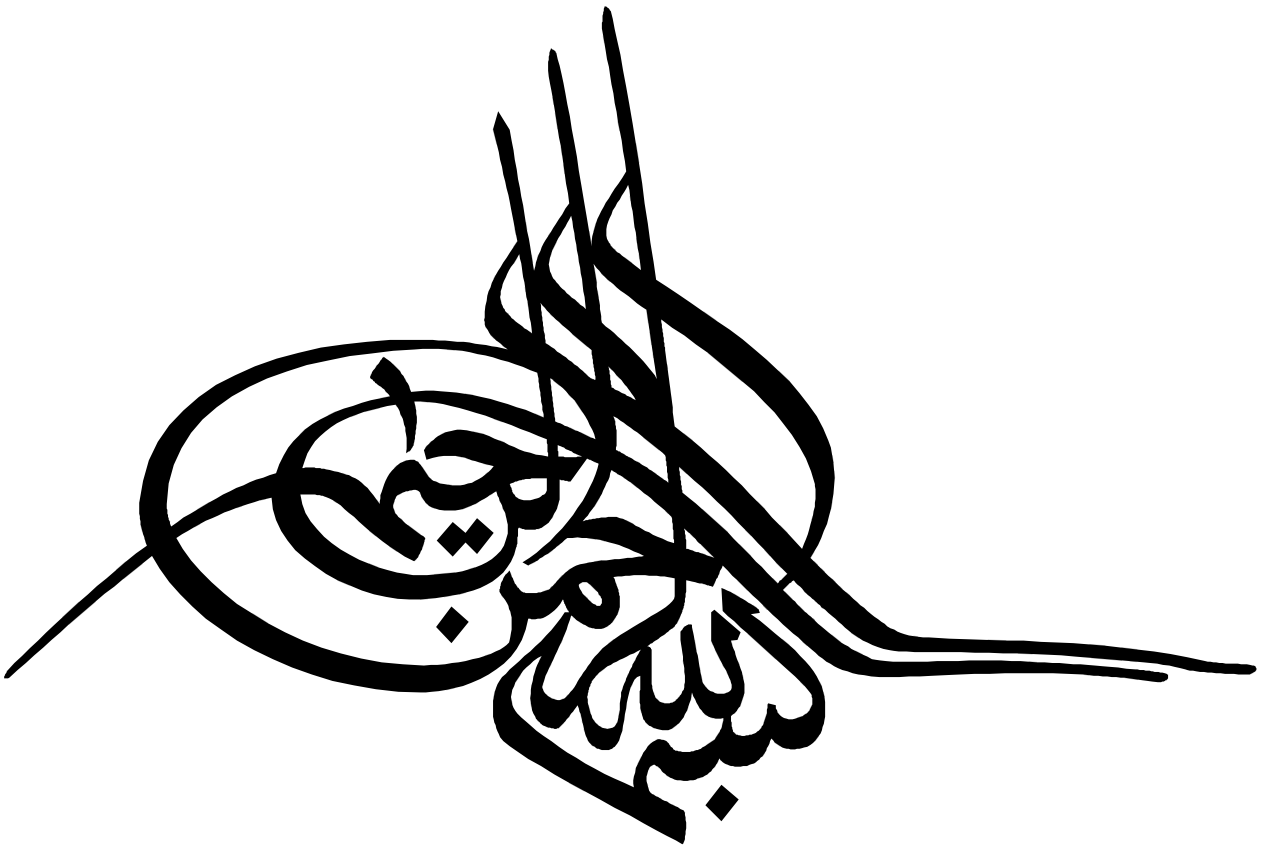
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم طبیعی

گروه زمین‌شناسی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی گرایش پترولوژی

بررسی مجموعه سنگ‌های آذرین جنوب باختر آذرشهر

استاد راهنما

دکتر محسن مؤید

استاد مشاور

دکتر محسن مؤذن

پژوهشگر

علی اصغر رسائی

دی ماه ۱۳۸۷

تقدیم به پدر دلسوز، مادر مهربان و همسر فداکارم.

تشکر و قدردانی

... و دنیا به نام خدا خوش است و عقبی به عفو به بهشت به دیدار. به نام خدایی که امید ندارم مگر به فضل او و اطمینان نمی کنم مگر به قول او و تمسک نمی جویم مگر به ریسمان او.

