

اللَّهُ الرَّحْمَنُ الرَّحِيمُ



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی (پترولوژی)

عنوان:

پترولوژی سنگ‌های مافیک مجموعه‌ی دگرگونی گشت، شهرستان فومن-گیلان

نگارش:

محمود جعفری

استاد راهنما:

دکتر نعمت الله رشیدنژاد عمران

استاد مشاور:

دکتر محمد رضا قربانی

بهمن ۱۳۸۸

کارمانیت شناسایی راز کل سرخ

کارماشاید این باشد

که در افنون گل سرخ شناور باشیم

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی شان، به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش

وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است،

به پاس قلبهای بزرگشان که فریادس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبتهای بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به روان پاک پدرم،

مادر و همسرم تقدیم می دارم.

شکر و قدردانی

الکون که این پایان نامه را جهت اتمام دوره کارشناسی ارشد، ارائه می‌نمایم، خداوند را سپاس می‌گویم که مرا مهربان لطف بی‌دریغ خود قرار داد، تا در راه کسب علم و دانش گام بردارم و جام تپی وجودم را با جرعه‌ای از دریای بیکران علم و معرفت پر کنم.

شکر می‌نمایم از استاد گرامیم جناب آقای دکتر رشید نژاد که صبورا به یاریم کرد و به من درس سنگین‌های آموخت و صیقلی ارج می‌نم زحمات جناب آقای دکتر قربانی و جناب آقای دکتر مجمل را که سخته به سخته با آموخته‌هایشان در پی هم‌بودن این راه مشوقم بودند.

قدر می‌نم زحمات اساتید و کارکنان بخش زمین‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس، آقایان رسولی و محمودی، خانم سلطانی و بنیته دوستان که مرا همراهی نمودند.

در نهایت پاک‌ترین و صادقانه‌ترین سپاس و قدردانی خود را از نخستین آموزگارانم، پدرم و مادر مهربانم و همسر عزیزم دارم، آنان که انگیزه‌های من در طی این دوران بوده و هستند. همچنین مدیون محبت‌های بی‌دریغ خواهران مهربانم، ستم که مایه دلگرمی من در طول دوران تحصیل بودند.

در پایان آرزو مندم تمام کسانی که در راه تعلیم و تربیت گام برمی‌دارند به اهداف تعالی بخش خود دست یابند.

محمود جعفری

بهمن ماه یک هزار و سیصد و هشتاد و هشت شمسی

چکیده:

مجموعه دگرگونی گشت در جنوب غربی شهرستان فومن و مشرق ماسوله برونزد دارد. این منطقه، به عنوان بخشی از البرز غربی، در زون گرگان-رشت واقع شده است. سنگهای این مجموعه در طی فاز کوهزایی هرسی نین در رخساره شیست سبز تا آمفیبولیت دگرگون شده‌اند. مجموعه دگرگونی گشت را به دو بخش فوقانی و تحتانی تقسیم بندی کرده‌اند، شامل تناوب ستبری از سنگهای رسوبی و آتشفشانی (مافیک- فلسیک) دگرگونه که به پرکامبرین- پالئوزوئیک نسبت داده شده‌اند. این دو بخش از نظر لیتولوژی، فابریک و درجه دگرگونی، متفاوت هستند. این مجموعه دگرگونه را توده های نفوذی مافیک و اسیدی با سن‌های مختلف قطع کرده‌اند.

مجموعه دگرگونی گشت از انواع شیستهای پلیتی- پسامیتی و پلیتی - آذرآواری و شیستهای مافیک تا آمفیبولیت و متابازیت تشکیل شده است، که در آنها انواع فابریک های دگرگونی و دینامیکی دیده می‌شود.

مطالعات ژئوشیمیایی نشان دادند که سنگهای دگرگونی تحت مطالعه عمدتاً دوقطبی فلسیک - مافیک با ماهیت کالکوالکالن، تحولی تا آلکالن هستند. سنگهای فلسیک عمدتاً ماهیت کالکوالکالن پتاسیم بالا و سنگهای مافیک ماهیت تحولی تا آلکالن و فقیر از پتاسیم دارند. سنگهای مافیک مجموعه دگرگونی گشت اعم از شیست سبز، آمفیبولیت و متابازیتها از نظر منشاء و محیط تکتونیکی شباهت‌هایی را با محیطهای گسترش میان اقیانوسی و جزایر قوسی نشان می‌دهند. اما مجموعه شواهد زمین شناسی، سنگ‌شناختی و ژئوشیمیایی در این پژوهش حاکی از قرابت آنها با یک محیط کشتی پشت قوسی است. در شمال غرب گشت، مجموعه افیولیتی شاندرمن رخنمون دارد که حاکی از زایش و ظهور پوسته اقیانوسی در آن محدوده است.

