

بسمه تعالی

۶

وزارت صنایع و معادن
سازمان صنایع و معادن استان آذربایجان شرقی

اکتشاف مقدماتی

آهن در شمال مرند

گنجینه
تاریخ: ۸۴/۳
شماره ثبت: ۱۸۶۳۴

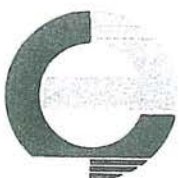


مهندسين مشاور تهران پادير

سال ۱۳۸۰ - ۱۳۸۱

فهرست مطالب

صفحه	موضوع
۱	پیشگفتار
	بخش نخست: کلیات
۳	۱-۱- موقعیت جغرافیائی منطقه و راههای ارتباطی
۵	۱-۲- آب و هوای منطقه
۷	۱-۳- توپوگرافی و ژئومورفولوژی منطقه
۹	۱-۴- روش مطالعه
۹	۱-۴-۱- جمع آوری اطلاعات و نقشه‌های موجود در ارتباط با منطقه
۹	۱-۴-۲- عملیات صحرائی
۱۰	۱-۴-۳- مطالعات آزمایشگاهی
۱۱	۱-۴-۴- تهیه و تدوین نقشه‌های زمین‌شناسی و گزارش نهائی
	بخش دوم: زمین‌شناسی و چینه‌شناسی
۱۲	۱-۲- موقعیت زمین‌شناسی و چینه‌شناسی منطقه آذربایجان
۱۸	۲-۲- چینه‌شناسی و تشریح واحدهای سنگی در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ جلفا
۱۸	۲-۲-۱- واحد سنگی پرمین (Pg-k)
۲۱	۲-۲-۲- نهشته‌های تریاس (سازند الیکا)
۲۴	۲-۲-۲-۱- واحد آهکی Re
۲۵	۲-۲-۲-۲- واحد دولومیتی نازک لایه (Re ^d)
۲۶	۲-۲-۲-۳- واحدهای سنگی سنوزوئیک
۲۶	۲-۲-۲-۲-۱- واحد کنگلومرانی قاعده ائوسن (E ^{c1})
۲۸	۲-۲-۲-۲-۲- واحد فلیشی ائوسن (E ^F)
۲۹	۲-۲-۲-۲-۳- واحد کنگلومرانی و ماسه سنگی ائوسن (E ^{c2})
۳۱	۲-۲-۲-۴- توده‌های نفوذی الیگوسن
۳۱	۲-۲-۲-۲-۱- توده‌های نفوذی گرانودیوریت پورفیری (Ol ^{gr})
۳۳	۲-۲-۲-۲-۲- توده داسیتی هرزند (Ol ^d)
۳۴	۲-۲-۲-۲-۳- سیل‌های گابروئی (SL)
۳۴	۲-۲-۲-۵- رسوبات کواترنر
۳۴	۲-۲-۲-۱- واحد پادگانه آبرفتی قدیمی (Qt ₁)
۳۴	۲-۲-۲-۲- واحد پادگانه آبرفتی جدید (Qt ₂)



فهرست مطالب

صفحه

موضوع

بخش سوم: پتروگرافی

۳۵	۱-۳-۱- گرانودیوریت پورفیری (OI^{P^f})
۳۷	۲-۳-۲- توده داسیتی هرزند (OI^d)
۴۰	۳-۳-۲- واحد کربناته پرمین (Pg-k)
۴۲	۴-۳-۴- نهشته‌های تریاس یا سازند الیکا
۴۲	۳-۴-۱- واحد آهکی (Rc)
۴۲	۳-۴-۲- واحد دولومیتی نازک لایه (Rc^d)
۴۴	۳-۵-۵- واحدهای سنگی ائوسن
۴۴	۳-۵-۱- واحد فلیش‌گونه ائوسن (E^F)
۴۶	۳-۵-۲- واحد کنگلومراتی و ماسه سنگی ائوسن (E^{c2})

بخش چهارم: زمین‌شناسی نقشه ۱:۵۰,۰۰۰ و تکتونیک ناحیه‌ای

۴۸	بررسی واحدهای معرفی شده نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰,۰۰۰
۴۸	۴-۱-۱- سازند الیکا
۵۰	۴-۱-۱- آهک ورقه‌ای (ورمیکوله) (R^1e)
۵۲	۴-۱-۲- آهک خاکستری (R^2e)
۵۴	۴-۱-۳- آهک کرم رنگ ضخیم لایه تا متوسط لایه (R^3e)
۵۶	۴-۲- سیل‌های گابروئی (SL)
۵۹	۴-۳- آهک شیلی نازک لایه (E_{shL})
۶۰	۴-۴- پیروکلاستیک‌های سبز رنگ (Ep)
۶۳	۴-۵- تکتونیک
۶۳	۴-۵-۱- مقدمه
۶۳	۴-۵-۲- گسل‌های منطقه
۶۵	۴-۵-۳- چین‌خوردگی
۶۶	۴-۵-۳- سیستم درزه‌ها

بخش پنجم: زمین‌شناسی اقتصادی

۶۸	۵-۱- کلیاتی در ارتباط با عنصر آهن
۶۸	۵-۱-۱- مقدمه
۶۹	۵-۱-۲- ژئوشیمی آهن
۶۹	۵-۱-۳- متالورژی آهن



فهرست مطالب

صفحه	موضوع
۷۰	۲-۵- انواع کانسارهای آهن
۷۱	۱-۲-۵- کانسار آهن ماگمائی
۷۲	۲-۲-۵- کانسار آهن اسکارنی
۷۳	۳-۵- متالورژی آهن در ایران
۷۳	۱-۳-۵- کانی‌زائی آهن در ترسیر
۷۵	۴-۵- بررسی کانی‌زائی آهن در منطقه هرزند عتیق
۷۵	۱-۴-۵- کانی‌زائی آهن با منشاء ماگمائی (ولکانیک)
۷۶	۱-۱-۴-۵- کانی‌سازی رگه‌ای شکل در شرق نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰
۸۰	۲-۱-۴-۵- کانی‌سازی توده‌ای شکل در غرب نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰
۸۳	۲-۴-۵- سنگ‌های آهکی با آغشتگی‌هایی از هماتیت و لیمونیت (HLS)
۸۴	۱-۲-۴-۵- بخش غرب سنگل‌دره
۸۷	۲-۲-۴-۵- بخش جنوب چشمه شورجی
۸۹	۳-۴-۵- نتیجه‌گیری و پیشنهاد در ارتباط با کانی‌زائی آهن در منطقه هرزند
۹۰	۵-۵- بررسی کانی‌زائی مس در منطقه مطالعاتی
۹۳	۶-۵- انواع آلتراسیون‌ها در منطقه مطالعاتی
۹۶	۷-۵- پیشنهاد بهترین روش اکتشافی در منطقه

بخش ششم: گمانه‌های اکتشافی و نتیجه‌گیری

۹۷	۱-۶- تفسیر نقشه‌های هم‌شدت مغناطیسی و ارتباط آنومالی‌ها با واحدهای سنگی منطقه
۹۹	۲-۶- گمانه‌های اکتشافی
۹۹	۱-۲-۶- مقدمه
۱۰۰	۲-۲-۶- دستگاه حفاری
۱۰۱	۳-۲-۶- عملیات جاده‌سازی و تأمین آب حفاری
۱۰۲	۴-۲-۶- گمانه BH:101
۱۰۴	۵-۲-۶- گمانه BH:102
۱۰۸	پیشنهادهای
۱۰۹	منابع ایرانی
۱۱۱	منابع خارجی



فهرست مطالب

صفحه	موضوع
۱۱۳	پیوست‌ها (۱:۵,۰۰۰)
۱۱۴	سنگ‌شناسی نمونه‌های هرزند عتیق (نمونه‌های مشخص شده در نقشه ۱:۵,۰۰۰)
۱۲۳	مقاطع صیقلی نمونه‌های هرزند عتیق (نمونه‌های مشخص شده در نقشه ۱:۵,۰۰۰)
۱۲۶	نتایج تجزیه XRF نمونه‌های سنگی هرزند عتیق (۲۱ نمونه)
۱۲۷	نتایج تجزیه نمونه‌ها به روش XRD (۱ نمونه)
۱۲۸	پیوست‌ها (۱:۲۰,۰۰۰)
۱۲۹	سنگ‌شناسی نمونه‌های منطقه هرزند (نمونه‌های مشخص شده در نقشه ۱:۲۰,۰۰۰)
۱۴۸	نتایج تجزیه XRF نمونه‌های سنگی هرزند عتیق (۵ نمونه)
۱۴۸	نتایج تجزیه نمونه‌ها به روش XRD (۱ نمونه)

فهرست نقشه‌های پیوست گزارش

ردیف	عنوان نقشه	مقیاس نقشه
۱	نقشه زمین‌شناسی ناحیه هرزند عتیق (۷۰ کیلومتر مربع)	۱:۲۰,۰۰۰
۲	نقشه زمین‌شناسی ناحیه هرزند عتیق (۱۵ کیلومتر مربع)	۱:۵,۰۰۰



پیشگفتار

بر مبنای قرارداد شماره ۱۳۱۶۶-۱۰۵ مورخ ۱۳۸۰/۸/۸ سازمان صنایع و معادن آذربایجان شرقی پروژه اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرفند به مهندسیین مشاور تهران پادیر واگذار گردید. مطالعات و بررسی های پیش بینی شده در شرح خدمات قرارداد شامل چندین مرحله مطالعاتی است:

در مرحله اول گستره ای به وسعت ۷۰ کیلومترمربع و در مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ مورد بررسی زمین شناسی - معدنی قرار گرفت. از نتایج مطالعات مرحله اول محدوده توده مینرالیزه برای بررسی های مقیاس ۱:۵,۰۰۰ انتخاب شد.

در مرحله نهائی با تلفیق نتایج مطالعات زمین شناسی - معدنی با بررسی های ژئوفیزیکی مناسب ترین نقاط حفاری انتخاب و عملیات گمانه زنی و مغزه گیری به میزان ۱۰۰ متر انجام شد. عملیات و برداشت های صحرائی فاز اول مطالعاتی طی سه مرحله در آبان و آذر سال ۱۳۸۰ و فروردین ماه سال ۱۳۸۱ انجام گرفته است. قبل از انجام برداشت های صحرائی، عکس های هوایی منطقه با استریوسکوپ مورد مطالعه قرار گرفته و کنتاکت سنگ ها، آبراهه ها و گسل ها مشخص گردید. نقشه مبنای توپوگرافی با اسکن نمودن نقشه های توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ و تبدیل آن به مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ با استفاده از نرم افزارهای مناسب تهیه گردید.

گستره ای به وسعت ۱۵ کیلومترمربع برای بررسی های زمین شناسی - معدنی مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تعیین و معرفی گردید که در این مرحله مسئله متالورژی و کانی سازی آهن منطقه تجزیه و تحلیل و ارائه شده است.

مجموعاً طی عملیات صحرائی انجام شده تعداد ۸۰ نمونه جهت مطالعات آزمایشگاهی برداشت گردید که موقعیت تمام نقاط نمونه برداری با دستگاه GPS و در سیستم UTM تعیین و بر روی نقشه زمین شناسی - معدنی مشخص شده اند.

از بررسی نمونه های گرفته شده تعداد ۴۸ نمونه برای تهیه مقاطع نازک، تعداد ۴ نمونه برای تهیه



مقطع صیقلی و مطالعه کانیه‌های فلزی، تعداد ۲ نمونه برای شناسایی کانی‌ها به روش XRD و تعداد ۲۶ نمونه برای آنالیز عنصری به روش XRF انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفتند که از نتایج آنها در تهیه متن گزارش استفاده شده و نتایج کامل این مطالعات نیز به صورت پیوست گزارش عیناً ارائه شده است.

در این گزارش مباحث کلی از جمله ویژگی‌های جغرافیائی، آب و هوا، راه‌های دسترسی، زمین‌شناسی عمومی، چینه‌شناسی و پتروگرافی سنگهای منطقه، تکتونیک ناحیه‌ای و زمین‌شناسی اقتصادی ارائه شده و در بخش آخر یافته‌های این بررسی مورد بحث و نتیجه‌گیری قرار گرفته است. بدینوسیله از مسئولین محترم سازمان صنایع و معادن استان آذربایجان شرقی که امکانات لازم جهت انجام این بررسیها را فراهم آورده‌اند، قدردانی می‌گردد.



بخش نخست : کلیات

۱-۱- موقعیت جغرافیائی منطقه و راههای ارتباطی

منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان شرقی قرار داشته و از توابع شهرستان مرند است و در ۱۶ کیلومتری جنوب تا جنوب شرق شهرستان جلفا واقع شده است.

این ناحیه در مرکز نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ جلفا و شمال شرق نقشه توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰: ۱ یامچی و شمال غرب نقشه توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ زفوز و همین طور شمال شرق نقشه توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰ عریان تپه و شمال غرب نقشه توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰ هرزند جدید با مختصات جغرافیائی از:

عرض شمالی $38^{\circ} 41' 30''$ تا $38^{\circ} 45' 00''$

طول شرقی $45^{\circ} 40' 30''$ تا $45^{\circ} 48' 00''$

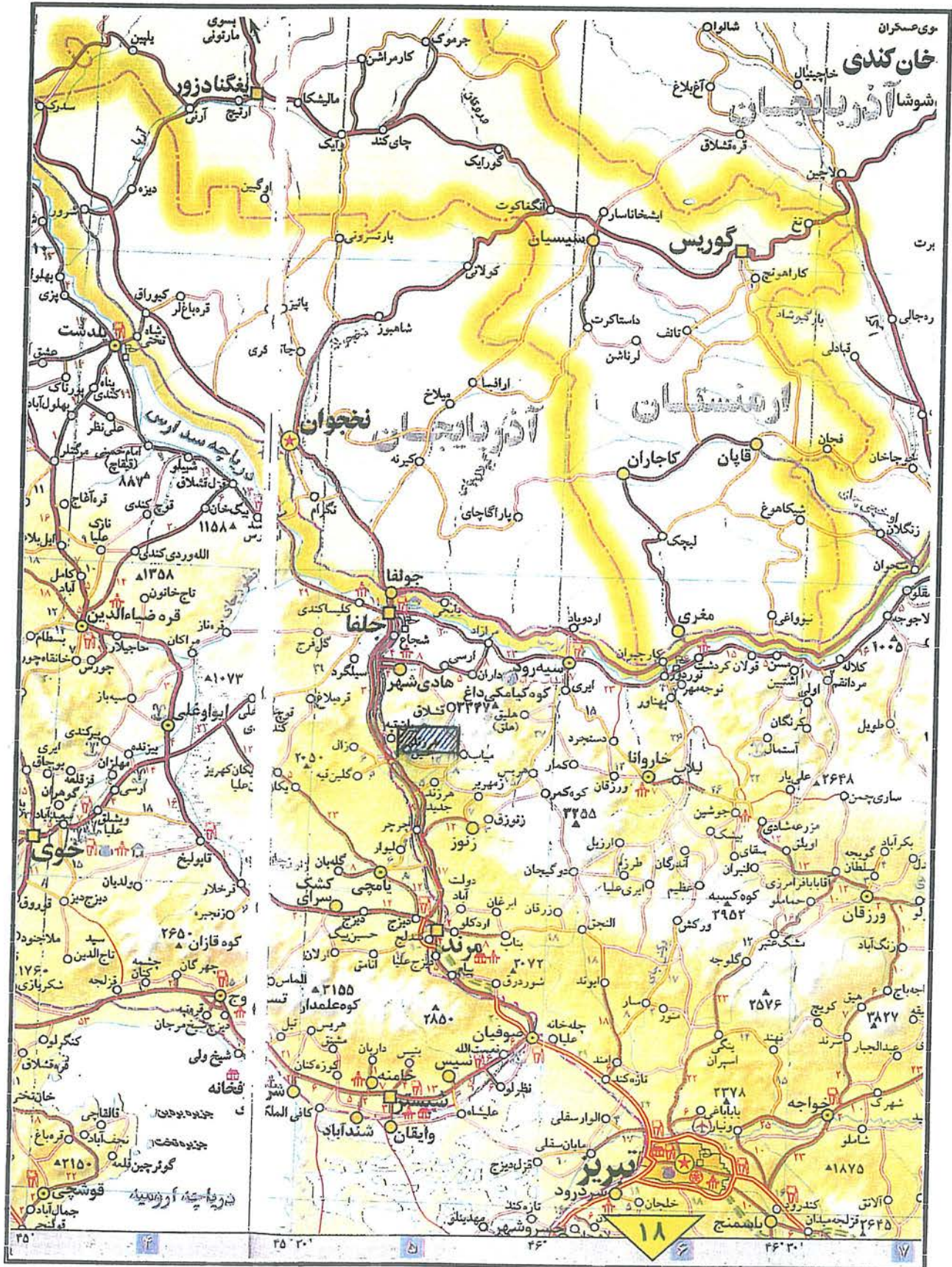
گسترده شده است.

وسعت ناحیه مورد بررسی در حدود ۷۰ کیلومتر مربع می باشد. بهترین راه دسترسی به منطقه از طریق جاده آسفالت تبریز - مرند - جلفا می باشد، که در ۲۷ کیلومتر جاده مرند - جلفا یک جاده آسفالت به سمت شرق وجود دارد و از طریق این جاده پس از پشت سر گذاشتن روستاهای بابر پائین و بابر بالا می توان به روستای میاب (که در گوشه جنوب شرق منطقه واقع شده است) رسید. البته برای رسیدن به روستای هرزند عتیق که در جنوب غرب منطقه قرار دارد، از ۳ کیلومتر جاده آسفالت بابر از طریق یک جاده خاکی و پس از طی ۵ کیلومتر می توان به این روستا رسید. موقعیت جغرافیائی و راههای ارتباطی منطقه مطالعاتی در شکل (۱-۱) دیده می شود.

روستای میاب با ۳۰۰ خانوار جمعیت که فقط بخشی از آن در جنوب شرق محدوده مطالعاتی واقع شده است و روستای هرزند عتیق (قدیم) با ۱۵۰ خانوار جمعیت در جنوب غرب منطقه مطالعاتی تنها روستاهای واقع در محدوده فوق الذکر می باشند.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

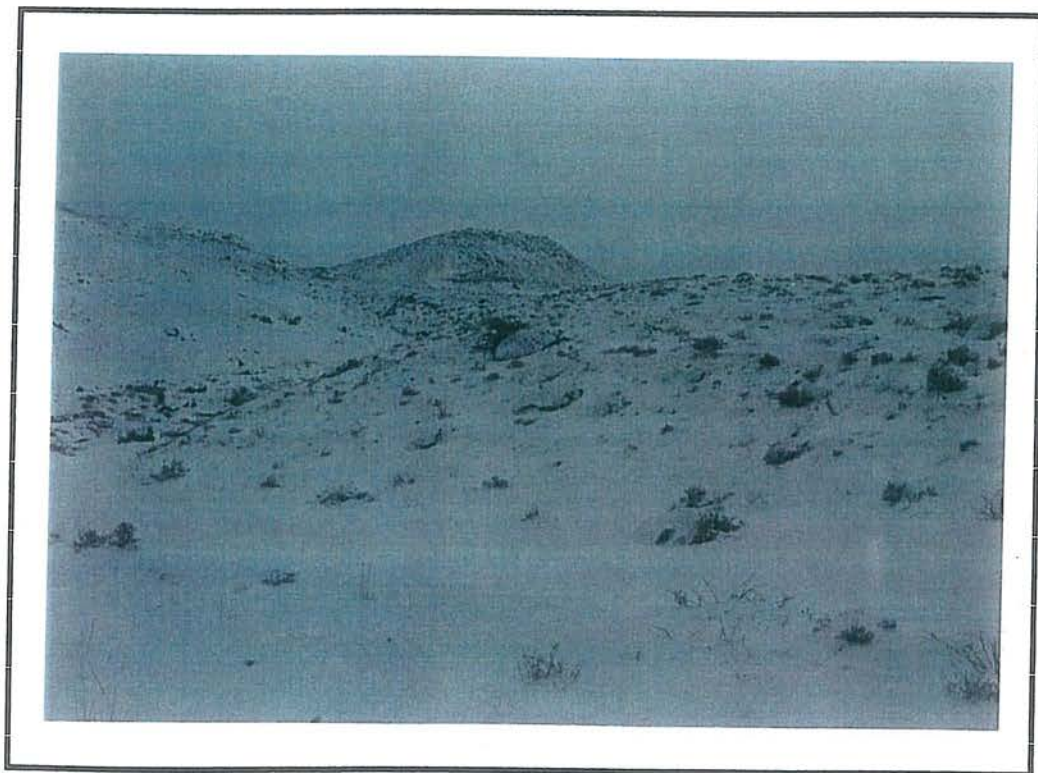


شکل (۱-۱): موقعیت جغرافیائی و راههای دسترسی به منطقه
مقیاس ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰



۱-۲- آب و هوای منطقه

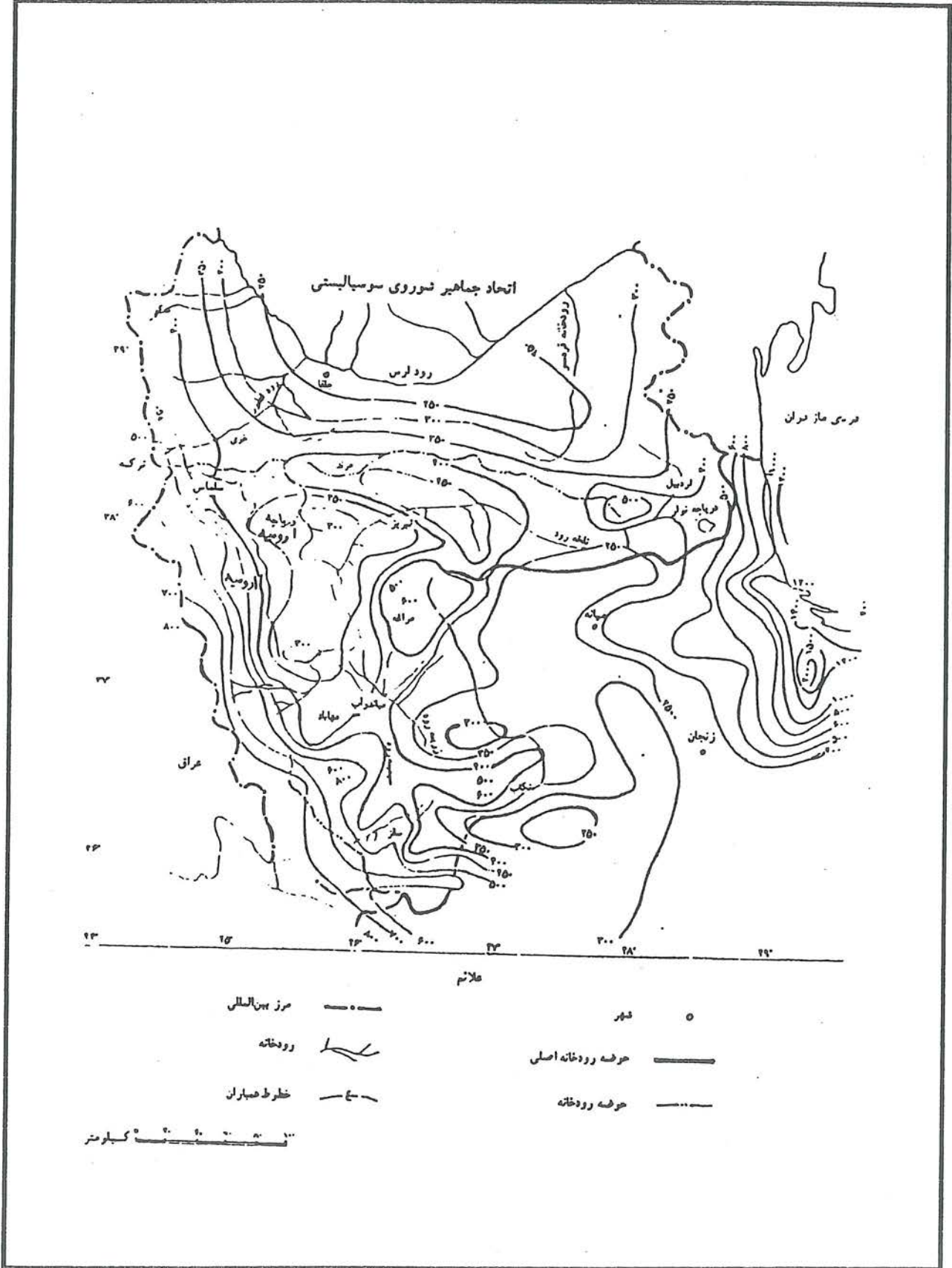
عرض جغرافیائی بالا و عواملی چون دریا‌های خزر، مدیترانه، سیاه، دریاچه ارومیه و نفوذ توده‌های هوای سرد سیبری و رشته کوه‌های متعدد نقش مهمی در تعیین آب و هوای منطقه دارد. محدوده مطالعاتی به دلیل ارتفاع زیاد نسبت به مناطق مجاور آب و هوای سرد و کوهستانی دارد و دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل و ملایم با آب و هوای مطلوب است. میزان بارش سالیانه در منطقه به طور متوسط در حدود ۴۰۰-۳۵۰ میلی‌متر است که در زمستان‌ها عمدتاً به صورت برف می‌باشد. شکل (۱-۲) بیانگر زمستان‌های پر برف بویژه در ارتفاعات منطقه است. در شکل (۱-۳) منحنی‌های هم‌باران در منطقه مطالعاتی و مناطق مجاور دیده می‌شود. آب و هوای مساعد باعث رونق کشاورزی و دامپروری در این ناحیه شده است. البته، به دلیل کوهستانی بودن محدوده مطالعاتی، در مقایسه با کشاورزی دامپروری رونق بیشتری دارد.



شکل (۱-۲): نمائی از زمستان‌های پر برف و سرد منطقه مطالعاتی.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند



شکل (۱-۳): نقشه منحنی‌های هم‌باران در منطقه آذربایجان (منبع: اداره کشاورزی مرند).



۱-۳- توپوگرافی و ژئومورفولوژی منطقه

منطقه مورد مطالعه از نظر توپوگرافی یک منطقه کوهستانی محسوب می‌شود. مرتفع‌ترین بخش منطقه شمال شرق محدوده با حداکثر ارتفاع ۲۹۰۰ متر نسبت به سطح دریا می‌باشد که کوه گلش‌داغی از سلسله جبال کیامکی را در بر گرفته است. از شمال شرق منطقه به سمت جنوب و جنوب غرب ارتفاع کاهش پیدا می‌کند به طوری که کمترین ارتفاع در جنوب غرب منطقه (غرب روستای هرزند عتیق) با ۱۶۰۰ متر می‌باشد.

از لحاظ ژئومورفولوژی منطقه را می‌توان به سه بخش تقسیم‌بندی کرد:

• بسیار مرتفع،

• مرتفع و

• پست.

• بخش بسیار مرتفع: شامل کوه‌های گلش‌داغی، بیوک‌گوزی، اوری، صفرارخاجی، آردوج و غیره می‌باشد که عمدتاً از توده‌های داسیتی و گاهی آهکی تشکیل شده‌اند. با این تفاوت که گنبد‌های داسیتی همانند کوه بیوک‌گوزی و اوری از صخره‌های سنگی خشن پوشیده شده‌اند و در اطراف خود دره‌های عمیق و گاه "پرتگاه‌ها" را به وجود آورده‌اند. اما توده‌های آهکی همانند کوه صفرارخاجی در ارتفاعات از پوشش خاکی زیادی برخوردار بوده و حالت تپه‌ماهوری به خود گرفته‌اند.

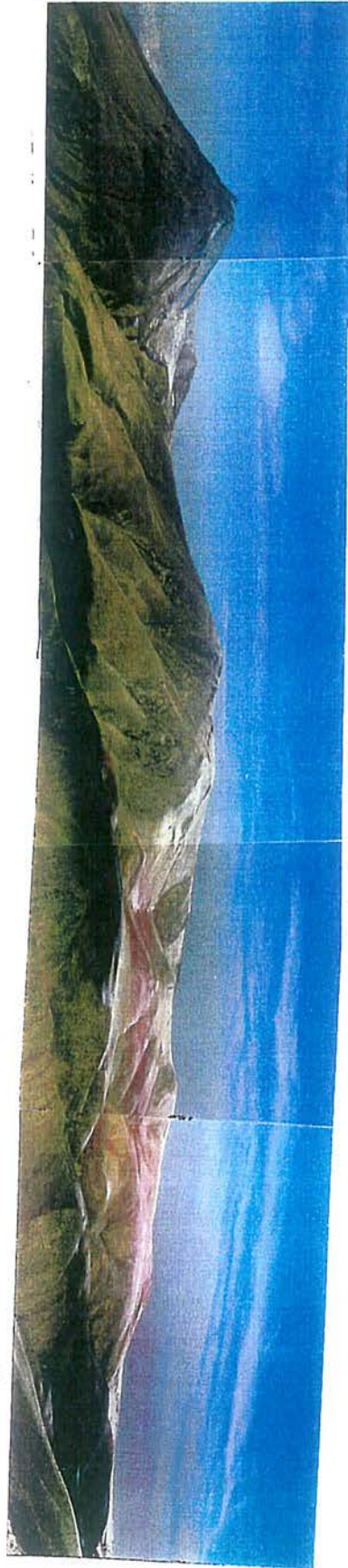
• بخش مرتفع: عمدتاً از کوه‌هایی با سنگ‌های آهکی تشکیل شده‌اند، همانند لاواسر که به دلیل پوشش زیاد خاک کشاورزی و شیب ملایم مزارع با آبیاری دیمی و علف‌زارها را تشکیل می‌دهد. البته دره‌ها و مناطق بین کوه‌های مرتفع، که عمدتاً از رسوبات ماسه سنگی و کنگلومرانی تشکیل شده است، را هم می‌توان جزء این بخش دانست.

• بخش پست: این بخش که عمدتاً قسمت‌های جنوبی منطقه را شامل می‌شود و از رسوبات عهد حاضر (کوآترن) تشکیل یافته است، بیشترین زمین‌های کشاورزی و مراتع را به خود اختصاص می‌دهد، که شیب ملایمی به سمت جنوب دارد. چشم‌انداز گسترده‌ای از توپوگرافی عمومی و برونزدهای سنگی در شکل (۱-۴) مشاهده می‌شود.



Tehran Padir

اكتشاف مقدماتی آمین در شمال مرند



شکل (۱-۳) : نمایی از توپوگرافی منطقه به طوری که کوه بلند اوری در سمت چپ و کوه صفر آرخاجی در مرکز تصویر مشاهده می‌گردد (دید به سمت غرب).



۱-۲-۴- روش مطالعه

به منظور تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۲۰,۰۰۰ در منطقه مورد نظر برنامه‌ای در سه مرحله تهیه و تنظیم و به شرح زیر اجرا گردید:

۱-۲-۴-۱- جمع‌آوری اطلاعات و نقشه‌های موجود در ارتباط با منطقه

در این مرحله نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۲۵,۰۰۰ منطقه مطالعاتی تهیه و سپس محدوده فوق‌الذکر دقیقاً بر روی آنها مشخص گردید، سپس عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ محدوده مورد نظر تهیه گردید.

نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ تبریز- پلر دشت و نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ جلفا که محدوده مورد نظر را پوشش می‌دهد، تهیه گردید.

۱-۲-۴-۲- عملیات صحرائی

قبل از شروع عملیات صحرائی، مطالعه عکس‌های هوایی توسط دستگاه استریوسکوپ انجام گرفت و کنتاکت‌های سنگی - آبراهه‌ها - گسل‌ها مشخص شد. سپس محدوده مطالعاتی مشخص شده روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰/سکن گردید و توسط نرم‌افزارهای مناسب کامپیوتری به صورت یک نقشه با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ چاپ شد.

عملیات صحرائی در آبان ماه ۱۳۸۰ آغاز گردید که به دلیل بارش سنگین برف به صورت نیمه‌تمام رها گردید و مجدداً در آذر ماه و سپس در فروردین ماه ۸۱ پایان یافت. در این مرحله تعداد ۶۴ نمونه جهت مطالعات پتروگرافی - مقاطع صیقلی - آنالیز عنصری و XRD برداشت گردید و محل نمونه‌گیری‌ها بر روی عکس‌های هوایی مشخص گردید. در ضمن مختصات محل نمونه‌برداری توسط دستگاه GPS در سیستم UTM دقیقاً تعیین شد.

در این مرحله از کار کنتاکت‌های سنگی، عوارض زمین شناسی و گسل‌ها بر روی عکس‌های هوایی دقیقاً علامت‌گذاری گردید.



۱-۴-۳- مطالعات آزمایشگاهی

در این مرحله تعداد ۶۴ نمونه جهت مطالعات آزمایشگاهی برداشت گردید که بر اساس نظر کارشناس کانی شناسی تعداد ۳۳ نمونه برای تهیه مقاطع نازک، تعداد ۱ نمونه برای شناسایی کانی‌ها به روش XRD و تعداد ۵ نمونه برای آنالیز عنصری به روش XRF به شرح زیر به آزمایشگاه ارسال گردید.

برنامه آزمایشگاهی نمونه‌های منطقه هرزند عتیق

نمونه	آزمایش
80-SHHZ-01	Thin Section
80-SHHZ-02	Thin Section
80-SHHZ-04	Thin Section
80-SHHZ-06	Thin Section
80-SHHZ-08	Thin Section
80-SHHZ-09	Thin Section
80-SHHZ-12	Thin Section
80-SHHZ-13	Thin Section
80-SHHZ-15	Thin Section
80-SHHZ-16	Thin Section
80-SHHZ-17	Thin Section
80-SHHZ-18	Thin Section
80-SHHZ-19	Thin Section
80-SHHZ-22	Thin Section
80-SHHZ-23	Thin Section
80-SHHZ-24	Thin Section
80-SHHZ-26	Thin Section
80-SHHZ-28	Thin Section
80-SHHZ-29	Thin Section
80-SHHZ-30	Thin Section
80-SHHZ-32	Thin Section
80-SHHZ-35	Thin Section
80-SHHZ-36	Thin Section
80-SHHZ-37	Thin Section
80-SHHZ-44	Thin Section
80-SHHZ-46	Thin Section
80-SHHZ-48	Thin Section
80-SHHZ-49	Thin Section
80-SHHZ-50	Thin Section
80-SHHZ-60	Thin Section
80-SHHZ-61	Thin Section
80-SHHZ-63	Thin Section
80-SHHZ-64	Thin Section
81-SHHZ-20	XRF
81-SHHZ-21	XRF
81-SHHZ-39	XRF
81-SHHZ-41	XRF
81-SHHZ-53	XRF
81-SHHZ-11	XRD

لیست نمونه‌ها به همراه گزارش تفصیلی مطالعات پتروگرافی و مینرالوگرافی و آنالیزهای عنصری و کانی شناسی در پیوست گزارش آمده است.



۱-۴-۴- تهیه و تدوین نقشه زمین‌شناسی و گزارش نهائی

جهت تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰,۰۰۰ تمامی عوارض زمین‌شناسی - گسل‌ها - کنتاکت‌های مشخص شده بر روی عکس‌های هوائی بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۰,۰۰۰ پیاده گردید. سپس با نرم‌افزارهای مناسب کامپیوتری ترسیم و به‌صورت نهائی چاپ شد. پس از مطالعه مقاطع نازک و تفسیر آنالیزهای شیمیائی گزارش نهائی تدوین گردید.



بخش دوم: زمین‌شناسی و چینه‌شناسی

۱-۲- موقعیت زمین‌شناسی و چینه‌شناسی منطقه آذربایجان^۱

در تقسیم بندی‌های رایج زمین‌شناسی ایران محدوده آذربایجان جایگاه یکسانی ندارد. البته این مسئله بیشتر به چگونگی نگرش صاحب نظران و تفکر آنها در زمین‌شناسی ایران ارتباط پیدا می‌کند. اشتوکلین (۱۹۶۸) بخش اعظم آذربایجان را جزئی از ایران مرکزی و حاشیه شمال شرقی آن را جزء زون البرز و بخش جنوب غربی آن را جزء زون سندج - سیرجان به حساب آورده است. نبوی (۱۳۵۵) در تقسیم‌بندی محدوده‌های تکتونیکی - رسوبی ایران، بخش عمده آذربایجان را در زون البرز غربی - آذربایجان قرار می‌دهد، شکل (۱-۲).

طی پالئوزوئیک، وقوع حرکات قائم در کامبرین، سبب تغییر ناگهانی لیتولوژی یا نبود رسوب‌گذاری (بین سازندهای میلا و لالون) شده است. به نوشته نبوی (۱۳۵۵)، سنگ‌های سیلورین و دونین زیرین با نبود چینه‌شناسی همراه است. به عقیده افتخارنژاد در سنگ‌های پالئوزوئیک میانی نشانه‌هایی حاکی از فرسایش در سرتاسر آذربایجان دیده می‌شود که نمایانگر بالاآمدگی حاصل از حرکات خشکی زائی به سن کالدونین است. به عقیده وی، هیچ فاز کوهزائی طی پالئوزوئیک زیرین تا دونین، سرزمین آذربایجان را تحت تأثیر قرار نداده است.

به نوشته افتخارنژاد (۱۹۷۵)، پدیده تکتونیکی مهمی در اوایل دونین، که با شکستگی توأم بوده، باعث تقسیم بسیار مشخص رخساره‌ها در آذربایجان شده است. شکستگی مزبور از گودال زنجان - ابهر شروع و با امتداد شمال غرب تا رشته کوه‌های شمال تبریز و از آنجا تا شمال غرب آذربایجان و قفقاز ادامه می‌یابد.

سنگ‌های کربونیفر فوقانی مانند سایر نقاط ایران در آذربایجان نیز وجود ندارد، تنها در قسمتی از آذربایجان (منطقه ماکو - تبریز) سنگ‌های آذرین درونی از نوع سینیت گزارش شده است (نبوی، ۱۳۵۵). به اعتقاد ریبین^۲، (۱۹۵۳) حرکات هرسی نین در زنوز، خوی، مورو، میشو، هرزند و دره‌دیز قابل مشاهده است. چنانکه در چهارگوش منطقه مطالعاتی مجموعه ماسه سنگی و آهنی پرمین به حالت دگرشیب بر روی سنگ‌های آتشفشانی دونین قرار دارند. سیستم پرمین کمایش در سراسر این زون با

^۱ تمامی مطالب این بخش از منابع رایج زمین‌شناسی اخذ شده است و صرفاً جهت آشنایی خوانندگان با منابع زمین‌شناسی مرتبط با منطقه آذربایجان می‌باشد و به هیچ وجه دلیلی بر قبول یا رد این نظرات نیست.

^۲ Rieben



واحد قرمز رنگ آواری، که مشخصه خشکی است، آغاز می‌گردد و به دنبال آن آهک‌های دریائی پرمین تشکیل شده‌اند.

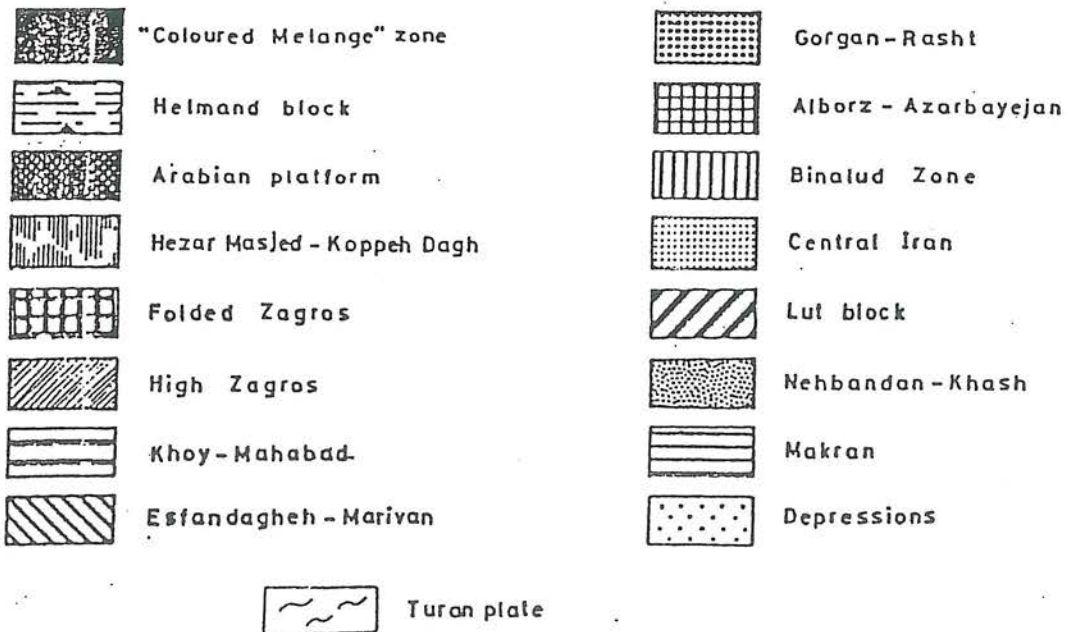
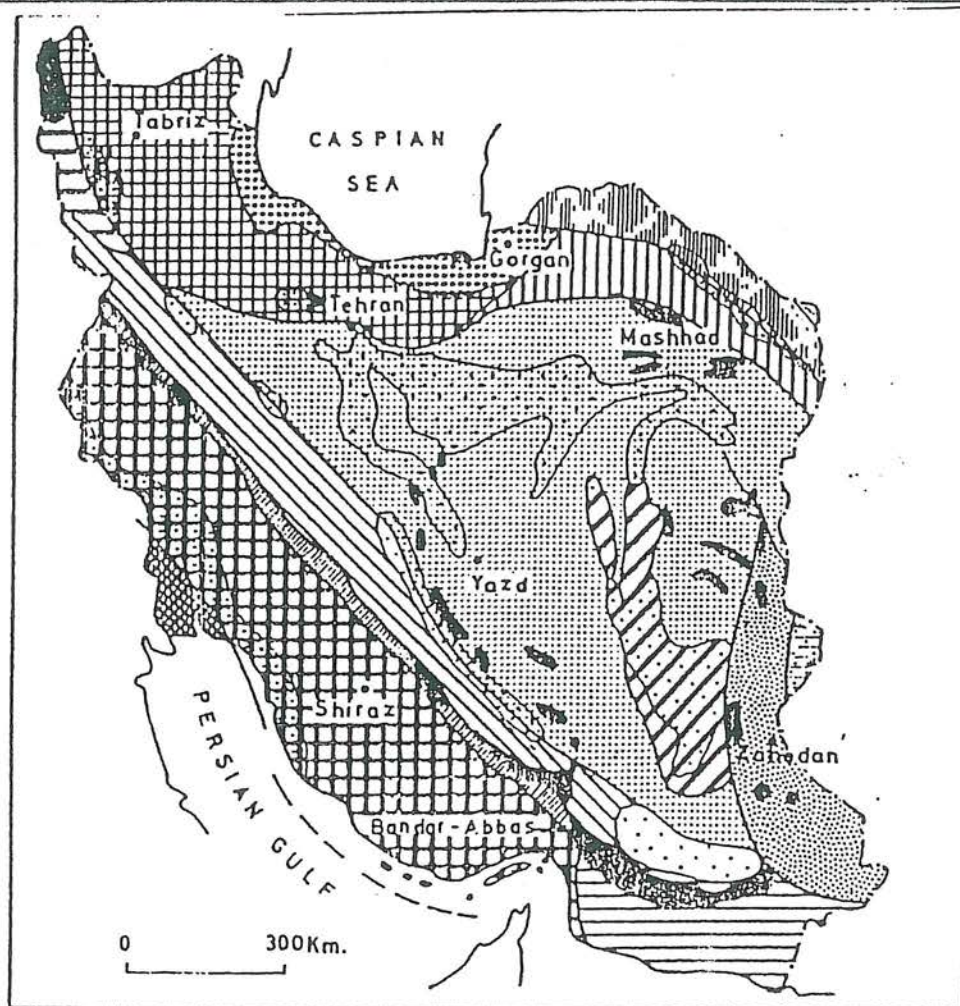
در طی تریاس بالائی و قبل از رسین، حرکات مهمی در آذربایجان به وقوع پیوست و به حالت پلاتفرمی پایدار پالئوزوئیک خاتمه داد. به عقیده افتخارنژاد (۱۹۷۵)، در اثر حرکات تریاس بالائی، شکافته شدن پلاتفرم پالئوزوئیک به دو بخش جداگانه بود. این خط جداکننده (گسل زرینه‌رود) نسبت به خط جداکننده پیش از دونین کاملاً متفاوت بوده است. این دو خط احتمالاً به‌همدیگر ملحق شده و به صورت یک خط منفرد به سمت شمال غربی آذربایجان و از آنجا به سمت قفقاز ادامه می‌یابد. بخش غرب و جنوب غربی این خط جداکننده به یک گودی با فرونشینی مداوم تبدیل شده و رسوبات ضخیم با رخساره شیلی همراه مواد آتشفشانی زیردریائی از تریاس تا کرتاسه پایانی در آن انباشته گردیده‌اند. حاشیه شرقی این زون به تدریج فرونشسته و به یک محیط دریائی عمیق تبدیل شده که رسوبات پلاژیک به همراه مواد آتشفشانی زیردریائی طی کرتاسه بالائی تا ائوسن زیرین در آن انباشته شده‌اند. این بخش بوسیله کوهزائی آلپی آغازی، شدیداً تحت تأثیر قرار می‌گیرد و آهک پلاژیک، رادیولاریت، افیولیت و رسوبات تخریبی از نوع فلیشی به صورت مخلوط درهمی در می‌آید (زون کالرد ملانژ).

فرآیندهای تکتونیک در سمت دیگر خط جداکننده (گسل زرینه‌رود) پس از حرکات تریاس بالائی منجر به تشکیل یک محیط قاره‌ای (رسین، لیاس، شیل‌ها و ماسه سنگ‌های ذغال‌دار جنوب آذربایجان) و گهگاه دریائی (ژوراسیک بالائی) در شرق و شمال شرقی منطقه شده است. فعالیت کوهزائی آلپی اصلی در این منطقه تا چین‌خوردگی شدید و گسل خوردگی در کرتاسه پایانی یا ترشیر آغاز می‌شود. این آثار آتشفشانی قابل توجه مربوط به کرتاسه بالائی هستند ولی فعالیت آتشفشانی مهم و عمدتاً زیردریائی طی ائوسن به ظهور رسیده است (افتخارنژاد، ۱۹۷۵).

مطالعات انجام گرفته فعالیت‌های ماگمائی گسترده‌ای از زمان پالئوسن تا کواترنر را به اثبات رسانیده است. در طول دوران سنوزوئیک تأثیر فازهای کوهزائی آلپی در زون البرز غربی - آذربایجان باعث به وجود آمدن حجم گسترده‌ای از سنگ‌های آذرین خروجی، نیمه‌نفوذی و نفوذی گردیده است که اوج این فعالیت‌ها به‌طور متناوب در چند مرحله قابل تشخیص است. مهمترین آنها ائوسن و الیگوسن می‌باشد. ادامه این ماگماتیسم با شدت زیاد در کواترنر بیشتر به صورت ولکانیکی تظاهر کرده است. بنابراین در مورد ماگماتیسم آذربایجان در دوران سوم می‌توان به‌طور خلاصه چنین اظهار نظر کرد:



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند



شکل (۱-۲) : تقسیم‌بندی واحدهای زمین‌شناسی و ساختمانی ایران، م.ج. نبوی، (۱۳۵۵)، همان‌طوری که مشاهده می‌گردد منطقه مطالعاتی در زون البرز - آذربایجان قرار دارد.



در آغاز الیگوسن طی حرکت کوهزائی پیرنه توده‌های نفوذی متعددی مانند سینیت بزگوش (لطقی، ۱۳۵۴) و اهر (باباخانی، ۱۳۶۰) به‌داخل سنگ‌های آتشفشانی ائوسن نفوذ کرده که موجب چین‌خوردگی‌هایی در رسوبات غرب و جنوب غربی آذربایجان شده است. افتخارنژاد، (۱۹۷۵) عقیده دارد که حرکات تکتونیکی در پلیوسن اهمیت زیادی داشته‌اند و گواه آن فعالیت‌های مهم آتشفشانی طی پلیو-کواترنر و همچنین فعالیت گسل‌های بی‌شماری است که حتی رسوبات عهد حاضر و نهشته‌های آبرفتی را قطعه قطعه کرده‌اند.

در مورد فعالیت‌های - آتشفشانی نیمه‌خاموش آذربایجان باید از سبلان، که ویژگی‌های آتشفشانی حاشیه قاره‌ای دارد (درویش‌زاده، ۱۳۵۴) و همچنین سهند نام برد. گدازه‌های بازالتی و اسکوری‌های کوه آرارات در مرز ترکیه که دشت‌های اطراف ماکو را با وسعت زیاد پوشانده‌اند، آخرین گواه فعالیت آتشفشانی آذربایجان محسوب می‌شوند.

ولکانیک‌های سنوزوئیک ناحیه آذربایجان اکثراً در بخش شرقی آن متمرکز شده‌اند به‌طوری که برخی از محققین ناحیه شرقی آذربایجان را یک فلات ولکانیک نامیده‌اند که توسط فروافتادگی نئوژن احاطه شده است (دیدون و ژمن، ۱۹۷۶؛ لطقی، ۱۹۷۶؛ م. لسکویه و ریو، ۱۹۷۶؛ آلبرتی و همکاران، ۱۹۷۹). ریو این ناحیه را از نظر ساختاری به کمر بند آتشفشانی آلپی متعلق می‌داند.

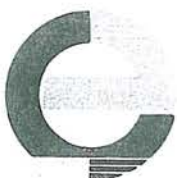
مهمترین ردیف آتشفشانی منسوب به پالئوسن که حاصل فعالیت‌های آتشفشانی عمدتاً زیردریائی بوده و در مناطقی از شرق آذربایجان، از جمله جنوب کوه‌های قره‌داغ، اطراف هریس، جنوب غربی کوه شیورداغ، شرق اردبیل و منطقه کلپیر قابل مشاهده است. بررسی‌های پتروگرافی نشان داده است که حضور آنالسیم اولیه به‌همراه فلدسپات پتاسیم‌دار در سنگ‌های ماگمایی سازند مجیدآباد از ویژگی بارز آنها است که دال بر ویژگی آلکالن و خاستگاه ژرف ماگمایی سازنده آنها است (باباخانی و همکاران، ۱۳۶۹).