بی شک به انجام رسیدن رسالهٔ حاضر بدون مساعدت و همکاری اساتید ارجمند و دوستان عزیز امکان پذیر نبوده است. لذا وظیفه خود می دانم که مراتب سپاس و قدردانی خود را به تمامی این عزیزان ابراز کنم.

از استاد راهنمای گرامی و ارجمندم، جناب آقای دکتر مؤید به دلیل راهنمایی های ارزندهٔ علمی و همکاری فراوانشان در تمامی مراحل انجام این پایاننامه سپاسگذارم. از استاد مشاورم جناب آقای دکتر مؤذن به خاطر راهنمایی ها و مساعدت های صمیمانه شان نهایت تشکر را دارم. از اساتید بزرگوار گروه زمین شناسی آقای دکتر مجتهدی، آقای دکتر جهانگیری و آقای دکتر عامری که در طول دورهٔ تحصیلی ام زحمات زیادی را برای من متحمل شده اند، نهایت سپاسگذاری را دارم.

از تمامی کارمندان محترم گروه زمین شناسی بویژه آقایان جعفرپور، جهانیار، مسیب زاده، سالک سپهر و خانم مختاری به خاطر مساعدت هایشان سپاسگذارم. از تمامی دوستان نیک خواه و نیک اندیشم بویژه آقای مهندس مهدی خیری که در راستای انجام این پروژه زحمات زیادی را متحمل شدند، نهایت تشکر را دارم. در نهایت از خانوادهٔ بزرگوار و گرامیم بویژه همسر مهربانم به خاطر تشویق ها و زحماتی که متحمل شده اند، صمیمانه سپاسگذارم.

نام خانوادگی دانشجو: رسائی **نام:** علی اصغر
عنوان پایان نامه: بررسی مجموعه سنگ های آذرین جنوب باختر آذرشهر
استاد راهنما: دکتر محسن مؤید **استاد مشاور:** دکتر محسن مؤذن
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** زمین شناسی **گرایش:** سنگ شناسی **دانشگاه:** تبریز **دانشکده:** علوم طبیعی **تاریخ فارغ التحصیلی:**۸۷/۱۰/۲٤ **تعداد صفحه:**۹۰
کلید واژه‌ها: ولکانیک، ساب ولکانیک، لرزولیت، فرورانش
چکیده: منطقه مورد مطالعه مابین طول های جغرافیایی ″12.78′48′,°45 و ″05.71′45′,°45 شرقی و عرض های جغرافیایی ″06.23′33′,°37 و ″14.12′30′,°37 شمالی در ۳ کیلومتری شمال غرب عجب شیر واقع شده است. این منطقه در تقسیم بندی زون های زمین شناسی ایران در محدوده زون همدان- ارومیه قرار می گیرد. سنگ های مطالعه شده در این منطقه دارای ترکیب بازیک تا اسیدی بوده و به انواع نفوذی(گابرو دیوریت، گرانودیوریت)، ساب ولکانیک (دیاباز) و ولکانیکی (بازالت، ریولیت و ریوداسیت) تقسیم می شوند. انواع نفوذی و ساب ولکانیک عمدتاً به صورت استوک در داخل سنگ های شیلی- آهکی کرتاسه فوقانی جایگیری کرده اند به طوری که در برخی مناطق باعث بهم ریختن نظم چینه شناسی شده اند. در برخی از مناطق سنگ های ولکانیکی (بازالت) به صورت بین لایه ای با سنگ های رسوبی کرتاسه فوقانی قرار گرفته اند. در داخل این گروه از سنگ ها قطعاتی از سنگ های آهکی منطقه دیده می شود که بیانگر تأثیر آلایش در ژنز این گروه از سنگ ها است. براساس مطالعات ژئوشیمیایی سنگ کل، سری ماگمایی این گروه از سنگ ها، آلکالن تا توله ایتی غنی شده است. نمودارهای تغییرات، عنکبوتی و الگوی REE این گروه از سنگ ها نشان می دهد که سنگ های منطقه از یک منشأ یکسان بوجود آمده اند. غنی