کلید واژه: پترولوژی، دگرگونی، سنگهای مافیک، مجموعه گشت، فومن

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

- ۱-۱ موقعیت و راههای دسترسی به منطقه ۲
- ۲-۱ جغرافیای طبیعی و انسانی شهرستان های فومن و ماسوله ۲
- ۱-۲-۱ فومن ۲
- ۲-۲-۱ ماسوله ۴
- ۳-۱ سابقه مطالعات انجام شده در منطقه ۵
- ۴-۱ اهداف پژوهش ۷
- ۵-۱ روشهای تحقیق در این پژوهش ۸

فصل دوم: زمین شناسی

- ۱-۲ موقعیت ژئوتکتونیکی منطقه ۱۰
- ۲-۲ تاریخچه زمین شناسی ۱۰
- ۳-۲ چینه شناسی منطقه مورد مطالعه ۱۶
- ۴-۲ زمین شناسی مجموعه دگرگونی گشت ۱۸
- ۱-۴-۲ مجموعه دگرگونی تحتانی ۱۹
- ۲-۴-۲ مجموعه دگرگونی فوقانی ۲۲
- ۵-۲ تکتونیک منطقه ۲۳
- ۱-۵-۲ ویژگیهای ساختاری مجموعه دگرگونی گشت ۲۵

فصل سوم: سنگ شناسی

- ۱-۳ مقدمه ۲۷
- ۲-۳ مروری بر ویژگیهای سنگ شناسی سنگهای دگرگونی منطقه مورد مطالعه ۲۹
- ۱-۲-۳ سنگ شناسی متا بازیت ۲۹
- ۲-۲-۳ سنگ شناسی شیستهای سبز مافیک ۳۰
- شکل ۳-۶ فابریک نماتوبلاستیک در آمفیبولیت ۳۳

- ۳۳ سنگ شناسی شیستهای کوارتز-فلدسپاتی
- ۳۵ سنگ شناسی میکاشیست ها
- ۳۶ انواع فابریک های موجود در سنگهای دگرگونی منطقه
- ۳۷ ۱-۳-۳ فابریک شیستی (برگوارگی)
- ۳۷ ۲-۳-۳ S-C فابریک
- ۳۸ ۴-۳-۳ فابریک سیگموئیدال
- ۳۹ ۶-۳-۳ فابریک سوزنی (نماتوبلاستیک)
- ۳۹ ۴-۳-۳ تبلور مجدد کانیها
- ۳۹ ۱-۴-۳ تبلور مجدد ناشی از مهاجرت مرز دانه ها

فصل چهارم: ژئوشیمی و پترولوژی

- ۴۱ ۱-۴ طبقه بندی سنگهای منطقه
- ۴۳ ۱-۱-۴ طبقه بندی سنگهای منطقه با استفاده از نمودار SiO_2 در برابر $Zr/TiO_2 * 0.0001$
- ۴۴ ۲-۱-۴ طبقه بندی سنگهای منطقه با استفاده از نمودار Nb/Y در برابر Zr/TiO_2
- ۴۵ ۲-۴ تعیین سری ماگمایی
- ۴۵ ۱-۲-۴ نمودار Na_2O+K_2O در برابر SiO_2 (Irvine & Barager, 1971)
- ۴۷ ۲-۲-۴ نمودار AFM (Kuno, 1968)
- ۴۸ ۳-۲-۴ نمودار Cr در برابر V (Miyashiro & Shido, 1975)
- ۴۸ ۴-۲-۴ نمودار K_2O در برابر SiO_2 (Le Maitre, 1989)
- ۴۹ ۵-۲-۴ نتیجه گیری از نمودارهای تعیین سری ماگمایی :
- ۴۹ ۳-۴ بررسی تغییرات عناصر اصلی سنگهای منطقه در دیاگرامهای هارکر:
- ۵۱ ۴-۴ بررسی رفتار عناصر کمیاب و نادر در سنگهای منطقه:
- ۵۱ ۱-۴-۴ عناصر واسطه (Ni, Co, Cr, V, Sc):
- ۵۲ ۲-۴-۴ عناصر کمیاب
- ۵۵ ۵-۴ بررسی نمودارهای عنکبوتی سنگهای منطقه
- ۵۸ ۶-۴ نمودارهای مربوط به الگوهای ژئو دینامیکی:
- ۵۸ ۱-۶-۴ نمودار $Y^3 Zr Ti/100$ (Pearce & Cann, 1973)
- ۵۹ ۲-۶-۴ نمودار $Sr/2 Zr Ti/100$ (Pearce et al., 1977)
- ۵۹ ۳-۶-۴ نمودار Zr/Y در برابر Y (Pearce & Norry, 1979)

