ماگمایی. زیرا ماگمای بازالتی گازهای کمتر داشته ولی به علت ویسکوزیته کمتر خود نسبت به ماگمای اسیدی، خروج گاز در آن‌ها با سهولت بیشتری نسبت به پومیس‌ها انجام می‌شود. اسکوری‌ها به فراوانی پومیس‌ها نیستند و می-توان آن‌ها را در نهشته‌های انفجاری آتشفشان‌های نوع هاوایی و استرومبولی و در اطراف دهانه آتشفشان مشاهده کرد. اسکوری‌ها برخلاف پومیس‌ها هیچ‌گاه گردشده و مدور نیستند و اغلب به صورت قطعات نامنظم و کشیده دیده می‌شوند.

۶). بمب‌ها : بمب‌ها قطعاتی از گدازه‌اند که به هوا پرتاب شده و قبل از رسیدن به زمین منجمد می‌شوند. شکل بمب‌ها تابع غلظت گدازه‌های سازندهٔ آن‌هاست. گدازه‌های روان بمب‌های دوکی شکل یا گلابی مانند تولید می‌کنند. انواع دوکی شکل دارای دو زائدهٔ انتهایی و کمی انحنادار هستند. اندازهٔ این قبیل بمب‌ها بیشتر حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر است ولی گاهی به قطر یک متر هم دیده می‌شوند. در آن‌ها گاهی هسته‌ای از سنگ‌های پی آتشفشان دیده می‌شود. حجم بمب بر اثر انقباض کاهش یافته و در نتیجه بخش سطحی آن شکاف‌دار شده و منظرهٔ قشر نان را به خود می‌گیرد و به همین دلیل به این نام موسوم است. بعضی از بمب‌ها شبیه گل کلم هستند و به آن‌ها بمب‌های گل‌کلمی گفته می‌شود این قبیل بمب‌ها از برخورد گدازه با آب و بر اثر فوران‌های آبدار به وجود می‌آیند.

۷). لاپیلی : قطعاتی به قطر ۲ تا ۶۴ میلیمترند که به حالت جامد به هوا پرتاب شده‌اند. لاپیلی ممکن است از جنس سنگ‌های جدار دودکش آتشفشان باشد ولی عموماً از مادهٔ مذاب آتشفشانی ساخته شده است. لاپیلی‌ها به سهولت آب را از خود عبور می‌دهند، به همین دلیل برای تهیه ملات سیمان از آن استفاده می‌شود.

لاپیلی به هم‌افزوده : گاهی از به هم چسبیدن خاکسترهای آتشفشانی دانه‌ریز اشکال کروی به قطر حدود یک سانتی‌متر یا کمی بیشتر به وجود می‌آید که به آن لاپیلی به هم افزوده می‌گویند.

پوکه معدنی : گاهاً به پوزولان، پوکه معدنی می‌گویند و در صنایع ساختمانی به علت آن که عایق صدا، گرما و رطوبت است و سیمان گیری خوبی دارد استفاده می‌شود.

۸). بلورها (کریستال‌ها) : گاهی اوقات درشت بلورهای موجود در مذاب ماگمایی بر اثر انفجارات آتشفشانی به طریق میکانیکی از آن جدا شده و به همراه خاکستر و پومیس به هوا پرتاب می‌شوند و سپس به همراه سایر قطعات به سطح زمین می‌رسد. این بلورها گاهی سالم ولی اغلب به صورت قطعات خرد شده و نوک تیز در بین نهشته‌های پیروکلاستیک دیده می‌شوند. جنس آنها غالباً اوژیت، آمفیبول، الیوین و پلاژیوکلاز و بندرت آپاتیت‌اند و عموماً از قشر نازکی از گدازه قهوه‌ای رنگ پوشیده شده‌اند. این قبیل بلورها اساساً از یک ماگمای پورفیری و غنی از گاز و به حالت انفجاری به سطح زمین می‌رسند. مسلماً با توجه به وزن حجمی و اندازه بلور، قطعات درشت‌تر و چگال‌تر در لایه‌های زیرین یک نهشته ریزشی قرار می‌گیرد. گاهی بلورها ممکن است ارتباطی با ماگمای پورفیری نداشته و نسبت به آن بیگانه باشد (زینوکریست).