شدگی از عناصری مانند Rb، Ba، Th و K می تواند در ارتباط با متاسوماتیسم گوشته ای و یا آلایش پوسته ای باشد. با این وجود آنومالی منفی Nb از یک طرف و رخداد فرورانش نئوتتیس از طرف دیگر بیانگر تأثیر آلایش قاره ای و همچنین تأثیر سیالات ناشی از فرورانش بر منابع گوشته ای در ژنز این گروه از سنگ ها می باشد. این گروه از سنگ ها احتمالاً از یک سنگ مادر گارنت لرزولیتی با درجه ذوب بخشی کم منشأ گرفته اند. از طرفی ترکیب شیمیایی سنگ های مورد نظر در دیاگرام های مربوط به تعیین محیط تکتونیکی در محدودهٔ بازالت های درون قاره ای و بازالت های قوس آتشفشانی و همچنین گرانیت های درون- قاره ای و گرانیت های قوس آتشفشانی قرار می گیرند، که این خود مؤید تشکیل این گروه از سنگ ها در یک محیط درون قاره ای و در ارتباط با فرورانش است.

عنوان | صفحه

مقدمه

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- تعریف ماگما ۱

۱-۲- تولید ماگما ۱

۱-۳- فرآیند های ذوب ۳

۱-٤- صعود ماگما و تحولات آن ۵

۱-۵- سری های ماگمایی ۹

۱-٦- سری های ماگمایی و تکتونیک صفحه ای ۱۵

۱-۷- حوضه های حاشیه ای ۱٦

فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱- موقعیت جغرافیایی ۲۱

۲-۲- راه های ارتباطی ۲۳

۲-۳- آب و هوا و پوشش گیاهی منطقه ۲۳

۲-٤- ژئومورفولوژی منطقه ۲٤

۲-۵- زمین شناسی عمومی منطقه ۲٤

۲-٦- چینه شناسی محدودهٔ مورد مطالعه ۳۰

۲-۷- روش کار و سیر مطالعاتی ۳۳

۲-۷-۱- مطالعات مقدماتی ۳٤

۲-۷-۲- مطالعات صحرایی ۳٤

۲-۷-۳- مطالعات آزمایشگاهی ۳٤

۲-۷-٤- مطالعات نهایی و نگارش پایان نامه ۳۵

۲-۸- پیشینه پژوهشی ۳۵

عنوان | صفحه

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- طبقه بندی و نامگذاری سنگ های منطقه ۳۷

۳-۱-۱- پتروگرافی و طبقه بندی مدال سنگ ها ۳۸

۳-۱-۲- طبقه بندی شیمیایی سنگ های منطقه ٤۹

۳-۲- ژئوشیمی و پتروژنز سنگ های منطقه ٥٦

۳-۲-۱- ژئوشیمی عناصر اصلی ٥۷

۳-۲-۲- ژئوشیمی عناصر کمیاب ٦۱

۳-۲-۲-۱- عناصر کمیاب خاکی(REE) ٦٦

۳-۲-۲-۲- نمودارهای عنکبوتی ٦۹

۳-۳- الگوی تکتونوماگمایی ۷٥

۳-٤- نتیجه گیری ۸٥

منابع ۸٦

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱: نمودار آلکالن- سیلیس(معین وزیری،۱۳۷۷) ۱۲
شکل ۱-۲: نمودار مثلثی AFM (Kuno,1968) ۱۲
شکل ۱-۳: موقعیت حوضه های پشت قوسی فعال دنیا در نقشه جهان ۱۹
شکل ۱-٤: الگوی گسترش یک حوضه پشت قوسی ۱۹
شکل ۱-۵: مدل های چهار گانهٔ تشکیل حوضه های کششی پشت قوسی(Floyd, 1991) 20
شکل ۲-۱: تصویر ماهواره ای از منطقه مورد نظر ۲۱
شکل ۲-۲: روستای رحمان لو در جنوب منطقه مطالعه شده ۲۲
شکل ۲-۳: روستای قبادلو در شمال منطقه مطالعه شده ۲۲
شکل ۲-٤: موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه چهار گوش ایران ۲۲
شکل ۲-۵: شکل گنبدی و توپوگرافی خشن موجود در سنگ های منطقه ۲٤
شکل ۲-٦: نقشه شماتیک تقسیم بندی ساختار زمین شناسی ایران(Stocklin & Rutner, 1968) ۲۷
شکل ۲-۷: واحدهای ساختمانی و گسترش حوضه های رسوبی ایران(افتخارنژاد،۱۳۵۹) ۲۸
شکل ۲-۸: زون های ساختمانی زمین شناسی ایران در تقسیم بندی نبوی(۱۳۵۵) ۲۹
شکل ۲-۹: واحدهای زمین ساختی – رسوبی مهم ایران (Berberian & King, 1981) ۳۰
شکل ۲-۱۰: نقشه زمین شناسی ساده شدهٔ منطقه ۳۷
شکل ۳-۱: بافت گرانولار و پوئی کلیتیک در گابرو دیوریت های منطقه ٤٦
شکل ۳-۲: افزایش مقدار درصد آپاتیت در گابرو دیوریت های منطقه ٤۷
شکل ۳-۳: دگرسانی اوژیت به بیوتیت در گابرو دیوریت های منطقه ٤۷
شکل ۳-٤: بافت افیتیک در دیاباز های منطقه ٤۷