۴-۶-۴ نمودار La/Nb در برابر Y (Floyd et al., 1991) ۵۹

۴-۶-۵ نمودار La/10 Y/15 Nb/8 (Cabanis & Lecolle, 1989) ۶۰

۴-۶-۶ نتیجه گیری از معیارهای ژئوشیمیایی برای تشخیص رژیم تکتونیکی ۶۰

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۱-۵ مقدمه: ۶۵

۲-۵ ماگماتیسم در مناطق کافت ۶۵

۳-۵ مقایسه داده های موجود با ویژگیهای محیط ژئودینامیکی ۶۸

ارائه مدل ژئودینامیکی برای تشکیل سنگهای منطقه ۶۹

منابع ۷۲

فصل اول

کلیات

۱-۱ موقعیت و راههای دسترسی به منطقه

محدوده‌ی مورد مطالعه در ورقه‌ی ۱۰۰۰۰۰:۱ بندرانزلی، واقع در جنوب غربی فومن و مشرق ماسوله، بین طولهای جغرافیایی "۶' ۷° ۴۹ و "۴۲' ۱۳° ۴۹ و عرضهای جغرافیایی "۳۶' ۳۱° ۳۷ و "۴۲' ۷° ۳۷ و با وسعتی در حدود ۴۰۰ کیلومتر مربع قرار دارد.

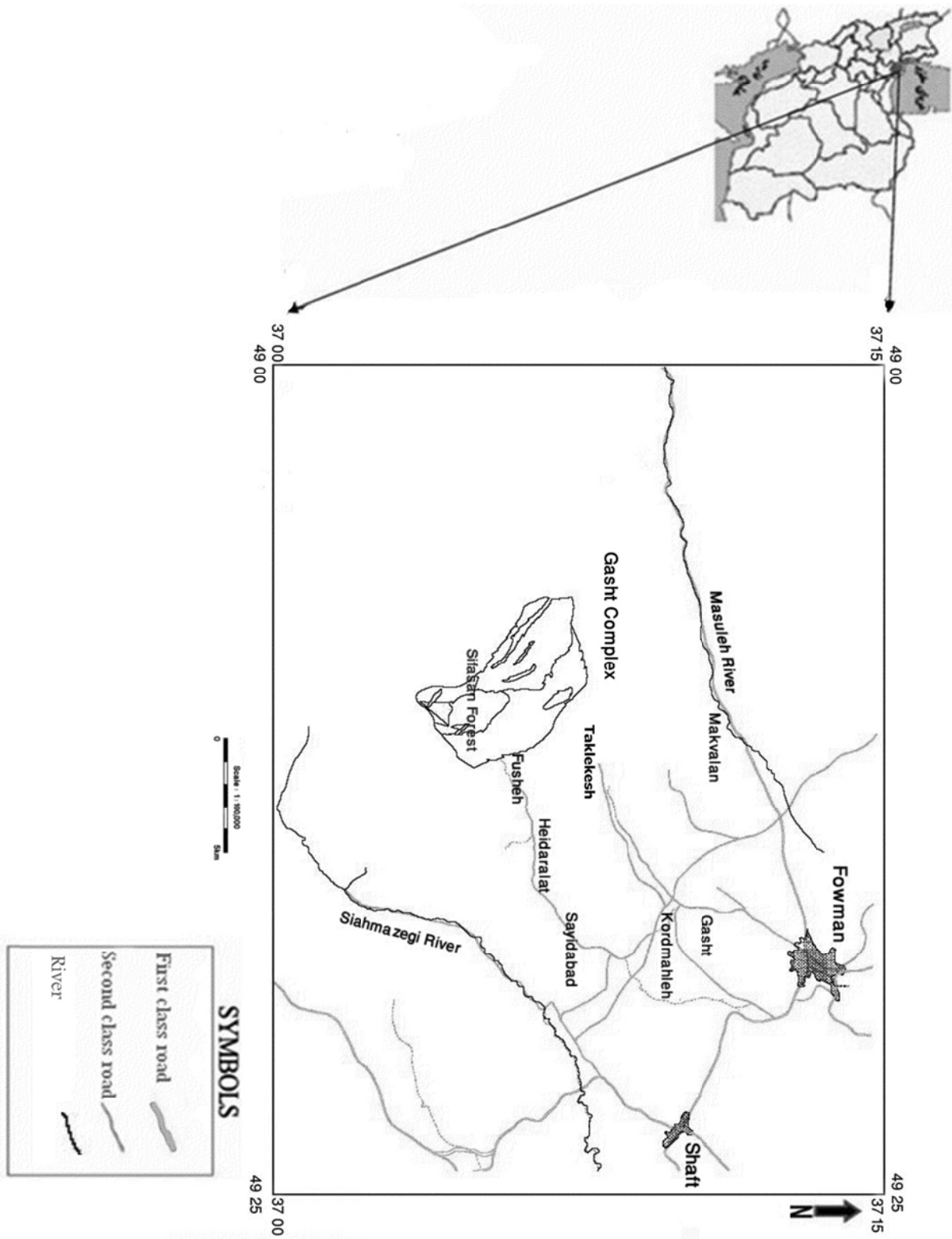
این محدوده، در برگه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیای کشور به شماره 5864 III و سری K753 جای می‌گیرد. دسترسی به محدوده‌ی مورد مطالعه از دو مسیر امکانپذیر است: ۱- مسیر اول، جاده‌ی آسفالتی فومن- گشت و ادامه‌ی این مسیر، به سمت روستاهای کرد محله، سید آباد، حیدرآلات و فوشه می‌باشد، که پس از عبور از روستای فوشه، جاده‌ی خاکی و سپس مسیر جنگلی تا امامزده شیخ جمال، در داخل جنگل سی‌فسان، ادامه می‌یابد. ۲- مسیر دوم نیز از جاده‌ی آسفالتی فومن- گشت و ادامه‌ی این مسیر به سمت روستای تکه‌کش (در امتداد رودخانه گشت) می‌باشد که پس از عبور از این روستا، مسیر جنگلی در امتداد رودخانه مذکور تا محدوده‌ی مورد مطالعه ادامه می‌یابد (شکل ۱-۱).