فعالیت آتشفشانی در آذربایجان همانند البرز و ایران مرکزی، در ائوسن به‌اوج خود رسیده است که حاصل این فعالیت ایجاد فلات آتشفشانی آذربایجان است. مهمترین ردیف آتشفشانی این دوره سازند کرج و هم‌ارزهای آن است. این ردیف در ناحیه اهر به‌سه قسمت زیرین، میانی، زبرین تقسیم می‌گردد که ترکیب سنگ‌های آنها متنوع است اما عمدتاً "لاتیت‌آندزیتی تا آندزیتی می‌باشد. پاره



سازند بالایی در کوه اوغلان داغ ظاهر شده و پی آتشفشانی سبلان را تشکیل می‌دهد. ائوسن در ناحیه میانه شامل لاتیت‌های زیرین و ریولیت، لاتیت‌ها و آندزیت میانی، تراکیت و تراکی آندزیت‌های زبرین است. ولکانیسم ائوسن در این ناحیه با گدازه‌های غنی از پتاسیم پایان می‌پذیرد. در جنوب آذربایجان در ناحیه تکاب، صائین قلعه سنگ‌های مربوط به ائوسن از نظر ترکیب دقیقاً با البرز و ایران مرکزی قابل مقایسه‌اند که وجود گدازه‌ها و توف‌های حاصل از فعالیت ولکانیک زیردریایی کم عمق از ویژگی‌های آن محسوب می‌گردد. در نواحی جنوب شرقی مراغه نیز ردیف آتشفشانی ائوسن رخنمون شده است که از جریان‌های گدازه آندزیت پورفیری تشکیل گردیده است.

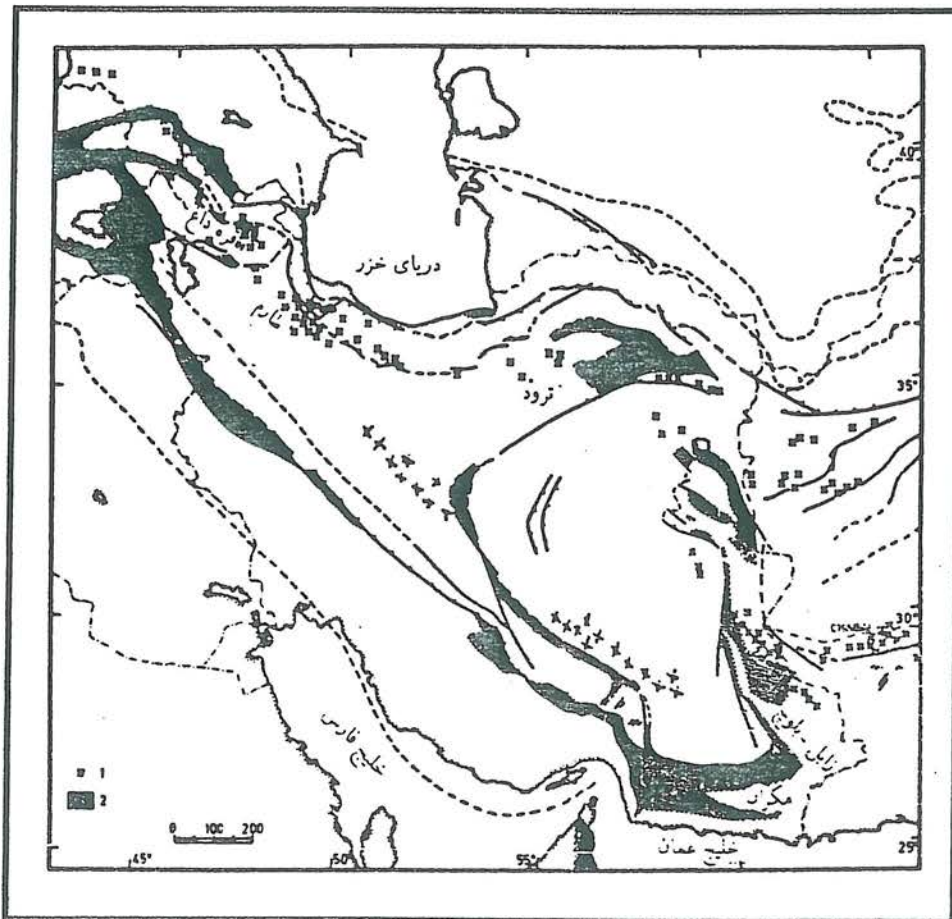
ریو و همکاران (۱۹۸۱) بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی به این نتیجه رسیده‌اند که سنگ‌های ولکانیک ائوسن شمال آذربایجان از سه سری سنگ به شدت زیراشباع، آلکالن و کالکو - آلکالن تشکیل شده‌اند که از نظر زمانی و مکانی به هم مربوط هستند و منطقه‌بندی جغرافیایی کاملاً روشنی را نشان نمی‌دهند. شباهت‌های موجود بین سری‌های مختلف نشان می‌دهد که ماگمای مادر این مجموعه‌ها از جبهه بالائی غنی از عناصر فعال منشاء گرفته است. نامبرده اظهار می‌دارد هیچ شاهدهی دال بر وجود یک زون فرورانش، حتی در ائوسن، وجود ندارد. این خصوصیات نشان‌دهنده آن است که به احتمال زیاد ماگمای تمام این سنگ‌ها به شدت زیراشباع بوده و سنگ‌های آلکالن و کالکو - آلکالن حاصل تحولات این ماگما از نوع اختلاط، آغشتگی و غیره می‌باشد. در شکل (۲-۲) پراکندگی توده‌های ائوسن در پهنه ایران دیده می‌شود. ولکانیسم الیگوسن در مقایسه با ائوسن ناچیز است. به طوری که در این زمان ولکانیسم ترسیر آذربایجان تا حدود زیادی فروکش کرده و جای خود را به توده‌های نفوذی متوسط دانه اسیدی داده است. به طوری که در منطقه میانه تعدادی توده نفوذی گرانیتی وجود دارد، ولی فقط مقدار کمی فعالیت‌های ریولیتی گزارش شده است. همچنین در منطقه سبلان و اهر تعدادی توده‌های نفوذی مونزونیتی - تونالیتی وجود دارد و مقداری هم فوران‌های داسیتی - ریوداسیتی گزارش شده است. در شرق آذربایجان اغلب توده‌های نفوذی مشاهده می‌شود و فوران‌های خروجی کم‌یابند. توده‌های داسیتی منطقه مطالعاتی (هرزند) مربوط به ائوسن پایانی - الیگوسن آغازی است. در میوسن زیرین و میوسن بالائی - پلیوسن فعالیت‌های آتشفشانی در آذربایجان شدت گرفته است که در خیلی از نقاط آذربایجان آثار آن همراه سازند قم و سازند قرمز بالائی



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

دیده می‌شوند. مثلاً در ناحیه میانه بازالت‌های آلکالن همراه سازند قم دیده می‌شوند که روی آنها آندزیت‌ها، لایت‌های پورفیری، داسیت و ریوداسیت دیده می‌شود. همین مسئله را در ناحیه سبلان نیز با حجم بیشتر آندزیت‌ها و لایت‌ها می‌توان دید.

در ناحیه بزگوش (لطفی، ۱۳۵۴) گدازه‌های ریولیتی و توف‌های جوش خورده فراوانی وجود دارد. در جنوب آذربایجان در بسیاری از مناطق سازند قم را توف و مارن تشکیل می‌دهد. این مسئله در برخی قسمت‌های سازند سرخ بالائی هم دیده می‌شود.



شکل (۲-۲): پراکندگی توده‌های نفوذی سنوزوئیک در پهنه ایران (ف. بربریان و همکار (۱۹۸۲) با تغییر مختصر. (۱) توده‌های نفوذی. (۲) نوار افیولیت، رادیولاریت کرتاسه فوقانی.



۲-۲- چینه‌شناسی و تشریح واحدهای سنگی منطقه مطالعاتی معرفی شده در

نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ جلفا

در شکل (۲-۳) بخشی از نقشه نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ جلفا، منتشر شده از سوی سازمان زمین‌شناسی کشور، مشاهده می‌شود. در این بخش از گزارش واحدهای سنگی مختلفی که در محدوده مطالعاتی برونزد دارند بر مبنای نقشه مذکور تشریح می‌گردد.

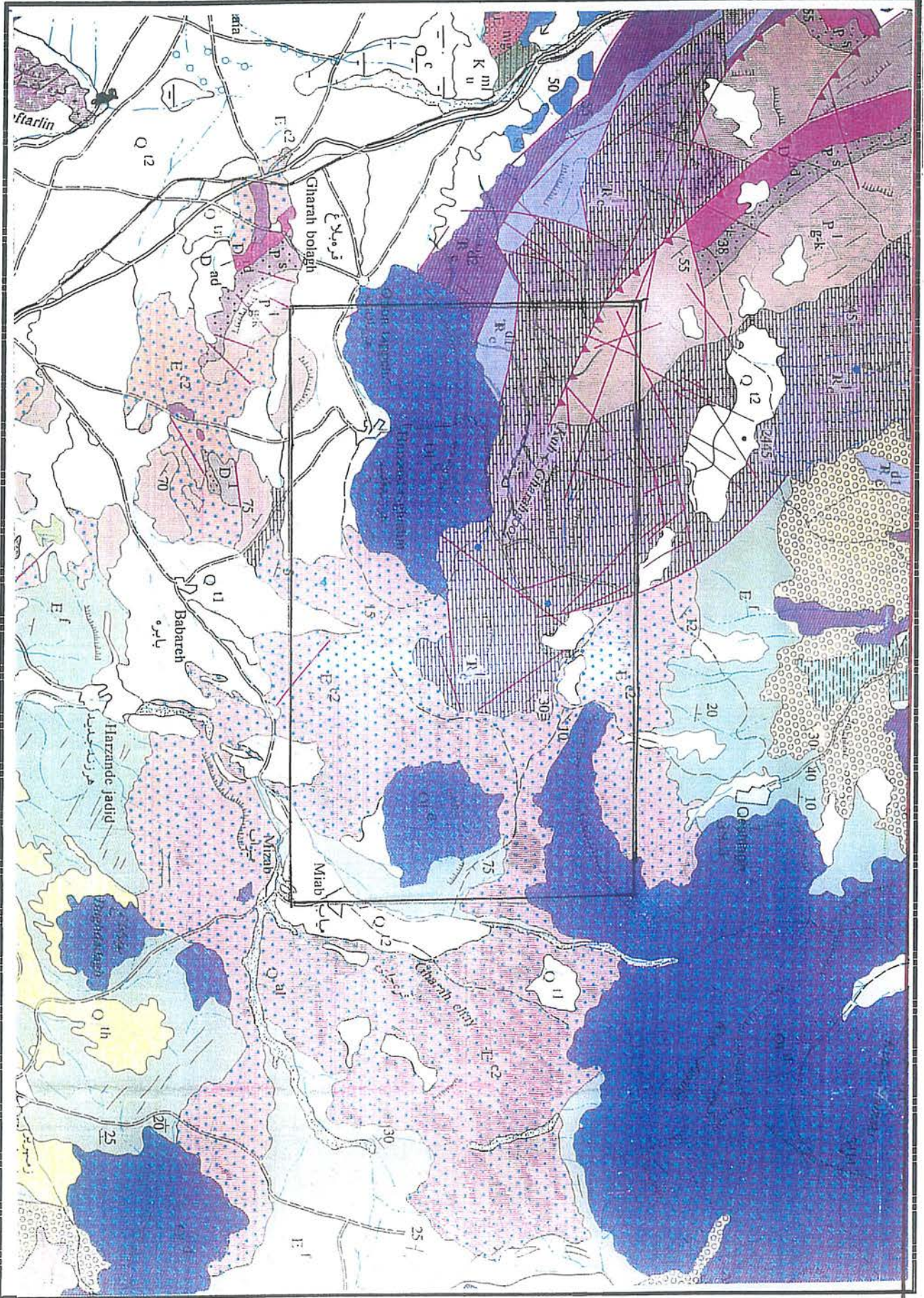
۲-۲-۱- واحد سنگی پرمین (Pg-k)

قدیمی‌ترین واحد سنگی منطقه مطالعاتی واحد کربناته پرمین می‌باشد. سنگ‌های مربوط به پرمین وسعت قابل توجهی در شمال غرب و شمال منطقه جلفا را در بر می‌گیرد. این نهشته‌ها با یک پی ماسه سنگی قرمز با گسترش قابل توجهی شمال غرب و شمال منطقه جلفا را در بر می‌گیرد. این نهشته‌ها با یک پی ماسه سنگی قرمز رنگ آغاز شده سپس به صورت یک واحد سبتر آهکی میانجی سازند علی‌باشی (استیانوف و همکاران، ۱۹۶۹) به صورت پیوسته زیر نهشته‌های سازند الیکا قرار می‌گیرد. ضخامت نهشته‌های ماسه سنگی و کربناتی پرمین در حدود ۱۴۰۰ متر است که ۱۲۹۰ متر آن وابسته به سری‌های کربناتی آن می‌باشد. ضخامت سازند علی‌باشی وابسته به آخرین اشکوب پرمین نیز در حدود ۲۰ متر برونزد دارد.

- واحد ماسه سنگی قومز پرمین زیرین : برونزد مشخصی در شمال پیراسحاق، شمال قره‌گوز و جنوب غرب قره‌بلاغ دارد. البته لازم به یادآوری است که در چهارگوش مطالعاتی واحد ماسه سنگی مزبور رخنمون ندارد. سازنده اصلی این واحد ماسه سنگ همراه با میان لایه‌های کنگلومرانی و میکرو کنگلومرانی است که رنگی قرمز دارند، ماسه سنگ‌ها در سطح شکست به رنگ صورتی مایل به کرم هستند و آثار چینه‌بندی چلیپائی (Cross Bedding) به صورت آشکاری در آنها مشاهده می‌شود. این واحد با یک همبری از نوع ناپیوستگی هم‌شیب بر روی سری‌های ولکانیکی زیرین با سن دونین بالا- کربنیفر قرار می‌گیرد و خود به صورت عادی و هم‌شیب بوسیله آهک‌های پرمین بالا پوشیده می‌شود و ضخامتی در حدود ۱۱۰ متر دارد.
- واحد کربناته پرمین (سازند جلفا): سازند جلفا شامل دو واحد یا دو بخش است. یکی واحد A یا



Tehran Padir



شکل (۳-۲) : در تصویر بالا بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۶۰,۰۰۰، ۱: چهار گوش جلفا مشاهده می شود که محدوده مطالعاتی در مرکز تصویر مشخص شده است.



بخش سیل‌گرد و دیگری واحد B یا بخش شامار. واحد A یا بخش سیل‌گرد دارای لایه‌هایی از شیل‌های کربناتی خاکستری رنگ با نمای ظاهری نسبتاً پست و لایه‌هایی از سنگ آهک شیلی خاکستری و پرفسیل که به‌طور متناوب در میان آنها جای گرفته و ضخامت آن ۱۵۲ متر می‌باشد. بخش سیل‌گرد هم ردیف برش الگوی لایه‌ای گنیشیک (Arakelian, 1964) از تاقدیس گنیشیک در ارمنستان با ضخامت حدود ۱۲۱ متر اندازه‌گیری شده است. برش دوراشام جنوب شرق نخجوان این ضخامت که توسط ایلیجینا در سال ۱۹۶۵ و همچنین روژنتسوف و سادیچووا در همان سیال ارائه گردیده، حدود ۷۰ تا ۱۰۰ متر اندازه‌گیری شده است.

بخش سیل‌گرد (معادل گنیشیک) از نظر رخساره سنگی به‌ترتیب از پائین به‌بالا عبارت است از: مارن و سنگ آهک مارنی به‌رنگ خاکستری با نمای ظاهری نسبتاً پست، مارن، سنگ آهک مارنی به‌رنگ خاکستری تا خاکستری تیره با بافت بیواسپاریت تا بیومیکروسپاریت، سنگ آهک خاکستری تیره با لایه‌بندی متوسط چرت‌دار که بافت دولواسپاریت دارد.

بخش شامار (خاچیک) که نسبت به سیل‌گرد با کاهش مارن و افزایش کربنات کلسیم همراه بوده و دارای لایه‌هایی از سنگ آهک خاکستری با چرت‌های سیاه رنگ است. لایه‌های بخش شامار به‌طور پیوسته روی بخش سیل‌گرد قرار گرفته است. نام بخش شامار از دهکده نزدیک به کوه علی‌باشی که بین جلفا و سیل‌گرد قرار گرفته انتخاب و ارائه گردیده است (پرتوآذر، ۱۹۹۲).

استپانف و همکاران در سال ۱۹۶۹ این بخش را به‌نام خاچیک شناسائی کرده‌اند. این واحد به‌دو زیرواحد که شامل سنگ آهک خاکستری با نمای ظاهری گل‌اخرائی، توده‌ای و بیتانی‌ساز می‌باشد و سنگ آهک خاکستری تیره تقسیم می‌گردد.

فسیل‌های شاخص در آهک‌های پرمین بویژه در منطقه مطالعاتی هرزند، (فرشاد، ۱۳۴۸) عبارتند از:

پرودوکتوس اسپینوکستاتوس^۱، پرودوکتوس آبیشی^۲، رتیکولاریا اندیکا^۳،

1 - Productus Spinocostatus

2 - Productus Abichi

3 - Reticularia Indica



اولدهامینا دسی پیانس^۱، اورتوتتس - دی بونوفیلوم^۲.

واحد کربناته پرمین بیرون زدگی‌های مشخصی را در شمال غرب و بخش‌های مرکزی نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ جلفا به‌خصوص در ارتفاعات دوان‌داغی تشکیل می‌دهد. این نهشته‌ها معمولاً "قله‌ساز هستند و سلسله جبال و ارتفاعات پرشیب منطقه را تشکیل می‌دهند.

در منطقه مطالعاتی این سنگ‌ها در جنوب غرب و شمال غرب منطقه دیده می‌شوند، به‌طوری که در شمال غرب این واحد به‌صورت تراستی بر روی سازند جوان‌تر الیکا قرار گرفته است. این واحد از آهک‌های خاکستری رنگ و زرد رنگ متمایل به قهوه‌ای با سطح آلتزه زرد متمایل به قرمز تشکیل شده‌اند. این طبقات در نزدیک گسل تراستی شیپی در حدود ۴۵ درجه به سمت شمال و شمال غرب دارد و هر چه از گسل تراستی دورتر می‌شویم، شیب طبقات کمتر شده به‌طوری که در بخش‌های شمالی (کوه چال‌لو) طبقات به‌صورت افقی بر روی یکدیگر قرار دارند. در شکل (۲-۴).

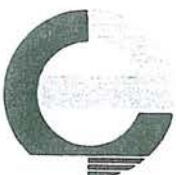
واحد کربناته پرمین که به‌صورت تراستی بر روی سازند الیکا قرار گرفته است دیده می‌شود. اما واحد کربناته پرمین در جنوب غرب روستای هرزند عتیق با امتداد عمومی شرقی - غربی و با شیپی در حدود ۴۰ درجه به سمت جنوب برونزد دارد. این سنگ‌ها عمدتاً از سنگ‌های آهکی خاکستری و زرد رنگ تشکیل شده‌اند که با رگه‌های کلسیتی سفید رنگ قطع شده‌اند.

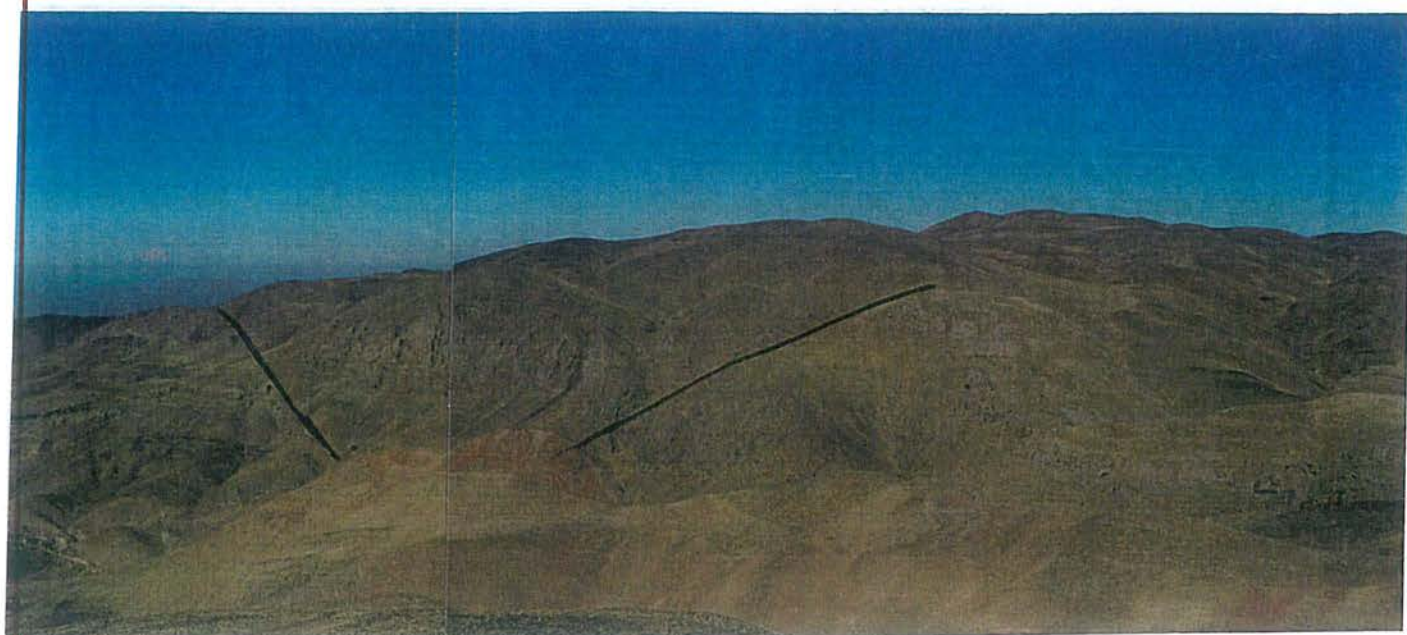
۲-۲-۲- نهشته‌های تریاس (سازند الیکا)

نهشته‌های وابسته به‌زمان تریاس شامل ردیف منظمی است که در شمال غرب منطقه مطالعاتی و یا به‌عبارتی شمال روستای هرزند عتیق برونزد دارد.

¹ - Oldhamina Decipiens

² - Dibunophyllum





شکل (۲-۴): نمائی از گسل تراستی که واحد کربناته پرمین را بر روی سازند جوان الیکا قرار داده است.

• سازند الیکا

مقطع نمونه سازند الیکا، در دره چالوس در مشرق دره البرز مرکزی، به وسیله گلاوس^۱ ۱۹۶۴ توصیف شده و وجه تسمیه آن از روستایی به همین نام انتخاب شده است، که از آغاز گردنه کندوان به سمت شرق منشعب می شود (اشتوکلین، ۱۹۷۲). ضخامت کلی آن ۲۹۵ متر و اساساً از دو بخش تشکیل شده است.

بخش زیرین (ممبر زیرین) را اصطلاحاً "آهک ورقه‌ای و یا آهک ورمیکوله هم می گویند (ریبن، ۱۹۵۳)^۲، که ضخامت آن ۹۵ متر و شامل آهک‌های به شدت ورقه‌ورقه، زرد رنگ، تا آهک شیلی و گاهی مارنی و دولومیتی است. رنگ آن ممکن است به طور محلی صورتی تا خاکستری، یا سبز خاکستری تغییر کند. در قاعده آن مقداری آهک‌های الیتی تا آهک‌های خالص ضخیم لایه به رنگ خاکستری دیده می شود. وجود کنگلومراهای بین لایه‌ای در برخی جاها را ممکن است به نبود ثبات حوضه مربوط دانست (شمیرانی، ۱۳۶۵).

^۱-Glaus.

^۲-Rieben.



بخش بالائی (ممبر فوقانی)، شامل دولومیت ماسیو تا آهک دولومیتی زرد تا خاکستری به ضخامت ۲۰۰ متر است، که لایه بندی در آن منظم و به طور کلی ضخیم لایه است.

حد فوقانی سازند الیکا: دولومیت های فوقانی سازند الیکا در اغلب مناطق، به وسیله سازند شمشک به طور دگرشیب پوشیده می شود و در کنتاکت آنها لایه ای از اکسید آهن و منگنز قرمز رنگ وجود دارد (اشتوکلین، ۱۹۷۲).

سن و گسترش سازند الیکا: فسیل های سازند الیکا بیشتر از انواع دو کفه ای های کوچک از جنس کلاریا^۱ است که در آن دو کفه ای های دیگر، نظیر پseudomonotis^۲، همومیا^۳ و آثار فراوان از کرم ها و شکم پایان هم دیده می شود. این فسیل ها فقط در بخش زیرین یافت شده است و بخش فوقانی فاقد فسیل است. سازند الیکا در البرز گسترش بسیار زیادی دارد و می توان آن را تا مناطق مختلف آذربایجان و مرز ایران و آذربایجان و جلفا با رخساره های مشابه تعقیب کرد.

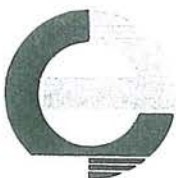
با توجه به فرسایش شدیدی که قبل از رسوب گذاری لیا س در البرز انجام گرفته است، ضخامت این سازند در نقاط مختلف آن متفاوت است. در دره سفلی هزار، ضخامت آن در حدود ۱۰۰۰ متر و در برخی مناطق ممکن است ده ها متر یا این که به صفر برسد.

بخش زیرین سازند الیکا با سازند سرخ شیل و بخش فوقانی یا بخش دولومیتی آن با سازند شتری در مشرق ایران مطابقت دارد. لازم به یاد آوری است که سازند شتری به علت نبود فسیل، سن قابل تشخیص ندارد، ولی چون به وسیله سازند نای بند پوشیده می شود که خود فسیل های شاخص و به سن نورین - رسین (تریاس فوقانی) دارد، لذا سن سازند شتری، در نتیجه سازند الیکا، قبل از نورین، یعنی حداکثر به تریاس میانی می رسد. در منطقه مطالعاتی سازند الیکا در شمال غرب منطقه دیده می شود و شامل بخش های زیر است:

^۱-Claraia.

^۲-Pseudomonotis.

^۳-Homomya.



۲-۲-۱- واحد آهکی Re

این واحد در شمال و شمال غرب منطقه مورد مطالعه برونزد دارد. ضخامت این رسوبات بیش از ۵۰۰ متر بوده و شامل سنگ آهک منظم و نازک لایه به رنگ قهوه‌ای و کرم، سنگ آهک نازک تا متوسط لایه خاکستری دارای کلاریا، سنگ آهک // الیتیک^۱ متوسط یا ضخیم لایه، سنگ آهک نازک تا متوسط لایه خاکستری رنگ دارای کلاریا و اثرات ورمیکوله^۲ و شیل‌های ورمیکوله می‌باشد.



شکل (۲-۵): سازند الیکا با آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه خاکستری رنگ در بخش‌های پایینی و آهک الیتیک کرم رنگ که در ارتفاعات مشاهده می‌شود و به صورت هم شیب بر روی طبقات آهکی خاکستری قرار دارد.

این واحد به صورت همساز و عادی^۳ بر روی سازند پرمین (علی‌باشی) قرار می‌گیرد اما در منطقه مطالعاتی این واحد در زیر واحد کربناته پرمین قرار دارد که به دلیل عملکرد گسل تراستی و راندگی واحد کربناته پرمین می‌باشد. در منطقه سازند الیکا از پائین به بالا از آهک شیلی متورق

^۱-Oolite.

^۲-Vermicular.

^۳- Conformable

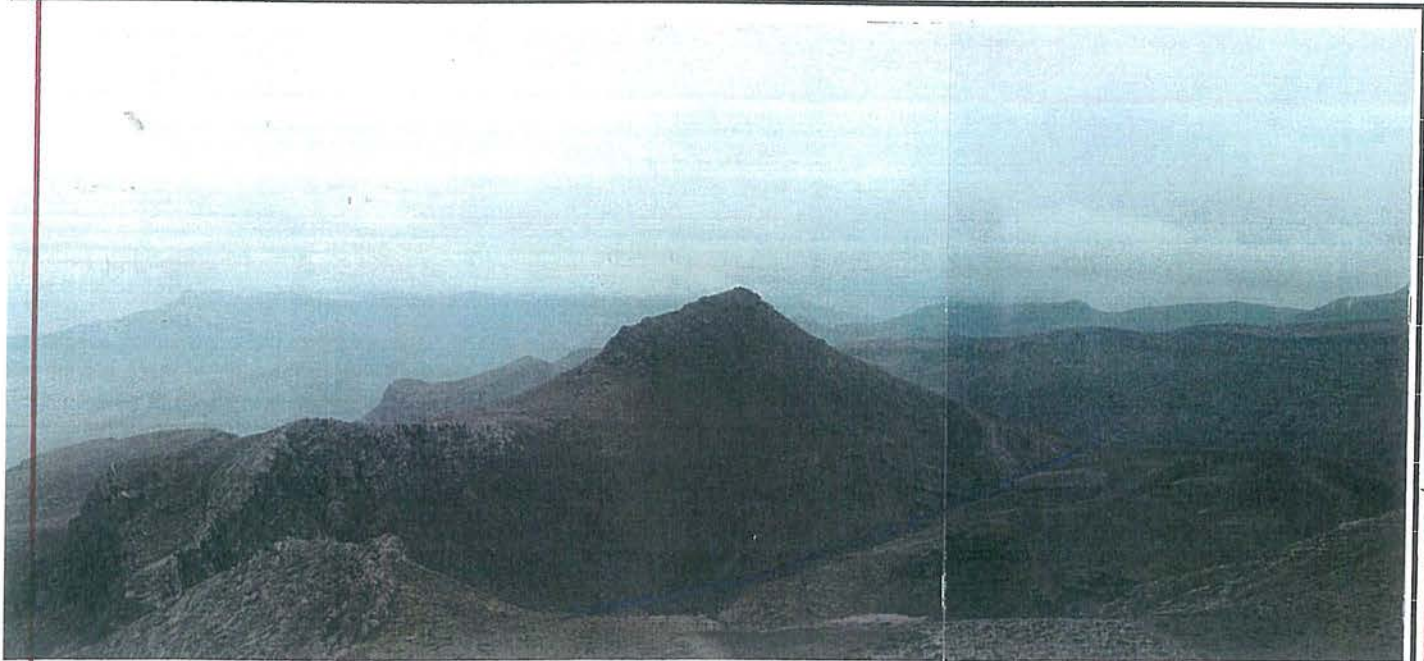


اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

خاکستری متمایل به سبز تا سبز با اثرات ورمیکوله و آهک خاکستری متوسط تا ضخیم لایه با آثار ورمیکوله و آهک آلئیتیک کرم رنگ تشکیل شده است. آهک شیلی متورق عمدتاً در داخل آبراهه‌ها و کف دره‌های شمال غرب منطقه برونزد دارد، اما آهک‌های خاکستری رنگ و آهک آلئیتیک کرم رنگ بیشتر ارتفاعات و کوه‌های مرتفع را تشکیل می‌دهد. در شکل (۲-۵) سازند الیکا با آهک‌های خاکستری و کرم رنگ مشاهده می‌شوند.

۲-۲-۲-۲- واحد دولومیتی نازک لایه ($\overline{\text{Re}}^d$)

این واحد در شمال غرب روستای هرزند عتیق با کنتاکتی گسلی بر روی واحد $\overline{\text{Re}}$ قرار گرفته است. سنگ‌های این سری شامل دولومیت و آهک دولومیتی و آهک نازک لایه برنگ خاکستری تا زرد و نخودی است که ضخامتی در حدود ۱۵۰ متر دارند و با مرزی گسلی توسط دولومیت‌های مرتفع $\overline{\text{Re}}^{d2}$ در غرب منطقه مطالعاتی پوشیده می‌شود.



شکل (۲-۶): کنتاکت گسلیه واحد آهکی $\overline{\text{Re}}$ با واحد دولومیتی نازک لایه ($\overline{\text{Re}}^d$) در سازند الیکا.

در مشاهدات صحرائی این واحد زودفرسا با رنگ زردی که دارد غالباً از دو واحد تحتانی و فوقانی خود قابل تشخیص است. در منطقه مطالعاتی این سنگ‌ها به رنگ‌های خاکستری-زرد و





نخودی مشاهده می‌شوند که کوه قلعه‌داغی و دامنه غربی آن را تشکیل می‌دهد. همانطوری که در شکل (۲-۶) مشخص می‌باشد امتداد و شیب لایه‌ها در سمت شرق گسل که آهک الیکا را در بر گرفته است با امتداد و شیب لایه‌ها در غرب گسل که واحد دولومیتی نازک لایه الیکا دیده می‌شود متفاوت است و دیواره‌ای در کنار آبراهه در مسیر این گسل ایجاد شده است.

۲-۲-۳- واحدهای سنگی سنوزوئیک

۲-۲-۳-۱- واحد کنگلومرانی قاعده ائوسن (E^{c1})

این واحد کنگلومرانی به‌عنوان پی ائوسن با لایه‌بندی منظم و با ضخامتی در حدود ۴۰۰ متر بویژه در شمال شرق زنوز برونزد دارد. اما در منطقه مطالعاتی این واحد توسط رسوبات کنگلومرانی جوان‌تر (E^{c2}) پوشیده شده است و برونزدهای ناچیزی دارند که بیشترین برونزد آن در غرب قله بیوک‌گوزی می‌باشد. این سنگ‌ها به‌همراه طبقات کنگلومرانی و ماسه سنگی جوان‌تر بر اثر نفوذ توده داسیتی بیشتر شیب‌دار شده‌اند، به‌طوری که در اطراف گنبد‌های نفوذی آذرین شیب زیاد و هرچه از این توده‌ها دورتر می‌شویم شیب طبقات کمتر می‌شوند.

کنگلومرای قاعده ائوسن شامل قله‌هائی از جنس آهک کرم تا خاکستری متعلق به‌سازند الیکا، ماسه سنگ قرمز و سنگ‌های ولکانیک است که دارای گردشگی متوسط تا خوب نیز هستند اما جورشدگی بدی دارند و اندازه پبل‌ها از چند میلی‌متر تا چند دسیمتر متغیر است. ماتریکس از جنس ماسه آهکی و جنس سیمان آهکی است. این واحد به‌علت رنگ قرمز که بیشتر متأثر از ماتریکس هماتیتی آن می‌باشد در مشاهدات صحرائی بسیار آشکار است و این امر باعث شده است که خاک‌های زمین‌های کشاورزی منطقه به‌رنگ قرمز و اخرائی باشد، شکل‌های (۲-۷ و ۲-۸).



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند



شکل (۷-۲) : نمائی از واحد کنگلومرانی قاعده ائوسن (E^{c1}).





شکل (۸-۲): تصویری از کنگلومرای قاعده ائوسن با جورشدگی بسیار بد و گردشگی متوسط که جنس پیلها عمدتاً آهکی و ولکانیک بوده که در یک سیمان آهکی قرار گرفته‌اند، بولدرهای قرمز رنگ از جنس ماسه سنگ می‌باشد و پیلها و بولدرهای سیاه و کرم رنگ عمدتاً آهکی هستند.

۲-۲-۳-۲- واحد فلیشی ائوسن (E^F)

نهشته‌های آواری فلیش گونه در شرق منطقه مطالعاتی و به عبارتی در شمال روستای میاب برونزد دارند و شامل مارن، آهک ماسه‌ای، توف آهکی^۱ و میان لایه‌های ماسه سنگی است که به علت این که واحدی زودفرسا می‌باشد بخشی تپه ماهوری و با شیب کم را در سطح زمین ایجاد می‌نماید. رنگ عمومی این نهشته‌ها سبز روشن و گاهی خاکستری است. البته واحدهای توف آهکی و آهک ماسه‌ای عمدتاً به رنگ سفید تا خاکستری روشن و مارن‌ها بیشتر به رنگ سبز مشاهده می‌شوند.

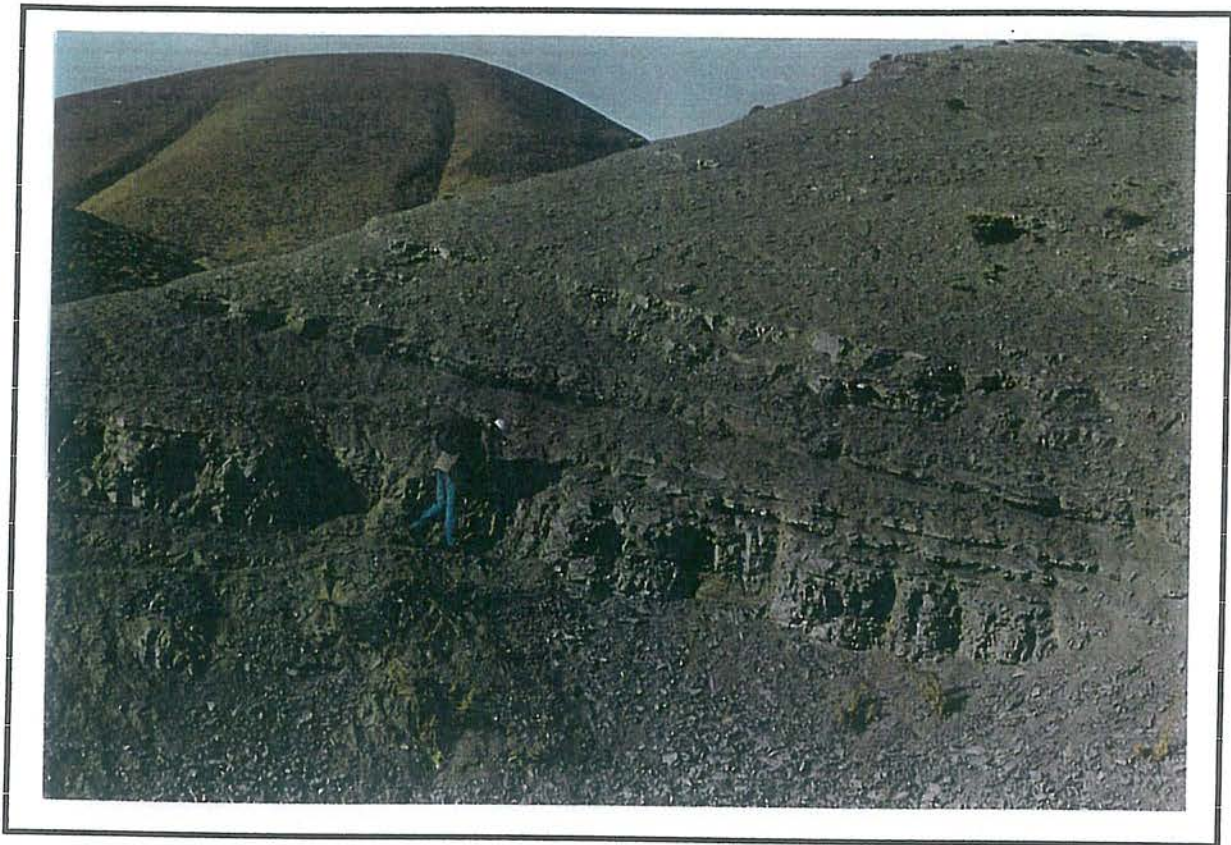
این سنگ‌ها بر روی کنگلومرای قاعده ائوسن قرار گرفته‌اند. روند عمومی این طبقات N60W بوده و شیب آنها 30NE می‌باشند که بر حسب فاصله از توده نفوذی بیوک گوزی شیب‌های متفاوتی دارند به طوری که در نزدیک توده، طبقات به سمت شرق شیب تندی در حد ۴۰ درجه دارا می‌باشند و

¹ - Calcareous Tuff



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

هر چند از توده نفوذی فاصله می گیریم از مقدار شیب طبقات کاسته می شود، بنابراین این تغییر شیب لایه ها به علت نفوذ توده گرانودیوریت پورفیری بیوک گوزی است، شکل (۲-۹).



شکل (۲-۹) : طبقات فلیش گونه ائوسن شامل مارن، آهک ماسه‌ای، توف آهکی که در شرق گنبد بیوک‌گوزی به رنگ سفید تا سبز برونزد دارد.

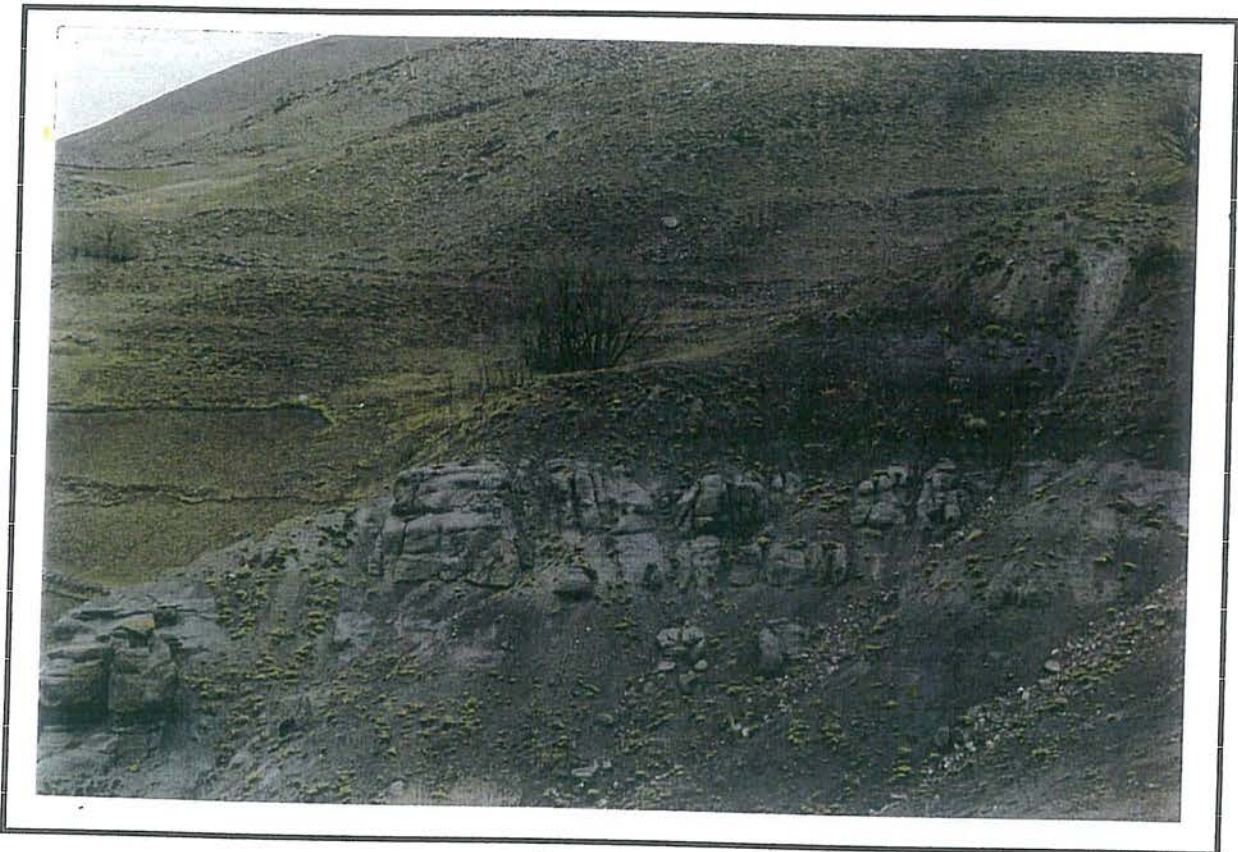
۲-۲-۳- واحد کنگلومرایی و ماسه سنگی ائوسن (E^2)

این واحد قسمت اعظم رسوبات فلیش و کنگلومرای قاعده ائوسن را بویژه در شمال کوه درنجن کمر پوشانیده است. کنگلومرای این مجموعه عموماً "به رنگ خاکستری و در افق‌های بالاتر قرمز رنگ است، میان لایه‌هایی از ماسه سنگ و همچنین مارن به رنگ اخرائی و قرمز نیز در آن وجود دارد. قلوه‌های کنگلومرای این واحد بیشتر شامل ماسه سنگ و سنگ‌های ولکانیکی است که سیمان نسبتاً سستی نیز آنها را در میان گرفته است. این طبقات عمدتاً "به حالت افقی و یا با شیب کمی در منطقه دیده می‌شوند، شکل (۲-۱۰). که البته در مجاور گنبد توده‌های نفوذی همانند واحدهای زیرین



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

خود شیب دار شده‌اند. به علت وجود سیمان هماتیته، این سنگ‌ها یک نمای قرمز فام به منطقه داده است. اغلب رسوبات کواترنر و زمین‌های کشاورزی منطقه که بر روی این رسوبات قرار گرفته‌اند به رنگ قرمز و اخرائی دیده می‌شوند، شکل (۲-۱۱). سایر خصوصیات سنگ‌شناسی این واحد در بخش پتروگرافی تشریح می‌گردد.



شکل (۲-۱۰): واحد کتکومرائی و ماسه سنگی ائوسن (E^{c2}) افق‌های بالائی این مجموعه به رنگ قرمز دیده می‌شود که متأثر از سیمان هماتیته آنها است و اغلب زمین‌های کشاورزی در منطقه بر روی این واحد قرار گرفته است.





شکل (۲-۱۱) : نمائی از کنگلومرا، ماسه سنگ و میان لایه‌های مارنی به رنگ خاکستری که به صورت طبقات با شیب ملایم و به‌طور متناوب مجموعه کنگلومرانی آئوسن (E^{c2}) را تشکیل داده است.

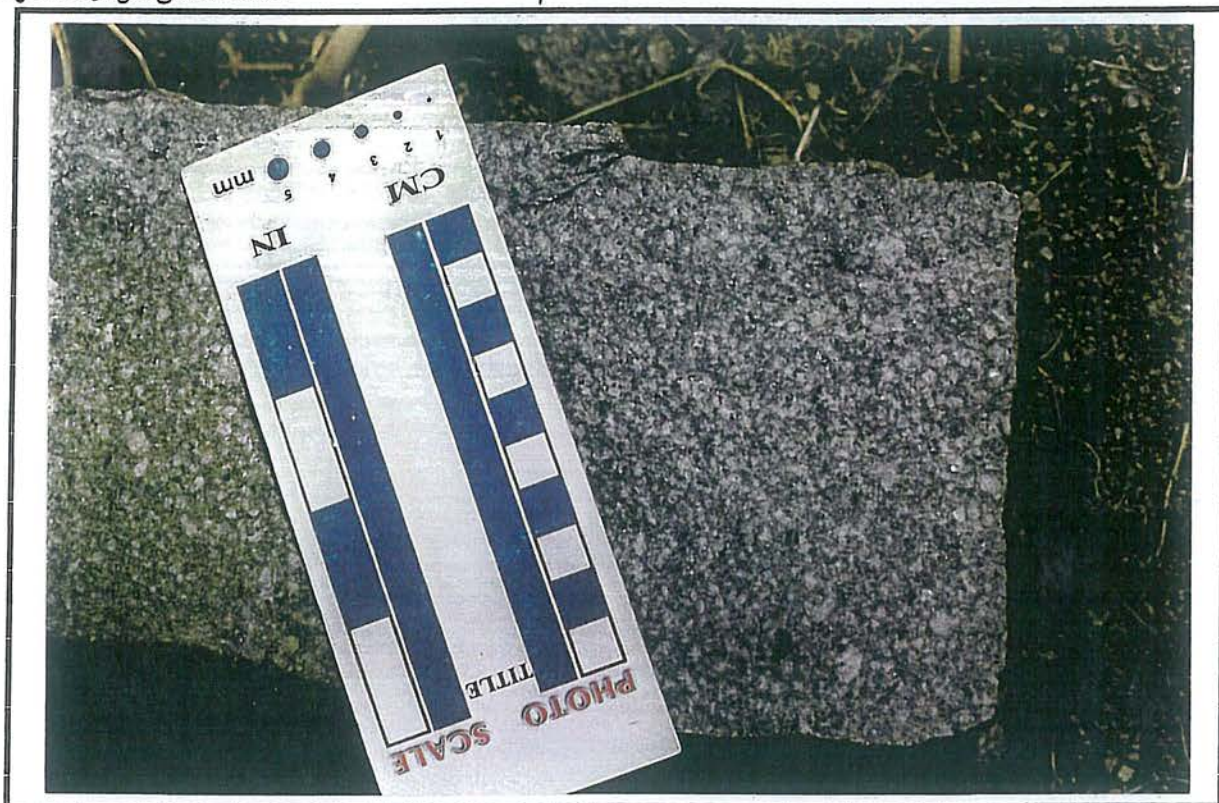
۲-۲-۴- توده‌های نفوذی الیگوسن

۲-۲-۴-۱- توده‌های نفوذی گرانودیوریت پورفیری (OI^{gr})

این توده‌ها به‌صورت گنبدی شکل در شرق و شمال شرق محدوده مطالعاتی برونزد دارند و کوه‌های مرتفع گلشن‌داغی و بیوک‌گوزی را شامل می‌شوند. این سنگ‌ها به‌رنگ خاکستری روشن، و در قسمت‌هایی که هوازدگی و دگرسانی تأثیر زیادی دارد رنگ سنگ‌ها روشن‌تر و مایل به کرم است. بافت این سنگ‌ها در نمونه دستی پورفیری و بلورهای قابل شناسایی در آن فلدسپات، آمفیبول و بیوتیت می‌باشد که در ارتباط با ترکیب کانی‌شناسی و بافت این سنگ‌ها در بخش بعدی توضیحات مفصل‌تری ارائه می‌گردد. لازم به‌ذکر است که این سنگ‌ها در نمونه دستی از لحاظ کانی‌شناسی و بافتی و حتی رنگ بسیار شبیه به سنگ‌های داسیتی در منطقه می‌باشند به‌همین لحاظ تفکیک این دو واحد سنگی فقط از طریق مطالعات پتروگرافی امکان‌پذیر است، شکل (۲-۱۲).



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند



شکل (۲-۱۲): نمائی از سنگ‌های گرانودیوریت پورفیری به رنگ خاکستری با بلورهای درشت فلدسپات پلاژیو کلاز و آمفیبول.



شکل (۲-۱۳): تصویری از یک گنبد گرانودیوریت پورفیری (کوه بیوک گوزی) که باعث آماس کردن زمین‌های مجاور خود شده است.