۹). قطعات سنگی (لیتیک) : قطعات سنگی عموماً قطعاتی از مجاری و پی سنگ آتشفشان‌اند که بر اثر انفجار به هوا پرتاب شده‌اند. بنابراین غالباً نسبت به مذاب آتشفشانی بیگانه‌اند(زینولیت). اندازه آن‌ها بسیار متفاوت ولی بیشتر در حد قطعاتی‌اند که بر حسب شدت انفجار همراه با قطعات ماگمایی به هوا پرتاب شده‌اند. اکثراً با شکستگی‌های نوک تیز و به رنگ‌های قهوه‌ای سوخته تا تیره در بین نهشته‌های پیروکلاستیک دبده می‌شوند. این قطعات ممکن است حفره‌دار و یا فاقد حفره بوده و در هنگام سقوط به علت سنگینی در قاعده نهشته‌های ریزشی (بر حسب اندازه و وزن خود) دیده می‌شوند. به این ترتیب

لایه‌بندی خاصی تشکیل می‌دهند که به کمک آن‌ها می‌توان تعداد و شدت انفجارات آتشفشانی را معلوم داشت.

۱۰). ترکش‌های شیشه‌ای : براثر انفجارات آتشفشانی ماگماهای اسیدی، گدازه‌های کف مانند آن در بالای مجرای مسدود آتشفشان قطعه‌قطعه شده و به صورت ذرات بسیار ریز در هوا پراکنده و پخش می‌شوند. در زیر میکروسکوپ این ذرات شیشه به شکل Iو V و غالباً به صورت منحنی دیده می‌شوند و اصطلاحاً به آن‌ها ترکش شیشه‌ای می‌گویند و در بین قطعات ریزشی دانه ریز(خاکستر) به وفور یافت می‌شوند. این قطعات ممکن است حفره‌دار ولی عمدتاً بدون حفره‌اند ولی با میکروسکوپ الکترونی به تمامی واجد حفرات ریز می‌باشند(درویش‌زاده، ۱۳۸۳).

۲-۵-۱-۱). نهشته‌های پیروکلاستیک به هم پیوسته :

مواد منفصل آتشفشانی ممکن است براثر فشار لایه‌های فوقانی و یا گرمایی که در خود حفظ کرده‌اند به هم متصل و سخت می‌شوند در این صورت به آن‌ها سنگ‌های ولکانوکلاستیک می‌گویند. گاهی مواد رسوبی موجب سیمانی شدن آن‌ها می شود که بر حسب جنس و مقدار رسوب، سنگ‌های حدواسطی به وجود می‌آید.

۱). آگلومرا : سنگ به هم پیوسته‌ای است که توسط اندازه قطعات سازندهٔ آن بیش از ۶۴ میلی‌متر و شکل قطعات هم تقریباً بدون زاویه و به اصطلاح مدورند. در غیر این‌صورت باید به آن برش پیروکلاستیک یا برش آتشفشانی اطلاق کرد.

۲). برش آتشفشانی : عبارت از سنگ آتشفشانی به هم پیوسته‌ای است که قطعات سازندهٔ آن در حد تخته سنگ و زاویه‌دار می‌باشد. گاهی به آن برش پیروکلاستی هم می‌گویند. دراین حالت میانگین اندازه قطعات بیش از ۶۴ میلی متر است و در آن پیروکلاست ها زاویه دارند . ضمناً سنگی که بیش از ۷۵ درصد حجم آن از پیروکلاست و بقیه را رسوب تشکیل دهد و به آن رسوبات پیروکلاستی می‌گویند.

۳). توف‌ها : سنگ‌های آذرآواری به هم پیوسته‌ای است که میانگین اندازهٔ قطعات آن‌ها کمتر از ۲ میلی-متر و در حد خاکستر باشد. اگر قطعات شیشه‌ای در آن زیادتر باشد به آن توف شیشه‌ای و اگر مقدار بلور آن زیاد باشد به آن کریستال توف می‌گویند. توف‌های دارای ساختمان مطبق‌اند و گاه اقسام آن‌ها دارای لایه‌بندی متناوب است. نهشته‌های هر فوران را اغلب از روی طبقات هوموس قدیمی یا پالئوسل، یا سطح فرسایش قدیمی(گاه بر اثر دمای مواد آتشفشانی به رنگ آجری یا زرد درآمده) می‌توان تشخیص داد.