عنوان | صفحه

شکل ۳-۵: دگرسانی اوژیت های موجود در دیاباز ها به اورالیت ٤٧

شکل ۳-٦: بافت میکرولیتی پورفیریتیک در بازالت های منطقه..... ٤٨

شکل ۳-۷: دگرسانی اوژیت های موجود در بازالت ها منطقه ٤٨

شکل ۳-۸: پرهنیت و کلسیت در گرانودیوریت های منطقه..... ٤٨

شکل ۳-۹: هم رشدی گرانوفیری در گرانودیوریت های منطقه ٤٨

شکل ۳-۱۰: زونینگ نرمال در پلاژیوکلازهای موجود در گرانودیوریت های منطقه..... ٤٨

شکل ۳-۱۱: بافت پورفیریتیک فلسیتیک در ریوداسیت های منطقه ٤٨

شکل ۳-۱۲: خمیده شدن بلور پلاژیوکلاز در ریوداسیت های منطقه ٤٩

شکل ۳-۱۳: طبقه بندی سنگ های منطقه با استفاده از نمودار(Cox et al. 1979)..... ٥٢

شکل ۳-١٤: طبقه بندی سنگ های منطقه با استفاده از نمودار(Wilson, 1989)..... ٥٣

شکل ۳-۱۵: طبقه بندی سنگ های منطقه با استفاده از نمودار(Le Maitre 1989) ٥٤

شکل ۳-١٦: طبقه بندی سنگ های منطقه با استفاده از نمودار(Winchester & Floyd, 1977)..... ٥٥

شکل ۳-۱۷: روند تغییرات آلومین در برابر سیلیس..... ٥٩

شکل ۳-۱۸: روند تغییرات اکسیدهای عناصر اصلی در برابر سیلیس ٦٠

شکل ۳-۱۹: روند تغییرات پاره ای از عناصر کمیاب در برابر سیلیس..... ٦٣

شکل ۳-۲۰: روند تغییرات برخی از عناصر کمیاب در برابر یکدیگر ٦٥

شکل ۳-۲۱: الگوی REE در سنگ های منطقه..... ٦٨

شکل ۳-۲۲: نمودارهای عنکبوتی نرمالیزه به کندریت و گوشته اولیه ٧٢

شکل ۳-۲۳: نمودارهای عنکبوتی نرمالیزه به کندریت و گوشته اولیه ٧٤

شکل ۳-٢٤: گزنولیت آهکی در بازالت های منطقه..... ٧٤

شکل ۳-۲۵: نمودار AFM (Irvine & Baragar, 1971)..... ٧٩

شکل ۳-٢٦: نمودار مجموع آلکالی در برابر سیلیس (Irvine & Baragar, 1971)..... ٨٠

شکل ۳-۲۷: نمودار متمایز کنندهٔ بازالت ها (Winchester & Floyd, 1976) ۸۰
شکل ۳-۲۸: نمودار متمایز کنندهٔ بازالت ها (Winchester & Floyd, 1976) ۸۱
شکل ۳-۲۹: نمودار متمایز کنندهٔ بازالت ها (Meschede, 1986) ۸۱
شکل ۳-۳۰: نمودار متمایز کنندهٔ بازالت ها (Pearce & Norry, 1979) ۸۲
شکل ۳-۳۱: نمودار متمایز کنندهٔ بازالت ها (Pearce, 1982) ۸۲
شکل ۳-۳۲: نمودار متمایز کنندهٔ بازالت ها (Cabanis & Lecolle, 1989) ۸۳
شکل ۳-۳۳: نمودار متمایز کنندهٔ بازالت ها (Pearce, 1975) ۸۳
شکل ۳-۳٤: نمودار متمایز کنندهٔ گرانیت ها (Pearce et al. 1984) ۸٤