این توده‌ها باعث آماس کردن زمین‌های مجاور خود و همچنین خردشدگی و به هم ریختگی روند طبیعی سنگ‌های قدیمی‌تر گردیده‌اند، شکل (۲-۱۲)

۲-۲-۴-۲- توده داسیتی هرزند (O^d)

گنبد داسیتی الیگوسن در منطقه مطالعاتی بیشترین مقدار سنگ‌های نفوذی الیگوسن را به خود اختصاص داده است که در شمال و شمال شرق روستای هرزند عتیق کوه‌های آردوج، آوری، سنگل دره، کوه گور و چاقلایین را شامل می‌گردد. سنگ‌های داسیتی سازنده این ولکانیک‌ها دارای بافت پورفیریتهیک هستند و فنوکریست‌های آن در نمونه دستی شامل: فلدسپات، بیوتیت و آمفیبول است. این سنگ‌ها در سطح هوازده به‌رنگ خاکستری روشن بوده و در محل‌هایی که آلتراسیون بیشتر اثر گذاشته است به‌رنگ کرم دیده می‌شوند و بافت اولیه سنگ نیز قابل تشخیص نیست. به‌طوری که در مجاور روستای هرزند عتیق (محل بریدگی جاده شوسه با گنبد داسیتی) کائولن‌زائی به‌صورت پراکنده دیده می‌شود. در جنوب شهرستان زنوز بر اثر آلتراسیون هیدروترمالی حاصل از فازهای بعدی ناحیه (منظور پس از تشکیل داسیت) بر روی کانی‌های فلدسپاتیک موجود در داسیت‌ها ذخیره کائولن زنوز تشکیل شده است. اساس تعیین سن این توده‌های آذرین به‌جز سن مطلق که در شوروی سابق در مورد نمونه‌های برگرفته شده از توده‌ها تعیین شده و برابر ۳۹,۰۰۰,۰۰۰ سال می‌باشد (مطلب مذکور از گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱: ۱۰۰,۰۰۰ جلفا گرفته شده است که سن یابی را به‌دکتر افتخارنژاد منتسب کرده است). عامل دیگر مشاهده تأثیر مشخصی است که نفوذ این توده در نهشته‌های با سن ائوسن گذاشته است، به‌طوری که در شرق هرزند و توده‌های دیگر شیب لایه‌های منظم کنگلومرای ائوسن را که معمولاً شیب کمی دارند به حدود ۷۰ تا ۸۰ درجه می‌رساند. بر اساس دو عامل فوق سن الیگوسن به این نهشته‌ها داده می‌شود.

همانطوری که در نقشه زمین‌شناسی ۱: ۲۰,۰۰۰ مشخص است، کنتاکت سنگ‌های داسیتی با سازند الیکا عمدتاً توسط رسوبات کواترنری (Q_{t2})، زمین‌های کشاورزی و مراتع پوشیده شده است و بنابراین محل دقیق این کنتاکت نامشخص می‌باشد. در سمت چپ تصویر پانورامای شکل (۱-۴) کوه آوری که از سنگ‌های داسیتی تشکیل شده است در کنار طبقات آهکی سازند الیکا (سمت راست تصویر) سر به‌فلک کشیده است.



۲-۲-۴-۳- سیل‌های گابروئی (SL)

علاوه بر سنگ‌های نفوذی فوق تعدادی سیل گابروئی با ستبرای حدود ۲۰ تا ۳۰ متر به رنگ هوازده سبز تیره که به شدت کلریتی شده‌اند در میان مجموعه‌های رسوبی سازند الیکا به صورت هم‌شیب با طبقات دیده می‌شود که احتمالاً مربوط به فازهای ماگماتیک پس از تریاس است.

۲-۲-۵- رسوبات کواترنر

۲-۲-۵-۱- واحد پادگانه آبرفتی قدیمی (Qt_1)

آبرفت‌های مخروط افکنه‌ای کناره ارتفاعات و تراس‌های نسبتاً بلند منطقه هستند که دارای کنگلومرای سست با قلوه‌های گرد شده می‌باشند. این نهشته‌ها در جنوب شرق در اطراف روستای میاب و جنوب روستای هرزند عتیق گسترش زیادی دارند. در این واحد آبرفتی عدسی‌های سیلت نیز وجود دارد و در جنوب روستای هرزند تعدادی از زمین‌های کشاورزی و درخت‌زارها بر روی این واحد دیده می‌شوند.

۲-۲-۵-۲- واحد پادگانه آبرفتی جدید (Qt_2)

رسوب‌های آبرفتی مخروطه افکنه‌ای و تراس‌های آبرفتی کوتاه منطقه هستند، که بیشتر در جنوب منطقه دیده می‌شوند و شامل قلوه‌های کوچک‌تری از Qt_1 می‌باشند و این نهشته‌ها به سمت دشت دانه‌ریزتر شده و برخی نیز به زمین‌های کشاورزی تبدیل شده‌اند. به علت فرسایش برجای سنگ‌های منطقه این رسوبات بعضاً در ارتفاعات و بالای قلعه‌ها هم مشاهده می‌گردد.



بخش سوم: پتروگرافی

در این بخش مشخصات کانی‌شناسی و بافتی واحدهای سنگی منطقه بر اساس مطالعاتی که روی تیغه‌های نازک صورت پذیرفته است به تفصیل تشریح می‌گردد. ابتدا واحدهای سنگی آذرین در دو قسمت و سپس واحدهای رسوبی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳-۱- گرانودیوریت پورفیری (O₁₉^r)

این واحد سنگی همانطوری که در نقشه زمین‌شناسی مشخص است کوه گلشن‌داغی در شمال شرق منطقه مطالعاتی و کوه بیوک گوزی در شرق محدوده را شامل می‌شود. کانی‌های تشکیل دهنده این سنگ‌ها بر اساس مطالعات پتروگرافی: الف) فلدسپات آلکالن به مقدار کم وجود دارد.

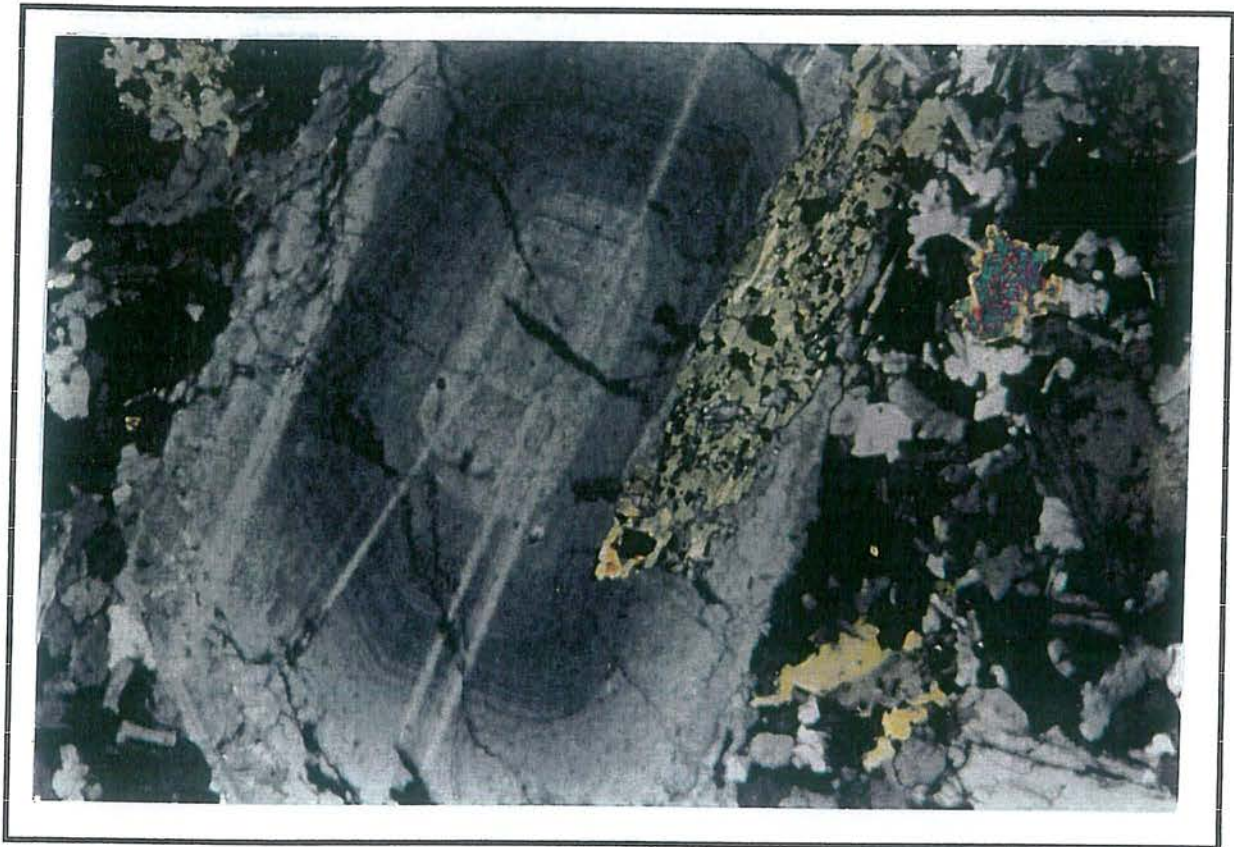
ب) پلاژیوکلاز به صورت بلورهای خود شکل درشت که دارای ساختمان منطقه‌بندی و در برخی از نمونه‌ها دارای ادخال‌های آمفیبول می‌باشند، شکل (۳-۱). در برخی از پلاژیوکلازها هم‌رشدی آنتی‌پرتیت دیده می‌شود.

پ) آمفیبول با بلورهای خود شکل و نیمه‌خود شکل که اکثراً دگرسان شده و در حال تبدیل به بیوتیت، اکسیدهای آهن و کلریت می‌باشند. برخی از بلورهای آمفیبول به‌حدی آلتره شده‌اند که فقط بخش‌هایی از آن باقی مانده است. بخش‌هایی از این بلورها توسط پلاژیوکلاز و کوارتز جانشینی شده است.

ت) بیوتیت به فرم خود شکل، نیمه‌خود شکل تا بی‌شکل که عمدتاً از دگرسانی آمفیبول‌ها ایجاد شده است و به صورت ثانویه در تیغه‌های نازک مشاهده می‌گردد، اما در برخی نمونه‌ها بیوتیت به صورت اولیه که اکثراً خود شکل هم می‌باشند دیده می‌شوند و معمولاً در حال تجزیه به کلریت هستند. ث) کوارتز به صورت نیمه‌خود شکل و بی‌شکل در فضای بین سایر بلورها در اندازه‌های ریز تا متوسط دیده می‌شود.

کانی‌های ثانویه شامل: کلریت که از آلتراسیون کانی‌های مافیک اولیه (آمفیبول) به وجود آمده است و اکثراً در متن و مجاور آمفیبول‌ها دیده می‌شوند. همین‌طور کانی‌های اوپاک که از آلتراسیون بلورهای آمفیبول تشکیل شده‌اند.





شکل (۱-۳) : تصویری از گرانودیوریت پورفیری با بلورهای نیمه خود شکل پلاژیوکلاز، دارای ساخت زونینگ که ادخال از آمفیبول در آن مشاهده می‌شود، (LP × 50).

کانی‌های فرعی شامل: زیرکن که به صورت ادخال در بیوتیت و به صورت آزاد در نمونه‌ها دیده می‌شود، آلانیت، هماتیت، اسفن.

بافت: پورفیریک با زمینه میکروگرانولار و در برخی از نمونه‌ها گرانولار.

زمینه سنگ: از بلورهای ریز پلاژیوکلاز، آمفیبول، بیوتیت، کوارتز و کانی‌های اوپاک تشکیل شده است، شکل (۲-۳).

همان‌طوری که اشاره شد گرانودیوریت پورفیری در منطقه شامل کوه‌های گلپشن‌داغی و بیوک‌گوزی می‌باشد که خصوصیات کانی‌شناسی و بافتی عمومی این سنگ‌ها در بالا تشریح شد. اما در جدول (۱-۳) تفاوت‌های جزئی این دو توده گرانودیوریتی از لحاظ کانی‌شناسی و بافتی آورده شده است.



جدول (۱-۳) : مقایسه توده‌های گرانودیوریتی در منطقه مطالعاتی.

مقدار کانی‌های آوناک	مقدار آلتراسیون آمفیبول‌ها	بافت آهنی پرتیت	مقدار اسفن	مقدار کلریت	مقدار بیوتیت	میزان ده‌گرسائی	ویژگی‌ها نام توده
زیاد	زیاد	ندارد	خیلی کم	متوسط تا کم	زیاد	زیاد	توده گلشن داغی
کم	کم	دارد	زیاد	زیاد	خیلی کم	کم	توده بیوک گوزی



شکل (۲-۳) : نمائی کلی از سنگ‌های گرانودیوریت پورفیری با زمینه میکروگرانولار تا گرانولار با بلورهای نسبتاً درشت پلاژیوکلاز و قطعات قهوه‌ای رنگ بیوتیت، (LP × 50).

۲-۳- توده داسیتی هرزند (O^d)

این واحد سنگی همانطوری که در نقشه زمین‌شناسی ضمیمه مشخص است کوه‌های آوری، آردوج، چاقالابین و شنگل دره را در شمال روستای هرزند عتیق در بر گرفته است. سنگ‌های داسیتی فراوان‌ترین سنگ آذرین منطقه می‌باشد.

این سنگ‌های نیمه‌نفوذی یکسری انکلاوهای^۱ گرانیتوئیدی را در بر گرفته‌اند که دانه‌درشت‌تر

^۱-Enclave.

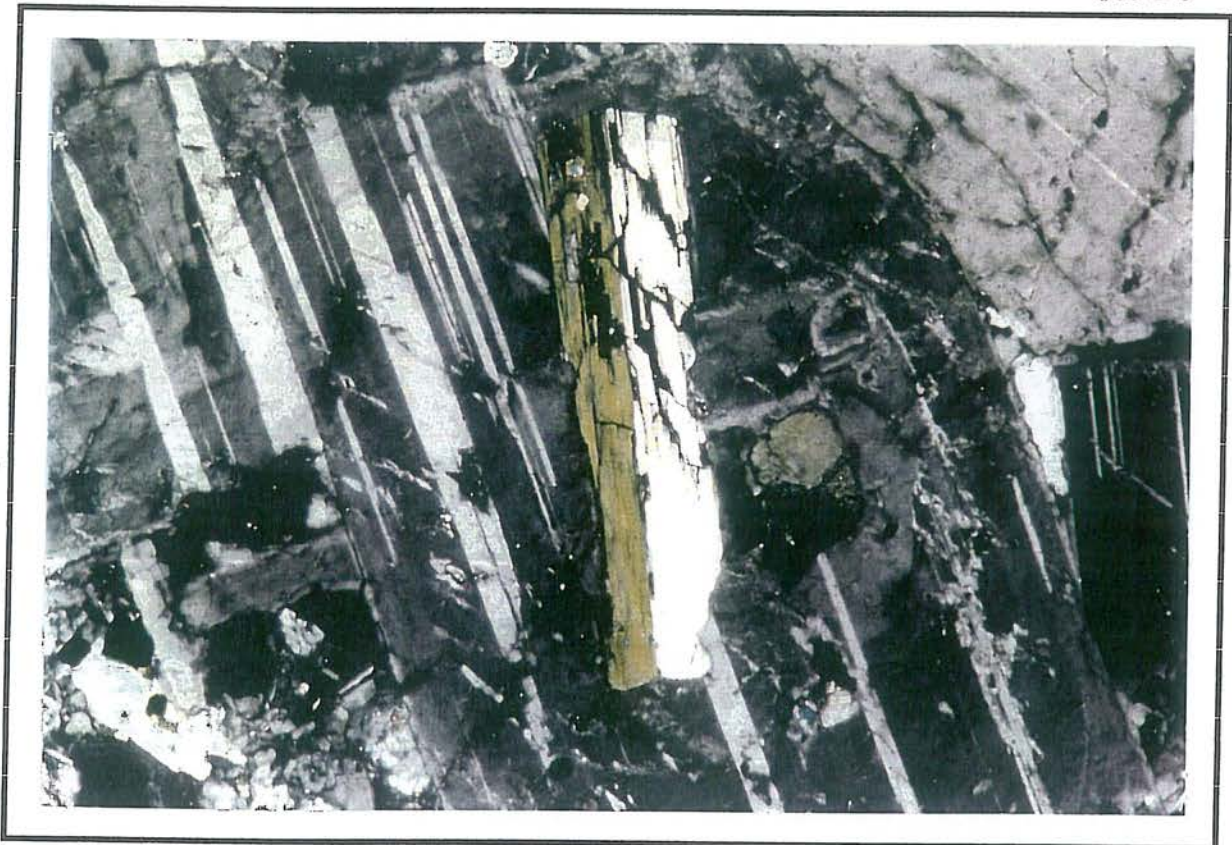


اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

از سایر قسمت‌ها بوده و ناشی از تبلور آهسته در دیواره مخزن ماگمایی عمیق‌تر می‌باشد و در اثر نفوذهای بعدی ماگما، از دیواره کنده شده و بالا آمده است.

اختصاصات کانی‌شناسی داسیت‌ها بر اساس مطالعات پتروگرافی:

الف) پلاژیوکلازها: به فرم خودشکل تا نیمه‌خودشکل و اندازه‌های متوسط تا درشت (0-0/5 میلیمتر) در نمونه‌ها دیده می‌شود. ماکل‌های کارلسباد، توأم آلپیتی و کارلسباد پریکلین در پلاژیوکلازها دیده می‌شود و همگی دارای زونینگ هستند.



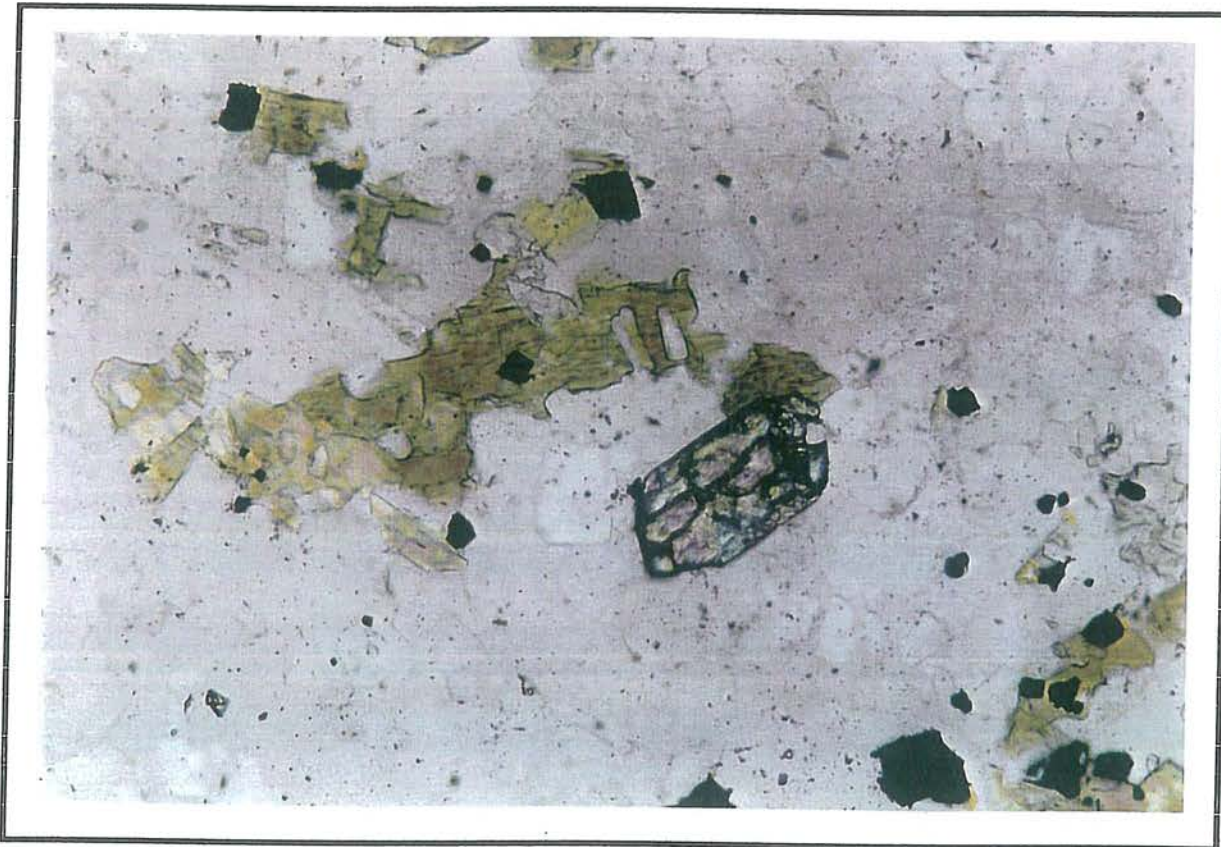
شکل (۳-۳): بلور پلاژیوکلاز با ماکل آلپیتی با ادخال از آمفیبول در آن، هم‌رشدی آنتی‌پرتیت بر روی بلور پلاژیوکلاز بویژه در سمت چپ ادخال آمفیبول قابل ذکر است، (LP × 100).

پلاژیوکلازها زونه از نوع آلپیت تا الیگوکلاز و گاهی "آندزین می‌باشند که در حدود ۳۰٪ مقاطع را در بر گرفته‌اند. این بلورها اکثراً سالم بوده ولی در بعضی نمونه‌ها دگرسان شده‌اند به طوری که به سرسیت و کربنات تجزیه شده‌اند. در برخی از نمونه‌ها هم‌رشدی آنتی‌پرتیت که از رشد آلکالی فلدسپات‌ها بر روی پلاژیوکلاز ایجاد شده است، مشاهده می‌شود، شکل (۳-۳).



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

ب) آمفیبول‌ها: با فرم خودشکل تا بی‌شکل و با اندازه متوسط (۳-۲/۰ میلیمتر) با رنگ‌های تداخلی نارنجی، زرد، آبی و چند رنگی سبز روشن تا تیره در مقاطع نازک دیده می‌شوند. آمفیبول‌ها عمدتاً از نوع هورنبلند می‌باشند که به رنگ‌های سبز و قهوه‌ای در زیر میکروسکوپ قابل مشاهده هستند که پلئوکروئیسم قوی از خود نشان می‌دهند. هورنبلندها در اثر دگرسانی به کلریت، بیوتیت و اکسیدهای آهن تبدیل شده‌اند که این کانی‌ها همراه با هم در متن و حواشی آمفیبول‌ها دیده می‌شود.



شکل (۳-۴): تصویری از یک بلور خود شکل زیرکن در کنار بیوتیت‌های قهوه‌ای رنگ در سنگ‌های داسیتی، (۲۰۰ × LN).

ج) بیوتیت‌ها: با فرم خودشکل تا نیمه خودشکل به فرم منشوری ولی بیشتر باریک و کشیده از چند دهم تا یک میلیمتر در مقاطع نازک دیده می‌شوند. بیوتیت‌ها را می‌توان به دو نوع اولیه و ثانویه تقسیم‌بندی نمود. بیوتیت‌های اولیه که معمولاً "شکل دار هستند و از تبلور ماگمایی به وجود آمده‌اند و بیوتیت‌های ثانویه که اکثراً "بی‌شکل بوده و محصول دگرسانی هورنبلندها می‌باشند. این بیوتیت‌ها به همراه کلریت و اکسیدهای آهن در اطراف بلورهای هورنبلند دیده می‌شوند. در برخی از نمونه‌ها بیوتیت‌ها در حال دگرسانی به کلریت (از نوع پنین) می‌باشند.



کانی‌های فرعی: آپاتیت (به صورت انکلوزیون داخل بیوتیت‌ها)، اسفن، کانی‌های اوپاک، زیرکن و هماتیت شکل (۳-۴).

کانی‌های ثانویه: کلریت (ناشی از آلتراسیون بیوتیت‌ها می‌باشند)، اپیدوت، سریسیت و کانی‌های رسی که از تجزیه پلاژیوکلازها به وجود آمده‌اند، کلسیت به‌طور ثانویه در نمونه تشکیل شده است که به صورت انکلزیون در آمفیبول‌ها و پلاژیوکلازها و به صورت مستقل در زمینه سنگ دیده می‌شود.

زمینه سنگ: زمینه ریز بلور از کانی‌های پلاژیوکلاز، کوارتز به صورت نیمه‌خودشکل و بی‌شکل، آلکالی فلدسپار، بیوتیت، آمفیبول، کلسیت، کانی‌های اوپاک ریزدانه و کلریت تشکیل شده است.
 بافت سنگ: پورفیریتیک با فنو کریست‌های پلاژیوکلاز و بیوتیت در یک زمینه دانه‌ریز است. فنو کریست‌ها عمدتاً پلاژیوکلاز با ماکل‌های آلیتی و کارلسباد و توأم آلیتی و کارلسباد و بیوتیت و هورنبلند می‌باشد. زمینه سنگ ریز بلور و در برخی نمونه‌ها میکرو گرانولار و یا شیشه‌ای است.

۳-۳- واحد کربناته پرمین (Pg-k)

سنگ‌های این واحد در نمونه‌های دستی به‌رنگ خاکستری - زرد و نخودی است و در بعضی نمونه‌ها دارای رگه‌های کلسیتی و چرتی می‌باشند. بر اساس مطالعات پتروگرافی این سنگ‌ها عمدتاً از نوع آهک اسپاریتی است که میزان قطعات فسیلی در برخی از نمونه‌ها بقدری زیاد می‌باشد که می‌توان نام بایومیکرواسپاریت برای آن قائل شد. بنابراین نام این سنگ بر اساس طبقه‌بندی فولک بایولیتایت (Biolithite) می‌باشد.

این سنگ‌ها دارای قطعات فسیلی فراوان است، به طوری که درصد قابل توجهی از حجم سنگ را فسیل و قطعات فسیلی تشکیل داده است. به‌منظور شناسائی دقیق میکروفسیلهای موجود در نمونه‌ها و تعیین دقیق سن سنگها جهت مطالعات میکروفسیل نمونه 81SHSZ-64 به‌سازمان زمین‌شناسی کشور فرستاده شد که گزارش کامل این مطالعات در پیوست گزارش آورده شده است، شکل (۳-۵ الف و ب). علاوه بر قطعات فسیلی، که عمدتاً تبلور پیدا نموده‌اند، یکسری دانه‌های ریز هماتیت هم به‌طور پراکنده در نمونه مشاهده می‌شود.

بر اساس مطالعات میکرو فسیل، این واحد سنگی متعلق به پرمین پایانی است.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند



شکل (۳-۵ الف و ب) : نمائی از میکروفسیل‌ها از نوع باسیلیتا وهمی‌گاردیوس نمونه 64SHSZ_81 که بیانگر پرمین بالائی است، الف، عکس بالا (LN × 100) و ب، عکس پائین (LN × 50).



۳-۴- نهشته‌های قریاس یا سازند الیکا

همان طوری که در بخش گذشته اشاره شد سازند الیکا در منطقه از سه بخش تشکیل شده است که مشخصات پتروگرافی هر واحد جداگانه در زیر آورده شده است.

۳-۴-۱- واحد آهکی (\overline{Re})

بر اساس مطالعات تیغه‌های نازک و طبق نامگذاری فولک^۱ این سنگ‌ها اوواسپارایت^۲ تا اینترا بایواسپارایت^۳ و اووبایواسپارایت^۴ ماسه‌ای می‌باشند.

مهمترین کانی تشکیل دهنده این سنگ‌ها کلسیت است. همچنین قطعات فسیلی (فرامینی‌فرها) که اکثراً جهت دار هم می‌باشند در مقاطع قابل مشاهده است. اووئید متحدالمرکز که در بعضی قسمت‌ها با هسته مرکب می‌باشند در این سنگ‌ها دیده می‌شود و در برخی نمونه‌ها به حدی زیاد است که سنگ اوواسپارایت نام گذاری می‌شود، شکل (۳-۶).

در این سنگ‌ها برخی از نمونه‌ها بویژه در آهک‌های ثانویه توسط کلسیت پر شده است دیده می‌شود. در برخی از نمونه‌ها بویژه در آهک‌های خاکستری رنگ دانه‌های ریز و رگچه‌های ظریفی از اکسیدهای آهن در مقاطع دیده می‌شود.

۳-۴-۲- واحد دولومیتی نازک لایه (\overline{Re}^d)

همان طوری که در بخش گذشته اشاره شد این واحد در شمال غرب روستای هرزند عتیق با کنتاکتی گسله بر روی واحد \overline{Re} قرار گرفته است.

سنگ‌های این سری شامل آهک دولومیتی تا آهک است که بر روی مقاطع نازک بلورهای خودشکل تا نیمه خودشکل دولومیت از کلسیت‌ها متمایز است، شکل (۳-۷). در سنگ‌های آهک دولومیتی یک سری رگچه‌های پر شده از کلسیت درشت بلور که به طور ثانویه تشکیل شده‌اند مشاهده می‌گردد. علاوه بر آهک‌های دولومیتی که قسمت اعظم این سری را تشکیل داده است می‌توان به آهک‌های اوواسپارایت اشاره نمود که حاوی اوولیت بوده و دارای هسته‌هایی از جنس کلسیت خودشکل می‌باشد. در این سنگ‌ها علاوه بر اوولیت، صفحات خود شکل با اندازه‌های متوسط تا درشت کلسیت به طور پراکنده و مجتمع در نمونه دیده می‌شود، شکل (۳-۸).

^۱-Folk.

^۲-Oosparite.

^۳-Intrabiosparite.

^۴-Sandy Oobiosparite.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

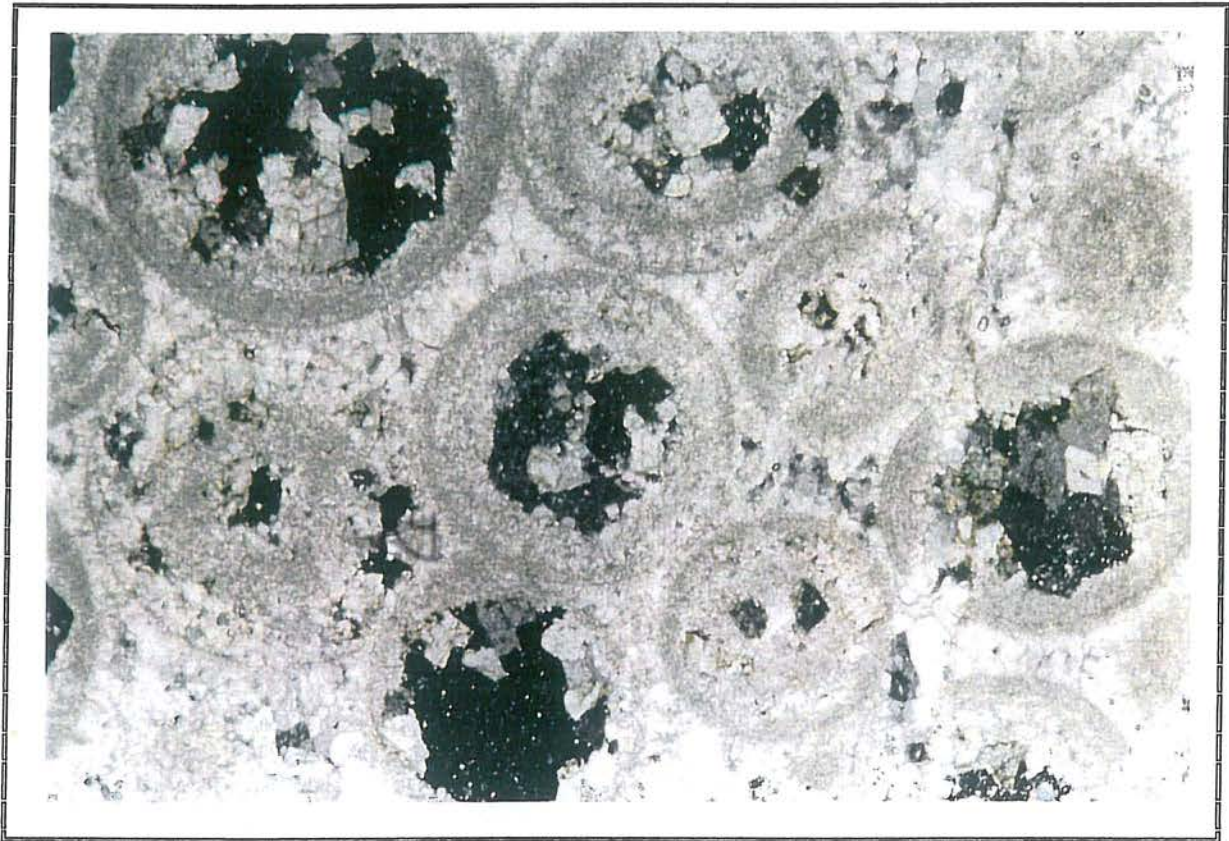


شکل (۳-۶) : سنگهای اوواسپاریت با قطعات اووئیدی متحدالمرکز که به‌طور ثانویه توسط کلسیت پر شده است، (LP × 100).



شکل (۳-۷) : تصویری از اهنکهای دولومیتی که بلورهای ریز نیمه‌خودشکل تا خودشکل دولومیت در متن سنگ قابل مشاهده است. علاوه بر این در گوشه سمت راست بالای تصویر یک رگه پر شده از کلسیت ثانویه مشاهده می‌گردد، (LP × 100).





شکل (۳-۸): سنگ‌های اوواسپارایت با هسته‌هایی از جنس صفحات خود شکل کلسیت، (LP × 50).

۳-۵- واحدهای سنگی ائوسن

۳-۵-۱- واحد فلیش‌گونه ائوسن (E^F)

همان‌طوری که در بخش گذشته اشاره گردید نهشته‌های آواری فلیش گونه ائوسن از سنگ‌های ماسه سنگ آهکی، مارن، توف آهکی، لایلی توف و ماسه سنگ تشکیل شده‌اند که معمولاً "به رنگ سبز زیتونی تا قرمز دیده می‌شوند. در منطقه مطالعاتی این نهشته‌ها بر اساس مطالعات پتروگرافی شامل توف اسیدی کربناتی شده و سنگ آهک ماسه‌ای تا سیلتی می‌باشند:

- سنگ آهک ماسه‌ای تا سیلتی یا به عبارتی بايومیکرایت ماسه‌ای^۱ و بايومیکرایت سیلتی^۲ از کانی‌های کلسیت، کانی‌های رسی، کوارتز، فلدسپات، کانی‌های اوپاک و قطعات فیسیلی تشکیل شده‌اند، شکل

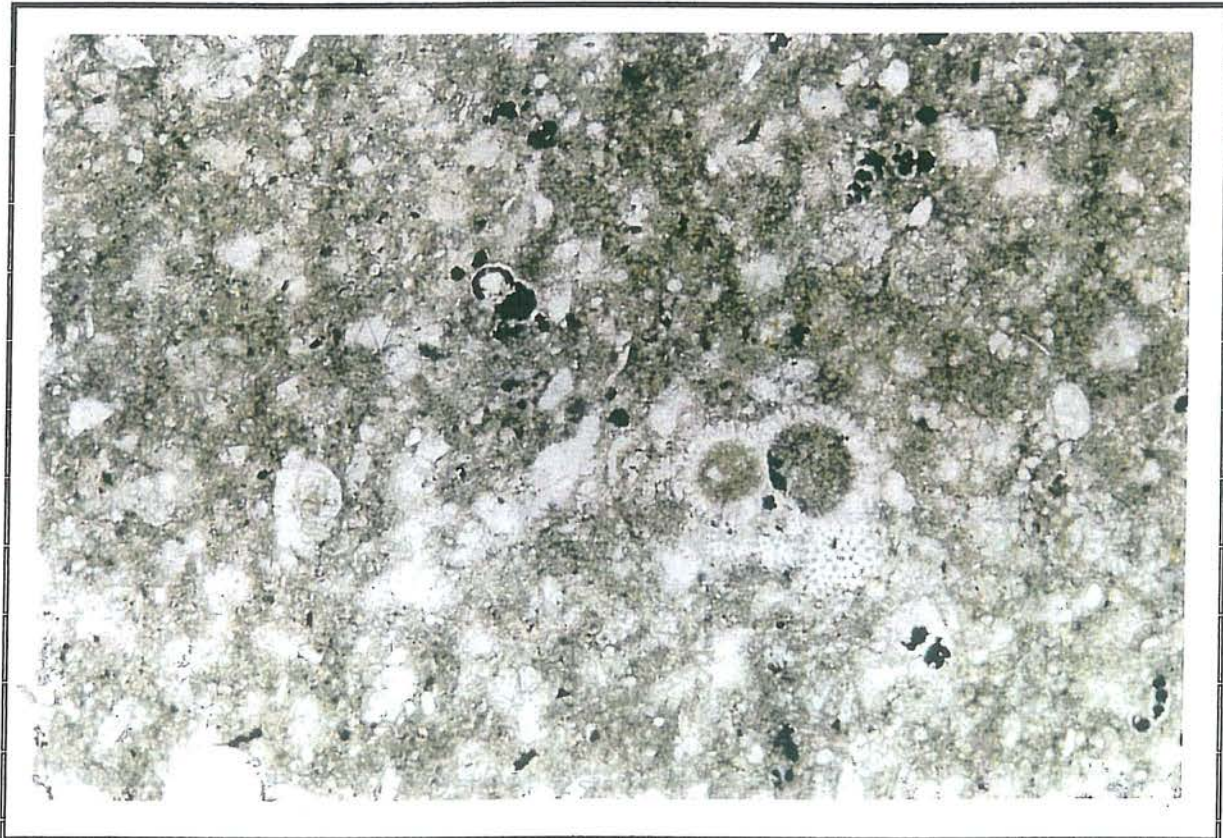
^۱-Sandy Biomicrite.

^۲ Silty Biomicrite



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

(۳-۹). براساس مطالعات میکروفسیل این سنگ‌ها (80.SHHZ.01) که در سازمان زمین‌شناسی کشور صورت پذیرفته است سن این واحد را به‌اوسن پایانی تا ابتدای الیگوسن (?) نسبت داده‌اند که گزارش کامل و لیست میکروفسیل‌های شناسائی شده در پیوست گزارش آمده است.



شکل (۳-۹): تصویری از توف آهکی با قطعات فسیلی، متعلق به‌اوسن (نمونه 80-SHHZ-01)، (100 × LN).

• توف اسیدی کربناته (ریولیتی) با بافت پورفیری که فنوکلاست‌ها عبارتند از: کوارتز و فلدسپات. بلورهای فلدسپات عمدتاً کربناتی و تا حدی سریسیتی شده‌اند، به‌طوری که در برخی محل‌ها فقط پسودومورف فلدسپات باقی مانده است و بلورها کلاً به‌کانی‌های کربناته تبدیل شده‌اند. فنوکلاست‌های کوارتز در این نمونه‌ها سالم باقی مانده‌اند (فنوکلاست‌ها حالت خردشدگی ندارند) و در مقطع قابل تشخیص می‌باشند. با توجه به کربناتی شدن شدید این سنگ‌ها بهتر است آنها را توف آهکی نام‌گذاری نمائیم.

• با توجه با آنالیز تشخیص کانی‌ها به‌طریقه اشعه X (XRD) در نمونه 80-SHHZ-11 که از سنگ‌های فلش‌گونه گرفته شده است، وجود کانی‌های کوارتز و رس (موردنیت و مونت‌موریلونیت) محرز شده



است، که با توجه واکنش این سنگ‌ها در برابر اسید HCl به احتمال زیاد این سنگ‌ها مارن تا سیلت‌استون رس‌دار می‌باشند.

۳-۵-۲- واحد کنگلومرانی و ماسه سنگی ائوسن (E^c2)

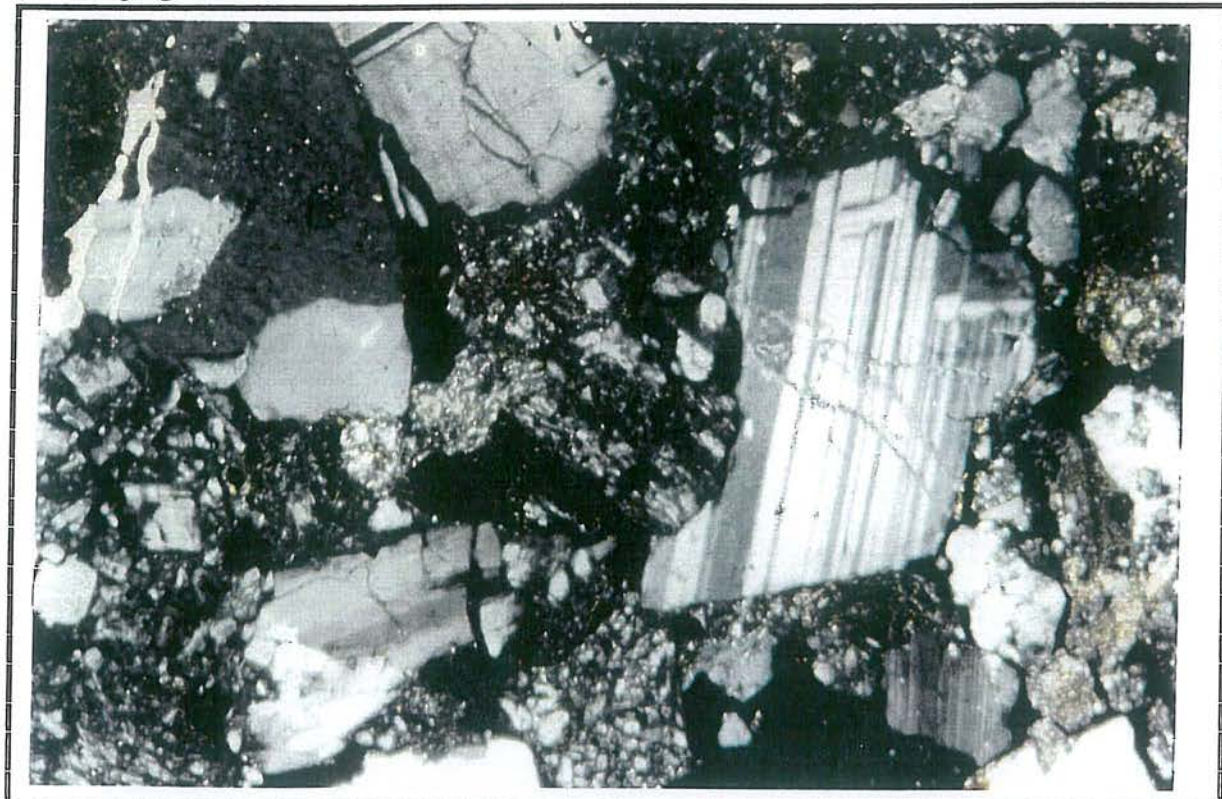
همان‌طوری که در بخش گذشته اشاره گردید کنگلومرا و ماسه سنگ ائوسن عموماً به رنگ خاکستری و در افق‌های بالاتر قرمز رنگ است که حجم گسترده‌ای از محدوده شرق نقشه ۱:۲۰,۰۰۰ را پوشانیده است و به همین لحاظ نمائی قرمز فام به منطقه داده است. با توجه به تشریح سنگ‌های کنگلومرانی این واحد در بخش گذشته در این جا به بررسی خصوصیات پتروگرافی ماسه سنگ‌ها می‌پردازیم:

به‌طور عمده ماسه سنگ‌های این واحد دانه متوسط بوده و با جورشدگی خوب تا ضعیف و گردشدگی ضعیف و با بلوغی در حد Mature تا Immature رخنمون دارند. سیمان این سنگ‌ها عمدتاً کلسینی تا آهن‌دار^۱ بوده و از قطعات سنگ‌های ولکانیکی، کانی‌های پلاژیوکلاز، کوارتز، ارتوز، میکا، کلریت، هماتیت، کلسیت، اسفن، اپیدوت و کانی‌های اوپاک تشکیل شده‌اند، شکل (۳-۱۰). با توجه به این که حجم عمده این سنگ‌ها از قطعات سنگی بویژه ولکانیک تشکیل شده‌اند می‌توان نامی در حد ولکانیک آرنایت را برای این ماسه سنگ‌ها در نظر گرفت، شکل (۳-۱۱).

^۱-Ferruginous



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند



شکل (۳-۱۰) : نمائی از ماسه سنگ لیت آرنایت با بلورهای پلاژیوکلاز که دارای ماکل پلی سنتتیک بوده و قطعات لیتیک هم در نمونه دیده می شود، (LP × 50).



شکل (۳-۱۱) : بلورهای کوارتز، فلدسپات، اسفن، کانی های اوپاک (احتمالاً هماتیت) و قطعات سنگ در لیت آرنایت های منطقه، (LP × 50).



بخش چهارم: زمین‌شناسی نقشه ۱:۵۰,۰۰۰ و تکتونیک ناحیه‌ای

بررسی واحدهای معرفی شده نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰,۰۰۰

در این فصل جزئیات بیشتری از خصوصیات سنگ‌شناسی و چینه‌شناسی واحدهای مختلف بررسی می‌گردد. همان‌طوری که در بخش اول گزارش (گزارش مطالعات مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰) آمده است حجم وسیعی از سنگ‌های شمال توده داسیتی هرزند عتیق، متعلق به سازند الیکا است که در این جا به بررسی دقیق آن می‌پردازیم. در پایان ویژگیهای تکتونیکی منطقه مورد بررسی قرار گرفته است.

۴-۱- سازند الیکا

در فصل اول گزارش ویژگی‌های عمومی این سازند توصیف گردید و در نقشه ۱:۲۰,۰۰۰ این سازند بدون هیچ تفکیکی در واحدهای آن نمایش داده شده است، اما در نقشه ۱:۵۰,۰۰۰ زمین‌شناسی واحد آهکی الیکا به سه بخش متفاوت تفکیک شده است.

مقطع نمونه سازند الیکا، در دره چالوس در مشرق دره البرز مرکزی، بوسیله گلوس^۱ (۱۹۶۴) توصیف شده و وجه تسمیه آن از روستایی به همین نام انتخاب شده است، که از آغاز گردنه کندوان به سمت شرق منشعب می‌شود (اشتوکلین، ۱۹۷۲). ضخامت کلی آن ۲۹۵ متر است و اساساً از دو بخش تشکیل شده است، شکل (۴-۱).

بخش زیرین (ممبر زیرین) را اصطلاحاً "آهک ورقه‌ای و یا آهک ورمیکوله هم می‌گویند (ریبن^۲، ۱۹۳۵)، که ضخامت آن ۹۵ متر و شامل آهک‌های به شدت ورقه‌ورقه، زرد رنگ، تا آهک شیلی و گاهی مارنی و دولومیتی است. رنگ آن ممکن است به‌طور محلی صورتی تا خاکستری، یا سبز خاکستری تغییر کند. در قاعده آن مقداری آهک‌های اوولیتی تا آهک‌های خالص ضخیم لایه به‌رنگ خاکستری دیده می‌شود. وجود کنگلومراهای بین لایه‌ای در برخی جاها را ممکن است به‌نبود ثبات حوضه مربوط دانست (شمیرانی، ۱۳۶۵).

^۱-Glaus.

^۲-Rieben.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال هرفند

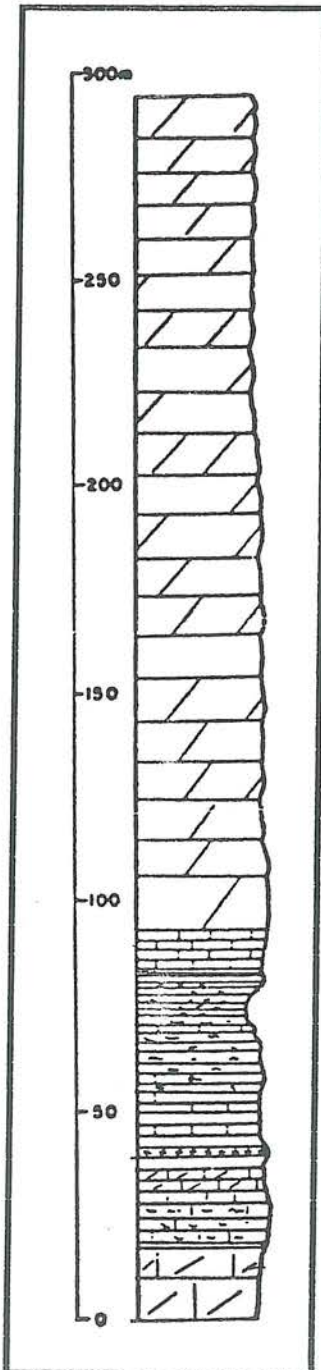
بخش بالائی (ممبر فوقانی)، شامل دولومی ماسیو تا آهک دولومیتی زرد تا خاکستری به ضخامت ۲۰۰ متر است که لایه بندی در آن منظم و به طور کلی ضخیم لایه است.

در منطقه مطالعاتی واحد آهکی سازند الیکا به سه بخش متفاوت تقسیم شده است:

۱- آهک ورقه‌ای یا ورمیکوله به شدت متورق به رنگ سبز متمایل به خاکستری ($R^1 e$).

۲- آهک خاکستری کم رنگ تا تیره متوسط تا ضخیم لایه ($R^2 e$).

۳- آهک کرم رنگ ضخیم تا متوسط لایه ($R^3 e$).



دولومیت‌های زرد دانه ریز

آهک دانه ریز زرد و گاهی قرمز
 آهک‌های قرمز واجد صدف شکم‌پایان هماتی شده
 آهک‌های سبز شیلی
 آهک‌های زرد ورمیکوله
 آهک خاکستری تیره
 سیل بازیگ
 آهک دولومیتی زرد متمایل به خاکستری
 آهک ورمیکوله سبز خاکستری
 آهک دولومیتی خاکستری ریز دانه

شکل ۱-۲: مقطع نمونه سازند الیکا (کلوس، ۱۹۶۵).



۴-۱-۱- آهک ورقه‌ای (ورمیکوله) (R^1_e)

این واحد قدیمی‌ترین بخش سازند الیکا در منطقه مطالعاتی است. همانطوری که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ مشاهده می‌گردد، این واحد عمدتاً در شمال غرب نقشه مذکور دیده می‌شود و در شمال شرق منطقه در زیر آهک‌های خاکستری و کرم رنگ الیکا مدفون شده است، به طوری که در کف آبراهه‌های عمیق می‌توان رخنمون‌هایی از این سنگ مشاهده نمود.

آهک ورقه‌ای در منطقه عمدتاً به رنگ سبز متمایل به خاکستری بوده و به شدت ورقه‌ورقه می‌باشد، شکل (۴-۲). این سنگ‌ها در منطقه شیب‌دار بوده و تحت تأثیر عوامل تکتونیکی شکسته شده و چین خورده‌اند، به نحوی که ریز چین‌های فراوانی در آنها دیده می‌شود.