توف‌های جوش‌خوردهٔ ریزشی : گاهی خاکسترهای ریزشی پس از سقوط به هم می چسبند و به اصطلاح جوش می‌خورند . مسلماً از نظر نامگذاری باید آن‌ها را توف نامید ولی در اینجا ، جوش خوردگی شامل چسبیدن قطعات شیشه‌ای بدون در نظر گرفتن اندازه و منظره قطعه آواری است که بر اثر فشار وزن لایه-های فوقانی انجام شده است. طی این عمل، قطعات شیشه‌ای دگرشکلی پلاستیکی پیدا می‌کنند و در نتیجه لایه‌بندی خاصی به موازات فابریک پهن‌شدگی(قطعات پومیس و ترکش‌های شیشه‌ای پهن و طویل شده است) به وجود می‌آید، این همان بافت اوتاکسیتی است. در زمین‌شناسی توف‌های جوش‌خورده معمولاً به

توف‌های جریانی ایگنمبریتی اطلاق می‌شود ولی باید یادآور شد که نهشته‌های ریزشی هم ممکن است به هم جوش بخورند .

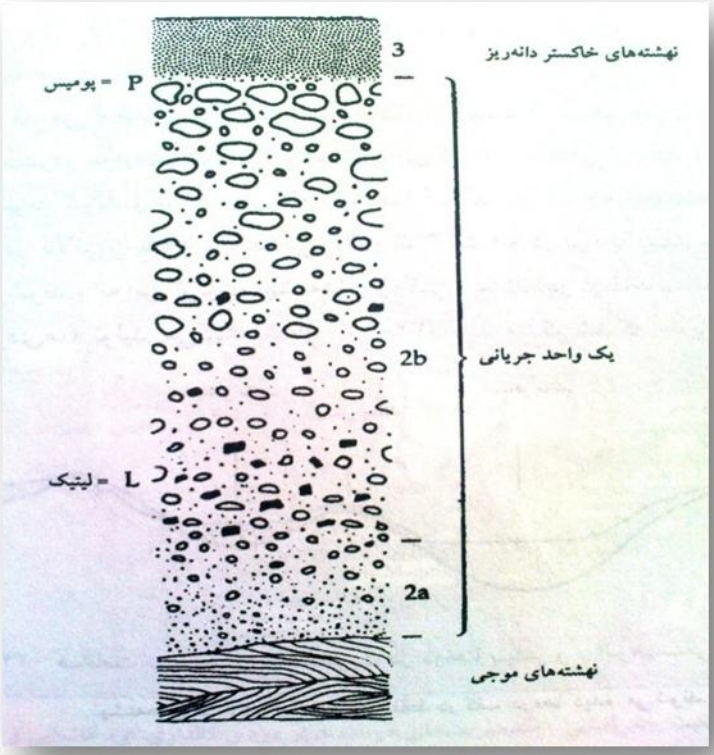
۴). لاپیلی استون : سنگ‌های پیروکلاستیک به هم پیوسته‌ای است که اکثر قطعات آن در حد و اندازهٔ لاپیلی باشد(درویش زاده، ۱۳۸۳).

۳-۵-۱-۱). ایگنیمبریت:

از نظر Rittman (1963)، ایگنیمبریت، توف‌های ریولیتی یاداسیتی است که قسمت اعظم آن از خاکسترهای شیشه‌ای به هم چسبیده تشکیل شده است. این تعریف در مورد توف‌های جوش‌خورده و سیلار صحیح به نظر می‌رسد ولی در مورد سایر اقسام ایگنیمبریت صدق نمی‌کند.

۱-۳-۵-۱-۱). ویژگی‌های یک نهشتهٔ ایگنیمبریتی :

بررسی‌های صحرائی حاکی از آن هستند که ایگنیمبریت‌ها یک تودهٔ همگن نیستند، بلکه از واحدهای جداگانه‌ای تشکیل می‌شوند در هر واحد می‌توان، در پایین نهشته‌های موجی و در بالا نهشته‌های ریزشی خاکستر را مشاهده کرد و نهشته‌های ایگنیمبریتی در حد بین این دو بخش قرار دارند(شکل ۴-۱).



شکل۵-۱ : مقطع قائم یک ایگنیمبریت استاندارد.

Sparks et al (1973) بخش‌های زیر را در یک تودهٔ ایگنیمبریتی مشخص کرده‌اند :

لایه ۱ . نهشته‌های موجی : مغشوش‌ترین قسمت یک مجموعهٔ ایگنیمبریتی است و ضخامت آن حدود چند سانتیمتر و غالباً ریزدانه و غنی از بلورند، گاهی دارای لایه‌بندی بسیار ظریف و گاهی در آن لایه‌بندی