فهرست جداول

شکل ۱-۱: تغییرات ترکیب کانی شناسی در سری توله ایتی ژاپن ۱۳
شکل ۱-۲: تغییرات ترکیب کانی شناسی یک سری کالکوآلکالن تیپیک ۱٤
شکل ۱-۳: تغییرات ترکیب کانی شناسی یک سری آلکالن تیپیک ۱۵
شکل ۳-۱: نتایج تجزیهٔ شیمیایی ۸ نمونه از سنگ های منطقه ۵۱
شکل ۳-۲: نتایج حاصل از محاسبهٔ نرمCIPW ۵٦

مقدمه

مقدمه

بدیهی است که سرعت گسترش بستر بسیاری از اقیانوس ها در تمامی طول آنها یکسان نبوده و در طول محور اقیانوسی تغییر می کند. این پدیده باعث شکل گیری سیستم فرورانش مورب یا اریب در بسیاری از اقیانوس ها شده، به طوری که این موضوع در بسیاری از مناطق دنیا خصوصاً غرب اقیانوس آرام مورد تأیید قرار گرفته است. در این سیستم فرورانشی، شیب فرورانش در یک قسمت از طول اقیانوس بسیار زیادتر از قسمت دیگر آن بوده و این پدیده باعث توسعه رژیم تکتونیک کششی در مناطق فرورانشی پرشیب می شود. توسعه رژیم تکتونیک کششی نیز باعث تشکیل حوضه های کششی در مناطق فوق الذکر می گردد که از جمله این حوضه ها می توان به حوضه های کششی پشت قوسی اشاره کرد. ماگمای سازندهٔ سنگ های این قبیل حوضه ها از گوشته فوقانی منشأ گرفته که بدلیل تأثیر سیالات ناشی از فرورانش در متاسوماتیسم گوشته فوقانی و همچنین آلایش قاره ای (Sialic back arc basins) محتوای عناصر ناسازگار آنها بالا بوده و ترکیب آنها از لحاظ مقدار و میزان عناصر متحرکی نظیر باریم، روبیدیم و غیره بسیار مشابه VAB و VAG می باشد. از طرفی در این مناطق سنگ های تفریق یافته آندزیت تا ریولیت نیز یافت می شود. الگوی REE سنگ های این حوضه ها بسیار شبیه OIB بوده و این بیانگر منشأ مشترک بین سنگ های این قبیل حوضه ها و OIB می باشد. سنگ های مطالعه شده دراین رساله چه به لحاظ خصوصیات پتروگرافیکی و چه به لحاظ ویژگی های ژئوشیمیایی نشان دهندهٔ یک حوضه پشت قوسی از نوع قاره ای می باشد که در ادامه به بررسی جزئیات آن می پردازیم.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- تعریف ماگما

ماگما کلمه ای است یونانی به معنای خمیر و عبارتست از سیال طبیعی سیلیکاته و داغی که در شرایط معینی در زیر زمین تشکیل می گردد و معمولاً علاوه بر فاز مایع مقداری بلور و گاز محلول نیز دارد. از دیگر خواص ماگماها داشتن قابلیت تحرک و پویایی آنهاست. اگر بخواهیم ماگما را به صورت خیلی ساده تعریف بکنیم می توانیم بگوییم که ماگما عبارتست از سیالی که از انجماد آن سنگ های آذرین بوجود می آیند.ولی باید توجه کرد که این تعریف ساده بیانگر خصوصیات عمده ماگما نیست. ماگما اصولاً در زیر زمین تشکیل می شود و می تواند در زیر زمین سرد و متبلور شده و سنگ های آذرین نفوذی را تشکیل دهد و یا اینکه به سطح زمین راه یافته و سنگ های خروجی یا آتشفشانی را ایجاد نماید. باید متذکر شد که وقتی ماگما به سطح زمین راه می یابد بخش عمده گاز و مواد فرار خود را از دست داده و به گدازه یا Lava تبدیل می گردد.