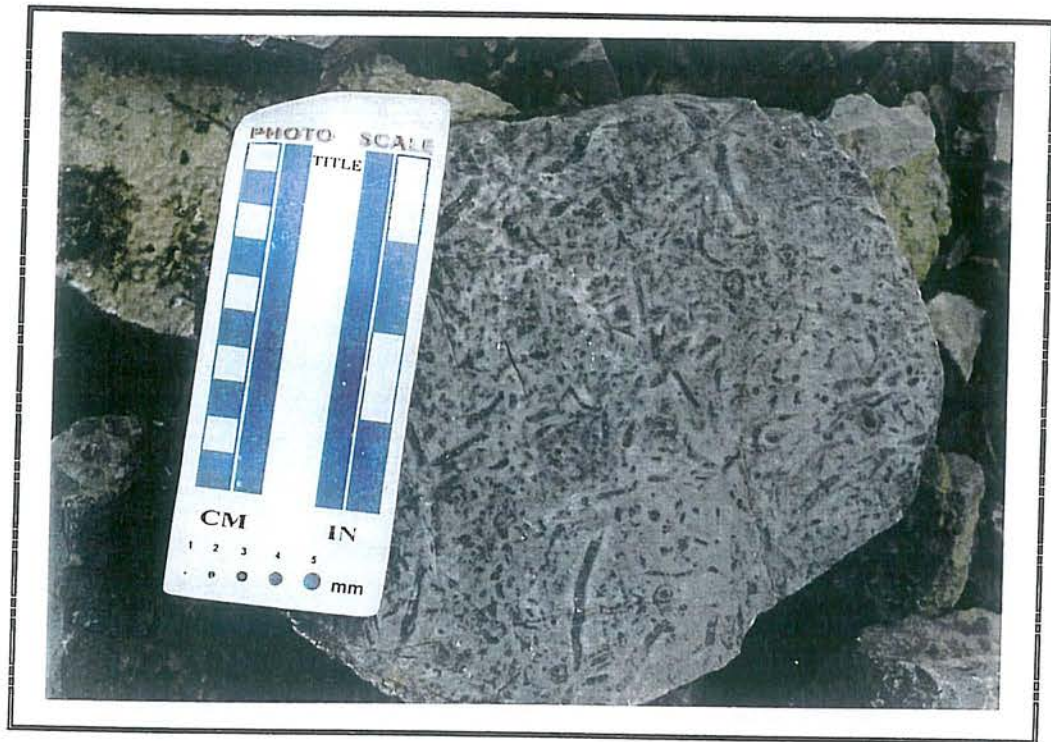


شکل ۴-۲: نمایی از آهک‌های شدیداً متورق ورمیکوله که تحت تأثیر گسل معکوس بریده شده‌اند.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرفند

آثار کرمی شکل یا ورمیکوله در اکثر این سنگ‌ها دیده می‌شود و به همین لحاظ می‌توان نام آهک ورمیکوله را به این سنگ‌ها داد، شکل (۴-۳).



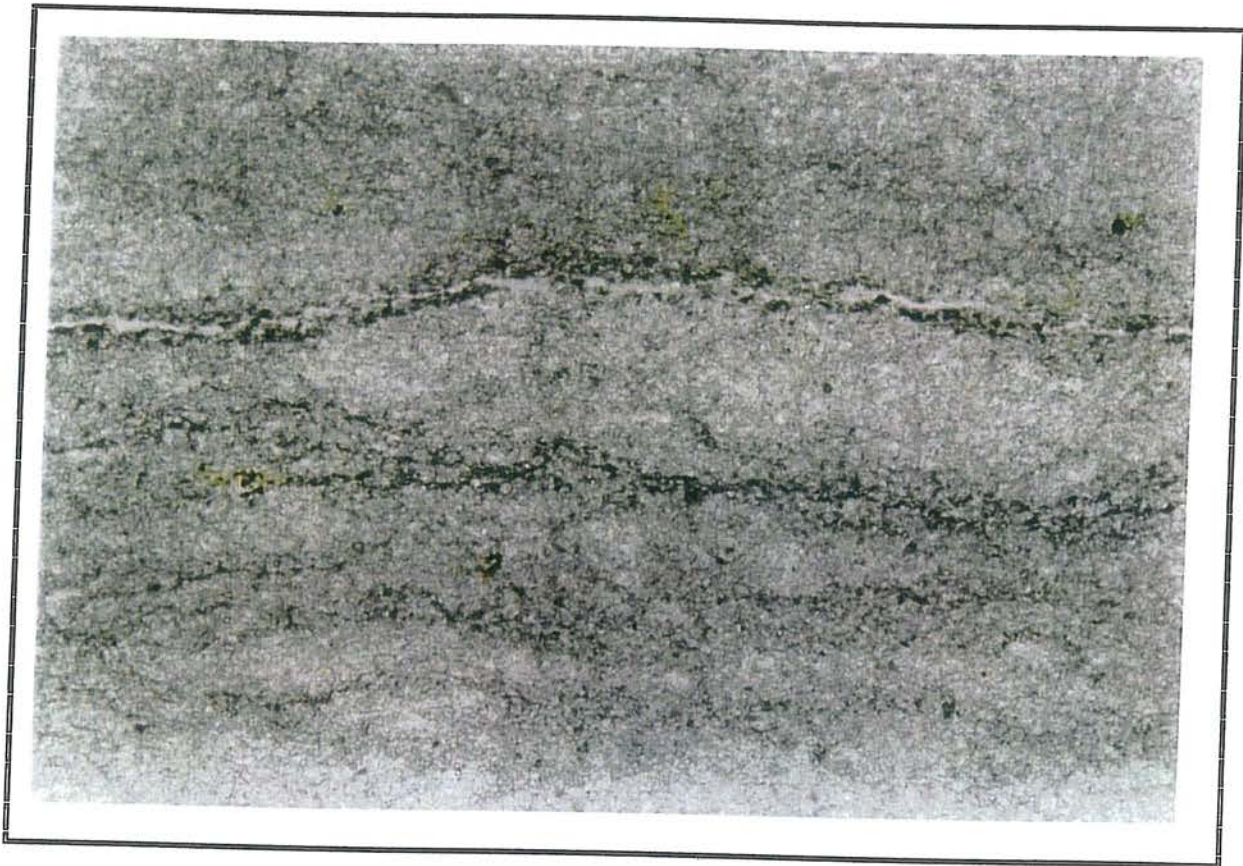
شکل ۳-۴: تصویری از آثار کرمی شکل (ورمیکوله) در سنگ آهک‌های متورق.

بر اساس مطالعات پتروگرافی این سنگ‌ها عمدتاً^۱ از نوع دیسمیکرایت^۱ و گاهاً میکرواسپارایت^۲ می‌باشند. تورق حتی در زیر میکروسکوپ هم قابل مشاهده است، به طوری که به موازات سطوح تورق نوارهایی از هماتیت و کانی‌های رسی مشاهده می‌گردد، شکل (۴-۴). در برخی از نمونه‌ها پیریت از میزان بالایی برخوردار بوده و این بلورها از حاشیه در حال اکسید شدن است، به طوری که برخی از پیریت‌ها تماماً^۲ به هماتیت تبدیل شده‌اند. هماتیت در این نمونه‌ها به صورت لکه‌هایی در متن سنگ پراکنده می‌باشد.

^۱ -Dismicrite.

^۲ -Microsparite.





شکل ۴-۴: نمائی میکروسکوپی از تورق در آهک‌های ورمیکوله. کانی‌های رس در سطوح تورق دیده می‌شوند به‌علاوه لکه‌هایی از پیریت‌های آلتزه شده در نمونه پراکنده می‌باشند، (LP×50).

۴-۱-۲- آهک خاکستری (\bar{R}^2_e)

این آهک‌ها به‌رنگ خاکستری کم‌رنگ تا تیره بوده و به‌صورت متوسط تا ضخیم لایه هستند. این سنگ‌ها قله‌ساز بوده و به‌صورت هم‌شیب بر روی آهک‌های متورق (ورمیکوله) در منطقه قرار گرفته‌اند.

این سنگ‌ها در حاشیه توده داسیتی به‌شدت چین‌خورده و شیب‌دار شده‌اند. هرچه از توده دورتر می‌شویم لایه‌بندی آهک‌ها به‌حالت افقی متمایل می‌گردد، شکل (۴-۵) در برخی نقاط همانند جنوب چشمه شورجی کنتاکت این سنگ‌ها با توده آذرین داسیتی قابل مشاهده است. در این کنتاکت آهک‌های خاکستری، هماتیتی و لیمونیتی شده‌اند. البته به‌مقدار بسیار کم حالت مرمری شدن و سیلیسی شدن هم در این سنگ‌ها مشاهده می‌شود.



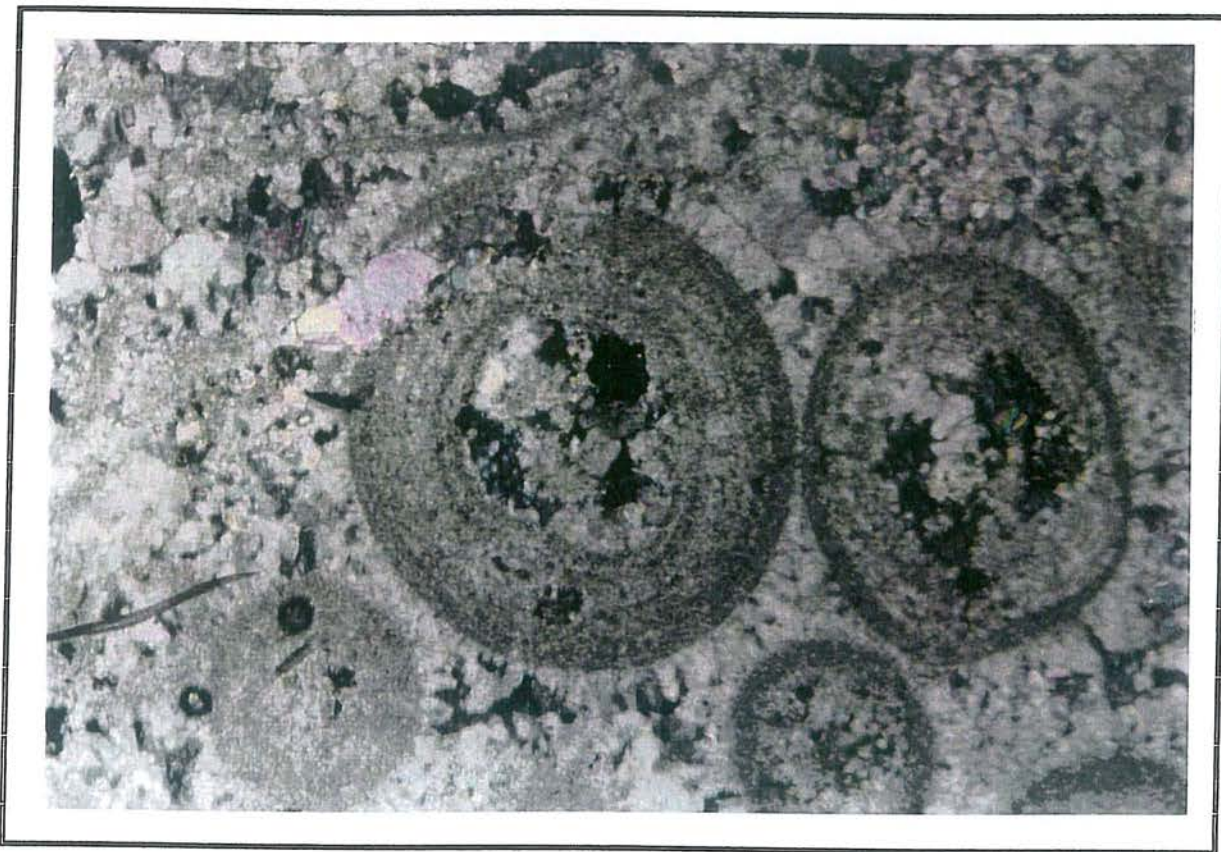


شکل ۲-۵: نمایی از چین خوردگی‌های آهک‌های خاکستری رنگ در مجاور توده داسیتی در منطقه.

بر اساس مطالعات پتروگرافی این سنگ‌ها را می‌توان در رده میکرواسپارایت تقسیم‌بندی نمود. عمده‌ترین کانی تشکیل دهنده این سنگ‌ها کلسیت است که به فرم پراکنده و مجتمع دیده می‌شود. از اجزاء مهمی که در برخی از نمونه‌های این سنگ‌ها می‌توان اشاره کرد اوولیت است، به طوری که در برخی موارد می‌توان نام آهک اوولیتی^۱ را به این سنگ‌ها داد. اوولیت‌ها در این سنگ‌ها در حد چند میلی‌متر می‌باشند و بلورهای رمبهدرال کلسیت حجم وسیعی از بخش‌های مرکزی اوولیت‌ها را دربر گرفته است، شکل (۴-۶). علاوه بر اوولیت به قطعات فسیلی که به وفور در این سنگ‌ها دیده می‌شود می‌توان اشاره کرد.

^۱ -Oolitic Limestone.





شکل ۴-۶: تصویری از اوولیت‌های بزرگ (در حد چند میلیمتر) که بلورهای شکل دار کلسیت حجم وسیعی از آنها را فرا گرفته‌اند، (LN×50).

۴-۱-۳- آهک کرم رنگ ضخیم لایه تا متوسط لایه (TR^3e)

این سنگ‌ها به رنگ کرم تا زرد و عمدتاً ضخیم لایه و گاهی متوسط لایه مشاهده می‌شوند. سنگ‌های این بخش از سازند الیکا جوان‌ترین واحد این سازند بوده و در بالاترین ترازهای ارتفاعی در منطقه رخنمون دارند. بنابراین عمدتاً قله‌ساز هستند و ارتفاعات را تشکیل می‌دهند. به‌طور مثال کوه صفرآرخاجی در منطقه از این سنگ‌ها تشکیل شده است. این واحد به‌صورت هم‌شیب بر روی طبقات آهکی خاکستری رنگ قرار گرفته است، شکل (۴-۷). در برخی از محل‌ها یک سری نودول‌های غنی از مواد آلی در این سنگ‌ها مشاهده می‌گردد، شکل (۴-۸).

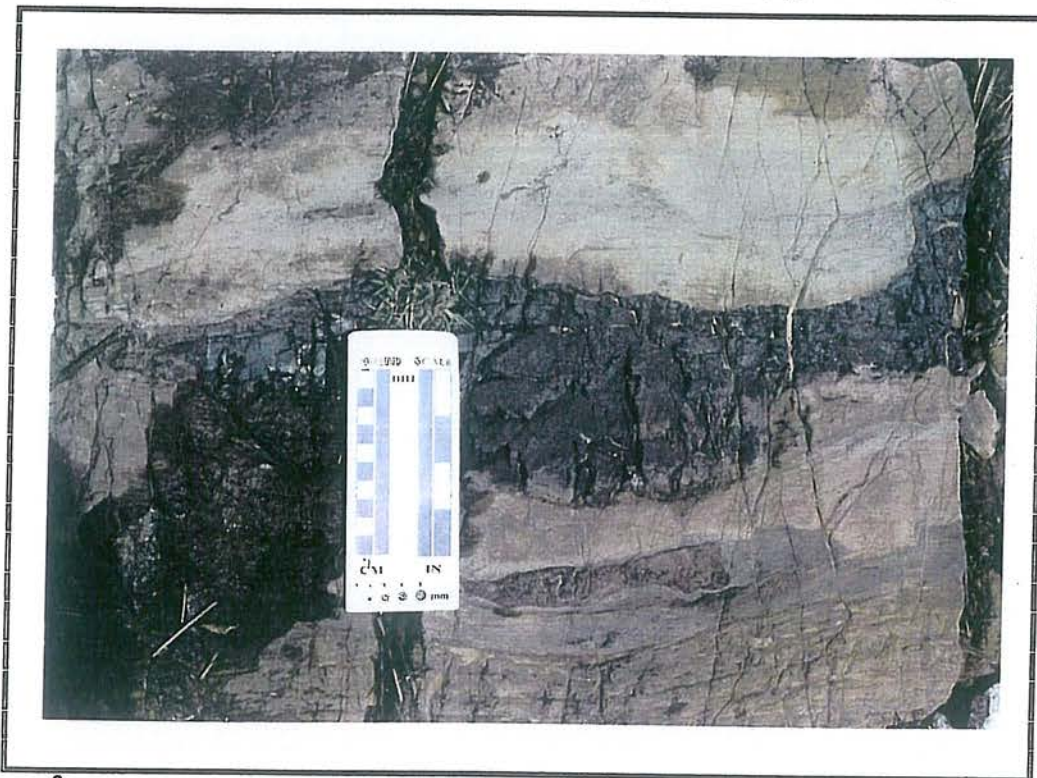
بر اساس مطالعات پتروگرافی این سنگ‌ها را می‌توان از نوع بایوانترامیکرواسپارایت^۱ دانست. البته در بیشتر نقاط به‌علت وجود اوولیت، این سنگ‌ها در رده آهک اوولیتی قرار می‌گیرند، شکل (۱-۹).

^۱-Bio-intramicrosparite.





شکل ۴-۷: نمائی از کنتاكت عادى اهن خاکستری رنگ متوسط لایه که در زیر چکش زمین‌شناسی قرار گرفته است با آهن‌های کرم رنگ ضخیم لایه که در بالای چکش مذکور است.



شکل ۴-۸: نودول عدسی شکل غنی از مواد آلی در سنگ‌های آهنی کرم رنگ سازند الیکا (R³e).





شکل ۴-۹: تصویری از اوولیت‌ها در سنگ‌های آهک اوولیتی کرم رنگ در منطقه، (LN×50).

۴-۲- سیل‌های گابروئی (SL)

همان‌طوری که در بخش پیشین اشاره گردید، سیل‌های گابروئی با ستبرای حدود ۲۰ تا ۳۰ متر به‌رنگ هوازده سبز تیره در میان مجموعه‌های رسوبی سازند الیکا مشاهده می‌شوند. سیل‌های گابروئی که به‌وضوح در نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ مشخص شده‌اند، در شمال چشمه‌های سورداخونی و گین‌دوهی و حاشیه غربی نقشه برونزد دارند. این سیل‌ها به‌صورت هم‌شیب درون طبقات آهکی ورمیکوله سبز تا خاکستری (\bar{R}^1e) و طبقات آهکی خاکستری (\bar{R}^2e) نفوذ کرده‌اند و بیشتر در کف آبراهه‌ها رخمون دارند. از مشخصات بارز این سنگ‌ها فرسایش پوست پیازی است که به‌خصوص در سیل‌های گابروئی شمال چشمه سورداخونی و گین‌دوهی مشاهده می‌گردد، شکل (۴-۱۰).





شکل ۴-۱۰: فرسایش پوست پیازی در سنگهای گابروئی که به صورت سیل در بین طبقات آهنی سازند الیکا نفوذ یافته است.

مطالعات پتروگرافی

بر اساس بررسی مقاطع نازک، این سنگها را می توان در رده گابرو تا کوارتز گابرو طبقه بندی نمود. مهمترین کانی تشکیل دهنده این سنگها پلاژیوکلاز است که به صورت خودشکل تا نیمه خودشکل بوده و در اثر دگرسانی به کلریت، سربیت و گاهاً "به کانی های رسی و کربنات تبدیل شده اند. از کانی های مافیک در این سنگها می توان به پیروکسن از نوع اوژیت و دیوپسید اشاره کرد که در اثر دگرسانی در حال تجزیه به بیوتیت، کلریت، اکسیدهای آهن و آمفیبول می باشند.

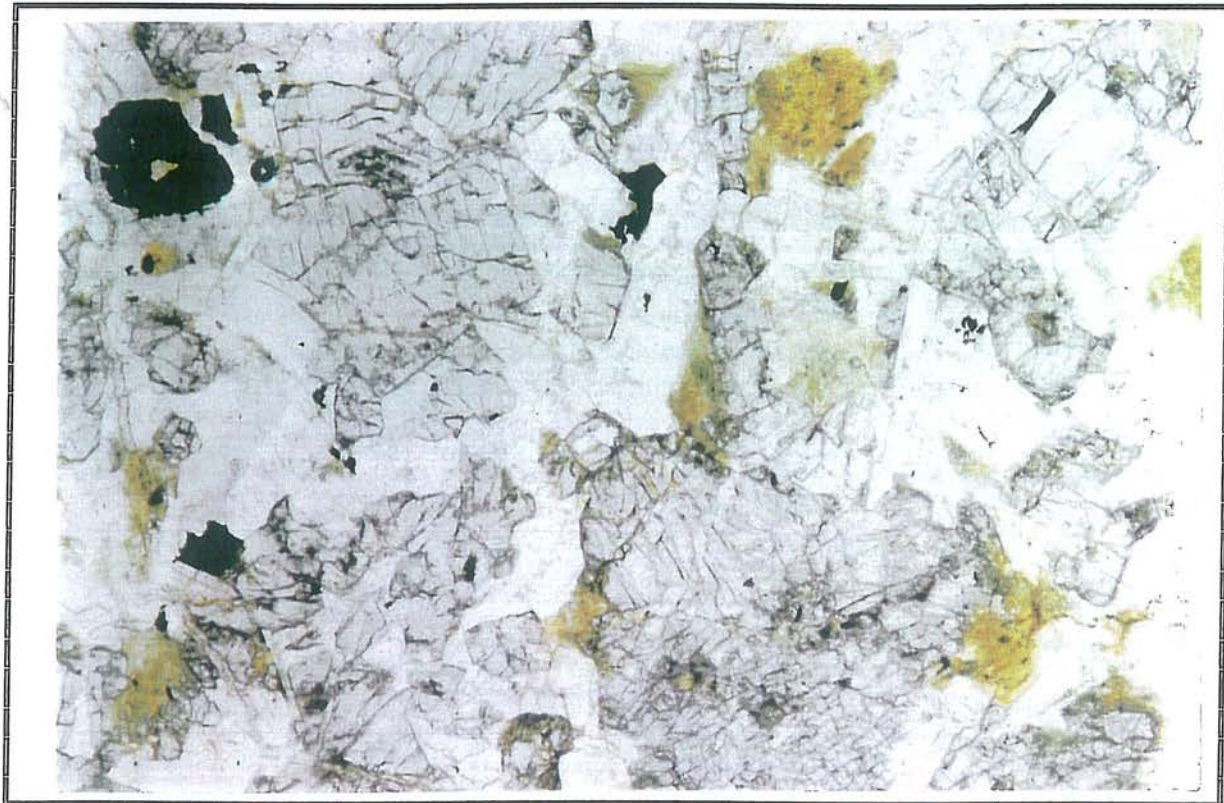
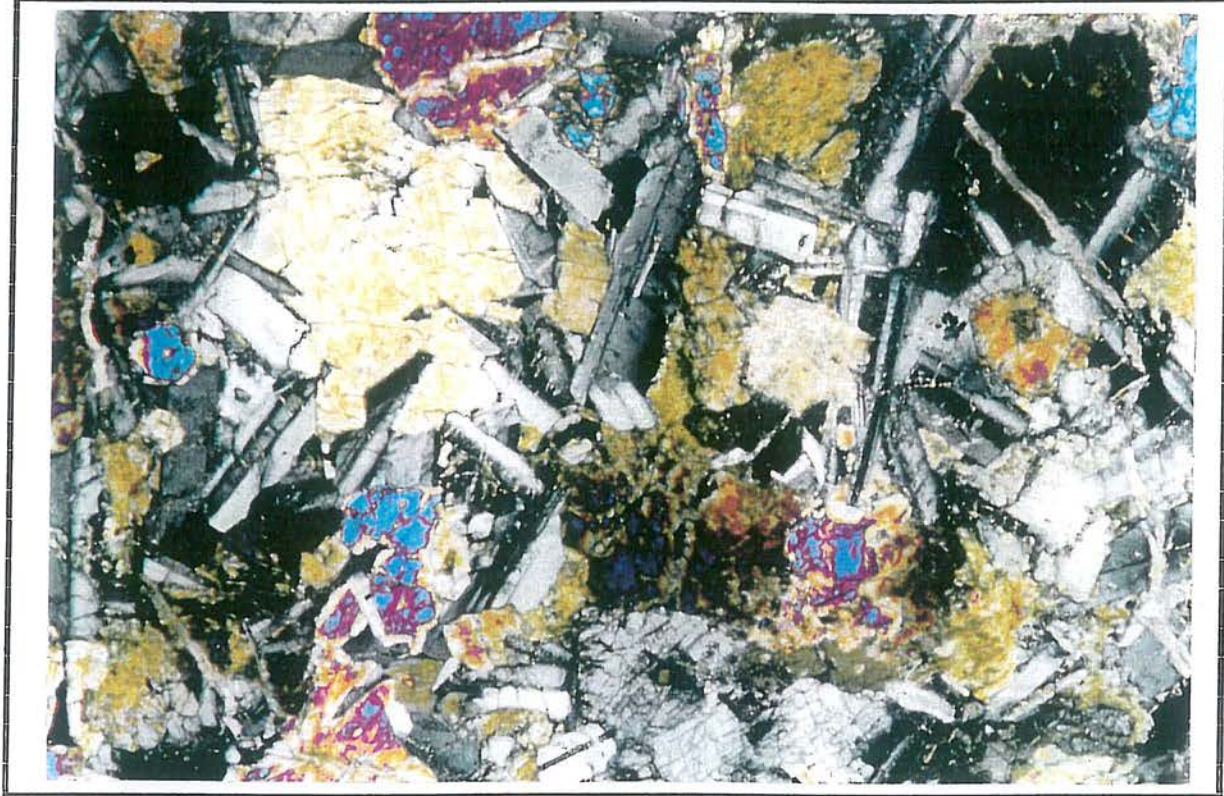
آمفیبول با فرم خودشکل و نیمه خودشکل به صورت اولیه و ثانویه در نمونه ها وجود دارد، شکل

(۴-۱۱). مهمترین کانی های ثانویه در این نمونه عبارت است از:

بیوتیت، کلریت، آمفیبول، اکسیدهای آهن، کلسیت و سربیت.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند



شکل ۴-۱۱: نمای میکروسکوپی سنگ‌های گابروئی در مقاطع نازک، در این تصاویر بلورهای پلاژیوکلاز و پیروکسن که در حال تبدیل به بیوتیت می‌باشند دیده می‌شود. عکس بالا در نور منقطع (LPx50) و عکس پائین در نور عادی (LNx50) گرفته شده است.



۴-۳- آهک شیلی نازک لایه (E_{shL})

این واحد سنگی در یال شمال غربی کوه اوری با امتداد تقریبی شمالی - جنوبی و شیبی به سمت غرب رخمون دارد. همان طوری که در راهنمای نقشه ۱: ۵۰,۰۰۰ آمده است، جایگاه چینه‌شناسی این سنگ‌ها دقیقاً معلوم نبوده ولی با توجه به این که توسط توده داسیتی در منطقه شیب‌دار شده‌اند احتمالاً متعلق به ائوسن می‌باشند. این واحد سنگی به رنگ سبز و قهوه‌ای متمایل به قرمز در منطقه دیده می‌شود. براساس تجزیه شیمیائی آنها، سنگ‌های سبز رنگ که حاوی رگچه‌های بسیار ریز هماتیستی در حد میلی‌متر می‌باشند، در حدود ۱۱٪ Fe_2O_3 داشته و سنگ‌های قهوه‌ای متمایل به قرمز در حدود ۷٪ Fe_2O_3 دارند، که هیچ یک از آنها نمی‌تواند بیانگر کانی‌سازی بارز آهن در این سنگ‌ها باشد.

در کنتاکت این سنگ‌ها با توده داسیتی در محل‌هایی که توسط رسوبات کواترنر پوشیده نشده است، هیچگونه آثاری از مرمی شدن و دگرگونی مشاهده نمی‌شود و فقط به‌طور اندک آثار سیلیسی شدن که در مقطع نازک هم به چشم می‌خورد قابل ذکر است.



بر اساس مطالعات پتروگرافی مهمترین کانی‌های تشکیل دهنده این سنگ‌ها عبارت است از:
کوارتز، کلسیت، فلدسپات، سریسیت، کانی‌های رسی، اکسیدهای آهن به‌صورت دانه‌های ریز و رگچه مانند.

شکل ۴-۱۲: نمائی از آهک شیلی نازک لایه که در اثر نفوذ داسیت‌ها شیب‌دار شده‌اند.



۴-۴- پیروکلاستیک‌های سبز رنگ (Ep)

همان‌طوری که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ مشاهده می‌گردد، این واحد سنگی در غرب کوه گور رخنمون دارد و در بین واحدهای سنگی منطقه کمترین وسعت را در نقشه به خود اختصاص داده است. اما به لحاظ این که کانی‌سازی آهن را در منطقه همراهی می‌نماید از اهمیت زیادی برخوردار است.

در نمونه‌های دستی این سنگ‌ها به رنگ سبز روشن دیده می‌شوند و معمولاً لکه‌های ریز سیاه رنگی در آنها حتی با چشم غیر مسلح قابل مشاهده است، این لکه‌های ریز اثراتی از اکسیدهای آهن هستند که در زیر به آنها اشاره خواهد شد. در رخنمون‌های سطحی هیچگونه آثار لایه‌بندی در این سنگ‌ها مشاهده نگردید. از کانی شاخص در نمونه‌های دستی می‌توان به اپیدوت‌های پسته‌ای رنگ اشاره کرد.

مطالعات پتروگرافی

با بررسی مقاطع نازک، این سنگ‌ها را می‌توان در رده سنگ‌های پیروکلاستیک^۱ (آذرآوری) دانست، به نحوی که با توجه به بافت کلاستیک و قطعات بلورین تشکیل دهنده، این سنگ‌ها را می‌توان کریستال توف^۲ یا توف بلورین نام‌گذاری نمود. توف‌ها از لحاظ شیمیائی ترکیبی در حد داسیت تا ریوداسیت دارند که قرابت و نزدیکی را با سنگ‌های ولکانیک منطقه نشان می‌دهند.

کانی‌های تشکیل دهنده این سنگ‌ها را می‌توان به دو گروه اصلی تقسیم نمود:

♦ کانی‌های اولیه (هیپوژن)، که عبارتند از:

کوارتز، فلدسپات که عمدتاً از نوع پلاژیوکلاز بوده و نوع قلیائی آن بویژه به صورت میکروپریت و یا در زمینه سنگ دیده می‌شود، پیروکسن، ندرتا^۳ بیوتیت.

♦ کانی‌های ثانویه (سوپرژن) در این سنگ‌ها عبارتند از:

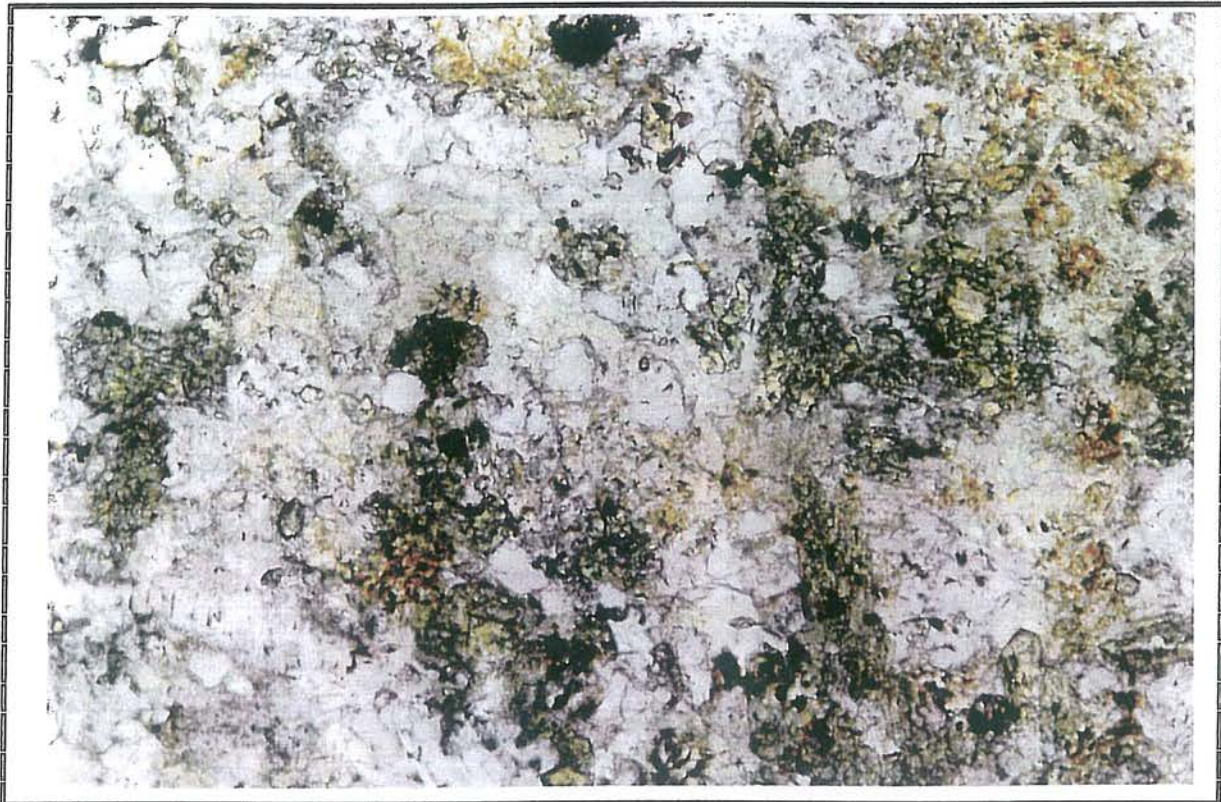
اپیدوت، کلریت، سریسیت، کانی‌های رسی، ترکیبات خاکی آهن، کلسیت که در برخی از نمونه‌ها به حداقل ۴۰٪ هم می‌رسد، شکل (۴-۱۳).

^۱-Pyroclastic.

^۲-Crystal Tuff.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند



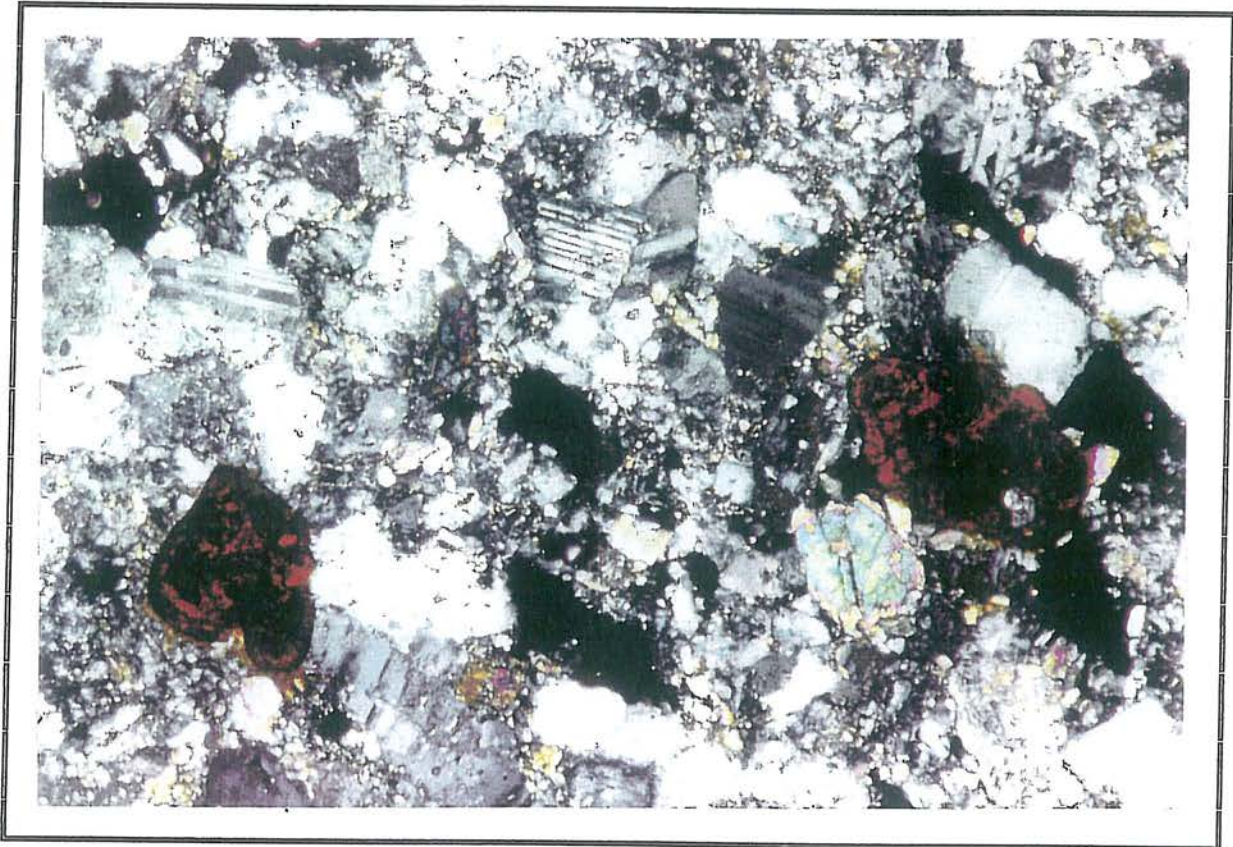
شکل ۴-۱۳ : تصویری از سنگ‌های پیروکلاستیک در زیر میکروسکوپ، در این تصاویر بلورهای کوارتز، اپیدوت، کلریت، اکسیدهای آهن و کربنات دیده می‌شوند. عکس بالا در نور متقاطع (LP×100) و عکس پائین در نور عادی (LN×100) گرفته شده است.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

با توجه به مجموعه کانی‌های ثانویه در این سنگ‌ها می‌توان آلتراسیون سوسوریتی شدن را برای این سنگ‌ها قائل شد. البته ناگفته نماند که به علت وجود برخی از کانی‌ها، بویژه اپیدوت و کلریت، این سنگ‌ها بیانگر آلتراسیون شدیدتری است.

از کانی‌های فرعی مهم در این سنگ‌ها، قطعات نیمه‌شکل‌دار تا بی‌شکل اوپاک با توزیع متجانس است که در برخی از قسمت‌ها، قطعات کدر به نیمه‌شفاف تبدیل شده است و حداقل بخش عمده‌ای از قطعات هماتیت است، شکل (۴-۱۴).



شکل ۴-۱۴: تصویری از کریستال توف با بلورهای فلدسپات از نوع پلاژیوکلاز، کوارتز، پیروکسن، اپیدوت و قطعات بی‌شکل تا شکل‌دار کدر که برخی از این بلورهای بزرگ نیمه‌شفاف هماتیت می‌باشند، (LP×100).



۴-۵- تکتونیک

۴-۵-۱- مقدمه^۱

پی آمد ناآرامی های تکتونیکی شدیدی که در این بخش در پیوند با فازهای آلپی وجود داشته و در اوایل ترسیر با فعالیت شدید آتشفشانی همراه بوده است به تشکیل مجموعه ای از گدازه های آندزیتی، مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا و پیروکلاستیک های ستر و وابسته به زمان ائوسن انجامیده است که عمدتاً در بیرون از منطقه (بویژه در جنوب منطقه مطالعاتی) مشاهده می گردد.

به همراه این مجموعه اگرچه سنگ های رسوبی وابسته به دوره الیگوسن در منطقه شناخته نشده است ولی پیدایش گنبد های نفوذی داسیتی که سن ایزوتوپیک آنها (تعیین شده در شوروی سابق) ۳۹ میلیون سال است و همچنین گدازه های وابسته به آن که می تواند در پیوند با رخداد (Pyrenean) باشد به زمان الیگوسن نسبت داده می شود. این گدازه در ناحیه جنوب شرقی در خارج از محدوده مطالعاتی واحدهای کهن را می پوشاند. پیرامون این توده های نفوذی آذرین کم ژرفا آثار دگرگونی بارزی مشاهده نمی شود ولی اغلب این گنبدها خود شدیداً تحت تأثیر آلتراسیون های هیدروترمالی ناشی از پدیده های بعدی قرار گرفته اند. نهشته های کم ژرفا و رسوب های تبخیری دریای میوسن نیز که در این منطقه شامل مارن های دارای گچ و نمک و کنگلومرا و ماسه سنگ و آگلومرا می باشند و بیشترین برونزد آنها در پیرامون جلفا و شمال غرب هادی شهر است که با ناهمسازی حاصل از عملکرد فاز پایانی آلپ و زیر واحد کنگلومرانی با قله های ولکانیکی وابسته به دوره پلیوسن قرار می گیرند. در ادامه عملکرد فاز پایانی آلپ و به طور مشخص اثرات کوهزائی پاسادنین به صورت ناهمسازی ها و سطوح فرسایش نهشته های کواترنر در این منطقه هستند که در سرتاسر آن، در هر دو بخش قابل مشاهده است.

۴-۵-۲- گسل های منطقه

مهمترین گسل که در غرب منطقه مطالعاتی قرار گرفته است گسل اصلی دره دیز می باشد که از

^۱مطالب این بخش به نقل از گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ جلفا منتشره از سوی سازمان زمین شناسی کشور می باشد.



شمال شرق روستای عریان تپه عبور کرده و اثراتی از آن در جنوب غرب منطقه مطالعاتی با روند شمال غرب - جنوب شرق مشاهده می‌شود.

گسل دره‌دیز روندی NW-SE داشته و در هسته ناودیس دره‌دیز به صورت امتدادلغز از نوع راست گرد¹ عمل کرده است. با بررسی‌های صحرایی می‌توان فرض نمود که بر اثر مؤلفه‌های امتدادلغز و شیب لغز مؤلفه جابجائی حقیقی گسل دره‌دیز به نحوی حرکت کرده که قطعه فروافتاده (فرادیواره)² در جنوب بوده، در نتیجه آن تجمع رسوبات کواترنر از پدیده‌های جالب و مهم این گسل ایجاد شده، می‌باشد به طوری که حرکت احتمالی آن را می‌توان به صورت کششی فرض نمود. که حاصل آن نفوذ توده داسیتی در هسته ناودیس دره‌دیز بوده است. گسل فوق موازی با گسل‌های اصلی منطقه از جمله گسل تبریز بوده و حرکت آن مثل سایر گسل‌های اصلی منطقه از جمله گسل تبریز است که باعث به وجود آمدن گسل‌های فرعی زیادی شده است (گزارش نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰: جلفا).

گسل‌ها در منطقه مطالعاتی به دو گروه اصلی³ و فرعی⁴ تقسیم شده‌اند. گسل‌های اصلی (بزرگ) که بر اساس مطالعات عکس‌های هوایی مشخص شده‌اند و اثرات آنها بر روی زمین مشاهده می‌شوند، عمدتاً هم جهت با گسل اصلی منطقه یا گسل دره‌دیز است.

اما گسل‌های فرعی که عمدتاً بر اساس مشاهدات سطحی و پیمایش‌های زمین‌شناسی مشخص شده‌اند، با توجه به امتداد آنها بر روی زمین در نقشه زمین‌شناسی ترسیم شده‌اند. این گسل‌ها عمدتاً روندی شمالی - جنوبی داشته و احتمالاً جوان‌تر از گسل‌های اصلی در منطقه می‌باشند به طوری که اکثراً در توده داسیتی منطقه مشاهده می‌شوند.

گسل تراستی که در شمال غرب منطقه مشاهده می‌گردد و سنگ‌های قدیمی پرمین را بر روی آهک الیکا رانده است روندی مشابه با گسل دره‌دیز دارد که البته این گسل توسط برخی از گسل‌های فرعی جوان‌تر بریده شده است، رجوع شود به شکل (۲-۴).

¹ -Dextral.

² -Hanging.

³ -Major Fault.

⁴ -Minor Fault.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

۴-۵-۳- چین خوردگی

همان طوری که تا به حال هم گفته شده است بر اثر نفوذ توده های داسیتی و گرانودیوریت پورفیری سنگ های رسوبی اطراف این توده ها به سمت طرفین گنبد شیب دار شده اند، که این مسئله به وضوح در حاشیه توده های نفوذی دیده می شوند. در غرب چشمه خفته تاقدیس در سنگ های آهکی سازند الیکا مشاهده می شود. در محور این تاقدیس فرسایش بسیار شدید بوده به طوری که فقط سنگ های یال های این تاقدیس مشاهده می شود و در امتداد محور اصلی تاقدیس دره عمیقی ایجاد شده است؛ شکل (۴-۱۵).

شیب لایه های یال جنوبی تاقدیس در حدود ۴۰ درجه به سمت جنوب و شیب لایه های یال شمالی در حدود ۳۰ درجه به سمت شمال است. بنابراین سطح محوری این تاقدیس شیبی به سمت شمال دارد.



شکل ۴-۱۵: در این عکس یال های شمالی و جنوبی تاقدیس غرب چشمه خفته مشاهده می گردد و همان طوری که مشاهده می شود در امتداد محور این تاقدیس دره عمیقی ایجاد شده است.



۵-۵-۳- سیستم درزه‌ها

با مطالعه سیستم درزه‌ها می‌توان به‌نوع آنها پی‌برد، اما به‌دلیل تشخیص مکانیسم بیشتر گسله‌ها، مخصوصاً "گسله‌های توده‌های آذرین (به‌دلیل همگن بودن آنها)، می‌توانیم در مورد گسله‌ها نیز پاسخ‌های نسبتاً دقیقی را ارائه دهیم. اما این امر به‌مطالعه دقیق درزه‌ها و برداشت آنها نیاز دارد که از حوصله این گزارش خارج است. با توجه به این که رخنمون‌های آهن‌دار در سنگ‌های داسیتی قرار داشته، برداشت درزه‌ها در این سنگ‌ها و در حواشی توده آهن‌دار صورت پذیرفته است.

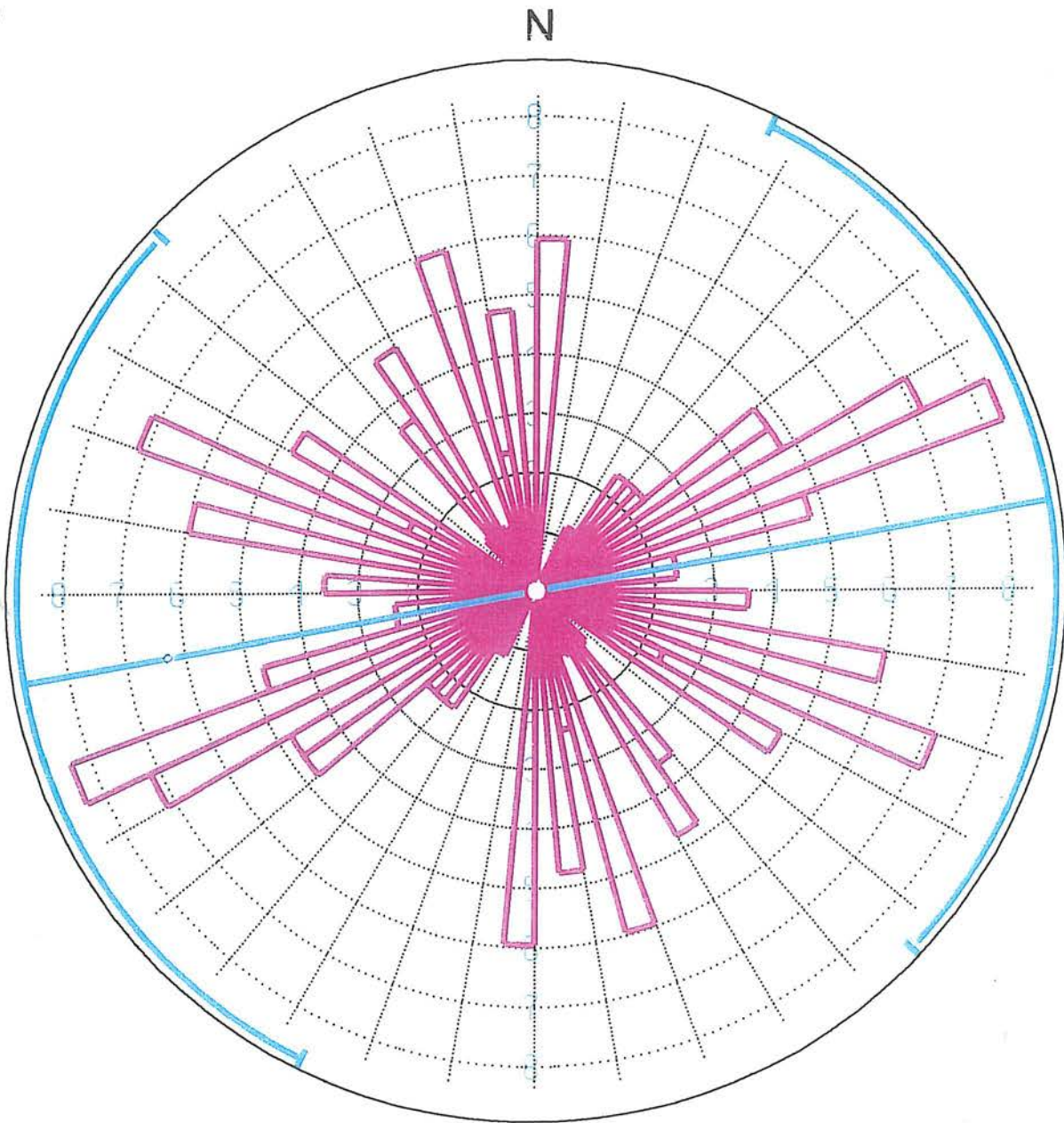
در شکل (۴-۱۶) سیستم درزه‌های برداشت شده توده داسیتی کوه‌گور توسط نمودار گل‌سرخ‌نمایش داده شده است. همان‌طوری که در این شکل مشاهده می‌شود سیستم درزه‌ها به‌ترتیب فراوانی در جهت‌های شمال شرق - جنوب غرب، شمال غرب - جنوب شرق و شمالی - جنوبی است.

همان‌طوری که در بحث گسل‌های منطقه گفته شد مهمترین گسل‌ها روند شمال غرب - جنوب شرق داشته که به‌نظر می‌رسد این سیستم درزه در امتداد این گسل‌ها باشند.

سیستم درزه‌ها که روند شمالی جنوبی دارند در امتداد گسل‌های با این روند بوده که عمدتاً جزء درزه‌های فشارشی در منطقه می‌باشند.

سیستم درزه‌های با روند شمال غرب - جنوب شرق احتمالاً "کششی بوده است و باز شدگی در اکثر این درزه‌ها مشاهده می‌شود، به‌طوری که کانی‌های ثانویه بویژه کلسیت در این درزه‌ها رشد یافته است.