۲-۱ جغرافیای طبیعی و انسانی شهرستان های فومن و ماسوله

۱-۲-۱ فومن^۱

شهرستان فومن دارای یک بخش مرکزی و شش دهستان به نامهای آلیان، ماکلوان رودپیش، گشت، گوراب‌پس و لولمان است. جمعیت آن بر اساس سرشماری سال ۷۵ برابر با ۱۰۳۱۹۲ نفر می‌باشد. این شهرستان دارای چند شهرک و مراکز داد و ستد است، که مهم‌ترین آن شهر فومن است. آب و هوای این شهر نیز همانند سایر نقاط جلگه‌ای گیلان، معتدل مرطوب خزری است. این نوع آب و هوا دارای زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم و مرطوب و بارندگی سالانه بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰

۱. نام این شهر در گویش گیلکی به فتح اول خوانده می‌شود



شکل ۱-۱ موقعیت و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

میلی متر می باشد. بر اساس اطلاعات بدست آمده از ایستگاه هواشناسی قلعه رود خان میزان باران سالانه در این ناحیه ۱۵۵۲ میلی متر و میزان تبخیر متوسط سالانه ۸۸۲ میلی متر است.

حوضه‌ی آب‌خیز فومنات بیش از ۱۰ رود دارد، که این رودها از طریق تالاب بندر انزلی به دریای خزر می‌ریزند. این حوضه، دارای رودخانه‌هایی است که از کوهستان‌های جنوبی سرچشمه گرفته و پس از مشروب کردن اراضی، به دریا و مرداب وارد می‌شوند. میزان ذخیره‌ی آبهای زیر زمینی در این حوضه ۱۳۰۰ میلیون متر مکعب و میزان آبهای سطحی آن تا ۲۹۰۰ میلیون متر مکعب برآورد شده است. ساکنان فومن را گیلک‌ها و تالش‌ها (کادوس‌ها) تشکیل می‌دهند و روستاهای کوهپایه‌ای واقع در غرب فومن عموماً تالش و تالشی زبان هستند. فومن شهری است که در میان مزارع و باغهای اطراف خود محصور شده است. برنجکاری، کشت چای و توتون و پرورش کرم ابریشم از فعالیت‌های اصلی ساکنان فومن است که عمدتاً در اطراف شهر دیده می‌شود (خسروی دانش و همکاران، ۱۳۸۷).

۱-۲-۲ ماسوله

ماسوله در ناحیه‌ای کوهستانی و جنگلی، در دامنه‌ای صخره‌ای، با وسعت ۷۳۰۰۰۰ متر مربع و ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریای آزاد ساخته شده است. ماسوله در ۳۲ کیلومتری جنوب غربی شهرستان فومن قرار دارد و از غرب به خلخال، از شمال به ماسال و از جنوب به طارم علیا و از مشرق به جلگه‌ی فومن محدود است. زبان مردم ماسوله تالشی (لهجه‌ی ماسوله‌ای) است. جمعیت آن تا سال ۱۳۲۰ بالغ بر ۳۰۰۰۰ نفر می‌شد که بر اثر اصلاحات ارضی، توسعه‌ی راهها و نیز زلزله‌ی خرداد ۱۳۶۹ مهاجرت‌ها در این ناحیه افزایش یافته و جمعیت آن به شدت کاهش یافت. حدود هشتصد تا هزار سال پیش مردمانی از نقاط مختلف سرزمین گسترده ایران به دلایل نامعلومی به منطقه‌ی ماسوله کوچ کردند. برخی از مردمان محلی نیز از منطقه‌ای به نام کهنه ماسوله، واقع در ۶ کیلومتری شمال غرب این شهر، با این افراد همراه شدند. در ۱۰ کیلومتری بالاتر از ماسوله جدید، ماسوله قدیم با آثار و بازمانده‌های انسانی از قبیل سنگ کوره و ... در منطقه‌ی گسترده‌ای پراکنده شده است، که جزء آثار