۱-۲- تولید ماگما

فرآیندهای تولید ماگما در مناطق مختلف تکتونیکی زمین و همچنین سیارات مختلف متفاوت بوده و در هر منطقهٔ تکتونیکی، مکانیسم خاصی حاکم است. در سیارات زمین مانند، میزان جریان گرمایی بعد از تجمع و بهم آمدن ذرات، بمراتب بیشتر از زمان فعلی بوده است. بطوری که در بیشتر سیارات یک تفریق عظیم اولیه در همان مراحل ابتدایی از تشکیل شان صورت گرفته است. به عنوان مثال در سنگ های کرهٔ ماه شواهد ژئوشیمیایی جالبی مبنی بر وجود یک تفریق عظیم اولیه موجود می باشد که منجر به تحولاتی از قبیل افزایش عناصر Al، K، Th و U در پوستهٔ ماه شده است. تولید گرما در زمین در طی۵/ ٤ میلیارد سال گذشته تدریجاً کاهش یافته است. پوسته و گوشتهٔ امروزی اساساً از سنگ های جامد و متبلور تشکیل شده اند ولی در اعماق بین ٦٠

تا ۲۵۰ کیلومتری گوشته، منطقه ای با سرعت کم وجود دارد که فقط در این ناحیه سنگ هایی قرار دارند که نزدیک دمای ذوب خود می باشند. در این منطقه که تحت عنوان سست کره یا آستنوسفر نامیده می شود تولید ماگما ممکن است به سه طریقه انجام شود:

الف) افزایش دما در فشار ثابت

ب) کاهش فشار در دمای ثابت

ج) کاهش نقطهٔ ذوب سنگ های گوشته در اثر ورود آب و مواد فرار

در اغلب مباحث فرض بر این است که ذوب سنگ ها و تولید ماگما در نتیجهٔ افزایش حرارت صورت می گیرد. مشاهدات مستقیم در درون معادن و حفاریها نشان می دهد که دما همواره با افزایش عمق زیاد می شود، اگرچه نرخ این افزایش از محلی به محل دیگر تفاوت بسیار دارد. این تفاوت دما مشخصهٔ لایه های پوسته ای بوده و در اعماق نه چندان زیاد، شیب منحنی زمین گرمائی احتمالاً یکنواخت می شود. شیب های گرمایی اندازه گیری شده در پوستهٔ زمین در محدوده ای بین ۱۰ تا ۵۰ درجه سیلسیوس در هر کیلومتر قرار گرفته و اغلب از میانگین برابر با ۳۰ درجه سیلسیوس در هر کیلومتر استفاده می شود. امروزه بسیاری از پترولوژیست ها منابع اصلی انرژی حرارتی زمین را در ارتباط با عوامل زیر می دانند:

الف) تلاشی رادیواکتیویته

ب) تبدیل هستهٔ بیرونی مایع به جامد که یک واکنش گرمازا بوده و گرمای حاصل از آن بخش عمده ای از حرارت درونی زمین را تأمین می کند.

البته برخی از پترولوژیست ها نیز بر این عقیده هستند که گرمای حاصله از اصطکاک در مناطق فرورانش می تواند منبعی برای انرژی حرارتی درونی زمین باشد ولی باید اشاره کنیم که حرارت

ناشی از اصطکاک در مناطق فوق الذکر را حداقل نمی توان به عنوان عامل مؤثر در ذوب سنگ ها دانست. در حالت دوم، ذوب بر اثر کاهش فشار در دمای ثابت، بدو صورت است:

الف) حرکت نسبتاً سریع و روبه بالای مواد سازندهٔ گوشته مانند صعود دیاپیری مواد و جریانهای جابه جایی گوشته ای

ب) کاهش بار لیتواستاتیک وارده بر سنگ های گوشتهٔ فوقانی در اثر عواملی نظیر چین خوردگی و گسل خوردگی در سنگ های فوقانی منطقهٔ ذکرشده.