شکل ۴-۱۶: دیاگرام گلبرخی سیستم برزه ها در توده داسیتی کوه گور



بخش پنجم : زمین شناسی اقتصادی

۱-۵- کلیاتی در ارتباط با عنصر آهن

۱-۱-۵- مقدمه

دانسته‌ها و آموخته‌های باستان‌شناسی و تاریخی گواهی می‌دهد که شناخت و کاربرد آهن تاریخی شش هزار ساله دارد. آشنائی آدمی با آهن با دستیابی تصادفی او به شخانه‌های آهنین آغاز شد. چگالی کم، سختی، استواری و پایداریش، بر ویژگی‌های دو فلز به کار گرفته شده در آن زمان (طلا و مس) برتری داشت و بدین ترتیب این فلز ارزشی والاتر از دو فلز مذکور پیدا نمود. مثلاً زمانی که سلاح سربازان فرعون زرین بود، محور ارابه او از آهن ساخته شد. گداز آهن از کانه آن در هزاره نخستین میلادی انجام شد، یعنی در راستای زمانی ۵ هزار ساله، آدمی در عین حال که آهن را می‌شناخت قادر به فرآوری آن نبود.

روشن است که تاریخ فلز گدازی (متالورژی) با فرآوری و فلز گدازی آهن آغاز نشده چرا که، آدمی پیش از آن به عصر مفرغ گام نهاده بود. لیکن با گداخت آهن چهارمین گام را در راه تمدن برداشت که اکنون نیز در همان گام است. گداخت آهن نخست با گداز کانه هماتیت به کمک زغال چوب آغاز شد. پس از آن کوره‌های بلند پدید آمد و متعاقب آن زمانی که زغال و کک به یاری گرفته شد فرآوری چدن و سپس فولاد آغاز شد.

بر پایه باور باستان شناسان، حدود ۸۰۰ سال پیش از میلاد، آهن در ایران به کار گرفته شده است. باور برخی از پژوهشگران بر این واقعیت است که آهن از آسن، که در اوستا به معنی آهن آمده و آن هم از اسمن (به معنی آسمان) ریشه گرفته است، شاید بتواند درست باشد.

گمان می‌رود ایرانیان در دوره هخامنشی در ساختن فولاد و به کار بردن آهن و فولاد مهارت داشته‌اند و می‌دانستند که آهن در برابر هوا و نم زنگ می‌زند و به همین دلیل آن را برای جلوگیری از زنگ زدگی قیر اندود می‌کرده‌اند.

به طوری کلی آهن در دوره هخامنشیان از کانسارهای آهن پیرامون نیریز برداشت می‌شده و



شاید همانگونه که جغرافی‌نویسان پس از اسلام نوشته‌اند، پس از این دوره نیز از این کنسارها بهره‌برداری شده است. در دوره صفویه تقریباً تمام سیاحان از معادن آهن ایران یاد کرده‌اند. OLEARIUS از فولاد تبریز که از کانه‌های آن دیار به دست می‌آمده و همچنین از کنسارهای آهن دماوند یاد کرده و می‌نویسد بهترین آهن را از ماسوله به دست می‌آوردند. در دوره قاجاریه، بویژه پس از جنگ‌های ایران و روس، بهره‌برداری از معادن آهن نسبت به دوره پیش، بویژه برای تهیه اسلحه، افزایش یافته است، (زاوش، ۱۳۴۸).

۵-۱-۲- ژئوشیمی آهن

از نظر فراوانی آهن چهارمین عنصر پوسته زمین بوده و دومین فلز شناخته شده است. کلارک آن ۴/۶۵ است که در سنگ‌های اولترامافیک و بازیک تا دو برابر افزایش می‌یابد. ایزوتوپ‌های آهن شامل: Fe^{54}_{26} , Fe^{56}_{26} , Fe^{57}_{26} , Fe^{58}_{26} است. بیش از ۳۰۰ کانی آهن در طبیعت یافت می‌شود که معروف‌ترین آنها شامل:

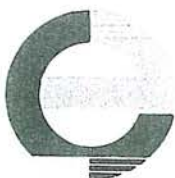
مگنتیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، سیدریت و شاموزیت می‌باشد.

در واقع بخش کوچکی از آهن در کنسارهای آهن و در کانی‌های سازنده سنگ‌ها، بویژه سنگ‌های آذرین، به وفور یافت می‌شود. آهن عنصری است که در روند تفریق ماگمایی به مراحل پایانی تفریق هم می‌رسد.

آهن در ترکیب به دو شکل دو ظرفیتی (Fe^{2+}) و سه ظرفیتی (Fe^{3+}) دیده می‌شود. در سنگ‌های آذرین بیشتر به صورت دو ظرفیتی، در سنگ‌های رسوبی و رسوبات عموماً سه ظرفیتی است. در کنسار آهن هم دو ظرفیتی و هم سه ظرفیتی است، (جعفرزاده و همکاران، ۱۹۷۴).

۵-۱-۳- متالورژی آهن

بیشترین انباشتگی آهن در فرآیند تکاپوهای ماگمایی و اسکارنی وابسته به ماگماهایی بازالتی فراهم می‌آید و گونه‌های رسوبی آن در کنار حوضه‌های رسوبی انباشته می‌شوند. در دوره متالورژی آرکئن- پروتروزوئیک زیرین، حوضه‌های کنسارهای آهن دارای



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

خاستگاه‌های شیمیائی - رسوبی آتشفشانی با رخساره‌های گسترده، پدید آمده که بعدها نهشته‌های منحصر به فرد کوارتزیت‌های آهن دار و کان سنگ‌های پرمایه آهن از آنها گسترش یافته‌اند. منابع کل آهن، کوارتزیت‌های آهن دار به صدها میلیارد تن می‌رسد که بیش از دیگر منابع معدنی آن است. پروتوزوئیک پیشین با انباشت کانی سنگ‌های آلئیتیکی هماتیت در رسوبات دریایی و ژئوسنکلینال حاوی رسوب‌های آواری و کربناتی کرانه‌ای کلینتون (Clinton) در ایالات متحده و آنکاراپیت (Angara-Pit) در روسیه مشخص است. دوران پالتوزوئیک کانی‌سازی آهن در پیوند کوهزائی هرسی‌نین و کالدونین است. در این زمان است که نهشته‌های بزرگ آهن ماگمائی و تیتانومگنتیت در روسیه و آفریقای جنوبی، نهشته‌های اسکارن مگنتیت در اورال قزاقستان شمالی و سبیری باختری، کالیفرنیا، یوتا و دیگر مناطق دیده می‌شود.

۲-۵- انواع کانسارهای آهن

با اینکه آهن حدود ۵ درصد پوسته زمین را می‌سازد اما بخش کوچکی از آن در فرآیندهای کانی‌سازی رسوبی - آذرین یا دگرگونی در پیکره کانه‌ها و کانسنگ‌های آهن انباشته شده است، (گیلبرت و پارک، ۱۹۷۵ و اوانس، ۱۹۹۴). به‌طور کلی انواع کانسارهای آهن به شرح زیر است:

- نوع آنگوما با سن آرکئن
- نوع دریاچه سوپریور با سن پروتوزوئیک پیشین
- الف) کانسارهای آهن دار نواری^۱ (B.I.F.)
- ب) کانسار آهن دار آلئیتیکی
- ج) کانسار آهن سیدریتی
- د) کانسار آهن چشمه‌ای
- ◇ کانسار آهن رسوبی
- ◇ کانسار آهن ماگمائی.
- ◇ کانسار آهن اسکارنی.
- ◇ کانسار آهن تراوشی.
- ◇ کانسار آهن دگرگون‌زاد.
- ◇ کانسار آتشفشانی - رسوبی.

به‌لحاظ این که در منطقه مطالعاتی احتمالاً فقط با دو تیپ از انواع کانی‌سازی‌های آهن، که در

^۱-Bonded Iron Formation.



بالا معرفی گردید، روبرو خواهیم بود در این جا توضیحاتی مختصر در ارتباط با آنها ارائه می‌گردد:

◇ کانسار آهن ماگمائی.

◇ کانسار آهن استکرنی.

۵-۲-۱- کانسار آهن ماگمائی

باور این است که انباشته‌های ذخایر توده‌ای مگنتیت (گاهی همراه با هماتیت) دارای خاستگاه آذرین‌اند. این کانسارها خود ناشی از تفکیک ماگمائی‌اند. این کانسارها گاه لایه‌بندی نشان می‌دهند ولی بیشتر شکل خاصی ندارند و به‌صورت تزریق از سیال‌های غنی از مگنتیت، در سنگ‌های دیواره‌اند. این منابع معمولاً دارای درصد بالائی از آهن هستند و بعضاً از تیتان نیز پرمایه‌اند. این گونه کانسارها که زایش آنها مستفیماً وابسته به ماگماست، گاه نام اورتوماگمائی نیز بدان‌ها داده شده است. کانسارهای ماگمائی در مقایسه با کانسارهای رسوبی، تا اندازه‌ای کمیاب‌ترند و بیشتر در پیوند با سنگ‌های سینیتی‌اند و همراه با آنها یافت می‌شوند. نمونه برجسته از این کانسارها، میدان معدنی کیرانا در شمال سوئد است. کانسارهایی با این خاستگاه در ایران، احتمالاً کانسار چادرملو در بافق و مروارید و سرخه‌دیزج در زنجان هستند.

ذخیره این گونه کانسارها معمولاً قابل ملاحظه هستند. عیار آهن آنها معمولاً کمتر از ۶۰٪ و عیار فسفر آنها در حدود ۲٪ است. عیار گوگرد در آنها پائین و کمتر از ۰۵٪ است.

شکل کانسار رگه‌ای و عدسی مانند و معمولاً در همبری سنگ‌های نیمه‌مغاکلی قلیائی است و یا میان انواع فراورده‌های نفوذی کمپلکس جای دارد. نفوذی‌های زاینده سنگ آهن، سن‌ها و ترکیب‌های گوناگون دارند. ترکیب آنها ممکن است گرانیت، کراتوفیر، آپلیت، سینیت و غیره باشد. کانه اصلی شامل مگنتیت همراه با آمیزه‌هایی جامد از فلوئورآپاتیت، مقدار کمی هماتیت، دیوپسید، آمفیبول، تورمالین، زیرکن، بیوتیت، کوارتز، کربنات‌ها و همراه با عیارهایی کم از سولفورها است. گاهی اوقات توده‌های آهن (مگنتیت) به‌صورت توده‌های خروجی که به‌صورت بین لایه‌ای در ریولیت و سایر سنگ‌های آتشفشانی قرار دارند دیده می‌شوند. این کانسارها دارای منشاء جدایش ماگمائی است که به‌صورت توده‌های نفوذی عدسی شکل و هم به‌صورت بین لایه‌ای جایگزین



می‌شوند. اینگونه کانسارها هم، همانند کانسارهای آهن مرتبط با سنگ‌های ماگمایی عمیق (سینیت و ...) در اثر افزایش فوگاسیته اکسیژن (O_2) در ماگما تشکیل می‌شوند. مثال بارزی از این نوع کانسارها معدن Pea Ridge در آمریکا است، (گیلبرت و پارک، ۱۹۷۵).

۵-۲-۲- کانسار آهن اسکارنی

اسکارن در تعریف به سنگ‌های دگرگونی گفته می‌شود که اکثراً^۱ به‌طریقه متاسوماتیزم^۱ تشکیل شده و حاوی کانی‌های کالک سیلیکات است که در اثر ورود موادی همانند Fe-Mg-Al-Si به سنگ‌های آهکی - دولومیتی به‌وجود می‌آید.

آهن در این گونه کانسارها ریشه ماگمایی دارد که سیلیس آن در فرآیند تفریق ماگمایی سیلیکات‌ها را می‌سازد و آهن باقیمانده در حاشیه توده ماگمایی انباشته‌تر می‌شود. دمای بالای سیالات آهن‌دار هنگامی که به توده‌ای رسوبی (بوئزه آهک) برخورد می‌کنند، در سنگ آهک محیط نیمه‌سیال پدید می‌آورند. در چنین شرایطی است که میان جبه آهن‌دار ماگمایی و بخش سنگ آهک داغ چرخه‌ای پدیدار می‌شود که در روند آن آهن درون بخش آهکی، به‌صورت اکسید برجای گذاشته می‌شود. اگرچه شمار این گونه کانسارها می‌تواند فراوان باشد، لیکن شماری که اندازه‌های بزرگ داشته باشند، کمتر است. از نمونه‌های شناخته شده اینگونه کانسارها می‌توان در ایران به‌سنگان (براساس کارهای بومری) و بخشی از کانی‌سازی آهن شهرک اشاره کرد. اسکارن می‌تواند به‌صورت آهکی و منیزیمی باشد که نوع منیزیمی آن بسیار کمیاب‌تر است.

از کانی‌های مهم اندواسکارن^۲ در اسکارن‌های آهن می‌توان به‌اپیدوت، آلپیت، اسکاپولیت، پیروکسن و آمفیبول اشاره نمود و کانی‌های مهم در زون آگزواسکارن^۳ عبارتند از: آندرادیت و گرسولار.

کانسارهای اسکارن آهن در دنیا اهمیت زیادی ندارند و در عوض اسکارن مهمترین منبع تنگستن (W) دنیا به‌شمار می‌آید، (شهاب‌پور، ۱۳۸۰).

^۱-Metasomatism.

^۲-Endoskarn.

^۳-Exoskarn.



۵-۳- متالورژی آهن در ایران

آهن از جمله فلزاتی است که کانسارهای آن منحصر به دوره خاصی از پیدایش و شکل‌گیری پوسته زمین نبوده و تقریباً در تمام دوره‌های زمین‌شناسی یافت می‌شود. هرچند که بیشترین ذخایر شناخته شده آهن مربوط به پرکامبرین است، اما ذخایر پالئوزوئیک، مزوزوئیک و ترسیری در بیشتر جاهای دنیا شناخته شده است. در ایران نیز مانند دیگر نقاط گیتی گرچه شاهد زایش آهن از پروتوزوئیک پسین تا کواترنر هستیم، ولی بیشترین انباشتگی آهن در پروتوزوئیک پسین، اردوویسین پیشین و الیگو-میوسن رخ داده است، شکل (۵-۱). چنانکه هیچ کدام از ذخایر مربوط به پالئوزوئیک بالا-تریاس و کرتاسه قابل مقایسه با آنها نیست، (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۷۴).

به طور کلی فهرست فازهای متالورژی آهن در ایران به شرح زیر است:

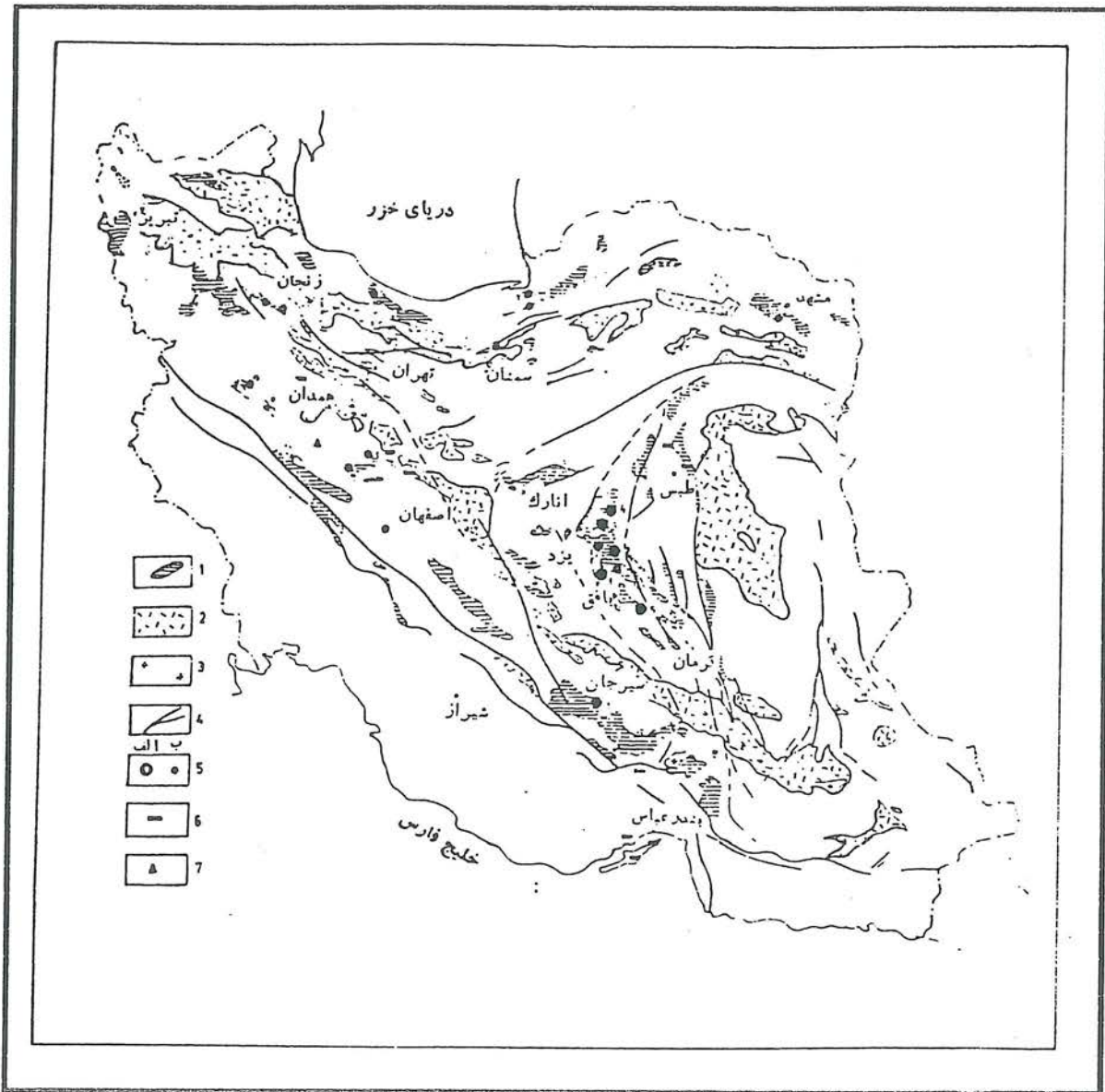
- ◊ کانی‌زائی آهن در پروتوزوئیک بالا-کامبرین زیرین.
- ◊ کانی‌زائی آهن در کامبرین بالا - اردوویسین زیرین.
- ◊ کانی‌زائی آهن در پالئوزوئیک بالا.
- ◊ کانی‌زائی آهن در مزوزوئیک.
- ◊ کانی‌زائی آهن در ترسیر.

با توجه به سن توده ولکانیک در منطقه مطالعاتی و وابستگی کانی‌سازی آهن به این توده که متعلق به ترسیر می‌باشد، کانی‌زائی آهن در این دوره به‌طور خلاصه تشریح می‌گردد:

۵-۳-۱- کانی‌زائی آهن در ترسیر

در پیوند با ماگماتیسم ترسیر، که در ایران گسترش فراوانی دارد، تعداد نسبتاً زیادی کانسار آهن نیز تشکیل شده است، که از ائوسن بالا تا اوایل کواترنر قابل پی‌گیری است. کانسارهای این زمان همگی خاستگاه ماگمائی و ولکانیکی دارند. این کانسارها پراکنده‌گی زیادی نسبت به کانسارهای آهن در فازهای قدیمی‌تر دارند. علت این امر گسترش فراوان ولکانیسم و پلوتونیسم در این زمان است.





شکل ۵-۱: شمای قرارگیری کانسارهای آهن ایران.

- ۱- نهشته‌های پرکامبرین و پالئوزوئیک، ۲- سنگهای آتشفشانی، ۳- سنگهای آذرین درونی، ۴- جابجائی تکتونیکی. ۵- کانسارهای منیئیتی اصلی (الف)،
 - ۱- چغارت، ۲- سه‌چاهون، ۳- چادرملو، ۴- ساغند، ۵- زرد، ۶- گل‌گهر، ۷- نخایر اندک یا کم پژوهیده شده.
- (نقل از گزارش سنگ آهن‌های ناحیه آهن‌خیز بافق - شرکت سنگ آهن مرکزی ایران، ۱۳۵۸).

♦ کانسارهای آهن در زون ارومیه - دختر

در زون ارومیه - دختر همگام با ولکانیسم و پلوتونیسم در الیگو- میوسن تعدادی به نسبت زیاد کانسار آهن تشکیل شده است. از جمله می‌توان به کانسار آهن نیاسر در منطقه کاشان، کانسار



آهن داران در باختر اصفهان، کانسار آهن شهرک در منطقه زنجان، کانسار آهن کوه بابا در جنوب غرب هشتروند اشاره کرد.

♦ کانسارهای آهن ماگمائی در زون البرز :

در پیوند با ماگماتیسیم اولیگو- میوسن در زون البرز و البرز غربی تعدادی کانسار آهن تشکیل شده است، این کانسارها عبارتند از :

کانسار آهن سمنان در البرز شرقی، کانسار آهن سرخه‌دیزج و مروارید در شمال خرم‌دره در پیوند با توده‌های گرانیتی خرم‌دره و ابهر.

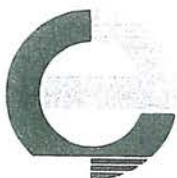
گفتنی است که در البرز غربی تعدادی کانسار آهن که ناشی از دگرسانی کانی‌های سولفیدی می‌باشند، وجود دارد. این کانسارها عموماً حالت گوسن دارند، همانند کانسار آهن دمیرچی در ناحیه طارم و کانسارهای آهن در منطقه خلخال و اهر.

۴-۵- بررسی کانی‌زائی آهن در منطقه هرزند عتیق

همان‌طوری که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰,۰۰۰ منطقه دیده می‌شود، در غرب کوه گور، کوه سنگل‌دره و جنوب چشمه شورجی اثراتی از کانی‌سازی آهن به‌صورت هماتیت، لیمونیت و یا آهک‌های با آغشتگی‌های هماتیتی مشخص شده است که بدون هیچ‌گونه تفکیک و یا توضیحاتی فقط جهت معرفی اندیس‌های آهن در منطقه آمده است. اما در این بخش از گزارش و نقشه زمین‌شناسی ۱:۵,۰۰۰ پیوست کانی‌زائی آهن در منطقه بر اساس مطالعات مینرالوگرافی، پتروگرافی سنگ‌های در برگیرنده، نتایج آنالیزهای شیمیائی و بررسی‌های صحرائی در دو بخش مجزا تشریح می‌گردد:

۴-۵-۱- کانی‌زائی آهن با منشأ ماگمائی (ولکانیک)

مهمترین و بارزترین کانی‌زائی آهن در منطقه مطالعاتی در غرب کوه گور می‌باشد. همان‌طوری که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۵,۰۰۰ مشخص شده است (Ore) عموماً به‌همراه سنگ‌های



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

پیروکلاستیک و یا عبارتی دیگر با کریستال توفهائی (EP) که در فصل قبل تشریح گردید همراه هستند.

کانی‌زائی آهن در نمونه‌های دستی کاملاً مشخص و با توجه به رنگ سیاه و رنگ خاکه قرمز در این مرحله هماتیت و گوتیت تشخیص داده شد، البته به مقدار کمتر مگنتیت هم قابل مشاهده است، شکل (۵-۲). ماده معدنی در دو توده که ظاهراً مجزا از یکدیگر می‌باشند در زیر مورد بحث قرار می‌گیرد.



شکل ۵-۲: تصویری از رخنمون کانی‌های آهن‌دار (عمدتاً هماتیت) در غرب کوه گور، به رنگ خاکه قرمز در این عکس توجه گردد.

۵-۴-۱-۱- کانی‌سازی رگه‌ای شکل در شرق نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰

این کانی‌سازی به فرم رگه‌ای با عرض متوسط یک متر و طول ۲۰ متر (که به احتمال قریب به یقین طول آن حداقل در حدود ۷۵ متر گسترش دارد ولی به علت پوشش واریزه‌های داسیتی و بعضاً



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

خاک بر روی زمین قابل رؤیت نیست)، در منطقه رخنمون دارد، شکل (۳-۵). کانی آهن دار عمدتاً هماتیت و گوتیت و به مقدار اندک مگنتیت می باشد و براساس آنالیز نمونه های این رگه مقدار Fe_2O_3 در حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد می باشد، جدول (۱-۵). البته لیست آنالیز سایر عناصر برای نمونه های ذیل در پیوست گزارش به طور کامل آمده است.



شکل ۳-۵: تصویری از توده رگه ای شکل آهن در شرق نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰، در این عکس شخص ناظر تقریباً بر روی شرقی ترین نقطه قابل رؤیت ماده معدنی ایستاده است و در غرب این توده قطعات سیاه رنگ ماده معدنی قابل رؤیت است.

جدول ۱-۵: مقدار برخی از عناصر در کانی سازی رگه ای شکل.

SAMPLE	Fe_2O_3 %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	CaO %	Na_2O %	MgO %	K_2O %	TiO_2 %	MnO %	P_2O_5 %
81-SHHZ-39	42.67	13.38	3.14	22.32	0.02	0.17	0.05	0.299	0.183	0.041
81-SHHZ-41	81.55	5.97	0.58	5.28	0.04	2.32	0.02	0.032	0.067	0.018
81-SHHZ-72	58.03	6.61	1.09	12.71	0.02	5.62	0.02	0.032	0.149	0.022

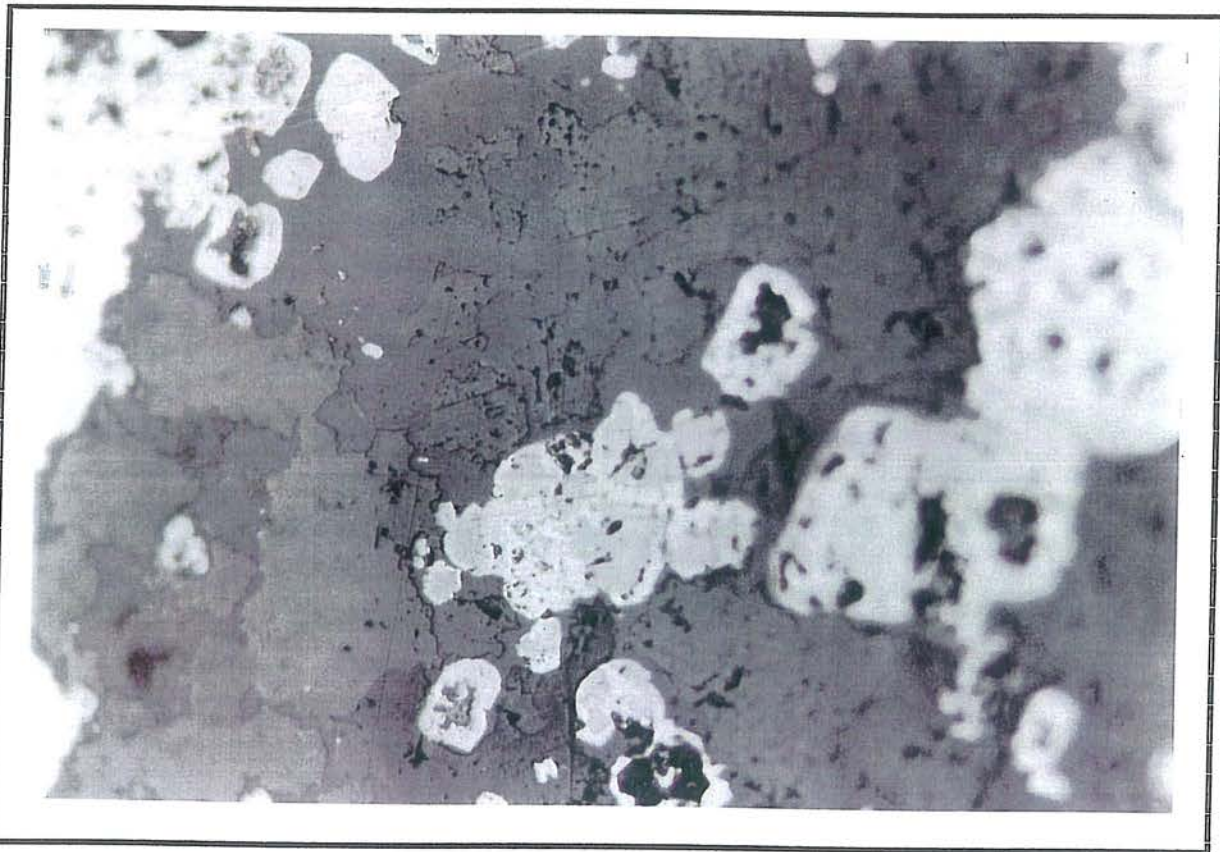


اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

SAMPLE	V ppm	S ppm	Ni ppm	Co ppm	Ba ppm	Cu ppm
81-SHHZ-39	87	48	26	56	124	3
81-SHHZ-41	63	130	21	293	344	543
81-SHHZ-72	55	10	41	86	10	8

بر اساس مطالعات مینرالوگرافی نمونه‌های این توده کانی‌های آهن‌دار بر حسب فراوانی عبارتند از: هماتیت، گوتیت و مگنتیت.

هماتیت و گوتیت در برخی نمونه‌ها به یک میزان بوده ولی در برخی دیگر مقدار هماتیت فزونی می‌یابد اما مقدار مگنتیت بسیار اندک و کمتر از ۱۰٪ است.



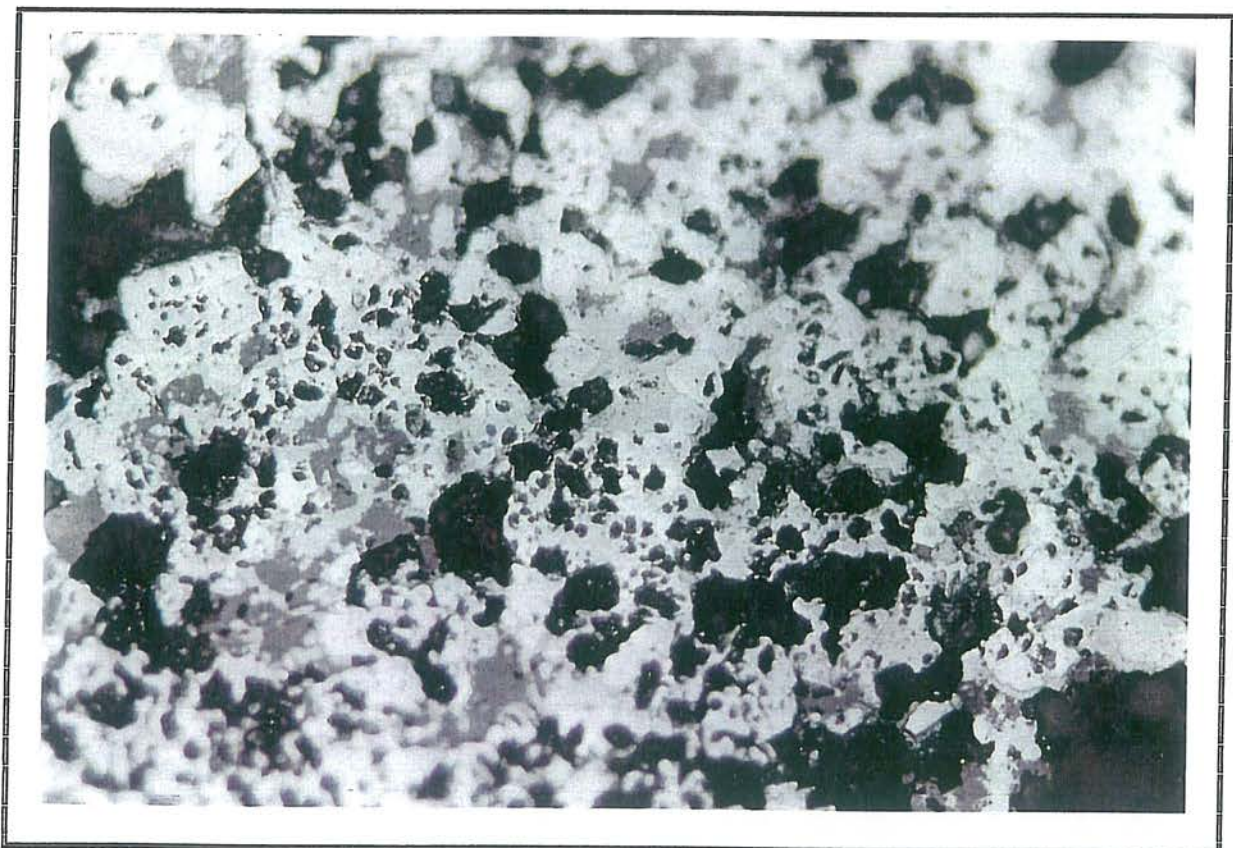
شکل ۴-۵ : در مرکز عکس بلورهای خاکستری رنگ مگنتیت دیده می‌شوند که توسط هماتیت سفید رنگ احاطه شده‌اند و تبدیل مگنتیت به هماتیت را تداعی می‌کند (۲۰۰× انعکاسی).



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

هماتیت عمدتاً از استحاله مگنتیت‌ها ایجاد شده‌اند، به طوری که قطعات شکل دار (ایدیومورف) اولیه مربوط به مگنتیت بوده است که اکنون تماماً^۱ و یا قسمت اعظم آن توسط هماتیت جانشین شده است، شکل (۵-۴). در مورد مارتیتیزاسیون^۱ شک وجود داشته و قاعدتاً تغییرات بایستی در مراحل انجماد ماگمایی صورت گرفته باشد.

گوتیت بعضاً توسط تیغه‌های هماتیت محصور شده‌اند البته در برخی محل‌ها در بین فضای بلوری هماتیت‌ها دیده می‌شوند، شکل (۵-۵). وجود گوتیت تشکیل پیریت را تداعی می‌کند ولی هیچ آثاری از کانی‌های سولفور در نمونه‌ها مشاهده نمی‌شود، اما می‌تواند دلیلی بر وجود پیریت در اعماق باشد. از لحاظ بافتی در برخی از قسمت‌ها اشکال کنکرسیونی و ریتمیک مشاهده می‌شود که مشخصه کانی‌های آهن با منشاء سوپرژن است.



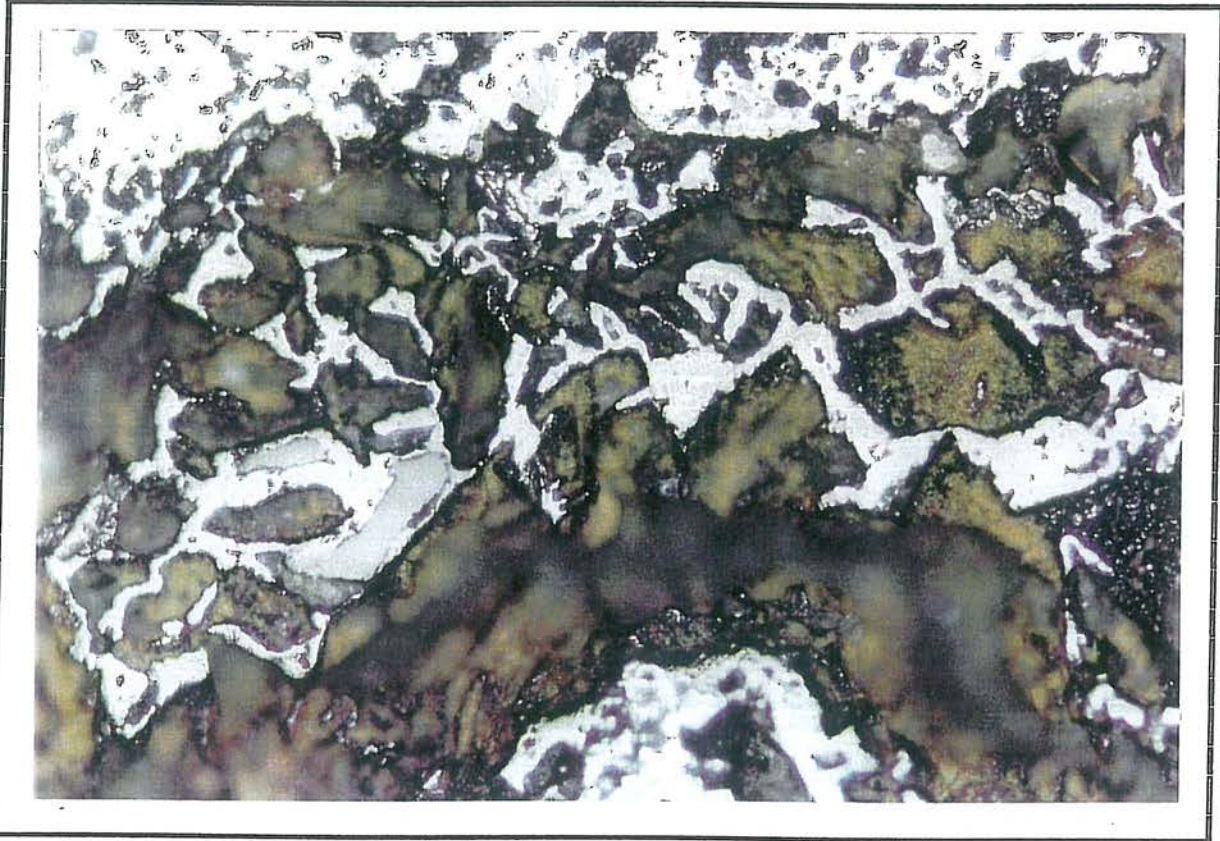
شکل ۵-۵: بلورهای خاکستری رنگ گوتیت و سفید رنگ هماتیت که در برخی نقاط بافت کنکرسیونی هم از خود نشان می‌دهند، بافت خانه خانه (Box Work) هم تا حدی در این عکس قابل ذکر است، (۲۰۰× انعکاسی).

^۱-Martitization.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

علاوه بر بافت‌های مذکور هماتیت به صورت تیغه‌ای هم در نمونه‌ها مشاهده می‌شود و با محصور نمودن بلورهای گانگ که حداقل دو نوع بوده و بخش اندک آن کوارتز است بافت خانه‌خانه یا Box Work را تشکیل داده است که بیانگر ناحیه اکسیداسیون (گوسن)^۱ می‌باشد، شکل (۶-۵).



شکل ۵-۶: بافت خانه‌خانه (Box Work)، در این عکس تیغه‌های هماتیت (سفید) بلورهای گانگ (تیره رنگ) را در بر گرفته است و این بافت را تشکیل داده‌اند، در سمت چپ عکس بلورهای خاکستری گوتیت توسط تیغه‌های هماتیت (سفید) در بر گرفته شده‌اند، (۱۰۰× انعکاسی).

۵-۴-۱-۲- کانی‌سازی توده‌ای شکل در غرب نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰

ماده معدنی در این قسمت از نقشه به فرم توده‌ای با ابعادی در حدود ۱۰×۳۵ متر دیده می‌شود. دیواره دربرگیرنده ماده معدنی سنگ‌های پیروکلاستیک و داسیتی می‌باشد، البته به علت وجود واریزه‌های داسیتی این کتاکت در برخی محل‌ها دقیقاً مشخص نمی‌باشد، شکل (۷-۵). کانی

^۱-Gossan.



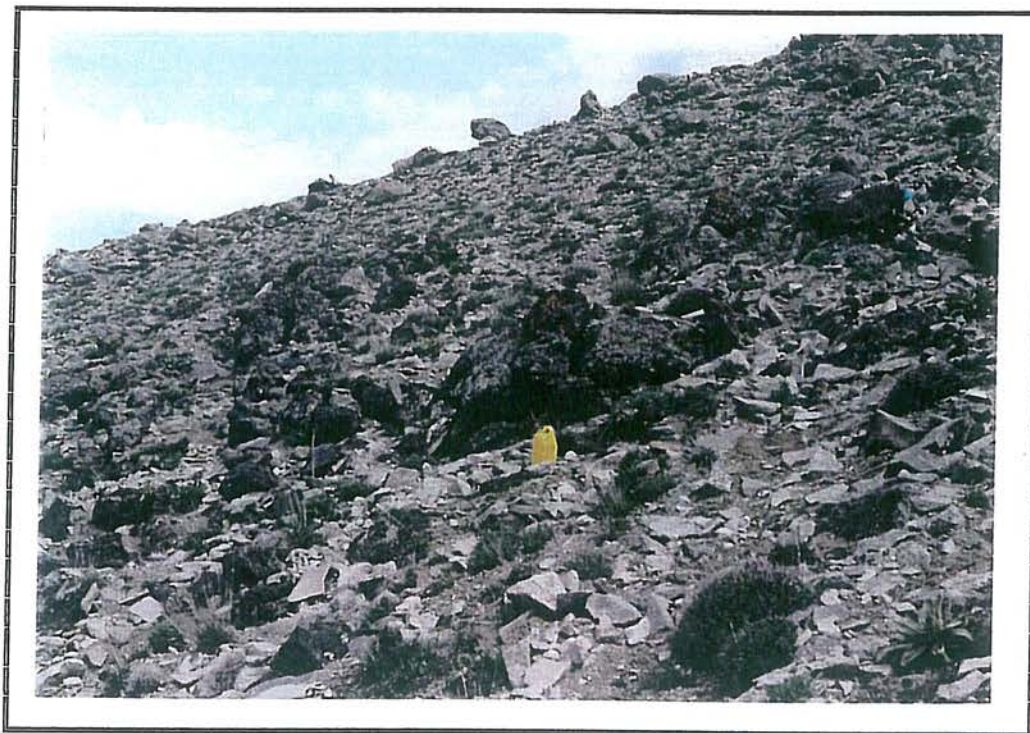
اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرفند

آهن دار در این توده نیز عمدتاً هماتیت بوده که بر اساس آنالیز نمونه‌های آن مقدار Fe_2O_3 در حدود ۶۰٪ می‌باشد، جدول (۵-۲). البته لازم به یادآوری است که لیست کامل آنالیز سایر عناصر برای نمونه‌های ذیل در پیوست گزارش آمده است.

جدول ۵-۲: مقدار برخی از عناصر در سنگ آهن توده‌ای شکل.

SAMPLE	Fe_2O_3 %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	CaO %	Na_2O %	MgO %	K_2O %	TiO_2 %	MnO %	P_2O_5 %
81-SHHZ-66	66.24	11.06	1.35	9.83	0.02	1.55	0.02	0.032	0.162	0.031
81-SHHZ-68	57.85	12.85	1.64	14.08	0.05	0.93	0.02	0.022	0.239	0.021

SAMPLE	V ppm	S ppm	Ni ppm	Co ppm	Ba ppm	Cu ppm
81-SHHZ-66	282	8	32	94	130	64
81-SHHZ-68	45	22	33	169	113	62



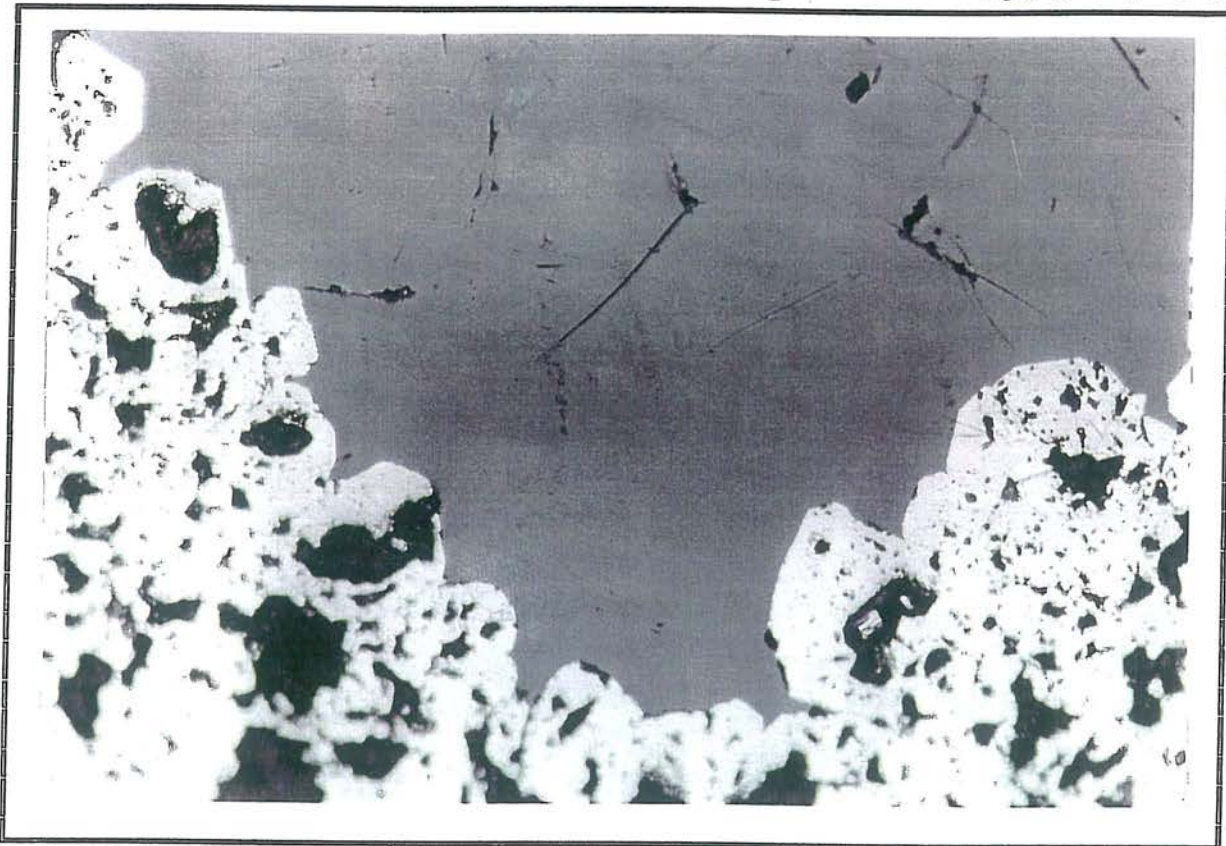
شکل ۵-۷: تصویری از سنگ آهن توده‌ای شکل که در عکس به رنگ سیاه دیده می‌شود. کنتراکت ماده معدنی با سنگ‌های در برگیرنده عمدتاً توسط واریزه‌های داسیتی پوشیده شده است.

براساس مطالعات مینرالوگرافی نمونه‌های این توده، مقدار کانی‌های کدر حداقل ۷۰٪ بوده که بخش اعظم آن مربوط به هماتیت است. در برخی از قسمت‌ها هماتیت با مگنتیت توأم دیده می‌شوند



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

که البته هماتیت نسبت به مگنتیت بیشتر بوده و عمدتاً از جایگزینی مگنتیت‌ها ایجاد شده‌اند. ناگفته نماند که این فرآیند قاعدتاً نمی‌تواند ناشی از آلتراسیون سطحی باشد و این تغییرات عمدتاً مربوط به زمان انجماد و تبلور ماگماست، شکل (۵-۸).

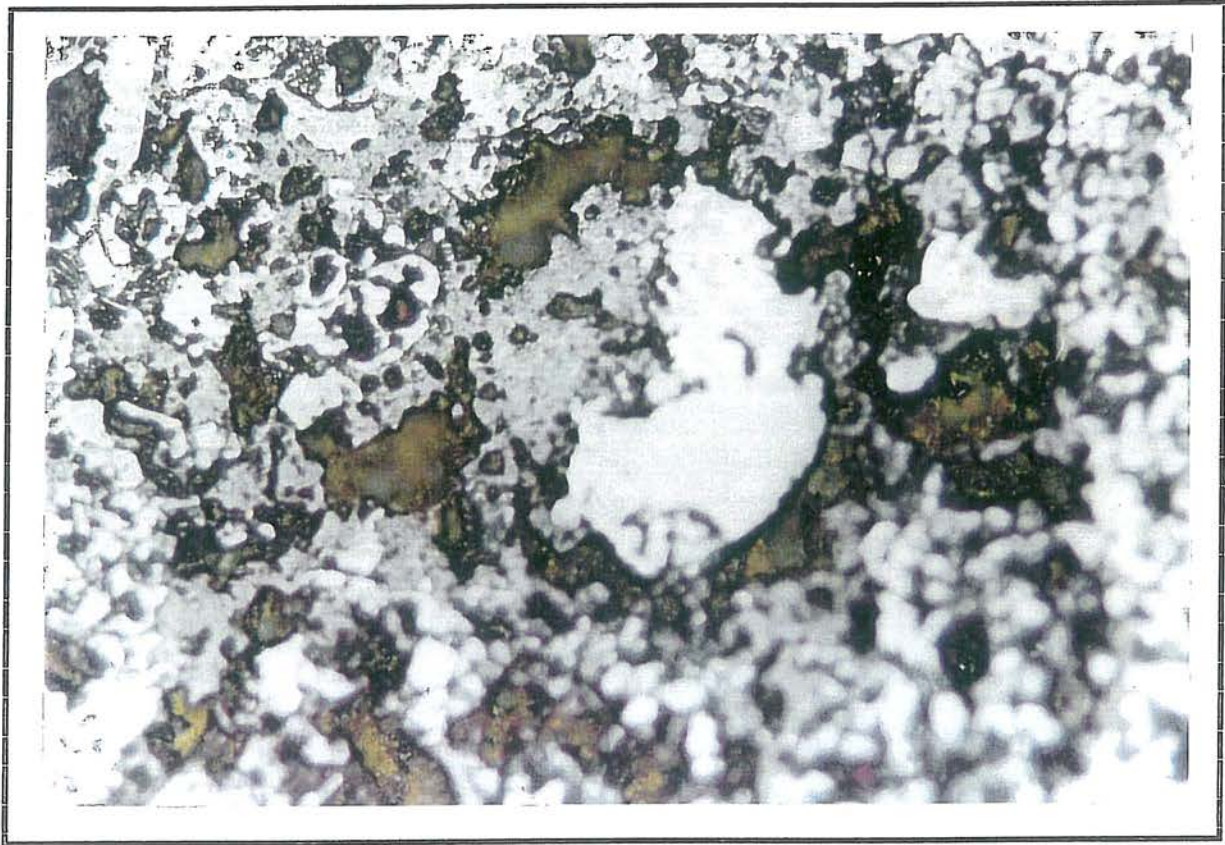


شکل ۵-۸: تصویری از بلورهای شکل‌دار تا نیمه‌شکل‌دار مگنتیت که اکنون توسط هماتیت (سفید) جایگزین شده‌اند، (۱۰۰× انعکاسی).