باستانی بشمار می‌آیند (رمضانی، ۱۳۸۱). ماسوله دارای محله‌های ریحانه بر، خانه بر، مسجدبر، کشه-سر و اسد محله است.

دامنه‌های شمالی کوه‌های طالش، منطقه‌ای پوشیده از جنگل‌های انبوه و یا کم تراکم است. این منطقه دارای رودخانه‌هایی پر آب است که همه‌ی آنها به دریای خزر می‌ریزند. شهر تاریخی ماسوله در جوار یکی از این رودخانه‌های پر آب به نام همین شهر (ماسوله رودخان) قرار دارد. جنگل‌های منطقه پوشیده از درختان راش، آزاد، بلوط، توسکا و زبان گنجشک می‌باشد. اقلیم منطقه ماسوله در تابستان معتدل و مرطوب و در زمستان سرد و مرطوب محسوب می‌شود. دمای متوسط سالیانه حدود ۱۲ درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی ۸۷ درصد، میزان بارندگی ۷۰۰ میلی‌متر و بارش برف سالیانه ۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد. سالیانه بیش از ۳۵ روز به صورت یخبندان و بیش از ۱۰۰ روز با مه غلیظ سپری می‌گردد. در مجموع اقلیم مطبوع منطقه و محیط طبیعی دلپذیر در چهار فصل سال از شاخصه‌های مهم زیست محیطی ماسوله می‌باشد. قلل مهم ماسوله عبارت‌اند از: شاه‌معلم (شامولوم)، آسمانکوه، لاسه‌سر، تروشوم و کله‌قندی، که قله شاه‌معلم با ارتفاع ۳۰۵۰ متر بلندترین نقطه استان گیلان می‌باشد (خسروی دانش و همکاران، ۱۳۸۷).

۳-۱ سابقه‌ی مطالعات انجام شده در منطقه

مطالعات زمین‌شناسی انجام شده در این منطقه سابقه زیادی دارد. سابقه‌ی مطالعات انجام شده در منطقه بدین شرح است.

اولین مطالعات زمین‌شناسی در محدوده‌ی چهار گوش بندر انزلی توسط (Baillie Fraze, 1826) انجام شد. وی در حین سفرش از تهران به تفلیس، از مسیر پر پیچ و خمی که از مشهد، گرگان، مازندران، گیلان و اردبیل می‌گذشت، نکاتی را یادداشت نمود. وی در طی مسیرش از گیلان به اردبیل و عبور از دره‌ی گرگان رود، یک سری آهک ریز دانه مشاهده کرد که به طور متوالی با یک سنگ پورفیریتیک قهوه‌ای رنگ دیده می‌شدند. به سال ۱۸۷۰، Gmelin جهت معدنکاری کانه‌ی آهن، زمین‌شناسی منطقه‌ی ماسوله را مورد بررسی قرار داد. در طی پیمایشی که به سال ۱۹۲۷ توسط

Vonstahl از اردبیل تا بفروداغ در مناطق ماسوله و سفید رود انجام شد، جغرافیای طبیعی و سیستم زهکشی محدوده‌ی مورد بحث، توصیف شد. در طی سالهای ۱۹۴۰-۱۹۴۶ زمین‌شناسان روسی نیز کارهایی را انجام دادند که مقدار کمی از اطلاعات حاصل از این کار چاپ شده است. یک معدن سرب کوچک نیز در بلا کوه کشف شد، که Curth به سال ۱۹۴۰، گزارشی از بعضی جزئیات زمین‌شناسی منطقه را، به رشته تحریر در آورد (حسن زاده استخربیجاری، ۱۳۷۶).

از سال ۱۹۴۶ چندین بار کار نقشه برداری برای پی جویی مس، سرب و روی انجام شد که حاصل این کارها در دو منطقه، ذکر شده است. کار نقشه برداری مذکور، خیلی محدود به مناطق آتشفشانی با سن ترشیری می شود:

(۱) منطقه‌ی رشید آباد به منظور پی جویی مس، که به سال ۱۹۶۵ توسط Lecogo و به سال ۱۹۶۳ توسط Molly مورد بررسی قرار گرفت.