در ارتباط با نقش مواد فرار در ذوب سنگ ها، لازم است اشاره کنیم که مواد فرار و در رأس آنها آب باعث کاهش نقطهٔ ذوب کانی ها و در نتیجه سنگ ها می شوند بنابراین نفوذ و ورود مواد فرار و آب در سنگ های بی آبی که نزدیک نقطهٔ ذوب خود بسر می برند، موجب ذوب بخشی آنها می شود. این شیوهٔ تولید ماگما در مناطق فرورانش که در آنجا حجم قابل توجهی آب و مواد فرار به توسط صفحهٔ فرورو بداخل گوشته فوقانی راه می یابد، رونق بیشتری دارد. باید اشاره کنیم که آب و مواد فراری که در این مناطق نقش دارند ممکن است بدو صورت ایجاد شوند:

الف) آبی که به صورت بین ذره ای و همرا با رسوبات بداخل گوشتهٔ فوقانی راه پیدا می کند.

ب) آبی که در نتیجهٔ تبادلات کانیایی و تبدیل کانی های آبدار به بی آب (تبدیل آمفیبولیت به اکلوژیت) از خود ورقهٔ اقیانوسی فرورو آزاد می گردد.

۱-۳- فرآیندهای ذوب

در عمل ذوب سنگ ها دو حالت انتهایی می تواند وجود داشته باشد یکی ذوب در حالت تعادل یا ذوب تعادلی (Equilibrium melting) و تولید مایعی است که دائماً با بخش جامد باقیمانده واکنش انجام می دهد و دیگری ذوب تفریقی یا جزءبه جزء (Fractional melting) که در آن مایع ایجاد شده به سرعت از بقیهٔ سیستم جدا شده و به اصطلاح به حالت انزوا در می آید و امکان

واکنش با بقیهٔ سنگ از آن سلب می گردد. ذوب تعادلی را باید یک مرحله ذوب در نظر گرفت و چنین تصور کرد که درست عکس تبلور در حالت تعادل است ولی از آنجایی که ذوب و تبلورتفریقی فرآیندهای برگشت پذیری نیستند لذا درست عکس یکدیگر نمی باشند. مطالعات و بررسی ها نشان می دهد که در طبیعت ذوب بخشی حالت بینابین ذوب تعادلی و ذوب تفریقی است و از خصوصیات و ویژگی های بینا بینی برخوردار است(Maalqe, 1982). در اینجا لازم است که فرآیند ذوب دیگری را که در عمل ذوب سنگ ها اتفاق افتاده و از اهمیت زیادی برخوردارند، توضیح دهیم:

- ذوب منطقه ای یا Zone melting

غالباً ذوب منطقه ای یک فرآیند ذوب بی قاعده است. این واژه توسط Harris (1957) معرفی شد. وی این فرآیند را روشی برای تمرکز عناصر لیتوفیل بزرگ یون مثل پتاسیم می دانست. وی فرض نمود که برخی از ماگماها از اعماق گوشته منشأ گرفته و بالا می آیند و درطی صعود، ترکیب ماگما بر اثر خروج مواد محلول و یا ورود عناصر ویژه ای به مقدار زیاد و یا کم تغییر می کند یا اینکه ورود این عناصر باعث اختلافات زیادی در ظرفیت و نوع پیوند های نگهدارندهٔ یون ها در کانی ها می گردد. فراوانی عناصر مزبور آنقدر زیاد و کافی نیست که بتوانند به صورت کانی های جداگانه متبلور شوند. عناصری که از طریق این فرآیند تغلیظ می شوند و تمرکز آنها در ماگما ازدیاد پیدا می کند عبارتند از پتاسیم، روبیدیم، سزیم، باریم، سرب، زیرکونیم، توریم، اورانیم، نیوبیم، تانتالیم، فسفر، کربن، هیدروژن و کلر. چنین عناصری، عناصر ناسازگار نامیده می شوند. این عناصر، عناصری هستند که تمایل آنها برای ورود به فاز مایع زیاد بوده و فاز مایع را به فاز جامد ترجیح می دهند. بنابر مطالب ذکر شده فرآیند ذوب منطقه ای را می توان فرآیند تمرکز عناصر ناسازگار در ماگما به حساب آورد.