این توده از لحاظ بافتی و فابریک کانی‌شناسی در برخی از موارد با توده رگه‌ای شکل متفاوت بوده به طوری که کانی‌های کدر به صورت مجموعه‌های دانه‌ای متراکم، متشکل از دانه‌های با اندازه‌های گوناگون است و از حدود ۵۰ میکرون و بزرگتر دیده می‌شوند. بلورهای مذکور حالت متجانس داشته و در برخی از قسمت‌ها به علت ترکیبات خاکی شسته شده و فضاهای خالی ایجاد شده بافت خانه‌خانه (Box Work) را ایجاد کرده است، شکل (۵-۹).
وجود گوتیت در این توده منتفی نبوده و احتمالاً فضاهای بین بلوری قطعات مگنتیت و



هماتیت توسط این کانی اشغال شده است. آثار کانی‌های سولفوری در این نمونه‌ها مشاهده نگردید.



شکل ۵-۹: تصویر از بافت خانه خانه (Box Work)، بلورهای سفید رنگ هماتیت که توسط کانی‌های خاکستری رنگ کوتیت در برگرفته شده‌اند دیده می‌شوند (۲۰۰× انعکاسی).

۵-۴-۲- سنگ‌های آهکی با آغشتگی‌هایی از هماتیت و لیمونیت (HLS)

همان‌طوری که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه دیده می‌شود، این سنگ‌ها در دو بخش از

منطقه مطالعاتی رخنمون دارند که عبارت است از:

غرب کوه سنگل دره و جنوب و غرب چشمه شورجی.

کانی‌زائی آهن در این سنگ‌ها به صورت آغشتگی‌هایی از هماتیت و گاهاً لیمونیت بوده که در

سنگ‌های آهکی و بعضاً مارنی اولیه ایجاد شده است. کانی‌زائی آهن در این سنگ‌ها در مقایسه با

کانی‌سازی قبلی بسیار ناچیز بوده و هیچگونه ارزش اقتصادی ندارد. اما در صورتی که در اکتشافات

ژئوفیزیکی (مگنتومتری) آنومالی بارزی در این مناطق ثبت گردد، جهت حفر گمانه‌های اکتشافی

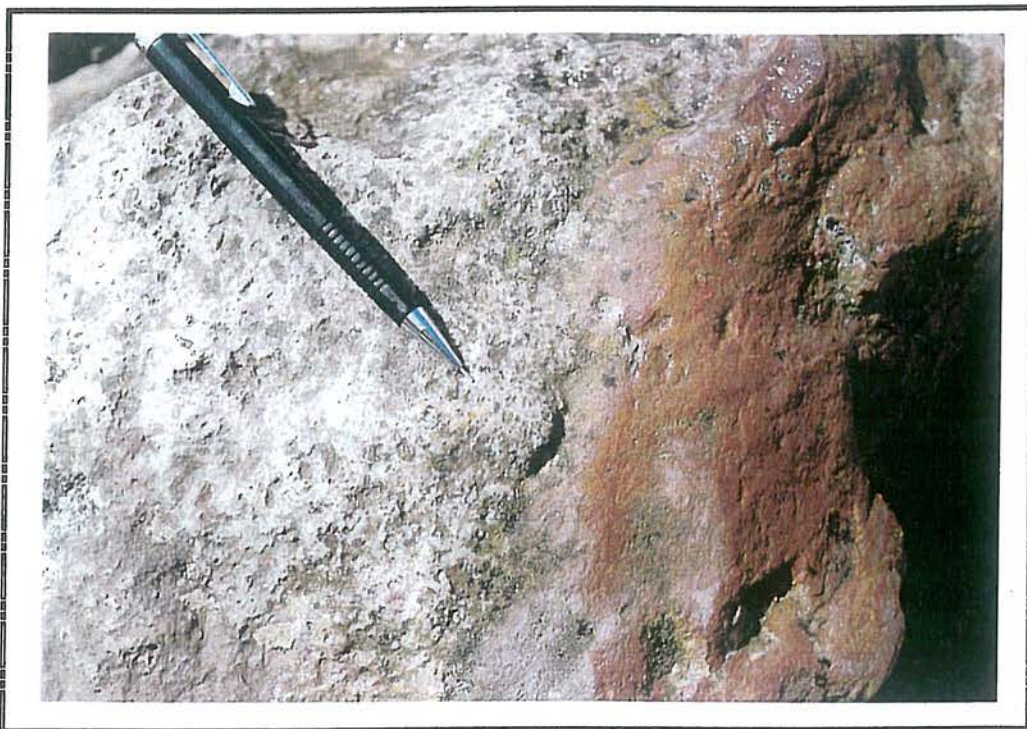


اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

می‌تواند مناطق مستعدی باشند. در این بخش از گزارش به‌طور جداگانه به بررسی این سنگ‌ها و کانی‌زائی آهن در این مناطق می‌پردازیم:

۵-۴-۲-۱- بخش غرب شنگل‌دره

سنگ‌های این بخش عمدتاً "آهکی و گاهاً" مارنی بوده و با اسید HCl به‌شدت واکنش می‌دهند. این سنگ‌ها در نمونه‌های دستی به‌رنگ زرد تا کرم دیده شده و معمولاً "در کنتاکت با سنگ‌های داسیتی قرمز رنگ هستند که این امر بر اثر وجود آغشتگی‌های هماتیتی می‌باشد، شکل (۵-۱۰).



شکل ۵-۱۰: در این عکس کنتاکت سنگ‌های آهکی با داسیتی مشاهده می‌شود که بخش آهکی عمدتاً قرمز رنگ (هماتیتی) و بخش داسیتی هم به‌رنگ سفید دیده می‌شود، آهک در ترکیب داسیت‌ها اثر گذاشته و از لحاظ کانی‌شناسی سنگی حدواسط این دو ایجاد شده است.

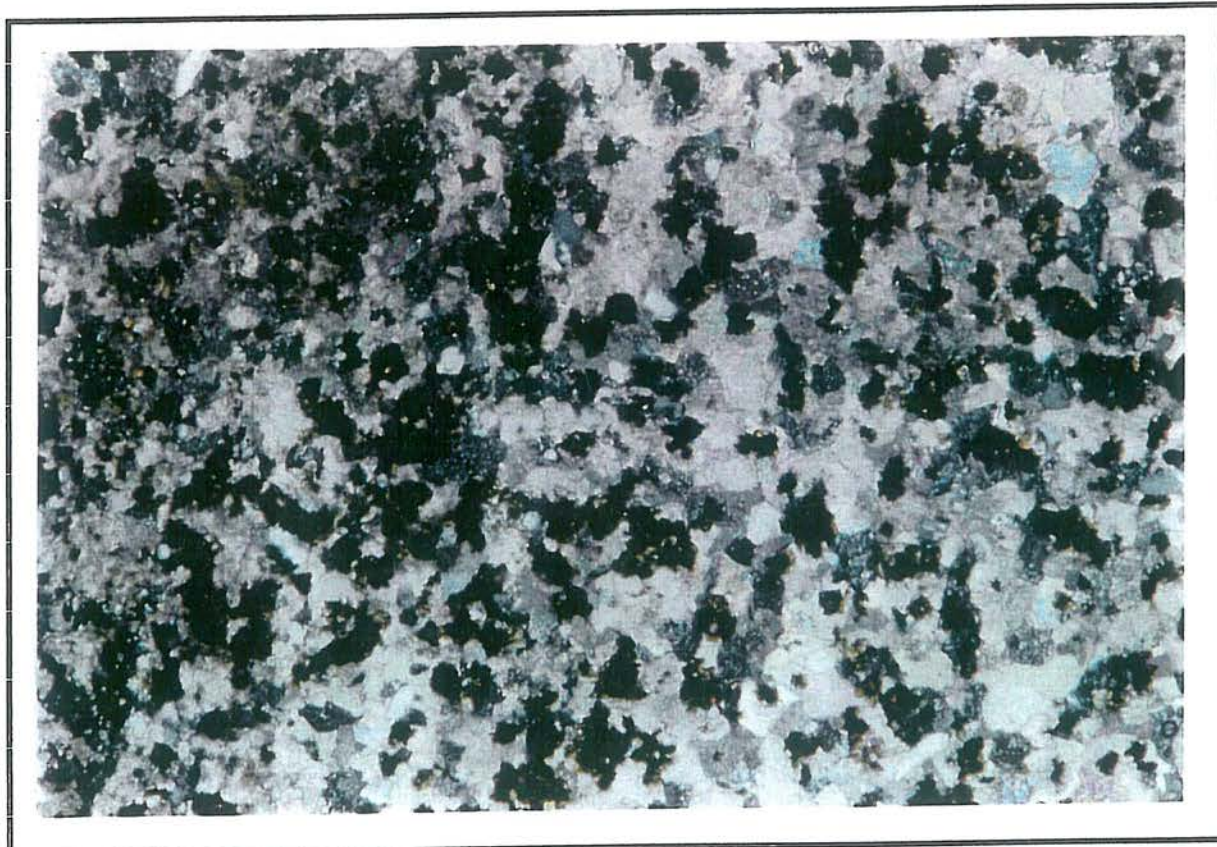
بر اساس مطالعات پتروگرافی این سنگ‌ها در رده آهک ناخالص^۱، آهک کوارتزار هماتیتی و مارن قرار می‌گیرند. کانی‌های تشکیل دهنده این سنگ‌ها را در سه فاز می‌توان مورد بررسی قرار داد:

^۱ - Impure Limestone.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

- ◆ فاز کربناتی که بیشترین حجم این سنگ‌ها را در بر گرفته و عمدتاً از کانی‌های کلسیت، دولومیت، ندرتا آنکريت و سیدریت تشکیل شده است.
- ◆ فاز سیلیکاتی که شامل: کانی‌های رسی، کوارتز (به صورت قطعات آواری و پراکنده در متن سنگ در ابعادی در حد سیلت به فرم خود شکل تا نیمه خود شکل) و فلدسپات می‌باشد. این فاز معمولاً پس از فاز کربناتی بیشترین حجم سنگ را تشکیل می‌دهد، شکل (۵-۱۱).



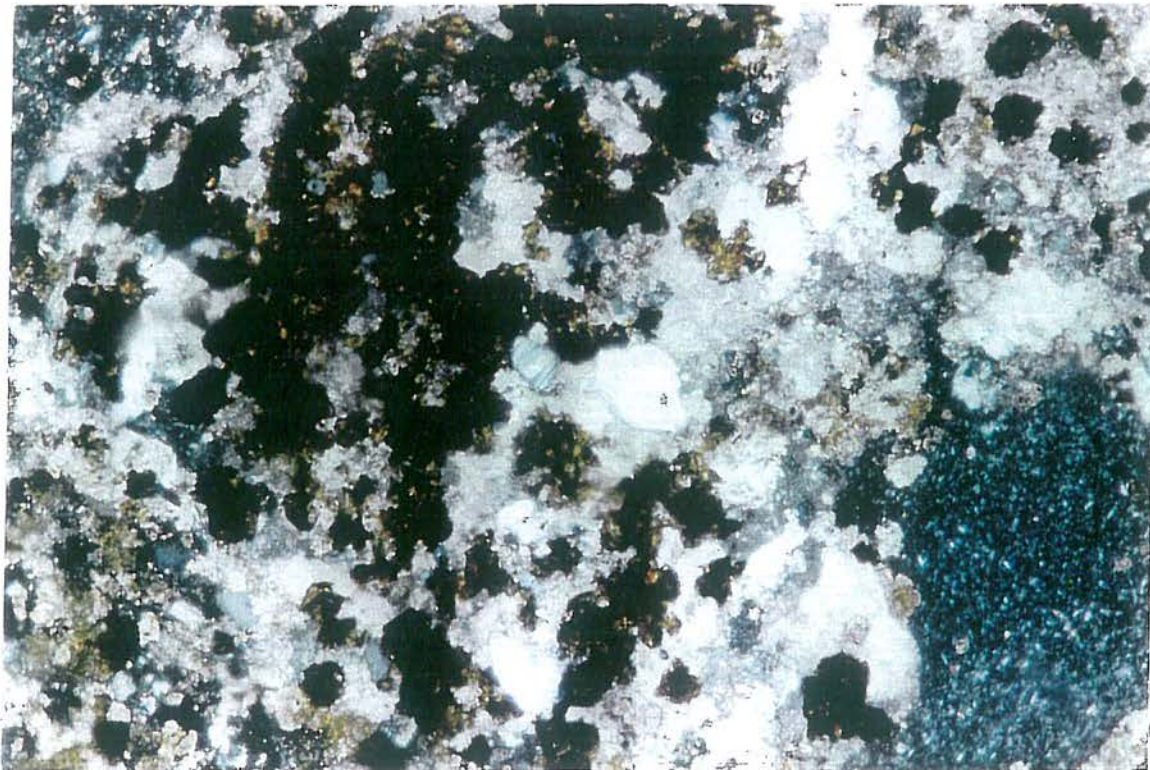
شکل ۵-۱۱: نمائی از آهک‌های هماتی در زیر میکروسکوپ، در این عکس بلورهای هماتیت به رنگ تیره در متن کربناته سنگ به صورت پراکنده دیده می‌شوند، (LP×50).

- ◆ فاز اکسید که بعضاً در برخی از نمونه‌ها پس از فاز کربناتی بیشترین حجم سنگ را به خود اختصاص می‌دهد و عمدتاً از هماتیت تشکیل شده است. هماتیت بدو صورت خود شکل با مقاطع عرضی شش گوش هگزاگونال و بی‌شکل در سنگ دیده می‌شود، شکل (۵-۱۲).
- با ذکر این نکته که سنگ‌های آهنی این بخش از منطقه به صورت جزیره‌ای در داخل توده



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

داسیتی قرار گرفته است و با توجه به قطعات سیلیکاتی (سیلیس) نیمه متبلور در نمونه‌ها، که در اثر تبلور سریع توده ولکانیک مذکور تشکیل شده و سپس طی فرسایش در طبقات کربناتی سیمانی شده‌اند، این نتیجه حاصل می‌گردد که سنگ‌های آهنی مذکور به صورت زینولیت^۱ در داخل داسیت‌ها قرار گرفته‌اند و همین امر باعث شده است، که آنها به عنوان یک سد ژئوشیمیایی عمل کرده و در حاشیه زینولیت و محل‌هایی که امکان عبور سیالات وجود داشته است کانی‌زائی ناقص آهن به صورت هماتیت انجام شود. اما به دلیل دمای پائین سیال نفوذ یافته، تبلور ماگما در اعماق کم (که باعث خروج سریع سیالات کانی‌زا شده است)، نمی‌توان انتظار کانی‌زائی وسیع آهن از نوع اسکارن داشته باشیم. براساس آنالیز عنصری مقدار Fe_2O_3 در سنگ‌های این بخش از منطقه در حدود ۹ درصد می‌باشد، که در جدول (۵-۳) آمده است:



شکل ۵-۱۲: در این تصویر علاوه بر هماتیت (قهوه‌ای تیره) بلورهای کوارتز در حد سیلت و کربنات مشاهده می‌شوند، در گوشه سمت راست قطعه‌ای سیلیکات نیمه‌بلورین که احتمالاً بخش سریع تبلور یافته توده ولکانیک است قابل رؤیت است، (LP× 100)

^۱-Xenolith.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

لازم به یادآوری است که لیست کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست این گزارش آورده شده است.

جدول ۳-۵: آنالیز برخی از عناصر در آهک‌های هماتیتهی بخش غربی کوه شنگل دره.

SAMPLE	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	MgO %	K ₂ O %	TiO ₂ %	MnO %	P ₂ O ₅ %
81-SHHZ-53	7.21	41.04	12.42	19.18	0.05	3.30	0.30	0.625	0.064	0.123
81-SHHZ-73	8.10	41.25	15.03	14.53	0.08	5.24	0.58	0.719	0.068	0.119
81-SHHZ-76	8.48	45.68	15.40	13.02	0.09	3.57	0.29	0.791	0.063	0.126
81-SHHZ-77	9.45	40.42	14.61	13.95	0.08	4.99	0.61	0.731	0.063	0.106
81-SHHZ-78	8.68	39.26	14.03	16.07	0.09	5.60	0.30	0.646	0.068	1.128

Sample	V ppm	S ppm	Ni ppm	Co ppm	Ba ppm	Cu ppm
81-SHHZ-53	80	182	297	25	60	375
81-SHHZ-73	84	49	394	15	152	19
81-SHHZ-76	95	15	344	18	77	1
81-SHHZ-77	91	16	328	9	91	6
81-SHHZ-78	81	86	367	18	45	5

۵-۴-۲-۲- بخش جنوب چشمه شورجی

سنگ‌های این بخش از منطقه هم همانند بخش قبلی عمدتاً آهکی بوده (بخشی از سازند الیکا) و با اسید HCl واکنش می‌دهند. این سنگ‌ها عمدتاً به رنگ قرمز می‌باشند که بیانگر هماتیتهی شدن آنها است.

آهک‌های هماتیتهی این بخش از منطقه از لحاظ کانی‌شناسی و پتروگرافی مشابه سنگ‌های غرب کوه شنگل دره است، به همین دلیل از توضیح مجدد آن خودداری می‌گردد. اما نحوه تشکیل آهک‌های هماتیتهی در این بخش از منطقه تفاوت‌هایی با بخش پیشین دارد که به آن اشاره می‌شود: با نگاهی به نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ متوجه خواهیم شد که کنتاکت داسیت‌ها با سنگ‌های آهکی الیکا معمولاً توسط رسوبات عهد حاضر و خاک‌های کشاورزی پوشیده شده است و فقط در جنوب چشمه شورجی این کنتاکت کم و بیش واضح است. در کنتاکت مذکور آهک‌ها که به سمت شمال شیب‌دار شده‌اند و گاه "لیمونیتی بوده و بیانگر کانی‌زائی آهن می‌باشد. شکل (۵-۱۳). بیشترین رخنمون آهک‌های هماتیتهی مذکور در حاشیه آبراهه است و هر چه به سمت ارتفاعات پیش می‌رویم به علت پوشش خاک رخنمون سنگ‌های مذکور کمتر می‌گردد.

نحوه کانی‌زائی آهن در آهک‌ها مشابه همان چیزی است که در بخش پیشین اشاره شد و



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

سیالات نه چندان غنی از آهن نشأت گرفته از ماگمای داسیتی باعث کانی‌زائی اندکی در این کنتاکت شده است. لازم به ذکر است که کانی‌های شاخص اسکارن که بتواند بیانگر این نوع کانی‌سازی باشد در این کنتاکت دیده نشده است، که این امر به دلیل دمای پائین سیال و توده نفوذی، سطحی بودن جایگیری توده نفوذی و فرار سریع سیالات غنی از آهن بر می‌گردد.



شکل ۵-۱۳: نمائی از هماتیتی شدن آهک‌های سازند الیکا در کنتاکت با سنگ‌های داسیتی در جنوب چشمه شورجی.

براساس آنالیز عنصری مقدار Fe_2O_3 در آهک‌های هماتیتی در این بخش از منطقه در حدود ۶٪ می‌باشد که در جدول (۵-۴) آمده است. لازم به یادآوری است که هرچه از محل کنتاکت آهک و توده داسیتی دورتر می‌شویم مقدار هماتیتی شدن به سرعت کاهش یافته به طوری که در مناطق دست نخورده مقدار Fe_2O_3 در آهک‌ها به کمتر از یک درصد می‌رسد. این مسئله برای سایر عناصر همانند Al_2O_3 , SiO_2 , ... هم که نشأت گرفته از سیال نفوذی می‌باشند مصداق پیدا می‌نماید. جدول (۵-۵)



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

مقدار آنالیز عناصر در سنگ‌های آهنی را که بدور از توده داسیتی است، نشان می‌دهد.

جدول ۴-۵: آنالیز برخی از عناصر در آهن‌های هماتیتهی بخش جنوب چشمه شورجی.

SAMPLE	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	MgO %	K ₂ O %	TiO ₂ %	MnO %	P ₂ O ₅ %
81-SHHZ-79	8.99	35.63	12.51	23.51	0.07	0.73	0.48	0.544	0.146	0.097
81-SHHZ-80	6.49	24.13	9.75	27.89	0.06	3.16	0.24	0.669	2.353	0.090
81-SHHZ-81	3.22	26.04	2.35	36.78	0.05	1.35	0.07	0.220	0.068	0.065
81-SHHZ-82	5.61	39.49	8.87	24.23	0.04	1.41	0.32	0.578	0.639	0.085
81-SHHZ-84	4.92	31.33	12.82	27.22	0.05	0.66	0.61	0.628	0.184	0.141
81-SHHZ-85	6.65	58.44	17.01	8.25	0.04	0.33	1.03	0.695	0.070	0.154

SAMPLE	V ppm	S ppm	Ni ppm	Co ppm	Ba ppm	Cu ppm
81-SHHZ-79	79	340	271	16	668	9
81-SHHZ-80	73	129	51	16	404	401
81-SHHZ-81	35	12	16	4	15	8
81-SHHZ-82	60	3	13	5	236	5
81-SHHZ-84	63	67	41	2	143	20
81-SHHZ-85	101	44	13	7	492	10

جدول ۵-۵: آنالیز برخی از عناصر در آهن‌های سازند الیکا که از توده داسیتی فاصله زیادی دارند.

Sample	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	MgO %	K ₂ O %	TiO ₂ %	MnO %	P ₂ O ₅ %
80-SHHZ-20	0.78	3.27	0.27	52.84	0.05	0.51	0.07	0.150	0.015	0.017
80-SHHZ-21	0.67	0.35	0.09	54.52	0.04	0.69	0.03	0.124	0.035	0.021

SAMPLE	V ppm	S ppm	Ni ppm	Co ppm	Ba ppm	Cu ppm
80-SHHZ-20	29	216	1	1	14	1
80-SHHZ-21	18	86	1	2	9	1

۵-۴-۳- نتیجه‌گیری و پیشنهاد در ارتباط با کانی‌زائی آهن در منطقه هرزند

بنابر آنچه تاکنون گفته شد مهمترین کانی‌زائی آهن در منطقه که جهت ادامه اکتشافات آتی مناسب به نظر می‌رسند عبارتند از: کانی‌سازی رگه‌ای شکل در شرق نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰ و

کانی‌سازی توده‌ای شکل در غرب نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰.

به احتمال زیاد این دو کانی‌زائی آهن با یکدیگر مرتبط بود و به فرم عدسی شکل به همراه

سنگ‌های پیروکلاستیک درون سنگ‌های داسیتی جای گرفته‌اند. همان طوری که در شکل‌های



(۳-۵ و ۷-۵) مشاهده می‌گردد به علت وجود خاک‌های سطحی و واریزه‌های داسیتی گسترش کامل کانی‌زائی آهن دقیقاً مشخص نمی‌باشد، که امید است با مطالعات ژئوفیزیکی (مگنتومتری) این امر میسر گردد و در نهایت با تفسیر و انطباق نقشه‌های شدت میدان مغناطیسی و نقشه زمین‌شناسی، محل دقیق گمانه‌های اکتشافی تعیین شود.

با توجه به بحث‌های انجام شده، ژنز کانی‌زائی آهن در شرق و غرب نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰ از نوع ماگمائی (ولکانیک) بوده و به علت عدم وجود کانی‌های شاخص اسکارن در این سنگ‌ها، هر نوع کانی‌سازی آهن با این منشاء (اسکارن) منتفی است.

سنگ‌ها با آغشتگی‌هایی از هماتیت و لیمونیت (HLS) به علت عیار پائین Fe_2O_3 و عدم وجود کانی‌های شاخص اسکارن ارزش چندانی برای ادامه اکتشافات ندارند و همان طوری که قبلاً نیز اشاره گردید نمی‌توان انتظار کانی‌سازی آهن از نوع اسکارنی در کنتاکت سنگ‌های داسیتی با آهنکی در منطقه داشت.

۵-۵- بررسی کانی‌زائی مس در منطقه مطالعاتی

با توجه به این که بحث متالورژی و زمین‌شناسی اقتصادی در این بخش از گزارش آمده است و به منظور جلوگیری از پراکندگی موضوعات، بحث کانی‌زائی مس در شمال کوه بیوک‌گوزی (اندیس مشخص شده در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰,۰۰۰) در این فصل گنجانیده شده است.

همان طوری که در نقشه مذکور مشاهده می‌گردد در یال شمالی کوه بیوک‌گوزی یک اندیس مس معرفی شده است. کانی‌زائی مس به فرم رگه‌ای و رگچه‌ای در کنگلومراهای منطقه (Ec_2) مشاهده می‌گردد. از مهمترین کانی‌های مس قابل تشخیص در نمونه‌های دستی می‌توان به مالاکیت اشاره نمود. مالاکیت در کنگلومراهای اطراف این اندیس گسترش قابل توجهی داشته و حتی در زمین‌های کشاورزی پائین دست این منطقه به صورت قلوه‌هایی سبز رنگ مشاهده می‌گردد، شکل (۵-۱۴).

بر اساس مطالعات مینرالوگرافی مهمترین کانی تشکیل دهنده این نمونه را قطعات آواری گانگ با ابعادی در حد میلیمتر تشکیل می‌دهد که در واقع اجزاء تشکیل دهنده ماسه سنگ و کنگلومراهای



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

سنگ بستر کانی‌زائی است. جنس این قطعات آواری عمدتاً "سیلیسی است. کانی‌های حاوی مس در این نمونه به دو بخش فلزی و غیرفلزی تقسیم می‌گردد که بخش شفاف با انعکاسات داخلی سبز رنگ مالاکیت بوده و کانی‌های فلزی که به صورت پراکنده فضاهای خالی دیده می‌شوند، کالکوسیت و کوولیت می‌باشند.



شکل ۵-۱۴ : تصویری از مالاکیت‌های سبز رنگ پراکنده در متن کنکومرا (Ec_2)، در این عکس کانی‌زائی مس به فرم رگه‌ای در قطعه‌ای مجزا (که در زیر نوک مداد قرار دارد) مشاهده می‌گردد.

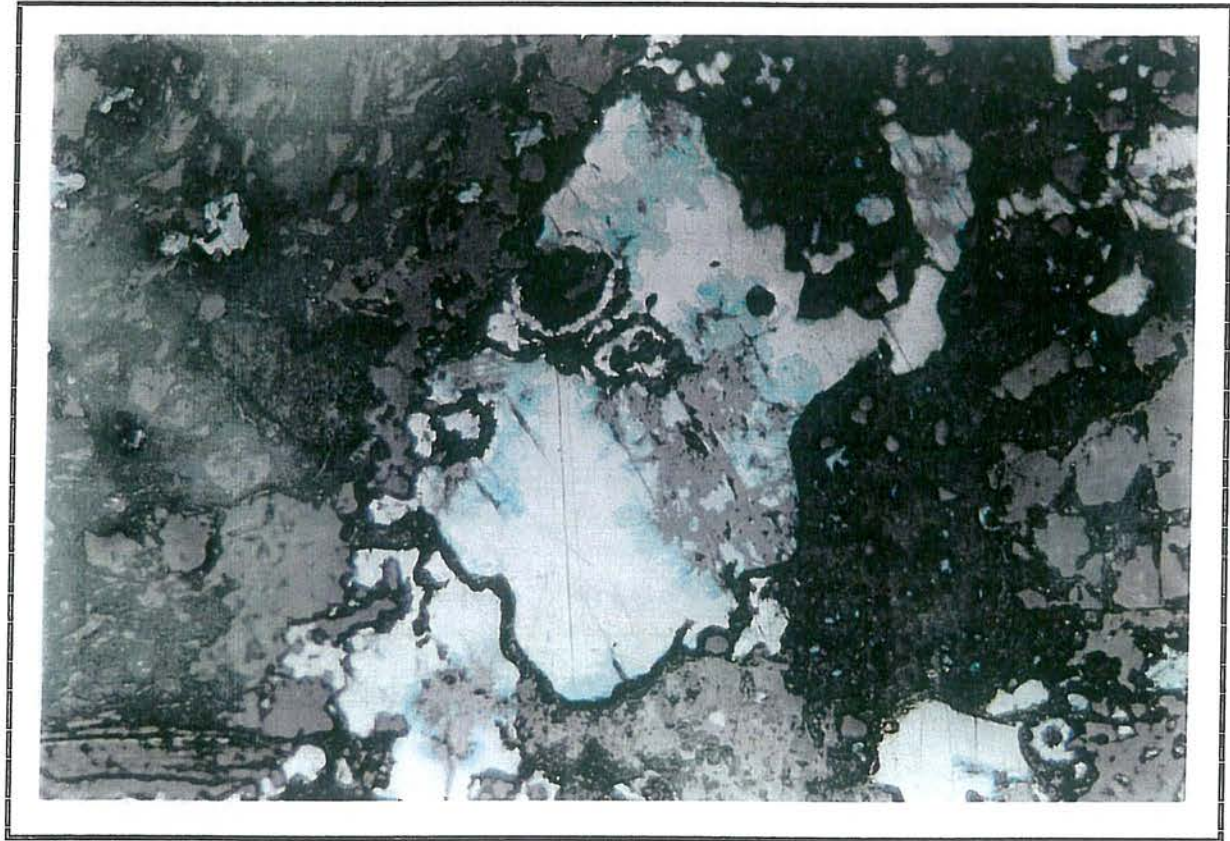
کالکوسیت (Cu_2S) : به رنگ سفید و بدون بی‌رفرنژانس و انعکاسات داخلی در نمونه مشاهده می‌گردد و

کوولیت (CuS) : به رنگ آبی با بی‌رفرنژانس قوی، آنیزوتروپی نارنجی رنگ عمدتاً در حال جایگزین نمودن کالکوسیت‌ها است، به طوری که بلورهای کوولیت آبی رنگ به فرم خودشکل تا نیمه خودشکل در حاشیه بلورهای کالکوسیت و در امتداد سطوح رخ مشاهده می‌شوند، شکل (۵-۱۵)



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

ژنز کانی‌زائی مس در منطقه به احتمال قوی در اثر عملکرد سیالات حاصل از فاز نهائی سرد شدن ماگمای تشکیل دهنده سنگ‌های گرانودیوریت پورفیری در منطقه است، که به صورت هیدروترمال باعث کانی‌زائی‌های پراکنده مس در سنگ‌های کنگلومراتی و ماسه سنگی منطقه شده است. به طوری که کانی کالکوسیت به همراه گانگ سیلیسی به صورت سیمان در بین فضاهای خالی قطعات آواری مشاهده می‌شود، شکل (۵-۱۶).



شکل ۵-۱۵: در این عکس کالکوسیت به رنگ سفید توسط کریستال‌های شکل‌دار تا نیمه‌شکل‌دار کوولیت به رنگ آبی از حاشیه در حال جانشینی است، در سمت چپ تصویر کانی‌های گانگ که عمدتاً مالاکیت می‌باشد به صورت سبز رنگ دیده می‌شود، (۲۰۰× انعکاسی)

بر اساس آنالیز عنصری مقدار مس در این اندیس در حدود ۱۱ درصد می‌باشد، که مقدار قابل توجه بوده و با توجه به وجود کانی‌های سوپرژن مس، همانند کالکوسیت و کوولیت این اندیس می‌تواند در پی‌جوئی‌های آتی مورد توجه قرار می‌گیرد. در جدول (۵-۶) مقدار برخی از عناصر آورده شده است، که در این میان بالا بودن عناصر باریم (Ba)، سولفور (S) و اکسیدهای سیلیکا



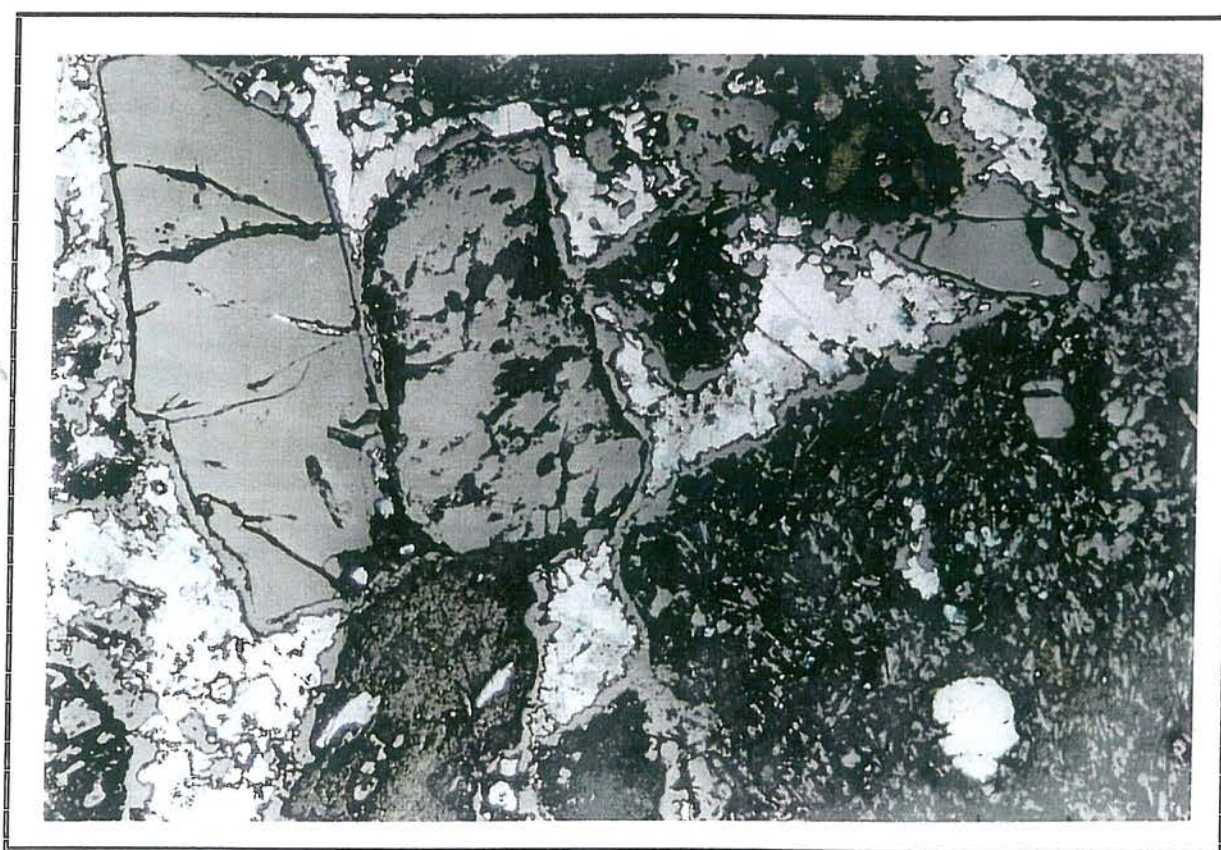
اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

(SiO₂)، آلکالیها (K₂O, Na₂O) می تواند دلیل بسیار محکمی بر منشاء هیدروترمالي مس در این سنگها باشد.

جدول ۵-۶: آنالیز برخی از عناصر در سنگهای با کانی سازی مس در یال شمالی کوه بیوک گوزی.

SAMPLE	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	MgO %	K ₂ O %	TiO ₂ %	MnO %	P ₂ O ₅ %
81-SHHZ-65	2.44	52.17	14.15	2.48	2.14	2.40	2.22	0.996	0.029	0.176

Sample	V	S	Ni	Co	Ba	Cu
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
81-SHHZ-65	122	6279	60	14	11602	110225



شکل ۵-۱۶: در این عکس کالکوسیت به همراه گانگ سیلیسی همانند سیمانی قطعات آواری درشت دانه را در بر گرفته است، (۱۰۰× انعکاسی).

۵-۶- انواع آتراسیونها در منطقه مطالعاتی

مناطق آترة در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ مشخص شده است. به طوری که در این راستا سعی گردیده است تا شدت آتراسیون به صورت کاهش یا افزایش تراکم نماد این پدیده، قابل درک شود.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

همان طوری که در نقشه مذکور دیده می شود داسیت ها تنها واحد سنگی می باشند که تحت تأثیر آلتراسیون قرار گرفته اند. بر اساس مطالعات پتروگرافی معمولاً "زمینه این سنگ ها و فنوکریست های فلدسپات بیشتر در معرض این پدیده قرار گرفته اند. عمده ترین کانی های حاصل از آلتراسیون عبارتند از: کانی های رسی (به احتمال قوی عمدتاً کائولینیت) و کربنات. شکل های (۵-۱۷ و ۵-۱۸).



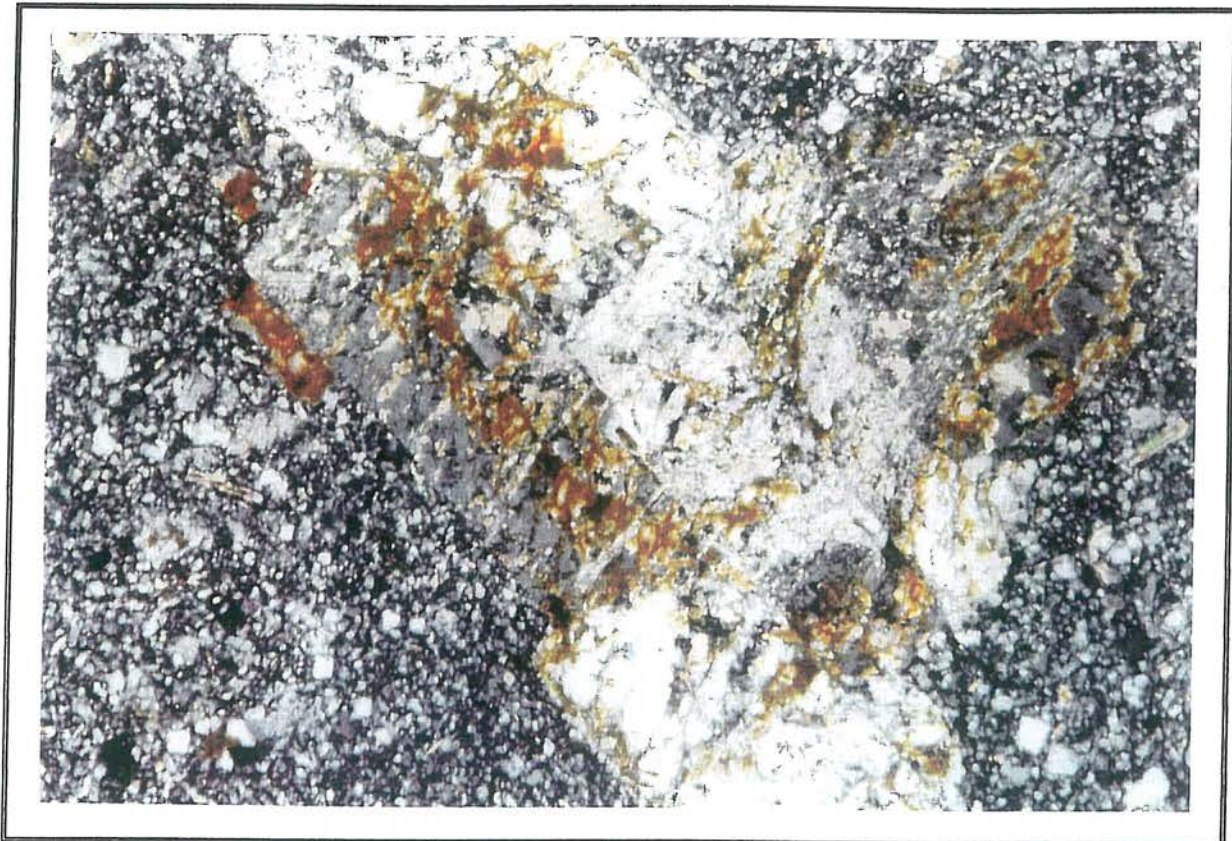
شکل ۵-۱۷: در این عکس کربناتی شدن و تا حدی هم کائولینیتی شدن در فلدسپات های سنگ های داسیتی مشاهده می گردد، (LP× 50).

همان طوری که در نقشه زمین شناسی ملاحظه می گردد بیشترین شدت آلتراسیون در اطراف گسلی با روند تقریباً شمالی - جنوبی در بالای روستای هرزند عتیق می باشد. شدت آلتراسیون در برخی از نقاط به حدی است که سنگ های داسیتی کاملاً به کائولن تبدیل شده اند. در برخی از نقاط به صورت محدود توسط روستائیان برای سفید کردن دیوار اتاق ها به جای گچ ساختمانی مورد استفاده قرار می گیرد.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

کانی‌های رسی حاصل از آلتراسیون داسیت‌ها بعضاً در حاشیه آبراهه شمال روستای هرزند عتیق در امتداد گسلی با همین روند دیده می‌شوند، که به همراه قطعات نابرجای داسیتی بوده و بنابراین در نقشه زمین‌شناسی توسط نماد آلتراسیون، در داخل زون Qt_2 نشان داده شده است.



شکل ۵-۱۸: در این عکس کائولینیتی شدن و کربناتی شدن در فنوکریست فلدسپات و زمینه سنگ‌های داسیتی مشهود است، (LP× 50).

ذکر این نکته ضروری است که در جنوب منطقه مطالعاتی در نزدیکی شهر زنوز توده‌های داسیتی که ترکیبی مشابه با سنگ‌های داسیتی هرزند دارند، تحت تأثیر آلتراسیون‌های شدید فازهای گرمابی بعدی (منظور پس از تشکیل داسیت‌ها در منطقه) قرار گرفته‌اند و همین امر باعث تشکیل ذخایر کائولن زنوز شده است. به طوری که کائولن مهمترین ماده معدنی غیرفلزی موجود در منطقه به‌شمار می‌رود و در گذشته و هم اکنون مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.



۵-۷- پیشنهاد بهترین روش اکتشافی در منطقه

در اولین قدم اکتشافی در منطقه مطالعاتی محدوده‌ای به وسعت 10 km^2 (همان طوری که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰,۰۰۰ مشخص شده است)، جهت تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۵,۰۰۰ انتخاب شد تا تمامی رخنمون‌های سنگی به‌طور دقیق‌تر مشخص شوند. در نقشه زمین‌شناسی مذکور رخنمون زون‌های آهن‌دار و آهک‌های آغشته به آهن (لیمونیتی و هماتیتی) به‌طور دقیق مشخص شده است. این نقشه جهت کارهای اکتشافی تفصیلی و تفسیر نقشه‌های مگنتومتری به‌عنوان نقشه پایه مورد استفاده قرار گرفت. همان طوری که می‌دانیم بهترین روش اکتشافی برای کانسارهای آهن طرح‌ریزی روش مگنتومتری می‌باشد. به‌همین لحاظ به‌علت پوشش واریزه‌های سنگی و خاک در منطقه انجام عملیات مگنتومتری ضروری به‌نظر می‌رسید. محدوده عملیات مگنتومتری در داخل آنومالی معرفی شده (10 km^2) تعیین گردید. با توجه به زمین‌شناسی منطقه و ژنز کانی‌زائی ماگمائی آهن، لازم بود که خطوط قرائت‌های مگنتومتری به‌صورت شمالی-جنوبی طراحی گردد و دقت شد تا خطوط از روی سنگ‌های داسیتی (جنوب زون‌های آهن‌دار) شروع و پس از عبور از روی رسوبات کواترنر تا حدی هم بر روی سنگ‌های آهکی ادامه یابد. با این کار علاوه بر این که آنومالی‌های جای گرفته در داخل توده داسیتی مشخص می‌شوند، پتانسیل آهن‌زائی آهک‌های با آغستگی‌های هماتیتی زیر پوشش قرار می‌گیرند. ادامه لاین‌های مگنتومتری بر روی رسوبات کواترنر و آهکی به‌جهت خروج از محدوده آنومالی‌های با شدت میدان مغناطیسی بالا است تا زون‌های آنومالی با شدت میدان مغناطیسی قوی و بعضاً "مدفون به‌راحتی قابل تشخیص شوند.

با توجه به توپوگرافی نسبتاً شدید منطقه و اختلاف ارتفاع بین سنگ‌های داسیتی و رسوبات کواترنر بایستی تصحیحات توپوگرافی در عملیات مگنتومتری به‌دقت انجام پذیرد. با توجه به‌موارد بالا و مطالعه نقشه زمین‌شناسی منطقه و نمونه‌های مطالعه شده بهترین گستره جهت انجام عملیات مگنتومتری عبارت است از:

۵۶۴۵۰۰ تا ۵۶۹۵۰۰ الی ۴۲۸۴۵۰۰ تا ۴۲۸۷۵۰۰

این محدوده $0 \text{ km}^2 = (1/5 \text{ km} \times 4/5 \text{ km})$ وسعت داشته و بهترین پوشش را در منطقه به‌زون‌های مینرالیزه می‌دهد.



بخش ششم: گمانه‌های اکتشافی و نتیجه‌گیری

مقدمه

قبل از این که پیرامون گمانه‌های اکتشافی توضیحات مفصلی ارائه گردد، لازم است در ارتباط با محل گمانه‌های انتخابی که عمدتاً براساس مطالعات ژئوفیزیکی انتخاب شده‌اند، مطالبی آورده شود و در ارتباط با نقشه‌های شدت میدان مغناطیسی و انطباق آنها با نقشه زمین‌شناسی تفسیرهایی صورت پذیرد.

۶-۱- تفسیر نقشه‌های هم‌شدت میدان مغناطیسی و ارتباط آنومالی‌ها با واحدهای سنگی منطقه براساس گزارش اکتشاف ژئوفیزیک کانسار آهن هرزند عتیق با استفاده از روش مغناطیس‌سنجی که توسط شرکت مهندسین مشاور ژرف پویا تهیه و تنظیم شده است، آنومالی‌هایی به ترتیب اهمیت با حروف A, B, C مشخص شده‌اند. در این بخش در ارتباط با این آنومالی‌ها و ارتباط آنها با رخنمون‌های سنگ معرفی شده در نقشه زمین‌شناسی مطالب زیر قابل ذکر است:

آنومالی A:

با نگاهی به نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ مشخص می‌گردد که آنومالی A با جابجائی در حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر به سمت جنوب و ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر به سمت شرق از لحاظ شکل و فرم با کانی‌سازی رگه‌ای شکل در شرق نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰ (رجوع شود به بخش ۵-۴-۱-۱) مطابقت دارد. با توجه به این که نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ با دقت در حد کمتر از ۵ متر تهیه شده است و محل آنومالی‌های آهن با دقت زیاد و با چندین بار تکرار تعیین محل شده‌اند، لذا جابجائی موجود در نقشه‌های مگنتومتری احتمالاً ناشی از خطای دستگاهی و انسانی در هنگام برداشت بوده است که در گزارش شرکت مهندسین مشاور ژرف پویا هم به آن اشاره شده است.

با نگاهی به آنومالی A در نقشه هم‌شدت مغناطیسی کشیدگی شرقی- غربی این آنومالی به وضوح دیده می‌شود و در بخش شرقی از شدت آنومالی کاسته شده است. همان‌طوری که در بخش پنجم اشاره گردید رگه آهن دار به سمت شرق به زیر سنگ‌های داسیتی رفته و احتمالاً این



کاهش شدت ناشی از مدفون بودن بخش‌های شرقی نسبت به بخش‌های مرکزی و غربی است.

آنومالی B:

با تطبیق نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ و نقشه هم‌شدت میدان مغناطیسی مشخص می‌گردد که آنومالی B با جابجائی در حدود ۸۰ تا ۱۲۰ متر به سمت غرب با کانی‌سازی توده‌ای شکل در غرب نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰ متر (رجوع شود به بخش ۵-۴-۱-۲) مطابقت دارد. با نگاهی به آنومالی B فرم توده‌ای و احتمالاً "جدا شده از آنومالی A در آن به چشم می‌خورد. البته ممکن است این دو آنومالی با توجه به ژنز ماگماتی دو توده مستقل از یکدیگر باشند. جابجائی آنومالی B نسبت به آنومالی A کاملاً متفاوت بوده و بیانگر این است که خطائی که منجر به این جابجائی شده است معنی‌دار و در یک جهت نیست.

در جنوب آنومالی B، آنومالی ضعیفی در حدود ۴۸۴۰۰ تا ۴۸۴۵۰ نانوتسلا مشاهده می‌شود که با توجه به واریزه‌ای بودن سنگ‌های این آنومالی و قرارگیری آن در پائین دست آنومالی‌های A و B در مسیر آبراهه به احتمال قریب به یقین متأثر از قطعات آواری که بعضاً آهن‌دار (هماتیت و گوتیت) نیز هستند، می‌باشند. این مسئله به راحتی بر روی زمین قابل رؤیت است.

آنومالی C:

با انطباق نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ و نقشه هم‌شدت میدان مغناطیسی مشخص می‌گردد که آنومالی C با جابجائی در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر به سمت شمال و ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر به سمت غرب با سنگ‌های آهکی با آغشتگی‌هایی از هماتیت و لیمونیت (رجوع شود به بخش ۵-۴-۲) در جنوب چشمه شورجی مطابقت دارد.

همان‌طوری که در بخش پنجم اشاره شده است این آنومالی ارزش اقتصادی نداشته و این امر توسط نقشه‌های مغناطیس‌سنجی هم تأیید می‌شود. این آنومالی در کنتاکت بین سنگ‌های داسیتی و آهکی ایجاد شده است و صرفاً ناشی از آغشتگی‌های هماتیتی و لیمونیتی است. شکل و فرم تقریباً شرقی-غربی این آنومالی حاکی از همین کنتاکت می‌باشد که به وضوح در نقشه زمین‌شناسی هم



مشاهده می گردد.

با توجه به آنومالی‌های تشریح شده (A, B و C) مختصات UTM نقاط حفاری پیشنهاد شده براساس مطالعات مگنتومتری همانطوری، که در گزارش مربوطه هم آمده است، به شرح زیر است:

$$1) \begin{vmatrix} 561287 \\ 4285879 \end{vmatrix} \quad 2) \begin{vmatrix} 560755 \\ 4286091 \end{vmatrix}$$

این نقاط به ترتیب بر روی آنومالی‌های A و B قرار می گیرند.

۲-۶- گمانه‌های اکتشافی

۲-۶-۱- مقدمه

گمانه سوراخ عمیقی است که در سنگ‌ها احداث می شود و به کمک آن نمونه‌های استوانه‌ای شکل از ماده معدنی، و سنگ‌های اطراف آن، در اعماق مختلف به دست می آید. وجه تسمیه گمانه از حدس و گمان گرفته شده است، زیرا با حدس و گمان تصور می کنیم که در عمق معینی ماده معدنی وجود دارد و با حفر گمانه، این حدس و گمان را تأیید می کنیم.

هدف اصلی از حفر گمانه، کسب اطلاعات از ماده معدنی در اعماق مختلف است و بنابراین اصولاً حفاری همراه با نمونه‌گیری است. در بعضی موارد که به‌عللی، مثلاً خرد بودن سنگ‌ها و مواد معدنی، نمونه‌گیری مستقیم امکان نداشته باشد، نمونه‌گیری با استفاده از دستگاه‌های ویژه‌ای انجام می‌شود.