(۲) منطقه‌ی شاه علی بافلو به منظور پی جویی روی، سرب و به میزان کمتر مس مورد بررسی قرار گرفت.

اطلاعات بیشتر از جزئیات زمین‌شناسی منطقه، در قالب یک کار وسیع بین سالهای ۱۹۶۲-۱۹۶۵ بر روی ورقه زنگان انجام شد که توسط اشتوکلین و همکاران (۱۹۶۵) و هیرایاما و دیگران (۱۹۶۶) به رشته تحریر در آمد. در طی این کار افتخارنژاد، نبوی و واله (۱۹۶۵)، برای جستجوی و حل بسیاری از مشکلات تهیه‌ی نقشه فوق، پیمایش‌های خود را تا بخش جنوبی ورقه بندرانزلی ادامه دادند. نتایج این پیمایش به صورت یک کتابچه‌ی داخلی ثبت شد.

کارهای اکتشافی بیشتری در محدوده‌ی ورقه بندرانزلی انجام شده که انجام آنها بر عهده‌ی یک گروه از زمین‌شناسان شرکت ملی نفت ایران (۱۹۶۸) بوده است (حسن زاده استخربیجاری، ۱۳۷۶).

از دیگر کارهای انجام شده در چهار گوش بندرانزلی عبارت از گزارش و تهیه‌ی نقشه‌ی ورقه بندرانزلی (در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰) و ماسوله (در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰) می باشد که در سال ۱۹۷۲ توسط کلارک و همکاران تهیه گردیده است. اما از جدیدترین کارها می توان به تهیه‌ی نقشه زمین

شناسی ورقه بندرانزلی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (نظری و همکاران، ۱۳۸۰) و شرح نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ماسوله توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، همچنین مجموعه مقالاتی که توسط Zanchetta و همکاران (2005,2008) و Zanchi و همکاران (2005,2007) در مورد مجموعه دگرگونی شاندرمن ارائه شده است، اشاره کرد.

مطالعاتی نیز در قالب پایان نامه در این منطقه صورت گرفت که می‌توان به: ۱. بررسی پترولوژی توده‌های نفوذی اولترامافیک- مافیک منطقه‌ی ماسوله (حسن زاده استخر بیجاری، ۱۳۷۶).
۲. اکتشافات ژئوشیمیایی از دیدگاه زمین‌شناسی اقتصادی در محدوده‌ی برگه‌ی توپوگرافی ۵۰۰۰۰:۱، برندق (هادیزاده، ۱۳۸۳).
۳. سنگ شناسی، ژئوشیمی، پتروژنز سنگهای آذرین پالئوزوئیک در البرز باختری (گلابتونچی، ۱۳۷۵).
۴. پترولوژی و ژئوشیمی سنگهای مافیک و اولترامافیک ماسوله (کوثری، ۱۳۸۴) اشاره نمود

۱-۴ اهداف پژوهش

هدف اصلی این پژوهش بررسی پترولوژی سنگهای مافیک مجموعه‌ی دگرگونی گشت به شرح زیر است:

- مطالعه‌ی پتروگرافی و پتروفابریک نمونه‌های گردآوری شده در جریان عملیات صحرایی به منظور درک تنوع کانی شناسی (پاراژنرها)، بافتی و سنگ شناختی موجود در منطقه.
- انجام آنالیزهای شیمیایی عناصر اصلی، کمیاب و نادر خاکی برای تعیین ماهیت ژئوشیمیایی طیف ترکیبی سنگهای منطقه، بویژه سنگهای مافیک
- تعیین محیط ژئودینامیکی اولیه‌ی سنگهای دگرگونی در منطقه‌ی مورد مطالعه.
- تعیین پروتولیت سنگهای مورد نظر.
- تعیین رخساره‌ها و شرایط دگرگونی.

۱-۵ روشهای تحقیق در این پژوهش

- جمع‌آوری و مطالعه‌ی کارهای قبلی انجام شده بر روی منطقه‌ی مورد مطالعه و مناطق مجاور و جستجو در شبکه جهانی اطلاعات.
- بازدید مقدماتی از منطقه، جهت آشنایی کلی با منطقه در اسفند ۸۶
- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه‌ی مورد نظر و مطالعه‌ی آنها جهت تعیین مسیرهای نمونه برداری.
- انجام مطالعات صحرایی مشتمل بر نمونه برداری، شرح و ثبت مشاهدات از اردیبهشت ۸۷ تا اسفند ۸۷ طی چند مرحله.
- تهیه‌ی مقاطع نازک (۴۰) و نازک صیقلی (۱ عدد) و مطالعه‌ی آزمایشگاهی و پتروگرافی آنها با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان و انعکاسی.
- انجام آنالیز شیمیایی نمونه‌ها به روش XRD (۷ عدد) در آزمایشگاه دانشگاه تربیت مدرس، همچنین انجام آنالیز شیمیایی به روش XRF و ICP-MS (۸ عدد) جهت مطالعه‌ی عناصر اصلی، فرعی و نادر خاکی (REEs) و عناصر کمیاب (Trace Elements) در آزمایشگاه ALS Chemex کانادا و AMDEL استرالیا.
- تجزیه و تحلیل داده‌های صحرایی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی با نرم افزارهای Arc GIS, Igpert و Corel Draw و بهره‌گیری از منابع علمی به ویژه منابع روز.
- جمع‌بندی داده‌ها، تدوین و دفاع از پایان‌نامه و ارائه مقاله