۱-٤- صعود ماگما و تحولات آن

ماگما پس از تشکیل در اثر فشردگی بیش از حد و نیروی شناوری حاصل از اختلاف چگالی آن با سنگ های اطراف، به سمت افق های بالا حرکت می کند. در جریان صعود ماگما، شکستگی ها و گسل های عمیق نقش مهمی را ایفا می کنند. به عقیدهٔ Ramberg (1970) : الف) نحوهٔ حرکت ماگماهای آذرین، ب) مسیر حرکت آنها و ج) شکلی که در هنگام حرکت به خود می گیرند، رابطهٔ مستقیمی با اختلاف ویسکوزیته بین مواد متحرک و سنگ های دربرگیرنده دارد. اگر اختلاف ویسکوزیته زیاد باشد، مثلاً موقعی که یک ماگمای رقیق از میان سنگ های پوسته ای غلیظ تر حرکت می کند، الگوی حرکتی ماگما بستگی تام به ساختمان ها و شکستگی های سنگ دربرگیرنده داشته و توسط آنها کنترل می شود. برعکس اگر اختلاف ویسکوزیته ناچیز باشد، مثلاً موقعی که یک دیاپیر گرانیتی در میان سنگ های هم غلظت خود قرار می گیرد، شکل و نحوهٔ صعود دیاپیر، به ساختمان سنگ دربرگیرنده ارتباطی نخواهد داشت. ازطرفی، بیشتر ماگماها در جریان حرکت رو به بالای خود در بخش هایی از پوسته که بتوانند برای خود جا باز کنند، متوقف می شوند. محل توقف ماگما تحت عنوان مخزن ماگمایی یا magmatic reservoir نامیده می شود. البته گاهی اتفاق می افتد که ماگما بدون اینکه در مخزنی توقف نماید به سطح زمین راه پیدا کند. این حالت نادر که تحت عنوان تراپ نامیده می شود زمانی اتفاق می افتد که اولاً محل تشکیل ماگما به سطح زمین نزدیک باشد ثانیاً در آن محل فعالیت های تکتونیکی شدیدی مانند اشتقاق قاره ها صورت گیرد. در هر حال، اکثر ماگماها در جریان حرکت صعودی خود به طرف افق های بالاتر متحمل تحولاتی می گردند که ترکیب شیمیایی ماگما را تغییر داده و موجب جدایش ماگماهایی با ترکیبات مختلف از آن می شوند. فرآیند هایی که مسئول چنین تحولاتی هستند عبارتند از:

الف) تفریق ماگمایی یا magmatic differentiation

ب) آلایش ماگمایی یا magmatic contamination

تفریق ماگمایی فرآیندی است که به موجب آن تغییر ترکیب شیمیایی ماگما در نتیجهٔ اتفاقاتی است که در داخل ماگما افتاده و عامل یا عوامل بیرونی در آن دخیل نمی باشند در حالی که در آلایش ماگمایی ترکیب شیمیایی ماگما در اثر اختلاط با مواد خارجی تغییر پیدا می کند. در اینجا با توجه به اهمیت تبلور تفریقی در تشکیل سنگ های منطقه، این فرآیند و چگونگی وقوع آن را به صورت کامل توضیح می دهیم اما در ارتباط با مکانیسم های دیگر تفریق فقط به ذکر نام بسنده می کنیم.

انواع مختلف فرآیندهای تفریق عبارتند از:

(١)تفریق بطریقهٔ جدایش بلورها (٢) تفریق در اثر انتشار حرارتی

(٣) تفریق در اثر تبادلات گازی (٤) تفریق در اثر انتشار ثقلی

(٥) تفریق در اثر جریان یافتن (٦) تفریق در اثر پالایش فشاری

(٧) تفریق بعلت ناامیختگی مایعات

- تفریق بطریقهٔ جدایش بلورها

همانطور که می دانیم فرآیند تبلور، فرآیندی است زمان بر که دریک بازهٔ زمانی و میدان دمایی مشخصی انجام می گیرد. در هر مرحله از تبلور، ترکیب بلور یا بلورهای متشکله با ترکیب بخش مایع متفاوت بوده و بخش جامد از لحاظ میزان آهن، منیزیم و سایر عناصر فرومنیزین غنی تر می باشد. در نتیجهٔ جدایش بلورها تغییرات پی در پی در ترکیب ماگما بوجود می آید و ترکیب ماگما نسبت به ماگمای اولیه فلسیک تر می شود. این فرآیند تحت عنوان تفریق بلورین یا جدایش بخشی بلورها نامیده می شود. اما معمولی ترین مکانیسمی که به موجب آن بلورها از بخش مایع