در خاتمه مرحله اکتشاف سطحی، در واقع کلیه اطلاعات سطحی کانسار به دست آمده است و همراه با نقشه زمین‌شناسی بزرگ مقیاس اطلاعات نسبتاً کاملی از قسمت‌های سطحی کانسار در دست است.

برای کسب اطلاعاتی از کانسار در اعماق، حفر گمانه‌های اکتشافی یکی از سریع‌ترین و ارزان‌ترین روش‌های اکتشافی است. موقعیت این گمانه‌ها براساس یک شبکه منظم اکتشافی در نظر گرفته می‌شود.



ساده‌ترین شبکه گمانه‌های اکتشافی، یک سری نیمرخ‌های اکتشافی است که در امتداد عمود بر گسترش عمومی ماده معدنی توجیه شده‌اند. این شبکه برای کانسارهای لایه‌ای شکل مناسب است و در مورد کانسارهای توده‌ای، معمولاً "شبکه مربعی استفاده می‌کنند.

۶-۲-۲- دستگاه حفاری

عمده‌ترین دستگاه‌های حفاری مغزه‌گیری شامل:

۱- دستگاه‌های ثابت.

۲- دستگاه‌های متحرک.

می‌باشند.

دستگاه حفاری ثابت بر روی شاسی فولادی نسب شده و توسط جرثقیل جابجا می‌گردد. شاسی دستگاه‌های ثابت توسط پیچ‌هایی به فونداسیون بتونی ثابت می‌شود و سپس عملیات حفاری صورت می‌گیرد.

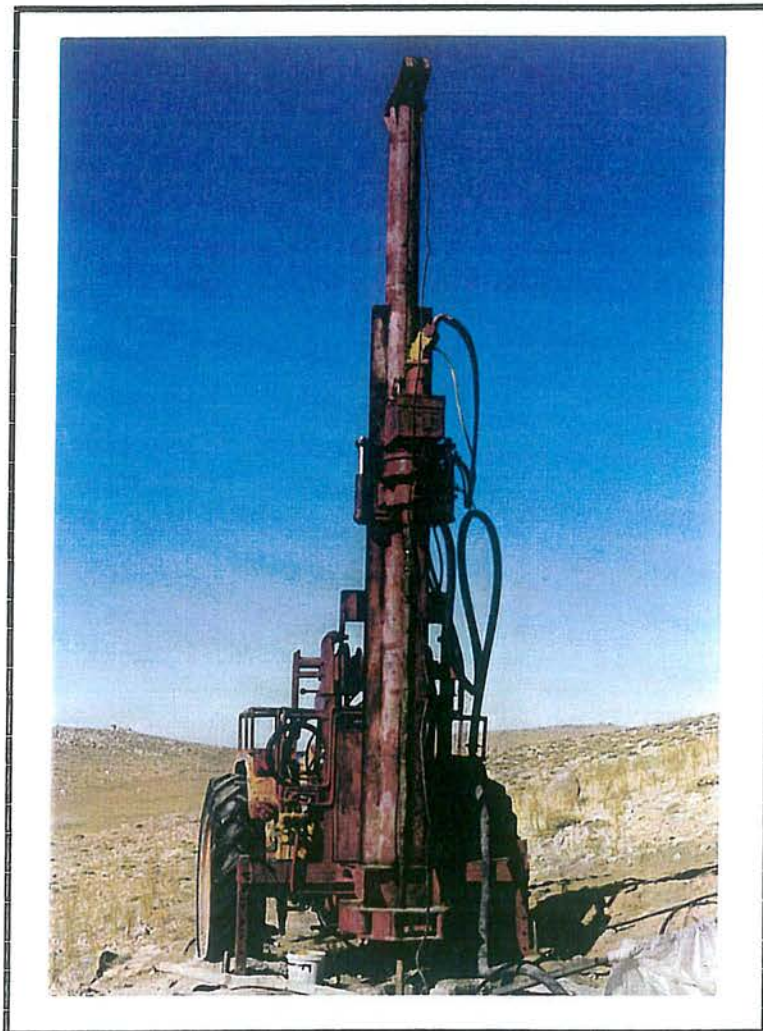
اما دستگاه‌های متحرک عموماً "بر روی کامیون نصب شده و نیروی محرکه دستگاه حفاری توسط موتور کامیون تأمین می‌گردد.

منطقه مطالعاتی هرزند عتیق کوهستانی و فاقد جاده مناسب می‌باشد. بنابراین به علت صعب‌العبور بودن و شیب تند جاده‌های کوهستانی، که عمدتاً "مالرو می‌باشند، امکان حمل دستگاه‌های ثابت و دستگاه‌های متحرک سوار شده بر روی کامیون وجود نداشت.

از طرف دیگر مسافت جاده دسترس تا محل گمانه‌ها بسیار طولانی و صعب‌العبور (در حدود ۴ تا ۵ کیلومتر) بوده به طوری که امکان حمل وسایل فقط با تراکتور آن هم به طور محدود میسر می‌شد. با توجه به مشکلات مذکور طراحی و ساخت دستگاه حفاری که بر روی تراکتور نصب شود آغاز گردید که پس از حل مشکلات متعددی دستگاه مذکور، شکل (۱-۶)، آماده حفاری شد.

از خصوصیات ویژه این دستگاه وزن کم و قابل حمل با تراکتور است. به لحاظ این که نیروی محرکه دستگاه حفاری از تراکتور تأمین می‌گردد نیاز به موتور و وسایل جانبی بر طرف شده بود و به همین دلیل امکان حمل دستگاه با تراکتور در مناطق کوهستانی وجود داشت.





شکل (۱-۶): دستگاه حفاری نصب شده بر روی تراکتور.

۳-۲-۶- عملیات جاده‌سازی و تأمین آب حفاری

همان‌طوری که اشاره گردید جاده دسترسی به محل گمانه‌ها به علت صعب‌العبور بودن و ریزش کوه و سیلاب‌های فصلی در بسیاری از مکان‌ها تخریب و غیرقابل عبور بود. بنابراین بازسازی جاده در اولویت قرار گرفت و پس از بازسازی کامل مسیرهای دسترسی قدیمی، جاده‌های دست‌ساز برای عبور تراکتور به محل گمانه‌ها ایجاد شد.

یکی از مهمترین مشکلات عملیات حفاری در منطقه تأمین آب جهت گل حفاری بود که این امر با توجه به تکتونیزه بودن و عدم برگشت گل حفاری مشکل تأمین آب را دو چندان نمود. عملیات



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

آبرسانی فقط توسط یک دستگاه تراکتور که منبع آب چرخداری به حجم ۲۰۰۰ لیتر به آن متصل شده بود امکان پذیر بود.

مهمترین منبع آب در منطقه چشمه‌های دائمی و فصلی سورداخونی، شورجی و گرداگورد و برخی چشمه‌های فصلی کوچک در داخل دره‌ها است. با توجه به این که دبی چشمه‌های مذکور اندک بوده و عمدتاً آب چشمه‌ها به داخل دره‌ها جاری می‌گردید، طرح به سازی مصب چشمه‌های مذکور و حفر گودال‌هایی برای جمع‌آوری آب چشمه صورت گرفت.

اما با توجه به صعب‌العبور بودن مسیرهای دسترسی و انتقال آب به صورت دستی به داخل منبع و سرعت کم تراکتور عملاً آبرسانی با مشکلات زیادی همراه شده بود.

۶-۲-۴- گمانه BH:101

اولین گمانه در منطقه صرفاً بر اساس مطالعات ژئوفیزیکی بر روی آنومالی B (مشخص شده در گزارش مغناطیس‌سنجی) حفر گردید. این گمانه در نزدیک‌ترین نقطه ممکن به محل پیشنهادی در گزارش اکتشاف ژئوفیزیکی حفر شده است.

مشخصات فنی گمانه BH:101 به شرح زیر است:

موقعیت جغرافیائی بر اساس UTM | 560745
4286071

زاویه گمانه نسبت به محور قائم دکل صفر و عمق ۲۲/۲۵ متر.

از عمق صفر تا ۸ متری	کیسینگ و	HQ = از سطح زمین تا عمق ۸ متر	سایز لوله‌های
گمانه با سایز HQ	(لوله‌گذاری)	NQ = ۸ الی ۲۵/۲۵ متر	حفاری به کار رفته

از سطح زمین تا عمق ۲۵/۲۵ متری آبخور ۱۰۰٪ = میزان آبخوری گمانه.

۶ = سختی سنگ.

۲۰ متر = مقدار سیمان کاری و حفاری مجدد.

موقعیت گمانه BH:101 در منطقه در شکل (۲-۶) دیده می‌شود. همان‌طوری که مشاهده می‌شود گمانه مذکور در دامنه غربی کوه گور قرار گرفته است.





شکل (۲-۶) : موقعیت محل گمانه BH:101 در دامنه کوه گور.

لیتولوژی گمانه BH:101 صرفاً "داسیت بوده و هیچگونه تغییر لیتولوژی در روند عملیات حفاری به چشم نمی خورد. ستون لیتولوژی گمانه مذکور در جدول (۱-۶) آورده شده است. پس از این که محل گمانه پیشنهادی BH:101 در گزارش ژئوفیزیکی (منطبق بر آنومالی A در نقشه شدت میدان مغناطیسی) بر روی زمین دقیقاً "علامت گذاری گردید، بنابر دلایلی که در زیر آمده است این نقطه برای حفر گمانه مناسب تشخیص داده نشد:

۱- نقطه مذکور با رخنمون رگه‌ای شکل در شرق نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰ متر حداقل ۳۰۰ متر فاصله دارد.

۲- نقطه مذکور با رخنمون توده‌ای شکل در غرب نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰ متر حداقل ۵۰۰ متر فاصله دارد.

۳- عدم وجود آثاری مبنی بر کانی‌سازی آهن در بالادست و پائین دست و یا مجاور نقطه مذکور.

۴- عدم وجود ارتباط منطقی بین رخنمون‌های آهن دار با این نقطه از لحاظ زمین‌شناسی.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

۵- وجود جابجائی زیاد آنومالی‌های مغناطیس‌سنجی نسبت به رخنمون‌های موجود در نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰.

۶- شیب بسیار زیاد نقطه مذکور و عدم امکان دسترسی جهت حفر گمانه (دامنه جنوبی گور).

۷- عدم نتیجه‌گیری مطلوب در گمانه BH:101 براساس مطالعات ژئوفیزیکی.

۶-۲-۵- گمانه BH:102

گمانه BH:102 براساس مشاهدات زمین‌شناسی و مشورت‌هایی که با کازفرما صورت پذیرفت

حفاری گردید.

مشخصات فنی گمانه BH:102 به شرح زیر است:

560903	موقعیت جغرافیائی براساس UTM
4286261	
2270 m	

زاویه گمانه نسبت به محور قائم دکل صفر و عمق ۴۰ متر.

سایز لوله‌های حفاری به کار رفته	=	HQ = از سطح زمین تا عمق ۸ متر	و کیسینگ	از عمق صفر تا ۸ متری
		NQ = ۸ الی ۲۵/۲۵ متر		گمانه با سایز HQ = (لوله‌گذاری)

تا عمق ۱۶ متر بدون آبخوری ولی از عمق ۱۶ متری تا ۴۰ متر آبخور ۱۰۰٪ است = میزان آبخوری گمانه. عموماً ۶ ولی در برخی = سختی سنگ اعماق به علت رگچه‌های سیلیسی ۷، ۴۰ متر = مقدار دسیمان‌کاری و حفاری مجدد.



سنگ شناسی	مقطع	گمانه BH:101 /۰
خاک و مقداری آلتراسیون کائولینیتی.		۱/۳۰
داسیت با بافت پورفیری، خاکستری رنگ.		۱/۵۰
خاک، قهوه‌ای روشن.		۱/۹۰
داسیت، بافت پورفیری، خاکستری.		۲/۹۰
زون خرد شده با قطعات داسیت و مقداری کائولینیتی شدن.		۵/۰۰
داسیت، خاکستری تا سفید با مقداری کائولینیتی شدن.		۷/۰۰
زون خرد شده با قطعات داسیت کائولینیتی شده		۷/۵
داسیت با بافت پورفیری، خاکستری.		۸/۴۰
زون خرد شده.		۹/۶۵
داسیت، خاکستری		۱۰/۰۰
زون خرد شده با قطعات داسیت.		۱۲/۸۰
داسیت، خاکستری		۱۶/۰۰
زون خرد شده با قطعات داسیت، خاکستری.		۱۷/۵۰
داسیت، خاکستری، فلدسپات‌های داسیت‌ها تا حدی کائولینیتی شده است.		۲۰/۶۰
زون خرد شده با قطعات داسیت.		۲۱/۷۰
داسیت، خاکستری، فنوکریست‌های فلدسپات ← کائولینیتی بیوتیت ← اکسیدهای آهن		۲۲/۳۰
زون خرد شده با قطعات داسیت کائولینیتی شده.		۲۳،۰۰
داسیت، خاکستری بافت پورفیری. فلدسپات ← کائولینیتی.		۲۵/۲۵ پایان

جدول (۱-۶): ستون لیتولوژی گمانه BH:101



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

پس از این که گمانه BH:101 براساس مطالعات ژئوفیزیک (مغناطیس سنجی) حفر گردید و با توجه به دلایل گفته شده مبنی بر عدم حفر گمانه بر روی آنومالی A (نقطه شماره ۱- ژئوفیزیک) با توجه به دلایل زمین شناسی و مشاهدات صحرائی محل گمانه BH:102 انتخاب و حفاری گردید:

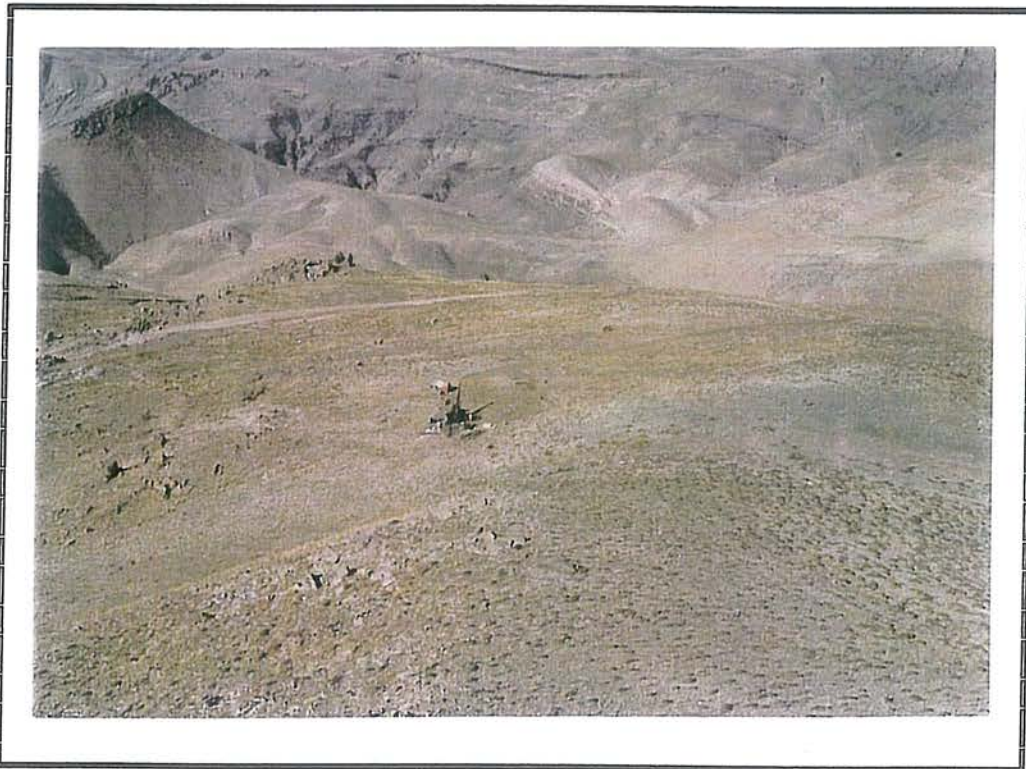
۱- محل گمانه BH:102 نزدیک ترین فاصله را با رخنمون توده‌ای شکل در غرب نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰ متر داشته به طوری که فاصله افقی آن کمتر از ۵۰ متر می باشد.

۲- محل گمانه مذکور در کمر بالای رخنمون توده‌ای شکل آهن قرار گرفته است.

۳- امکان دسترسی و انتقال وسایل به این مکان میسر بود.

موقعیت گمانه BH:102 در شکل (۶-۳) مشاهده می گردد. گمانه مذکور در تخته‌گاه غربی

کوه گور قرار گرفته است.



شکل (۶-۳): موقعیت گمانه ۱۰۲ در دامنه غربی کوه گور (عکس از بالای نقطه ارتفاعی ۲۳۶۰ گرفته شده است).

لیتولوژی گمانه BH:102 صرفاً داسیتی بوده که ستون لیتولوژی گمانه مذکور در جدول

(۶-۲) آورده شده است.



سنگ شناسی	مقطع	گمانه BH:102 ۰/۰
خاک		۲/۰
داسیت، خاکستری روشن با کائولینیتی شدن		۲/۵۰
زون خرد شده با قطعات داسیت کائولینیتی شده، شکستگی فراوان		۲/۸۰
داسیت با بافت پورفیری، خاکستری، رگچه‌های سیلیسی		۱۴/۵۰
زون خرد شده با قطعات داسیت و مقدار کمی کائولینیتی شدن		۱۷/۰۰
داسیت با بافت پورفیری، خاکستری		۱۹/۲۰
زون خرد شده با قطعات داسیت با شکستگی فراوان که برخی توسط کلسیت پر شده است.		۲۵/۸۰
داسیت خاکستری، خاکستری روشن		۳۰/۲۵
منطقه خرد شده داسیت خاکستری		۳۵/۰۰
داسیت خاکستری، خاکستری روشن		۳۷/۲۰
منطقه خرد شده داسیت خاکستری		۳۹/۱۰
داسیت خاکستری - خاکستری روشن		۴۰/۲۰

جدول (۲-۶): ستون لیتولوژی گمانه BH:102.



پیشنهادات :

با توجه به عملیات حفاری انجام شده در منطقه و عدم دستیابی به توده آهن در گمانه‌های اکتشافی نمی‌توان نظر قطعی در ارتباط با ذخیره زمین‌شناسی سنگ آهن مورد بحث ارائه کرد. بنابراین باید به رخنمون‌های سطحی اکتفا نمود، با توجه به نوع کانی‌سازی آهن در منطقه (نوع ولکانیک و به فرم رگه‌ای و عدسی شکل) نمی‌توان انتظار ذخیره قابل ملاحظه‌ای داشت.

ولی براساس رخنمون‌های سطحی موجود احتمالاً "ذخیره‌ای در حد کوچک تا متوسط قابل انتظار است و به دلیل این که عمده‌ترین کانی فلزی در رخنمون‌ها هماتیت بوده و از کانی‌های سولفور اثری دیده نمی‌شود. از کانسنگ آهن مذکور می‌توان به‌طور محدود جهت مصرف در کارخانه سیمان استفاده کرد. لازم به ذکر است با توجه به توپوگرافی شدید منطقه و گسترش اندک ماده معدنی اکتشافات بعدی ضروری به نظر نمی‌رسد، با این حال در صورت ادامه اکتشاف موارد زیر در اولویت می‌باشد :

۱- به منظور تعیین دقیق محل گمانه‌های اکتشافی لازم است عملیات مگنتومتری با شبکه مترکم‌تر در محدوده آنومالی اصلی جهت تفسیرهای کمی صورت پذیرد که مختصات این محدوده براساس سیستم UTM به شرح زیر است :

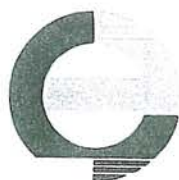
از ۵۶۰۵۰۰ الی ۵۶۱۵۰۰ و از ۴۲۸۶۰۰۰ الی ۴۲۸۶۵۰۰ که وسعتی در حدود ۵۰ هکتار را در بر می‌گیرد.

۲- فاصله پروفیل‌ها در شبکه برداشت حداکثر ۲۵ متر و فاصله نقاط برداشت مگنتومتری بر روی هر پروفیل ۲۰ متر خواهد بود.

۳- تعداد نقاط برداشت مگنتومتری ۱۵۰۰ نقطه بدون احتساب نقاط برداشت در نقطه Base در محدوده آنومالی.

۴- تعیین پارامترهای کمی آنومالی‌های مغناطیسی از قبیل : تعیین محدوده قطعی آنومالی، عمق و گسترش آنومالی در اعماق.

۵- تعیین مقدار سسپتیلیته (ضریب خودپذیری مغناطیس) ماده معدنی و سنگ‌های در برگیرنده و تفسیر نتایج حاصل از مگنتومتری براساس این نتایج توسط نرم‌افزارهای مرتبط.



منابع

- اسمیرنوف ؛ و. ای. ترجمه (۱۳۶۷) : زمین‌شناسی ذخایر معدنی، مرکز نشر دانشگاهی.
- افتخارنژاد ؛ ج. (۱۳۷۲) : زمین‌شناسی ایران و کشورهای همجوار، جزوه درسی دانشگاه شهید بهشتی.
- افتخارنژاد، ج. (۱۳۵۹) : تفکیک بخش‌های مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوزه‌های رسوبی - نشریه انجمن نفت ؛ ش ۸۲ ص ۱۹-۲۸.
- افشین ؛ ی. (۱۳۷۳) : رودخانه‌های ایران، شرکت مهندسی مشاور جاماب، وزارت نیرو.
- باباخانی، ع (۱۳۶۰) : مطالعه پتروگرافی و ژئوشیمی نفلین‌سینیت‌های شمال آذربایجان، پایان‌نامه فوق لیسانس، دانشکده علوم دانشگاه تهران.
- جعفرزاده اسدالله ، قربانی و پزشکپور. م (۱۳۷۴) : زمین‌شناسی ایران، کانسارهای آهن. زیر نظر عبدالرحیم هوشمندزاده. سازمان زمین‌شناسی کشور.
- جعفری ؛ ع. (۱۳۶۸) : کوه‌ها و کوهپایه‌های ایران، گیتاشناسی ایران، جلد اول.
- درویش زاده، علی (۱۳۷۰) : زمین‌شناسی ایران، نشر دانش امروز، وابسته به انتشارات امیرکبیر.
- درویش‌زاده ؛ آسیابانها، ع. (۱۳۷۰) : ماگماها و سنگ‌های ماگمایی، مبانی پترولوژی آذرین، ترجمه، دانشگاه تهران.
- درویش‌زاده، علی (۱۳۶۰) : بررسی‌های ژئوشیمیائی آتشفشانهای جوان ایران از دیدگاه پلیتکتونیک. مجموعه مقالات دومین سمپوزیوم انجمن نفت.
- زاوش، محمد (۱۳۴۸) : کانی‌شناسی در ایران قدیم، بنیاد فرهنگی ایران.
- سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح (۱۳۷۳) : فرهنگ جغرافیائی آبادیهای کشور جمهوری اسلامی ایران.
- شرکت ملی صنایع مس ایران (۱۳۷۰) : مطالعات زمین‌شناسی منطقه جویبند- انجورد در مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰.
- شرکت ملی صنایع مس ایران (۱۳۷۱) : گزارش اکتشاف ژئوشیمیائی منطقه آستامال اهر.
- شمیرانی، (۱۳۶۵) : زمین‌شناسی ایران، جزوه درسی برای دانشجویان، پلی کپی دانشکده علوم



زمین دانشگاه تهران.

- فرشاد، فریدون (۱۳۴۸): چینه شناسی دوران اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- قربانی، منصور (۱۳۷۸): اکتشاف ژئوشیمیائی در نواحی آستامال، آوان و چولاخیر (شمال باختوی شهرستان اهر)، مهندسین مشاور تهران پادیر.
- قربانی، منصور (۱۳۷۹): زمین شناسی اقتصادی ایران.
- کریم پور؛ م.ج. (۱۳۶۸): زمین شناسی اقتصادی کاربردی، انتشارات جاوید.
- لطفی (۱۳۵۴): بررسی های زمین شناسی و پترولوژی منطقه شمال - شمال شرق میانه و آذربایجان خاوری، رساله فوق لیسانس زمین شناسی، دانشکده علوم دانشگاه تهران.
- مدنی؛ حسن (۱۳۶۶): اصول پی جوئی، اکتشاف و ارزیابی ذخایر معدنی، ایران ارشاد.
- مهندسین مشاور کانساران (۱۳۷۱): گزارش اکتشافی منطقه آستامال اهر.
- نبوی، م.ح. (۱۳۵۵): دیباچه ای بر زمین شناسی ایران - انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ جلفا، سازمان زمین شناسی کشور.
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ مرند، سازمان زمین شناسی کشور.
- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ تبریز - پلدشت، سازمان زمین شناسی کشور.
- یعقوب پور؛ عبدالمجید، (۱۳۶۶): مبانی زمین شناسی اقتصادی، مرکز نشر دانشگاهی.



REFERENCES

- ALBERTI, A. ; COMIN CHIARAMONTI, G. ; SINIGOI, S. ; ZERBI, M. (1979) : Upper Eocene to Early Oligocene shoshonitic volcanism in eastern Azarbaijan (Iran). *Univers. Trieste, Italy*
- ANDERS, E. ; GREVESSE, N. (1989) : Abundance of the Elements : *Meteorite and Solar Geochemistry, Cosmochemistry Acta*, **53**, pp. 147-214.
- ANSARI, H.J. (1965) : Geology of Southern Meyaneh Basin in Azarbaijan, Iran. *Amer. Assoc. Petro. Geol. Bull.* ; Vol. **49**, No. **1**, pp. 88-97. with Sketch Map.
- BARIAND, P., ISSAKHANIAN, V., SADRZADEH, M (1965) : Preliminary metallogenic map of Iran. *GSI. Report No. 7*.
- BERBERIAN M., and HAMDI B., (1977) : First discovery of Ordovician beds and Conodonts in the slightly metamorphosed rocks of Kuh-e-Agh Baba, Maku quadrangle map, Azarbaijan. *G.S.Iran, internal report, 7p*.
- BERBERIAN, M. AND KING, (1981) : Towards a paleo-geography and tectonic evolution of Iran, *G. S. I.*
- CHAPPELL, B.W. AND WHITE, A.J.R., (1974) : Two contrasting granite types, *Pacific Geology*, **8**. pp. 173-174.
- DIDON, J. ; GEMAIN, Y. ; VIVIER, G. (1976) : Le Sbal an, vol an p io-quaternaire de l,Azarbaijan oriental Iranien ; sa place dans le volcanisme Tertiaire, son dynamisme et la geochimie des ses elements incompatible.
- EDWARDS, R. AND ATKINSON, K. (1986) : *Ore Deposit Geology*. Chapman and Hall Company, 466p.
- EFTEKHAR-NEJAD, J., NABAVI, M., VALEH, N., (1965) : Geology of Taronm-Talesh area. *G. S. of Iran. Note No. 16*, 24p. with map 1:100,000 (unpublished).
- EFTEKHARNEZHAD, J. (1975) : Brief description of tectonic history and structural development of Azarbaijan. *Field Excursion Guide, No. 2, Note A. Sym. Geodynamics of Southeast Asia*, Tehran, pp. 469-478.
- EVANS, A. M. (1994) : *An Introduction to Ore Geology*. Blackwell, 358p.
- FOSTER, R.P. (1979) : Geo-chemical and hydrologic consideration and use of Enthalpy-Chloride Diagrams in the prediction of underground conditions in hot-spring systems. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol. **5**, No. **1-2**, pp. 1-16.
- FURNES, H., EL-SAYED, M.M., KHALIL, S.O. AND HASSANEN, M.A., (1996) : Pan-African magmatism in the Wadi El-Imra district, Central Desert, Egypt : geochemistry and tectonic environment. *Jou. Geo. Soc.* Vol. **153**.
- GLAUS M., (1964) : Trias und oberperm im Zentralen Elburz (Persien). *Eclog Geol. Helv.* No. **57-2**.
- GLAUS M., (1965) : Die Geologie des Gebietes nordlich des Kandeavan-Passes (Zentral - Elborz) Iran. *Mitt. Geol. Inst. E.T.H.U. Zurich, N.S.*, No. **48**, 165 p, 35 fig., 2 Pl., 1 Carte.
- GUILBERT, J.M. ; PARK, C.F. (1975) : *The Geology of Ore Deposits*. W.H. Freeman, New York.
- GUILD, P. W. (1971) : *Metallogeny* : A key to exploration. *Min Engng* **23**, 69-72.
- HYNDMAN, D. W. (1985) : *Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks*, Second Edition, McGraw Hill Publishing Company, 786 p.



- INNOCENTI, F. ; MAZZUOLI, R. ; PASQUARE, G. ; VILLARI, L. ; RADICATI, D. ; BROZOLU, F. (1976) : Evolution of the volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian plates (Lake Van, eastern Turkey). *J. Volcano. Geotherm. Res.* ; Vol. 1, No. 2, pp. 103-112.
- IRVINE, T. N. AND BARGAR, W.R.A., (1971): A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, *Can. Jou. Earth Sci*, No. 8 ,pp.503-548.
- LESCUYER, J.L. ; RIOU, R. (1976) : Geologie de la region de Mianeh (Azarbaijan), Contribution a l'etude volcanisme Tertiaire de l'Iran. These, Grenoble, France.
- LOISELLE, M.C. AND WONES, D.R., (1979) : Characteristics and origin of anorogenic granites, *Geol. Soc. Am. Bull*, 11, 468.
- LOTFI, M. ; MIR-MOHAMMAD-SADEGHI, M. ; OMRANI, S.J. (1993) : *Mineral Distribution Map of Iran*. Geological Survey of Iran. Scale : 1:1,000,000.
- MANIAR, P.D. AND PICCOLI, P.M., (1989): Tectonic discrimination of granitoids, *Geo. Soc. of Am. Bull.* Vol. 101, pp. 635-643.
- MIDDLEMOST, E.A.K. (1980) : *Magmas and Magmatic Rocks*. An introduction to Igneous Petrology. Longman ed. 266 p.
- PEARCE, J. A., HARRIS, N. B. W. AND TINDLE, A. G., (1984): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Jou. Petr.* 25, pp. 956-983.
- PITCHER, W. S., (1982) : Granite type and tectonic environment, mountain building processes, Academic Press, London. 263 :pp. 19-40.
- RAMDOHR, P. (1980) : The Ore Minerals and Their Intergrowths, Pergamon Press.
- REYRE, D. ; MOHAFEZ, S. (1972) : A first contribution of the NIOC - ERAP agreements to the knowledge of Iranian geology. Edition Techniques, Paris, 58 p.
- RIEBEN, H. (1953) : Contribution a la geologie de l'Azarbaijan persan. Neuchatel, Thesis, *Sci. Nat.* ; pp. 1-44.
- RIOU, R. ; DUPUY, C. ; DOSTAL, J. (1981) : Geochemistry of co-existing alkaline and calc-alkaline volcanic rocks from northern Azarbaijan (NW Iran). *J. Volcano. Geotherm. Res.* ; ISSN 0377-0273 ; NLD ; Vol. 11. No. 2-4, pp. 253-275. Univ. Saarlandes Mineralog. Inst., Saarbrucken, Germany.
- RIOU, R. ; OHNENSTETTER, D. (1981) : Mineralogy of co-existing strongly undersaturated, alkaline and calc-alkaline lavas from northern Azarbaijan, NW Iran. University of Saarlandes, Germany.
- SHAND, S.J., (1951): *THE STUDY OF ROCKS*, London, Thomas, Murby and Co. p. 236.
- STOCKLIN, J. (1968) : Structural History and Tectonics of Iran. A Review. *Amer. Assoc. Petro. Geol. Bull.* ; USA ; 1968 (7) ; Vol. 52, No. 7, pp. 1229-1258.
- STOCKLIN, J. (1972) : Iran central, septentrional et oriental lexique stratigraphique international, III, Fascicule 96, Iran, pp-1-283, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- STOCKLIN, J. (1977) : Structural correlation of the Alpine Ranges between IRAN and CENTRAL ASIA. Memoir Horsserie, No. 8 de la Soc. Geol. de France, pp. 333-353.
- WHALEN, J. B., CURRIE, K. L. AND CHAPPEL, B. W., (1987) : A-type granite. Geo-chemical characteristic *Con. Min. Pet.*, Vol. 101.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

پوست‌ها

(۱:۵۰۰۰۰)



سنگ‌شناسی (Petrography) نمونه‌های هرزند عتیق

(نمونه‌های مشخص شده در نقشه ۱:۵,۰۰۰)

نمونه شماره 81-SHHZ-38

کانی‌های ثانویه یا سوپرژن این نمونه را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

♦ بخش کربناتی:

این بخش که بیشترین حجم نمونه را به خود اختصاص داده شامل کانی‌های کلسیت، دولومیت و ندرتا^۱ آنکریت است.

♦ بخش سیلیکاتی:

عمدتاً شامل کانی‌های رس و کریستالیت‌های فلدسپاتی است ولی ندرتا^۱ سریسیت و کلریت هم دیده می‌شود.

♦ بخش اکسید:

این بخش را کانی هماتیت تشکیل می‌دهد که پس از کلسیت فراوان‌ترین تشکیل دهنده در نمونه است که به فرم بی‌شکل و نیمه‌خودشکل مشاهده می‌شود.

کوارتز به صورت قطعات آواری پراکنده در ابعاد سیلت می‌باشد.

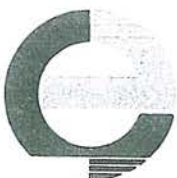
بافت این نمونه ناهمگن بوده به طوری که برخی از قسمت‌های سنگ دانه درشت‌تر از سایر قسمت‌ها است. از کانی کدر و نیمه‌شفاف می‌توان به ترکیبات آهن و احتمالاً تیتانیم (Ti) اشاره داشت. بر این اساس نام سنگ را می‌توان در حد آهک هماتیته شده تا مارن و یا به عبارت دیگر Impure Limestone نام‌گذاری نمود.

وجود قطعات سیلیکاتی نیمه‌بلورین در نمونه بیانگر بخش‌های سریع تبلور یافته توده آذرین است که طی فرسایش در طبقات کربناتی سیمانی شده‌اند، بنابراین این سنگ‌ها به احتمال زیاد به صورت زینولیت در داخل سنگ‌های آتشفشانی داسیتی قرار گرفته‌اند.

نمونه شماره 81-SHHZ-43

این نمونه سنگ آهک از نوع میکرواسپارایت (Microsparite) که متورق بوده و شدت تورق آن از نمونه شماره 81-SHHZ-51 بیشتر می‌باشد.

در این نمونه هماتیت به صورت نوارهایی دیده می‌شود که به موازات تورق گسترش پیدا کرده است. همچنین هماتیت به صورت دانه‌هایی به طور پراکنده در سنگ رؤیت می‌گردد.



با توجه به متورق بودن نمونه، در تیغه نازک به صورت باندهای موازی مشاهده می‌گردد که برخی از باندها دانه درشت‌تر بوده و بعضی از باندها دارای رس می‌باشد. باندهای هماتیته هم به موازات باندهای کلسیتی دیده می‌شود.

صفحات ری کریستالیزه کلسیت در قسمت‌هایی از پلاک به صورت مجتمع وجود دارد.

نمونه شماره 81-SHHZ-45

این نمونه سنگ آهک از نوع بایو اینترامیکروآسپارایت (Bio Intra Microsparite) می‌باشد.

- ♦ هماتیت به صورت دانه‌های ریز و رگچه‌های ظریف به مقدار کم در نمونه موجود است.
- ♦ صفحات کلسیت به صورت منفرد و همچنین بلورهای مجتمع به طور پراکنده در سنگ دیده می‌شود.

نمونه شماره 81-SHHZ-47

این نمونه آهک آلیتیک فسیل‌دار (Fossiliferous Oolitic Limestone) می‌باشد که دارای آلیت‌های خیلی درشت بوده که به تنهایی میدان میکروسکپ را اشغال می‌کنند. برخی از این آلیت‌ها دارای هسته بوده که هسته آنها از اجتماع بلورهای درشت کلسیت تشکیل یافته است. برخی از قطعات فسیلی ری کریستالیزه شده‌اند.

در این سنگ هماتیت دانه و رگچه دیده می‌شود که از میزان کمی برخوردار است. صفحات درشت کلسیت در نمونه وجود دارد که برخی از آنها ماکله می‌باشد.

نمونه شماره 81-SHHZ-51

این نمونه سنگ آهک از نوع اسپارایت (Sparite) که متورق می‌باشد.

در این نمونه پیریت از میزان بالایی برخوردار بوده که در حال اکسیده شدن است و با وجود تبدیل شدن به هماتیت هنوز پرتیت‌ها از روی شکل ظاهری قابل تشخیص می‌باشد.

- ♦ در این نمونه علاوه بر کلسیت بلورهای دولومیت وجود دارد.
- ♦ هماتیت در این نمونه به صورت لکه‌هایی مشاهده می‌گردد.
- ♦ با توجه به متورق بودن سنگ، در تیغه نازک به صورت باندهای موازی دیده می‌شود که برخی از باندها دانه درشت‌تر بوده و بعضی از باندها از میزان پیریت بیشتری برخوردار است.



نمونه شماره 81-SHHZ-52

نام سنگ : داسیت Dacite

بافت : پورفیریک

این نمونه به شدت هماتیتیزه و کربناتیزه شده است به طوری که هماتیت زائی و کربنات زائی هم فنو کریست ها و هم زمینه سنگ را متأثر نموده است. اجزاء متشکله سنگ شامل کانی های زیر است :

الف - فنو کریست ها

پلاژیو کلاز، هماتیت و بیوتیت.

♦ پلاژیو کلاز با فرم های خود شکل و نیمه خود شکل و اندازه های متوسط تا درشت که دارای ساخت زونه بوده و گاهی حالت آنتی پرتیت در آنها دیده می شود. برخی از آنها دارای ادخال هایی از کوارتز و بیوتیت می باشد. فنو کریست های پلاژیو کلاز به شدت هماتی و کربناتی شده به طوری که حجم قابل توجهی از آنها توسط کانی های هماتیت، کلسیت و سیدریت جایگزین گشته است.

♦ هماتیت به صورت فنو کریست های خود شکل، نیمه خود شکل و بی شکل به فراوانی در نمونه موجود می باشد که گاهی با سیدریت همراهی می گردد. برخی از این فنو کریست ها به نظر می رسد که ابتدا آمفیبول بوده و به طور کامل توسط هماتیت جانشین گشته و در حال حاضر به صورت پسودومورف آمفیبول دیده می شود و از روی شکل ظاهری می توان پی به وجود آمفیبول اولیه برد.

♦ بیوتیت به صورت اولیه با مقاطع طولی و عرضی خود شکل در نمونه وجود دارد که نسبتاً سالم بوده و برخی از آنها دارای ادخال هماتی و کوارتز می باشد.

♦ کوارتز با فرم های نیمه خود شکل و بی شکل در نمونه مشاهده می گردد.

ب - زمینه

زمینه سنگ از بلورهای ریز پلاژیو کلاز، بیوتیت، کوارتز، هماتیت همراه سیدریت و کلسیت تشکیل شده است.

از دیگر تشکیل دهنده های سنگ می توان به کانی های آپاتیت با مقاطع طولی و عرضی خود شکل اشاره نمود که به صورت ادخال و مستقل در نمونه رؤیت می گردد.



نمونه شماره 81-SHHZ-54

نام سنگ: آهک کوارتزدار هماتیته Hematitic Quartz Limestone

این نمونه از کانی‌های کلسیت، کوارتز و هماتیت تشکیل شده که دارای بافت ناهمگن است. به طوری که برخی قسمت‌های سنگ دانه‌ریزتر بوده و بیشتر از کلسیت تشکیل یافته است. کانی‌هایی که در ترکیب سنگ شرکت دارند عبارت است از: کلسیت، کوارتز، هماتیت و موسکویت.

♦ کلسیت به تنهایی بیشترین حجم سنگ را شامل می‌گردد که بدو صورت، فرم دانه‌ریز و بی‌شکل و همچنین فرم دانه‌درشت و صفحه‌ای شکل به صورت پراکنده و بلورهای مجتمع دیده می‌شوند. ♦ کوارتز بعد از کلسیت فراوان‌ترین کانی تشکیل دهنده سنگ بوده و به صورت بلورهای خودشکل هگزاگونال با مقاطع عرضی شش گوش و مقاطع طولی مستطیل شکل در نمونه دیده می‌شود که بیشتر با بلورهای درشت کلسیت همجوار می‌باشد.

♦ هماتیت از نظر فراوانی بعد از دو کانی فوق قرار می‌گیرد که بدو صورت خودشکل با مقاطع شش گوش هگزاگونال و بی‌شکل در سنگ وجود دارد که فرم بی‌شکل آن فراوان‌تر می‌باشد. گاهی سیدریت همراه با هماتیت دیده می‌شود.

در سنگ رگچه‌هایی موجود است که به طور ثانوی توسط کلسیت کانی‌سازی گشته است.

نمونه شماره 81-SHHZ-55

نام سنگ: داسیت Dacite

بافت: پورفیریک

ترکیب کانی‌شناسی سنگ عبارت است از:

الف - فنوکریست‌ها

پلاژیوکلاز، آمفیبول و کوارتز.

♦ پلاژیوکلاز با فرم‌های خودشکل و نیمه‌خودشکل با اندازه‌های متوسط تا درشت که دارای ساختمان زونه بوده و برخی از آنها حالت آنتی‌پرتیت دارند. بعضی از پلاژیوکلازها دارای ادخال‌هایی از کوارتز و کلسیت می‌باشند.

♦ آمفیبول به صورت خودشکل و نیمه‌خودشکل با اندازه متوسط دیده می‌شود. بلورهای آمفیبول در سنگ در حال تحلیل رفتن بوده که توسط کلسیت (بیشتر) و کانی‌های اوپاک در حال جایگزین شدن



می باشند. گاهی شدت جانشینی به حدی است که به صورت پسودومورف آمفیبول مشاهده می گردد و از روی شکل ظاهری می توان پی به وجود آمفیبول اولیه برد.

♦ کوارتز با فرم های خودشکل، نیمه خودشکل و بی شکل در سنگ وجود دارد.

♦ کلسیت در این نمونه از میزان خوبی برخوردار بوده، علاوه بر اینکه در قالب آمفیبول ها دیده می شود و به صورت بلورهای مستقل در سنگ مشاهده می گردد.

♦ کانی های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن که هم در قالب آمفیبول های دگرسان شده همراه با کلسیت دیده می شود و هم به صورت بلورهای مجزا در زمینه سنگ موجود می باشد.

ب - زمینه

زمینه سنگ از بلورهای پلاژیو کلاز، آمفیبول، کوارتز، کلسیت و اکسیدهای آهن تشکیل یافته است.

♦ از کانی های دیگر سنگ می توان به بلورهای خودشکل آپاتیت و زیرکن اشاره نمود.

نمونه شماره 81-SHHZ-56

این نمونه آهک شیلی (Limy Shale) است.

اجزاء تشکیل دهنده سنگ عبارت است از :

کوارتز، کلسیت، فلدسپات، سریسیت، هماتیت، کانی های اوپاک و کانی های رسی.

اکسیدهای آهن در این سنگ به صورت دانه های ریز، لکه ها و رگچه های ظریف دیده می شود.

نمونه شماره 81-SHHZ-57

نام سنگ : کوارتز گابرو Quartz Gabbro

بافت : گرانولر

اجزاء متشکله نمونه عبارت است از :

♦ پلاژیو کلاز به صورت خودشکل و نیمه خودشکل با اندازه های متوسط تا درشت که در اثر دگرسانی به کلریت، کانی های رسی و کلسیت تبدیل شدگی نشان می دهد. برخی از پلاژیو کلازها دارای ادخال هایی از کوارتز و اکسیدهای آهن می باشد. بعضی از پلاژیو کلازها دارای شکستگی های موئینه ای در جهات مختلف بوده که به طور ثانوی توسط کلریت اشغال گردیده است.



- ◆ آمفیبول با فرم خودشکل و نیمه خودشکل که به شدت آلتزه گشته و در حال حاضر پسودومورف آمفیبول دیده می شود. حاصل آلتراسیون کانی های بیوتیت، اکسیدهای آهن و بیوتیت های کلریتیزه می باشد و کانی های نامبرده همراه با یکدیگر مشاهده می گردد.
- ◆ بیوتیت و کلریت در این سنگ از میزان خوبی برخوردار بوده که حاصل تجزیه آمفیبول ها (بیشتر) و پلاژیو کلازها می باشد و کانی های نامبرده با اکسیدهای آهن همراهی می گردد. برخی از بیوتیت ها خود به کلریت تجزیه شده است.
- ◆ کوارتز با بلورهای نیمه خودشکل و بی شکل در نمونه وجود دارد که در فضای بین سایر کانی ها تشکیل شده است. همچنین کوارتز به صورت ادخال در پلاژیو کلازها دیده می شود. علاوه بر این جوانه های کرمی شکل کوارتز به صورت میرمکیت در حاشیه پلاژیو کلازها رؤیت می گردد.
- ◆ کانی های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن بوده که از فراوانی نسبتاً خوبی برخوردار است و بدو صورت خودشکل اولیه و بی شکل ثانویه که فرم اخیر حاصل تبدیل شدگی کانی های مافیک اولیه می باشد.
- ◆ پیروکسن به مقدار کم در این نمونه موجود است و در حال تجزیه به بیوتیت و کلریت می باشد.
- ◆ از کانی های دیگر نمونه می توان از کلسیت و آپاتیت خودشکل نام برد.

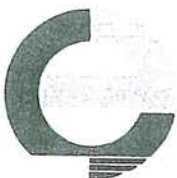
نمونه شماره 81-SHHZ-58

نام سنگ: گابرو Gabbro

بافت: گرانولر

کانی های تشکیل دهنده سنگ به صورت زیر است:

- ◆ پلاژیو کلاز با فرم های خودشکل، نیمه خودشکل و بی شکل با اندازه متوسط که برخی سالم و بعضی تا اندازه ای دگرسان گشته و حاصل آن کلریت، سریسیت و کانی های رسی می باشد. پلاژیو کلازها دارای شکستگی های موئینه ای در جهات مختلف بوده که بیشتر موازی هم می باشند و در حال حاضر این شکستگی ها توسط کلریت و سریسیت پر شده است. گاهی پلاژیو کلازها دارای ادخال هایی از کانی های دیگر هستند.
- ◆ پیروکسن از نوع اوژیت - دیوپسید با بلورهای خودشکل و نیمه خودشکل که در اثر دگرسانی به کانی های کلریت، بیوتیت و اکسیدهای آهن تبدیل شدگی نشان می دهند و کانی های مذکور به طور همجوار با هم دیده می شوند.



گاهی شدت دگرسانی به حدی است که پسودومورف پیروکسن مشاهده می‌گردد. برخی از بلورهای پیروکسن از حاشیه در حال تجزیه به آمفیبول میباشند.

♦ کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن که بخشی از آنها اولیه بوده و بخشی ثانویه که فرم اخیر از آلتراسیون کانی‌های مافیک اولیه به وجود آمده است.

♦ کلریت و بیوتیت به طور ثانوی از دگرسانی پیروکسن‌ها به وجود آمده است. گاهی بیوتیت حاصل به نوبه خود به کلریت تجزیه گشته است.

♦ آپاتیت به صورت بلورهای خودشکل در نمونه وجود دارد.

با توجه به اینکه نمونه آلتره بوده قطعات سنگ به صورت تکه‌های منفصل از هم در مقطع دیده می‌شوند.

نمونه شماره 81-SHHZ-59

نام سنگ : گابرو Gabbro

بافت : گرانولر

کانی‌های تشکیل دهنده سنگ به صورت زیر است :

♦ پلاژیوکلاز به صورت خودشکل و نیمه خودشکل با بلورهای متوسط تا درشت که در اثر دگرسانی به کلریت و سریسیت تبدیل شدگی نشان می‌دهد.

♦ پیروکسن با فرم‌های خودشکل و نیمه خودشکل با اندازه‌های متوسط تا درشت از نوع اوژیت - دیوپسید که در اثر دگرسانی در حال تجزیه به کانی‌های بیوتیت، کلریت و اکسیدهای آهن می‌باشد و کانی‌های نامبرده به طور همجوار با هم دیده می‌شوند. برخی از بلورهای پیروکسن از پیرامون در حال تبدیل به آمفیبول هستند.

♦ کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن که اکثراً بی‌شکل بوده و به طور ثانوی از دگرسانی کانی‌های مافیک اولیه به وجود آمده‌اند.

♦ بیوتیت و کلریت در این سنگ ثانوی بوده و از تجزیه پیروکسن‌های اولیه آمده است. بیوتیت‌ها به نوبه خود در حال تبدیل به کلریت می‌باشند.

♦ آپاتیت به صورت بلورهای خودشکل و سوزنی در این نمونه وجود دارد.

نمونه شماره 81-SHHZ-62

نام سنگ : داسیت Dacite



یافت: پورفیریک

در این سنگ بر خلاف نمونه‌های قبلی میزان کانی‌های مافیک کم بوده و به‌طور کامل توسط کلسیت جانشین شده است.

فتو کریست‌های تشکیل دهنده نمونه فقط پلاژیو کلاز است.

این سنگ به‌شدت کربناتیزه گشته است و میزان کلسیت در این نمونه بالا بوده که فتو کریست‌ها و زمینه سنگ را متأثر نموده است، به‌طوری که در حال حاضر قسمت‌هایی از فتو کریست‌های پلاژیو کلاز و بخش‌هایی از زمینه سنگ توسط کلسیت جایگزین گشته است.

کانی‌های تشکیل دهنده سنگ در حال حاضر شامل پلاژیو کلاز، کوارتز، کلسیت و اکسیدهای آهن (از نوع هماتیت) می‌باشند.

در این نمونه شکستگی‌هایی وجود دارد که به‌طور ثانوی توسط کوارتز کانی‌سازی شده است.

نمونه شماره 81-SHHZ-70

کانی‌های تشکیل دهنده این نمونه از دو بخش اصلی تشکیل شده است:

♦ کانی‌های هیپوژن (ماگمایی):

سیلیس و فلدسپات‌ها که بخش عمده کانی‌های اولیه را تشکیل داده است و صرف نظر از کانی‌های ثانویه، پلاژیو کلازها نسبت به فلدسپات‌های قلیائی از مقدار بیشتری برخوردار هستند.