فصل دوم

زمین شناسی

۲-۱- موقعیت ژئوتکتونیکی منطقه

منطقه‌ی مورد مطالعه، در تقسیم بندی ساختار زمین شناسی ایران، از دیدگاه نبوی (۱۳۵۵) در پهنه گرگان- رشت و در تقسیم بندی اشتوکلین (۱۹۷۴) در پهنه البرز مرکزی قرار دارد. به طور کلی، مجموعه گشت (Gasht complex) شامل ردیفی از سنگهای دگرگونی، در رخساره های شیست سبز تا آمفیبولیت، به وسعت نزدیک به ۴۰۰ کیلومتر مربع، می باشد که در بخش مرکزی و غربی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ بندر انزلی (نظری و همکاران، ۱۳۸۰) و بین رودهای ماسوله و سیاه مزگی جای گرفته است (شکل ۱-۱).

۲-۲- تاریخچه‌ی زمین شناسی

برای دسترسی به سرگذشت زمین شناسی منطقه‌ی مورد مطالعه، باید تاریخچه‌ی زمین شناسی کوههای البرز، تالش و مناطق نزدیک به این منطقه را بررسی کنیم. حدود ۱۵۰۰ میلیون سال قبل ایرانزمین، بخشی از قاره‌ی گندوانا بوده که در روی آن سنگهای آذرین اسیدی فراوان یافت می شد و در نتیجه‌ی فرسایش زیاد، رسوبات تخریبی فراوانی در سطح آن تشکیل شد. این قسمت از قاره، در شرف جدا شدن از گندوانا بود و سرانجام خرده قاره‌ی ایران، سرگردان به طرف شمال به حرکت در آمد (کلارک و دیگران، ۱۹۷۵). حدود ۱۰۰۰ میلیون سال قبل کوهزایی مهمی اتفاق افتاد و منطقه اسالم و شاندرمن و همچنین گرگان، را با فاصله زیاد در شرق، بشدت تحت تاثیر قرار داد و در نتیجه، سنگ- های مناطق حاشیه‌ای این خرده قاره، دگرگون شد، که سنگهای دگرگونی مناطق یاد شده نشانه‌ی آن است. پس از این حادثه، منطقه‌ی مورد نظر از آب خارج و در آن فوران آتشفشانی زیادی صورت گرفت. در کامبرین زیرین، دریای کم عمقی در منطقه‌ی جنوب و مغرب انزلی گسترش داشت و ماسه- سنگ لالون در آن ته نشین می شد. در کامبرین میانی و فوقانی ناحیه‌ی انزلی از آب خارج بوده است. در قسمت مغرب یعنی بطرف ماسوله، رسوبات اردویسین و سیلورین فسیل دار دیده می شود که نشانه

به زیر آب رفتن مجدد این نواحی است. در دونین میانی، یک پیشروی عمومی دریا، در قفقاز و خزر جنوبی و البرز شرقی رخ می‌دهد. دریا سرزمین‌های پست و کم ارتفاعی را که بعد از سیلورین ترک کرده بود، مجدداً فرا می‌گیرد. در اواخر دونین بخش‌های مهمی از گیلان و آذربایجان شرقی از آب بیرون بوده است و احتمالاً منطقه گشت ماسوله و جنوب لاهیجان، در این زمان دگرگون شده‌اند (درویش زاده، ۱۳۸۲).

بنا بر نوشته‌ی دیویس و همکاران (۱۹۷۵) در حدود ۳۷۵ میلیون سال قبل، کوهزایی‌های اولیه هرسی‌نین در لاهیجان (شیست‌های کم دگرگون شده‌ی لاهیجان با وسعت زیاد، در جنوب لاهیجان) و منطقه‌ی گشت ماسوله تأثیر گذارده و در ناحیه‌ی اخیر سنگهای دگرگونی درجه شدید (گنیس میگماتیت و میکاشیست) بوجود آورده است. بنابراین، به نظر می‌رسد خرده‌ی قاره‌ی ایران در حرکت به سوی شمال و احتمالاً اتصال آن به جنوب آسیا دچار فشردگی شد. نظیر همین وضعیت در کوه‌های قفقاز و افغانستان هم دیده می‌شود که به موجب آن زمین‌شناسان خط اتصال آن را در امتداد افغانستان، کوه‌های طالش و قفقاز در نظر می‌گیرند. در طی کربونیفر، رسوبات دریایی از انواع آهکی در قسمت اعظم البرز دیده می‌شود که دنبال همان پیشروی از اواخر دونین است. ولی پس از آن یک پسروی عمودی در منطقه رخ می‌دهد. در ۳۰۰ میلیون سال قبل، در پرمین زیرین، البرز شمالی در زیر آب بود و در آن رسوبات آهکی گذاشته می‌شد. این وضعیت تا اواخر پرمین ادامه داشت و رسوبات آهکی مرجانی گذاشته می‌شد که حاکی از وجود آب و هوای گرم در این منطقه است. تدریجاً دریا این منطقه را ترک می‌کند. در مناطق اطراف انزلی، ماسوله و رامسر، فعالیت آتشفشانی وجود داشته است. بنا بر نوشته‌ی اشتامپلی (۱۹۷۸) در طی تریاس، منطقه‌ی خزر جنوبی و قسمت اعظم مرکز و شرق ایران بویژه گیلان و مازندران را رسوبات دریاچه‌ای تا دریایی فرا می‌گرفته و دریایی کم عمقی در این مناطق وجود داشته است. در تریاس میانی، در جنوب رشت کوه‌هایی بیرون از آب قرار داشتند. امتداد این کوه‌ها شمال غربی - جنوب شرقی بوده و از زنجان تا کویر مرکزی ایران امتداد داشته‌اند. در

تریاس فوقانی، به علت کوهزایی سیمیرین پیشین، انزلی و اطراف آن از آب خارج شده و به صورت کوه‌های مرتفعی در آمدند. زیرا با برخورد خرده قاره‌ی ایران به جنوب روسیه و اتصال به آن (در حدود ۲۲۰ میلیون سال قبل)، انزلی از آب خارج شد. از آثار این کوهزایی، ایجاد توده‌های نفوذی (گرانیت لاهیجان، گرانیت تور مالین دار ماسوله) می‌باشد. ضمناً به نظر می‌رسد که تا این زمان، یعنی قبل از کوهزایی سیمیرین پیشین، در حدود ۵۰ کیلومتری جنوب‌غربی انزلی، اقیانوس بسیار عمیقی وجود داشته و پوسته‌ی اقیانوسی در آن تشکیل می‌شد. با کوهزایی سیمیرین پیشین، اقیانوس مزبور بسته شده و در رسوبات آن فشردگی و چین خوردگی پدید آمد. وجود نوار های اولترامافیک در منطقه شاندرمن و گشت (ماسوله) به طول تقریباً ۳۰ کیلومتر و عمق ۲/۵ تا ۴ کیلومتر دلیل این مدعاست. به علاوه، در قاعده رسوبات ژوراسیک، در کوههای اطراف انزلی، دگرشیبی‌هایی بچشم می‌خورد که مؤید نظر فوق می‌باشد (درویش زاده، ۱۳۸۲).

پس از کوهزایی سیمیرین پیشین، منطقه مورد نظر از آب خارج گردید و رسوبات تخریبی قاره‌ها در گودیهایی آن تشکیل شد. و در عین حال، بخش مهمی از البرز از جنگلهای وسیع پوشیده شد که بعدها زغال سنگهای البرز را تشکیل داد. در این زمان آب و هوای گرم استوایی در ناحیه البرز حاکم بود و در جنگلهای آن خزندگان عظیم الجثه (داینوسورها) زندگی می‌کردند. به علت شباهت های فسیلهای گیاهی ایرانزمین، روسیه و افغانستان باید قبول کرد که در این زمان ایرانزمین (به جز زاگراس) به جنوب آسیا متصل بوده است. با اتصال ایرانزمین به خشکیهای شمالی (پرمین - تریاس)، دریای پالئوتتیس موجود در شمال ایران از بین رفت و به نواحی حوالی زاگرس مهاجرت نمود. به این طریق، دریای نئوتتیس در امتداد زاگرس مرتفع تشکیل شد. در اوائل ژوراسیک (لیاس) دریا در ایرانزمین شروع به پیشروی کرد. در حاشیه دریای خزر، رسوبات آب شیرین دریاچه ای تشکیل می‌شد. ولی در جنوب همین ناحیه، رسوبات دریایی و پارالیک دریاچه‌ای، وجود داشت. زیرا رسوبات تخریبی لیاس در این مناطق دارای ضخامت زیادی بوده است. در اواخر ژوراسیک در قسمت اعظم