♦ کانی‌های سوپرژن (ثانویه):

این بخش خود به دو سری تقسیم می‌گردد:

الف) کانی‌های ثانویه برجای:

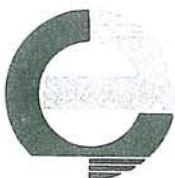
شامل کلریت، اپیدوت، کانی‌های رسی، سربیسیت و ترکیبات خاکی آهن است.

ب) کانی‌های ثانویه حمل شده:

عمدتاً کلسیتی بوده و حدود حداقل ۴۰٪ نمونه را به‌خود اختصاص می‌دهد.

یافت این سنگ‌ها تمام بلورین و آواری (Fragmental) می‌باشد.

بر این اساس این سنگ‌ها را می‌توان از خانواده پیرو کلاستیک تا اپی کلاستیک‌ها دانست و به‌عبارت بهتر بر اساس وجود کانی‌های هیپوژن توف با ترکیب ریوداسیت تا داسیت و از لحاظ وجود کربنات و کانی‌های رسی در حد مارن نام‌گذاری می‌شوند.



نمونه شماره 81-SHHZ-71

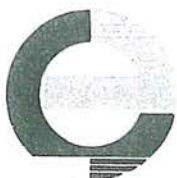
کانی‌های شاخص در این نمونه عبارت است از:

کوارتز، فلدسپات که پلاژیو کلاز در آن غلب است و نوع قلیائی به صورت میکروپرتیت دیده می‌شود. در برخی نقاط در زمینه اصلی ارتو کلاز دیده می‌شود.

کانی‌های عادی عبارتند از: کاننی‌های خانواده پیروکسن، ندرتاً بیوتیت هم مشاهده می‌گردد.

کاننی‌های فرعی عبارتند از: قطعات کدر به صورت بی‌شکل تا نیمه‌شکل دار با توزیع تقریباً متجانس، در برخی از قسمت‌ها قطعات کدر به نیمه‌شفاف تبدیل شده است و لاقط بخشی از این قطعات هماتیت است.

کاننی‌های حاصل از دگرسانی: اپیدوت، کلریت، کاننی‌های رسی و سریسیت. بنابراین می‌توان آلتراسیونی در حد سوسوریتی شدن را برای این سنگ‌ها قائل شد. البته لازم به ذکر است که این سنگ‌ها از مرحله آلتراسیون پیش رفته‌اند ولی به حد دگرگونی شیست سبز هم نرسیده‌اند به نحوی که می‌توان گفت در مراحل بینابینی قرار دارند.



مقاطع صیقلی (Ore Mineralography) نمونه‌های هرزند عتیق (نمونه‌های مشخص شده در نقشه ۱:۵۰,۰۰۰)

نمونه شماره 80-SHHZ-25

مهمترین اجزاء این نمونه را قطعات آواری گانگ که در مقطع به رنگ خاکستری تیره دیده می‌شوند، تشکیل می‌دهد. این قطعات با ابعادی در حد میلیمتر دانه‌های یک ماسه سنگ را شامل شده که جنس آنها عمدتاً سیلیسی است.

از مهمترین کانی گانگ در این نمونه می‌توان به کربنات مس یا مالاکیت اشاره نمود که با انعکاس داخلی سبز رنگ در مقطع دیده می‌شود.

کانی‌های فلزی به صورت پرکننده فضاهای خالی (Cavity Filling) دیده می‌شوند و از گروه کانی‌های مس‌دار هستند. یکسری از این کانی‌های به رنگ سفید و بدون بی‌رفرنژانس و انعکاسات داخلی در این نمونه مشاهده می‌شود که به احتمال زیاد کالکوسیت (Cu_2S) است.

در داخل کالکوسیت‌ها یکسری کانی به رنگ آبی با بی‌رفرنژانس قوی و آنیزوتوویی نارنجی (آتشین) مشاهده می‌شود، این مشخصه‌ها فقط متعلق به کانی کوولیت است.

کالکوسیت‌ها در حدود ۷۰٪ کانی‌های فلزی را شامل شده و ۳۰٪ باقیمانده متعلق به کوولیت است. کالکوسیت‌ها در این نمونه توسط کوولیت در حال جانشینی است به طوری که بیشترین مقدار کوولیت در حاشیه بلورهای کالکوسیت‌ها و در امتداد سطوح رخ و درز و شکاف‌ها داخل کالکوسیت دیده می‌شوند.

منشاء مس به احتمال زیاد هیدروترمالی بوده به نحوی که کانی‌های فلزی مس (سوپرژن) به همراه سیلیس همانند سیمانی در بین قطعات آواری قرار گرفته‌اند.

نمونه شماره 81-SHHZ-40

مقدار کانی‌های کدر (اوپاک) در این نمونه حداقل ۵۰٪ درصد است.

کانی‌های اوپاک عمدتاً گروه اکسید و هیدروکسید تشکیل شده به طور که شامل هماتیت، گوتیت و مگنتیت است.

مقدار هماتیت و گوتیت تقریباً به یک مقدار بوده و مقدار مگنتیت به مراتب کمتر از این دو است. هماتیت به صورت تیغه‌ای و بعضاً کنکرسیونی به فرم دیواره‌های نازکی در کل زمینه گسترش یافته است. عموماً قطعات گوتیت توسط تیغه‌های هماتیت محصور شده‌اند، البته در برخی از قسمت‌ها اختلاط به صورت میکرو کریستالین می‌باشد.



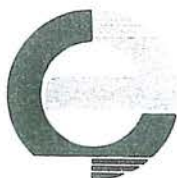
مگنتیت ندرتا^۲ به فرم شکل دار دیده می شود، البته وجود قطعات ریز مگنتیت در اشکال تیغه ای هماتیت منتفی نیست. در این حالت مارتیتی شدن علت تبدیل مگنتیت به هماتیت نبوده و قاعدتا^۲ این تغییرات بایستی در مراحل انجماد و تبلور ماگمایی صورت پذیرفته باشد. وجود گوتیت در این نمونه تشکیل پیریت های اولیه را تداعی می کند که البته هیچگونه آثاری از کانی های سولفور در این نمونه دیده نمی شود. بر این اساس نمونه فوق متعلق به ناحیه اکسیداسیون (گوسن) بوده و در اعماق بیشتر پیریتی شدن بایستی حضور داشته باشد. بافت اصلی در این نمونه خانه خانه یا Box Work است و ژنز آهن را می توان به منشاء ماگمایی (ولکانیک) نسبت داد.

نمونه شماره 81-SHHZ-42

کانی های فلزی حداقل به میزان ۶۰٪ از کل نمونه را شامل می شود. در برخی از کانی های فلزی عدم تجانس از نظر ترکیب مشهود است. این عدم تجانس هم به لحاظ رنگ و هم به لحاظ بافت و شکل است، به طوری که از نظر بافتی در برخی قسمت ها حالت کنکریونی و بافت ریتیک مشاهده شده که از مشخصه های کانی های آهن با منشاء سوپرژن (گوسن) است. بافت کنکریونی و ریتیک عمدتا^۲ متعلق به هماتیت است. البته برخی از بلورهای خودشکل را هم در نمونه ایجاد نموده اند که احتمالا^۲ ناشی از پسودومورفیزم (جانیشینی با حفظ شکل) است. در حقیقت قطعات شکل دار مربوط به مگنتیت بوده که تحت تأثیر استحاله به هماتیت تبدیل شده است البته در مورد مارتیتی شدن آن شک وجود دارد. مقدار مگنتیت نسبت به هماتیت بسیار اندک بوده و کمتر از ۱۰٪ کانی های فلزی را شامل می شود. وجود گوتیت منتفی نیست اما کانی های سولفوری در این نمونه مشاهده نمی شود. کانی های شفاف (گانگ) حداقل دو نوع بوده و بخش اندک آن را کوارتز تشکیل می دهد. بر این اساس ژنز آهن احتمالا^۲ ماگمایی (ولکانیک) است.

نمونه شماره 81-SHHZ-67

این نمونه از لحاظ بافتی و کانی شناسی با نمونه های 81-SHHZ-40 و 81-SHHZ-42 متفاوت است. به طوری که کانی های فلزی به فرم مجموعه های دانه ای متراکم، متشکل از دانه های با اندازه های متفاوت بوده که از حدود ۵۰ میکرون و بزرگتر دیده می شوند. این بلورها حالت متجانس داشته و در



برخی از قسمت‌ها به علت وجود ترکیبات خاکی شسته شده و باعث تشکیل فضاهای خالی شده است که این امر بافت خانه خانه یا Box Work را تداعی می‌نماید.

مقدار کانی‌های کدر (اوپاک) حداقل ۷۰٪ بوده که بخش اعظم آن مربوط به هماتیت و درصد کمی هم متعلق به مگنتیت است. در برخی از قسمت‌ها مگنتیت توام با هماتیت بوده که به احتمال زیاد قسمت اعظم هماتیت از تبدیل مگنتیت تشکیل شده است، این فرآیند قاعدتاً نمی‌تواند ناشی از آلتراسیون سطحی باشد و این تغییرات مربوط به زمان انجماد و تبلور ماگما است.

وجود گوتیت منفی نیست و احتمالاً فضاهای بین دانه‌ای قطعات مگنتیت و هماتیت توسط این کانی اشغال شده است. آثار کانی سولفور در این نمونه دیده نمی‌شود.

از کانی‌های شفاف می‌توان عمدتاً به کوارتز اشاره کرد.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

نتایج تجزیه XRF نمونه‌های سنگی هرزند عتیق (۲۱ نمونه)

Sample	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	MgO %	K ₂ O %	TiO ₂ %	MnO %	P ₂ O ₅ %
80-SHHZ-20	3.27	0.27	0.78	52.84	0.05	0.51	0.07	0.150	0.015	0.017
80-SHHZ-21	0.35	0.09	0.67	54.52	0.04	0.69	0.03	0.124	0.035	0.021
81-SHHZ-39	13.38	3.14	42.67	22.32	0.02	0.17	0.05	0.299	0.183	0.041
81-SHHZ-41	5.97	0.58	81.55	5.28	0.04	2.32	0.02	0.032	0.067	0.018
81-SHHZ-53	41.04	12.42	7.21	19.18	0.05	3.30	0.30	0.625	0.064	0.123
81-SHHZ-65	52.17	14.15	2.44	2.48	2.14	2.40	2.22	0.996	0.029	0.176
81-SHHZ-66	11.06	1.35	66.24	9.83	0.02	1.55	0.02	0.032	0.162	0.031
81-SHHZ-68	12.85	1.64	57.85	14.08	0.05	0.93	0.02	0.022	0.239	0.021
81-SHHZ-72	6.61	1.09	58.03	12.71	0.02	5.62	0.02	0.032	0.149	0.022
81-SHHZ-73	41.25	15.03	8.10	14.53	0.08	5.24	0.58	0.719	0.068	0.119
81-SHHZ-74	37.29	12.49	7.59	14.26	1.72	8.68	1.00	0.734	0.162	0.126
81-SHHZ-75	47.90	12.77	11.29	8.36	2.38	6.16	1.16	0.509	0.143	0.105
81-SHHZ-76	45.68	15.40	8.48	13.02	0.09	3.57	0.29	0.791	0.063	0.126
81-SHHZ-77	40.42	14.61	9.45	13.95	0.08	4.99	0.61	0.731	0.063	0.106
81-SHHZ-78	39.26	14.03	8.68	16.07	0.09	5.60	0.30	0.646	0.068	0.128
81-SHHZ-79	35.63	12.51	8.99	23.51	0.07	0.73	0.48	0.544	0.146	0.097
81-SHHZ-80	24.13	9.75	6.49	27.89	0.06	3.16	0.24	0.669	2.353	0.090
81-SHHZ-81	26.04	2.35	3.22	36.78	0.05	1.35	0.07	0.220	0.068	0.065
81-SHHZ-82	39.49	8.87	5.61	24.23	0.04	1.41	0.32	0.578	0.639	0.085
81-SHHZ-84	31.33	12.82	4.92	27.22	0.05	0.66	0.61	0.628	0.184	0.141
81-SHHZ-85	58.44	17.01	6.85	8.25	0.04	0.33	1.03	0.695	0.070	0.154

نتایج تجزیه XRF نمونه‌های سنگی هرزند عتیق (۲۱ نمونه)

SAMPLE	S ppm	Cl ppm	Rb ppm	Sr ppm	V ppm	W ppm	Y ppm	Zr ppm	Zn ppm	Mo ppm
80-SHHZ-20	216	230	9	1069	29	0	7	40	24	1
80-SHHZ-21	86	150	7	891	18	0	6	31	21	2
81-SHHZ-39	48	80	9	104	87	0	9	22	49	9
81-SHHZ-41	130	376	1	379	63	8	6	14	696	12
81-SHHZ-53	182	70	18	799	80	0	11	95	59	2
81-SHHZ-65	6279	138	41	906	122	0	13	118	5	0
81-SHHZ-66	8	395	3	48	282	0	5	8	89	0
81-SHHZ-68	22	251	5	54	45	0	5	8	202	11
81-SHHZ-72	10	201	7	323	55	0	6	14	221	9
81-SHHZ-73	49	72	19	317	84	0	13	90	75	0
81-SHHZ-74	13	135	26	315	75	0	13	110	63	0
81-SHHZ-75	11	160	39	328	92	0	14	95	98	0
81-SHHZ-76	15	213	10	463	95	0	11	99	56	0
81-SHHZ-77	16	122	22	633	91	0	13	98	58	0
81-SHHZ-78	86	123	16	818	81	0	12	94	60	0
81-SHHZ-79	340	52	18	541	79	0	12	77	88	5
81-SHHZ-80	129	100	15	429	73	0	11	91	91	7
81-SHHZ-81	12	82	8	508	35	0	8	30	44	2
81-SHHZ-82	3	53	12	573	60	0	11	82	44	0
81-SHHZ-84	67	60	22	761	63	0	12	112	39	0
81-SHHZ-85	44	40	31	1308	101	0	12	132	58	0



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

نتایج تجزیه XRF نمونه‌های سنگی هرزند عتیق (۲۱ نمونه)

SAMPLE	Ba ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Nb ppm	Ni ppm	Pb ppm	U ppm	Th ppm
80-SHHZ-20	14	5	1	10	1	7	1	14	1	1
80-SHHZ-21	9	4	2	3	1	4	1	9	1	2
81-SHHZ-39	124	29	56	60	3	6	26	20	1	1
81-SHHZ-41	344	14	293	6	543	9	21	95	1	1
81-SHHZ-53	60	26	25	173	375	7	297	10	1	1
81-SHHZ-65	11602	4	14	32	110225	5	60	12	1	7
81-SHHZ-66	130	6	94	22	64	8	32	17	2	1
81-SHHZ-68	113	9	169	10	62	6	33	27	3	1
81-SHHZ-72	10	8	86	13	8	4	41	78	1	2
81-SHHZ-73	152	5	15	203	19	7	394	10	1	3
81-SHHZ-74	322	9	12	523	5	8	331	24	2	3
81-SHHZ-75	432	8	21	144	139	10	209	13	5	1
81-SHHZ-76	77	9	18	207	1	11	344	12	1	3
81-SHHZ-77	91	4	9	185	6	12	328	3	1	2
81-SHHZ-78	45	5	18	197	5	7	367	5	1	1
81-SHHZ-79	668	3	16	235	9	9	271	25	1	1
81-SHHZ-80	404	9	16	88	401	7	51	18	1	1
81-SHHZ-81	15	10	4	4	8	7	16	7	2	3
81-SHHZ-82	236	8	5	65	5	8	13	15	1	1
81-SHHZ-84	143	7	2	115	20	10	41	12	1	1
81-SHHZ-85	492	6	7	17	10	8	13	16	1	1

نتایج تجزیه نمونه‌ها به روش XRD (۱ نمونه)

Sample	Major Phase	Minor Phase
80-SHHZ-11	Quartz, Mordenite, Montmorillonite	---



پروژه‌ها

(۱:۶۰۰۰۰۰)



سنگ‌شناسی (Petrography) نمونه‌های منطقه هرزند

(نمونه‌های مشخص شده در نقشه ۲۰،۰۰۰:۱)

نمونه شماره 80-SHHZ-01

سنگ آهنی از نوع بایومیکرایت ماسه‌ای (Sandy Biomicrite) تا سیلتی بایومیکرایت (Silty Biomicrite) اجزاء تشکیل دهنده عبارت است از:

- کلسیت.
- کانی‌های رسی.
- کوارتز.
- فلدسپات.
- کانی‌های اوپاک.
- میکروفسیل که تبلور دوباره پیدا کرده‌اند.

فسیل شناسی نمونه 80-SHHZ01

80-SHHZ-01

Microfacies : Silty Biomicrite.

Fossils : Globorotalia cf. Centralis, Globorotalia cf. Cerro-azulensis, Globorotalia spp., Globigerina spp., Zeuvingerina sp.,

Age : Late Eocene (to Early Oligocene ?)

نمونه شماره 80-SHHZ-02

(Granodiorite Porphyry)

نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری

بافت: پورفیریک با زمینه میکروگرانولر
کانی‌های تشکیل دهنده سنگ عبارتند از:

الف - فنوکریست‌ها

پلاژیو کلاز، آمفیبول، بیوتیت.

- پلاژیو کلاز به صورت خودشکل با بلورهای درشت که دارای ساختمان منطقه‌ای می‌باشد.
- آمفیبول با بلورهای خودشکل و نیمه‌خودشکل که اکثراً دگرسان گشته و حاصل تبدیل شدگی آنها کانی‌های بیوتیت و اکسیدهای آهن می‌باشد. گاهی دگرسانی به حدی شدید بوده که آمفیبول در حال تحلیل رفتن است. بعضی از بلورهای آمفیبول دارای ادخال‌هایی از کوارتز و پلاژیو کلاز می‌باشد.
- بیوتیت با فرم خودشکل، نیمه‌خودشکل تا بی‌شکل که از دگرسانی آمفیبول به وجود آمده که در داخل و مجاور آمفیبول دگرسان شده دیده می‌شود، همچنین بیوتیت به صورت بلورهای مستقل خودشکل در نمونه وجود دارد که در اثر دگرسانی در حال تجزیه به کلریت می‌باشد.
- کوارتز به صورت بلورهای نیمه‌خودشکل در نمونه موجود می‌باشد.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن بوده که بدو صورت در نمونه دیده می‌شود، فرم اولیه و خودشکل و فرم ثانوی و بی‌شکل که فرم اخیر حاصل دگرسانی کانی‌های مافیک اولیه می‌باشد.

ب - زمینه

از بلورهای ریز پلاژیو کلاز، آمفیبول، بیوتیت، کوارتز و کانی‌های اوپاک تشکیل شده است.



از کانی‌های دیگر می‌توان به زیرکن اشاره کرد که به صورت ادخال در بیوتیت و همچنین به صورت مجرد در نمونه دیده می‌شود.

نمونه شماره 80-SHHZ-04

(Granodiorite Porphyry)

نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری

بافت: پورفیری یک بازمینه میکروگرانولر

اجزاء متشکله نمونه به صورت زیر است:

الف - فنوکریست‌ها

پلاژیو کلاز، آمفیبول و بیوتیت.

- پلاژیو کلاز با فرم خودشکل و بلورهای متوسط تا درشت که دارای ساخت زونه می‌باشد.
- آمفیبول با اندازه‌های متوسط تا درشت و فرم خودشکل و نیمه خودشکل که به شدت آلتره گشته و حاصل آن بیوتیت و اکسیدهای آهن می‌باشد که به طور همجوار با هم در متن و حاشیه بلورهای آمفیبول دیده می‌شود. در ضمن آمفیبول‌ها دارای ادخال‌هایی از پلاژیو کلاز و کوارتز است.
- بیوتیت با بلورهای نیمه خودشکل و بی شکل به دو صورت دیده می‌شود. بخشی ثانوی بوده و حاصل تجزیه آمفیبول‌ها است و بخشی اولیه بوده که در اثر دگرسانی در حال تبدیل به کلریت می‌باشد.
- کوارتز به صورت نیمه خودشکل و بی شکل در سنگ وجود دارد.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن با فرم خودشکل اولیه و بی شکل ثانوی در نمونه دیده می‌شود که فرم ثانوی آن از دگرسانی کانی‌های مافیک اولیه به وجود آمده است.

ب - زمینه

از کانی‌های پلاژیو کلاز، آمفیبول، کوارتز، بیوتیت و کانی‌های اوپاک با بلورهای ریز تشکیل یافته است. از کانی‌های فرعی نمونه می‌توان از آلانیت و زیرکن نام برد. این سنگ نسبت به نمونه 80-SHHZ-02 دانه ریزتر بوده و شدت تبدیل شدگی آمفیبول‌ها بیشتر می‌باشد.

نمونه شماره 80-SHHZ-06

(Granodiorite Porphyry)

نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری

بافت: پورفیری یک بازمینه میکروگرانولر

کانی‌هایی که در ترکیب سنگ شرکت دارند عبارت است از:

الف - فنوکریست‌ها

پلاژیو کلاز، آمفیبول و بیوتیت.



- پلاژیوکلاز با فرم خودشکل که ساخت منطقه‌ای در آن دیده می‌شود. گاهی آمفیبول به صورت ادخال در پلاژیوکلاز مشاهده می‌گردد.
- آمفیبول به صورت خودشکل و نیمه خودشکل که در اثر دگرسانی به بیوتیت و اکسیدهای آهن تبدیل شدگی نشان می‌دهد. گاهی شدت آلتراسیون به حدی است که قسمت‌هایی از آمفیبول از بین رفته و در حال حاضر تکه‌هایی از آن باقی مانده است. آمفیبول به صورت بلورهای منفرد و مجتمع (لکه‌ای) در نمونه دیده می‌شود. علاوه بر این برخی از بلورهای آمفیبول دارای ادخال‌هایی از پلاژیوکلاز و کوارتز می‌باشد.
- بیوتیت با بلورهای نیمه خودشکل ولی بیشتر بی‌شکل که بخشی از این بیوتیت‌ها حاصل دگرسانی آمفیبول‌ها بوده که با اکسیدهای آهن همراهی می‌گردد. خود بیوتیت‌ها در اثر دگرسانی به کلریت تبدیل شدگی نشان می‌دهد.
- کوارتز به صورت نیمه خودشکل و بی‌شکل در نمونه موجود بوده که در فضای بین سایر کانی‌ها تشکیل شده است.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن بوده که اکثراً در متن و حاشیه آمفیبول‌ها و بیوتیت‌های دگرسان شده مشاهده می‌گردد.

ب- زمينه

- از بلورهای ریز پلاژیوکلاز، آمفیبول، کوارتز، بیوتیت، کانی‌های اوپاک و کلریت تشکیل گشته است.
- کلریت با فرم شعاعی (اسفرولیتی) در این نمونه وجود دارد.
 - زیرکن به صورت فرعی در این نمونه موجود می‌باشد.

نمونه شماره 80-SHHZ-08

(Medium Grain Sandstone)

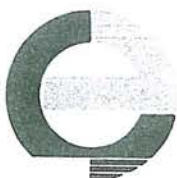
نام سنگ: ماسه سنگ دانه متوسط

سیمان: کلسیتی (Calcareous).

بافت: سنگ با توجه به جورشدگی (Sorting) و گردشدگی (Rounding) ضعیف، امچور (Immature) می‌باشد.

اجزاء متشکله نمونه به صورت زیر است:

- قطعات VRF (Volcanic Rock Fragments)
- پلاژیوکلاز.
- کوارتز معمولی و کوارتز دگرگونی.
- میکا و میکای خمیده (بیوتیت).
- فلدسپات آلکالن.
- کانی‌های اوپاک.
- کلسیت.
- اپیدوت.



• کلریت.

• اسفن.

با توجه به اجزاء تشکیل دهنده نمونه، این ماسه سنگ در قطب لیتارنیت (Litharenite) قرار می‌گیرد، ولی چون بیشترین اجزاء تشکیل دهنده‌های نمونه از قطعات VRF است، پس می‌توان نام دقیق‌تر سنگ را ولکانیک آرنایت (Volcanic Arenite) نامید.

نمونه شماره 80-SHHZ-09

(Granodiorite)

نام سنگ: گرانودیوریت

بافت: گرانولر

کانی‌های مشکله سنگ عبارت است از:

- پلاژیوکلاز با بلورهای متوسط تا درشت به صورت خودشکل و نیمه خودشکل که دارای ساخت منطقه‌ای بوده و برخی از آنها حالت آنتی پرتیت پیدا کرده است. بعضی از بلورهای پلاژیوکلاز دارای ادخال‌هایی از کانی‌های دیگر به خصوص اسفن می‌باشد.
- آمفیبول که مقدار آن در این سنگ زیاد بوده با فرم خودشکل و نیمه خودشکل و اندازه‌های متوسط تا درشت به صورت بلورهای منفرد و همچنین مجتمع در نمونه دیده می‌شود که در اثر دگرسانی به کلریت و اکسیدهای آهن تبدیل شدگی نشان می‌دهد. برخی از آمفیبول‌ها از حاشیه و متن توسط پلاژیوکلاز و کوآرتز جایگزین گشته است.
- کلریت از دگرسانی آمفیبول‌ها به وجود آمده و اکثراً با اکسیدهای آهن همراهی می‌گردد.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن بوده که نسبت به نمونه‌های قبلی از میزان کمتری برخوردار است.
- اسفن در این سنگ از میزان خوبی برخوردار بوده و به صورت خودشکل و بی‌شکل دیده می‌شود که بیشتر به طور ادخال در پلاژیوکلازها مشاهده می‌گردد.
- از کانی‌های دیگر سنگ می‌توان به بیوتیت و هماتیت اشاره کرد.

نمونه شماره 80-SHHZ-12

سنگ اولیه توف اسیدی (ریولیتی) با بافت کلاستیک بوده که به شدت کربناتیزه گشته است. بطوری که زمینه سنگ کربناته شده و حتی فنوکلاست‌های فلدسپات هم کربناته گشته است. در حال حاضر پسودومورف‌های فلدسپات دیده می‌شود که توسط کلسیت جانشین شده و از روی شکل ظاهری می‌توان پی به وجود فلدسپات برد.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال هرفند

برخی از فنوکلاست‌های فلدسپات سریسیتی گشته و در حال حاضر پسودومورف فلدسپات که توسط سریسیت جایگزین شده دیده می‌شود ولی شدت کربناته شدن بیشتر می‌باشد. فنوکلاست‌های کوارتز سالم مانده و در مقاطع قابل تشخیص می‌باشد. با توجه به کربناتی شدن سنگ، در حال حاضر این نمونه یک توف آهکی (Limy Tuff) می‌باشد.

نمونه شماره 80-SHHZ-13

(Granodiorite Porphyry)

نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری

بافت: پورفیریک با زمینه میکروگرانولر

کانی‌های تشکیل دهنده سنگ عبارت است از:

الف - فلوکریست‌ها

پلاژیوکلاز و آمفیبول.

- پلاژیوکلاز به صورت خودشکل با بلورهای درشت که حالت منطقه‌ای در بلورهای آن دیده می‌شود. گاهی ادخال‌هایی از آمفیبول و اپیدوت مشاهده می‌گردد.
 - آمفیبول با فرم نیمه خودشکل و بی‌شکل با بلورهای ریز تا متوسط که در اثر دگرسانی به کانی‌های کلریت بیوتیت و اکسیدهای آهن تجزیه گشته است. آمفیبول‌ها در حال تحلیل رفتن بوده و توسط پلاژیوکلاز و کوارتز جانشین گردیده است.
 - کوارتز با بلورهای نیمه خودشکل و بی‌شکل و اندازه‌های ریز تا متوسط در نمونه موجود می‌باشد.
 - کلریت از دگرسان شدن آمفیبول‌ها به وجود آمده که در متن خود آمفیبول‌های دگرسان شده دیده می‌شود.
 - کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن بوده که از تجزیه کانی‌های مافیک اولیه حاصل گشته است.
 - اپیدوت از نوع آلانیت بوده که به صورت مستقل و در اثر دگرسانی پلاژیوکلازها در نمونه مشاهده می‌گردد.
- ب - زمینه
- از کانی‌های پلاژیوکلاز، آمفیبول، کوارتز، کلریت و اکسیدهای آهن تشکیل یافته است.
 - از کانی‌های دیگر نمونه می‌توان از بیوتیت، اسفن و زیرکن نام برد.

نمونه شماره 80-SHHZ-15

Granodiorite Porphyry to Granodiorite

نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری تا گرانودیوریت

بافت: پورفیریک با زمینه میکروگرانولر تا گرانولر



اجزاء متشکله نمونه به صورت زیر است :

- پلاژیو کلاز با فرم خودشکل و بلورهای درشت که دارای ساختمان زونه بوده و برخی از آنها به صورت آنتی پرتیت دیده می شود. بعضی از آنها دارای ادخال می باشد.
- آمفیبول به صورت خودشکل و نیمه خودشکل با اندازه های متوسط تا درشت که در اثر دگرسانی به کلریت و اکسیدهای آهن تجزیه شده و گاهی علاوه بر این دو کانی مقدار کمی بیوتیت به وجود آمده است. برخی از آمفیبول ها در حال تحلیل رفتن بوده و قسمت هایی از آن توسط پلاژیو کلاز و کوارتز جانشین گشته است.
- کوارتز به صورت بلورهای بی شکل در سنگ وجود دارد.
- اسفن در این نمونه از میزان خوبی برخوردار بوده که دارای فرم خودشکل، نیمه خودشکل تا بی شکل با اندازه های ریز، متوسط تا درشت در این نمونه موجود می باشد.
- کلریت به طور ثانوی از آلتره شدن آمفیبول ها به وجود آمده و اکثراً در متن و مجاور آمفیبول ها دیده می شود.
- کانی های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن که حاصل تبدیل شدگی کانی های مافیک اولیه بوده و بیشتر همجوار با کلریت مشاهده می گردد.
- از تشکیل دهنده های دیگر سنگ می توان به کانی های بیوتیت و زیرکن اشاره نمود.

نمونه شماره 80-SHHZ-16

(Medium Grain Sandstone)

نام سنگ : ماسه سنگ دانه متوسط

سیهان : آهنی (Ferruginous)، کلسیتی (Calcareous) و کلریتی (Chloritic)

بافت : سنگ با توجه به جورشدگی (Sorting) و گردشدگی (Rounding) ضعیف، امچور (Immature) می باشد.

کانی های تشکیل دهنده سنگ عبارت است از :

- قطعات (Volcanic Rock Fragments) VRF
- پلاژیو کلاز.
- کوارتز معمولی و کوارتز دگرگونی.
- ارتوز و پرتیت.
- میکای خمیده (Bent Mica) و میکا (بیوتیت).
- کلریت.
- کانی های اوپاک.
- هماتیت.
- کلسیت.
- اپیدوت.
- اسفن.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

با توجه به اجزاء تشکیل دهنده نمونه، این ماسه سنگ در طبقه‌بندی فولک در قطب لیتارنیت (Litharenite) قرار می‌گیرد، ولی چون بیشترین تشکیل دهنده‌های سنگ از قطعات VRF است نام دقیق‌تر ماسه سنگ را می‌توان ولکانیک آرنایت (Volcanic Arenite) نامید.

نمونه شماره 80-SHHZ-17

(Granodiorite Porphyry)

نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری

بافت: پورفیریک با زمینه میکروگرانولر

ترکیب کانی‌شناسی نمونه به صورت زیر است:

الف - فنوکریست‌ها

پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت.

- پلاژیوکلاز به صورت خودشکل با بلورهای متوسط تا درشت که دارای ساختمان زونه بوده و برخی از آنها دارای ادخال آمفیبول می‌باشد.
- آمفیبول با بلورهای نیمه‌خودشکل و بی‌شکل که در اثر دگرسانی به کانی‌های بیوتیت، کلریت و اکسیدهای آهن تجزیه گشته و کانی‌های مزبور به‌طور هم‌جوار با هم دیده می‌شوند. آمفیبول‌ها از حاشیه و مرکز در حال تحلیل رفتن بوده و بخش‌هایی از آن توسط پلاژیوکلاز و کوارتز جانشین شده است.
- کوارتز به صورت نیمه‌خودشکل و بی‌شکل با بلورهای ریز تا متوسط در نمونه وجود دارد.
- بیوتیت با فرم نیمه‌خودشکل تا بی‌شکل که حاصل دگرسانی آمفیبول‌ها است. در ضمن خود بیوتیت‌ها در حال تبدیل به کلریت می‌باشد.
- کلریت حاصل تبدیل شدگی آمفیبول‌ها و بیوتیت‌ها می‌باشد.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن که اکثراً حاصل آلتره شدن آمفیبول‌ها بوده و همراه با کلریت و بیوتیت مشاهده می‌گردد.

ب - زمینه

از کانی‌های پلاژیوکلاز، آمفیبول، کوارتز، بیوتیت، کلریت و اکسیدهای آهن با بافت ریز تشکیل گردیده است.

از کانی‌های دیگر نمونه می‌توان از همتیت، آلانیت و زیرکن نام برد.

نمونه شماره 80-SHHZ-18

سنگ آهک از نوع آاسپارایت (Oosparite)

- در این سنگ درز و شکاف‌هایی وجود دارد که به‌طور ثانوی توسط کلسیت کانی‌سازی گشته است.



• دانه‌های خیلی ریز و رگچه‌های موئینه‌ای از نوع هماتیت در این سنگ وجود دارد که به‌طور ثانوی تشکیل شده است.

• این نمونه شبیه آهک آلیتیک (Oolitic Limestone) سازند الیکا با سن تریاس می‌باشد.

نمونه شماره 80-SHHZ-19

سنگ آهکی از نوع اینترابایواسپارایت (Intra Bio Sparite)

• این نمونه دارای لایه‌بندی ظریف است.

• در این سنگ میکروفسیل (فرامینفر) و قطعات فسیلی دیده می‌شود که اکثراً "جهت‌دار هستند.

• شکستگی‌های موئینه‌ای در این سنگ وجود دارد که به‌طور ثانوی توسط کلسیت پر گشته است.

نمونه شماره 80-SHHZ-22

سنگ آهکی از نوع آابایواسپارایت ماسه‌ای (Sandy Oobiosparite).

• این سنگ نسبت به دو نمونه قبلی دانه درشت‌تر می‌باشد.

• در این نمونه درز و شکاف‌های پهنی دیده می‌شود که به‌طور ثانوی توسط کلسیت و احتمالاً دولومیت کانی‌سازی شده است.

• دانه‌های ریز و رگچه‌های خیلی ظریف از اکسیدهای آهنی در این نمونه وجود دارد.

نمونه شماره 80-SHHZ-23

(Dacite to Granodiorite Porphyry)

نام سنگ: داسیت تا گرانودیوریت پورفیری

بافت: پورفیریک تا پورفیریک با زمینه میکروگرانولر

ترکیب کانی‌شناسی سنگ به‌صورت زیر می‌باشد:

الف - فنوکریست‌ها

پلاژیوکلاز و آمفیبول.

• پلاژیوکلاز به‌صورت خودشکل و نیمه‌خودشکل با اندازه متوسط تا درشت که دارای ساخت منطقه‌ای بوده و برخی از آنها دارای ادخال‌هایی از آمفیبول، اسفن و هماتیت می‌باشد.

• آمفیبول با فرم خودشکل و نیمه‌خودشکل با اندازه‌های متوسط تا درشت به‌صورت بلورهای مجرد و مجتمع در نمونه دیده می‌شود که در اثر دگرسانی به کلریت (بیشتر)، بیوتیت و اکسیدهای آهن تبدیل

شدگی نشان می‌دهد. گاهی قسمت‌هایی از آمفیبول توسط پلاژیوکلاز و کوارتز جایگزین شده است.

• کوارتز به‌صورت بی‌شکل در سنگ دیده می‌شود.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرفند

- کلریت که به‌طور ثانوی در نمونه تشکیل شده، اکثراً در متن آمفیبول‌های دگرسان شده مشاهده می‌گردد. همچنین کلریت به‌صورت شعاعی (اسفرولیتی) در سنگ وجود دارد.
- بیوتیت از تجزیه آمفیبول‌ها به‌وجود آمده و خود در حال تجزیه به کلریت می‌باشد.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن که حاصل دگرسانی کانی‌های مافیک اولیه می‌باشد.

ب- زمپله

- از بلورهای ریز پلاژیوکلاز، آمفیبول، کوارتز، کلریت و کانی‌های اوپاک تشکیل گردیده است.
- آپاتیت یا مقاطع طولی و عرضی خودشکل در نمونه موجود است.
- از کانی‌های دیگر نمونه می‌توان از هماتیت، اسفن و زیرکن نام برد.

نمونه شماره 80-SHHZ-24

آهک آلئیتیک از نوع آا اسپارایت (Oosparite)

- در این نمونه درز و شکاف‌هایی وجود دارد که به‌طور ثانوی توسط کلسیت کانی‌سازی گشته است.
- این سنگ شبیه آهک آلئیتیک سازند الیکا با سن تریاس می‌باشد.

نمونه شماره 80-SHHZ-26

(Dacite)

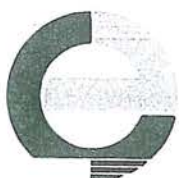
نام سنگ: داسیت

بافت: پورفیریک

کانی‌های تشکیل‌دهنده نمونه عبارت است از:

الف - فلوکریست‌ها

- پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت.
- پلاژیوکلاز با فرم خودشکل و اندازه‌های متوسط تا درشت که ساختمان زونه داشته و گاهی دارای ادخال‌هایی از آمفیبول و بیوتیت می‌باشد.
- آمفیبول با مقاطع طولی و عرضی خودشکل و نیمه‌خودشکل و اندازه متوسط که در اثر دگرسانی به کلریت، بیوتیت و اکسیدهای آهن تجزیه گشته و کانی‌های مزبور به‌طور هم‌جوار با هم در متن و حاشیه بلورهای آمفیبول دیده می‌شود. برخی از آمفیبول‌ها دارای ادخال‌هایی از کوارتز است.
- بیوتیت به‌صورت خودشکل، نیمه‌خودشکل با فرم منشوری و بلورهای کشیده در نمونه مشاهده می‌گردد. علاوه بر این بیوتیت‌هایی که از دگرسانی آمفیبول‌ها حاصل گشته همراه با اکسیدهای آهن در متن و حاشیه آمفیبول‌ها دیده می‌شود.
- کوارتز به‌صورت بی‌شکل در سنگ وجود دارد.



- کلریت به طور ثانوی از آلتراسیون آمفیبول‌ها به وجود آمده و نوع آن پنین یا پنینیت است.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن که حاصل تجزیه آمفیبول‌ها می‌باشد.

ب- زمپله

- از بلورهای ریز پلاژیوکلاز، کوارتز، آمفیبول، بیوتیت، کلریت و کانی اوپاک تشکیل یافته است.
- از کانی‌های دیگر سنگ می‌توان از بلورهای خودشکل آپاتیت با مقاطع طولی و عرضی و اسفن نام برد.

نمونه شماره 80-SHHZ-28

Dacite

نام سنگ: داسیت

بافت: پورفیریک

کانی‌های متشکله نمونه به صورت زیر است:

الف - فلوکریست‌ها

پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت.

- پلاژیوکلاز به صورت خودشکل با اندازه متوسط تا درشت که دارای ساختمان زونه بود و برخی از آنها دارای ادخال‌هایی از آمفیبول و بیوتیت می‌باشد.
- آمفیبول با بلورهای خودشکل و نیمه خودشکل و اندازه‌های متوسط تا درشت که در اثر پدیده دگرسانی کاملاً آلتزه گشته و به کانی‌های بیوتیت (بیشتر)، کلریت و اکسیدهای آهن تجزیه شده است. گاهی شدت تبدیل شدگی زیاد بوده و در حال حاضر پسودومورف‌های آمفیبول قابل رؤیت است. برخی از آمفیبول‌ها دارای ادخال‌هایی از پلاژیوکلاز و کوارتز می‌باشد.
- بیوتیت با فرم خودشکل و اندازه متوسط به صورت بلورهای منفرد و مجتمع که بخشی از این بیوتیت‌ها اولیه بوده و بخشی ثانوی و حاصل دگرسانی آمفیبول است که با کلریت و اکسیدهای آهن همراهی می‌گردد. گاهی بیوتیت به نوبه خود در حال تبدیل به کلریت می‌باشد.
- کوارتز با فرم‌های خودشکل، و نیمه خودشکل ولی بیشتر بی شکل در نمونه دیده می‌شود.
- کلریت به طور ثانوی حاصل گشته است، نوع آن پنین یا پنینیت با حالت شعاعی (اسفرولیتی) بوده که در متن و حاشیه بلورهای آمفیبول و در مجاورت بیوتیت‌ها دیده می‌شود.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن با فرم اولیه خودشکل و فرم ثانوی که نوع اخیر همجوار با کانی‌های بیوتیت و کلریت دیده می‌شود که حاصل دگرسانی کانی‌های مافیک اولیه می‌باشد. میزان کانی‌های اوپاک این سنگ نسبت به نمونه قبل بیشتر است.



ب- زمینه

از بلورهای ریز پلاژیو کلاز، کوارتز، آمفیبول، بیوتیت، کلریت و اکسیدهای آهن تشکیل گشته است.
 • از دیگر تشکیل دهنده‌های سنگ می‌توان به کانی‌های آپاتیت با مقاطع طولی و عرضی خودشکل و زیرکن اشاره نمود.

نمونه شماره 80-SHHZ-29

(Dacite)

نام سنگ: داسیت

بافت: پورفیریک

اجزاء تشکیل دهنده سنگ عبارتند از:

الف - فلوکریست‌ها

پلاژیو کلاز، آمفیبول و بیوتیت.

- پلاژیو کلاز با فرم خودشکل و اندازه‌های متوسط تا درشت که دارای ساخت منطقه‌ای بوده و گاهی حالت آنتی‌پرتیت در آن دیده می‌شود. برخی پلاژیو کلازها دارای ادخال‌هایی از آمفیبول است.
- آمفیبول به صورت خودشکل و نیمه خودشکل با اندازه متوسط که در اثر دگرسانی به بیوتیت (بیشتر)، کلریت و اکسیدهای آهن تبدیل شدگی نشان می‌دهد. گاهی شدت تجزیه به حدی است که مرکز آمفیبول از بین رفته و بلورهای بیوتیت و کلریت حاصل در قسمت حاشیه آمفیبول مشاهده می‌گردد. در حال حاضر پسودومورف آمفیبول دیده می‌شود که از روی شکل ظاهری می‌توان پی به وجود آمفیبول برد. در برخی از آمفیبول‌ها ادخال‌هایی از کوارتز وجود دارد.
- بیوتیت به صورت خودشکل و نیمه خودشکل با فرم منشوری و باریک در نمونه موجود است که برخی از آنها اولیه و بعضی ثانویه می‌باشد. نوع ثانوی آن همراه با کلریت بوده و در متن، حاشیه و یا مجاورت آمفیبول‌های دگرسان شده دیده می‌شود.
- کوارتز به صورت نیمه خودشکل و بی‌شکل در سنگ وجود دارد.
- کلریت به طور ثانوی به وجود آمده و نوع آن پنین یا پنینیت می‌باشد که حاصل دگرسانی آمفیبول‌ها است.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن به صورت خودشکل اولیه و بی‌شکل ثانوی که می‌تواند حاصل تبدیل شدگی کانی‌های مافیک اولیه باشد.

ب - زمینه

از بلورهای ریز پلاژیو کلاز، آمفیبول، کوارتز، بیوتیت، کلریت و کانی‌های اوپاک تشکیل گردیده است.



• از کانی‌های دیگر نمونه می‌توان از آپاتیت با مقاطع عرضی و طولی خودشکل، زیرکن و هماتیت نام برد.

نمونه شماره 80-SHHZ-30

(Dacite to Granodiorite Porphyry)

نام سنگ: داسیت تا گرانودیوریت پورفیری

بافت: پورفیرییک تا پورفیرییک با زمینه میکروگرانولر

ترکیب کانی‌شناسی نمونه از کانی‌های زیر تشکیل گشته است.

الف - فلوکریست‌ها

پلاژیو کلاز، آمفیبول و بیوتیت.

- پلاژیو کلاز به صورت خودشکل با اندازه‌های متوسط تا درشت که دارای ساختمان زونه بوده و برخی از آنها حالت آنتی‌پرتیت دارند. گاهی ادخال‌هایی از بیوتیت، آمفیبول و کوارتز در آنها دیده می‌شود.
- آمفیبول با فرم خودشکل و نیمه‌خودشکل و اندازه متوسط که در اثر دگرسانی به بیوتیت (بیشتر)، کلریت و اکسیدهای آهن تجزیه شده است، به طوری که کانی‌های مذکور همدیگر را همراهی می‌کنند. برخی از آمفیبول‌ها دارای ادخال‌هایی از پلاژیو کلاز و کوارتز می‌باشد.
- بیوتیت با بلورهای خودشکل، نیمه‌خودشکل، بی‌شکل و اندازه متوسط که برخی اولیه و بعضی ثانوی است. بیوتیت به نوبه خود در حال تجزیه به کلریت می‌باشد.
- کوارتز با فرم نیمه‌خودشکل و بی‌شکل در نمونه دیده می‌شود.
- کلریت حاصل تبدیل شدگی آمفیبول و بیوتیت بوده و نوع آن پنین یا پنینیت می‌باشد.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن که حاصل دگرسانی کانی‌های مافیک اولیه است.

ب - زمینه

از کانی‌های پلاژیو کلاز، آمفیبول، بیوتیت، کوارتز، کلریت و کانی‌های اوپاک با بلورهای ریز تشکیل شده است.

• از کانی‌های دیگر نمونه می‌توان از آپاتیت و زیرکن نام برد.

نمونه شماره 80-SHHZ-32

(Dacite)

نام سنگ: داسیت

بافت: پورفیرییک

اجزاء تشکیل دهنده سنگ عبارتند از:

الف - فلوکریست‌ها

پلاژیو کلاز، آمفیبول و بیوتیت.



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

- پلاژیوکلازها به صورت خودشکل با اندازه‌های متوسط تا درشت که دارای ساخت منطقه‌ای بوده و گاهی حالت آنتی‌پرتیت را نشان می‌دهد. برخی از پلاژیوکلازها دارای ادخال‌هایی از کوارتز، آمفیبول و بیوتیت می‌باشد.
- آمفیبول با بلورهای خودشکل و اندازه متوسط که در اثر دگرسانی به کانی‌های بیوتیت (بیشتر)، کلریت و اکسیدهای آهن تبدیل شدگی نشان می‌دهد که این تبدیل شدگی در حاشیه و متن آمفیبول‌ها در حال تحلیل رفتن بوده و گاهی دارای ادخال می‌باشد.
- بیوتیت با فرم خودشکل، نیمه‌خودشکل تا بی‌شکل و اندازه‌های ریز تا متوسط به صورت منشوری و باریک که بخشی اولیه بوده و بخشی به‌طور ثانوی از دگرسانی آمفیبول‌ها حاصل شده است. گاهی بلورهای بیوتیت دارای ادخال‌هایی از کوارتز می‌باشد.
- کوارتز به صورت نیمه‌خودشکل و بی‌شکل در سنگ دیده می‌شود.
- کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن بوده و فرم اولیه و خودشکل، ثانویه و بی‌شکل در نمونه وجود دارد.

ب- زمینه

- از کانی‌های پلاژیوکلاز، کوارتز، آمفیبول، بیوتیت و کانی‌های اوپاک با بافت ریز تشکیل یافته است.
- از دیگر تشکیل دهنده‌های نمونه می‌توان از بلورهای خودشکل آپاتیت و زیرکن نام برد که از میزان کمی برخوردار می‌باشد.

نمونه شماره 80-SHHZ-35

(Dacite)

نام سنگ: داسیت

بافت: پورفیریک

این نمونه به شدت اکسیده و کربناته گشته است به طوری که فنوکریست‌های آمفیبول توسط کلسیت، هماتیت و احتمالاً سیدریت جایگزین شده و همچنین کلسیت و هماتیت به صورت دانه‌ها و رگچه‌هایی در متن فنوکریست‌های پلاژیوکلاز دیده می‌شود.

ترکیب کانی‌شناسی نمونه عبارت است از:

الف- فنوکریست‌ها

پلاژیوکلاز و آمفیبول

- پلاژیوکلاز به صورت خودشکل با اندازه‌های متوسط تا درشت که دارای ساختمان زونه بوده و گاهی حالت آنتی‌پرتیت دارد. اکثراً دارای ادخال‌هایی از کلسیت، هماتیت، کلریت، آمفیبول‌های دگرسان



شده، کوارتز و کانی‌های اوپاک می‌باشد. همچنین رگچه‌های ظریفی از کلسیت و هماتیت در برخی پلاژیوکلازها دیده می‌شود.

- آمفیبول با فرم خودشکل و اندازه متوسط که به شدت اکسیده و کربناته شده به طوری که اکثر بلورهای آمفیبول کاملاً توسط کلسیت، هماتیت و احتمالاً سیدریت جایگزین گشته و کلسیت اکثراً در متن و هماتیت همراه با سیدریت در حاشیه آمفیبول مشاهده می‌گردد و در حال حاضر پسودومورف آمفیبول را می‌توان دید. البته برخی از فنوکریست‌های آمفیبول دگرسانی کمتری تحمل کرده به طوری که هنوز باقی مانده‌هایی از آن را می‌توان دید. علاوه بر کانی‌های نامبرده گاه آمفیبول به بیوتیت کلریتیزه شده تبدیل شدگی نشان می‌دهد. برخی از آمفیبول‌های دگرسان شده دارای ادخال‌هایی از کوارتز و آپاتیت می‌باشد.
- کوارتز به صورت نیمه خودشکل و بی‌شکل در سنگ وجود دارد.
- اسفن بر خلاف نمونه‌های قبلی این توده که اسفن در آنها وجود نداشت در این نمونه از میزان خوبی برخوردار است. به طوری که بلورهای خودشکل و نیمه خودشکل اسفن دیده می‌شود که حاشیه آنها به شدت اکسیده گشته و نواری از کانی‌های اوپاک (اکسیدهای آهن) پیرامون آن را فرا گرفته است.
- کلسیت و هماتیت همراه با سیدریت در این نمونه از میزان بالایی برخوردار بوده که به طور ثانوی به وجود آمده و اکثراً ساخت پسودومورف‌های آمفیبول دارند. همچنین به صورت دانه‌ها و رگچه‌هایی در پلاژیوکلاز دیده می‌شود. علاوه بر این به صورت دانه‌های ریز در زمینه سنگ رؤیت می‌گردد.

ب - زمینه

از کانی‌های پلاژیوکلاز، آمفیبول، کوارتز، کلسیت و هماتیت تشکیل گردیده است.

- آپاتیت به صورت فرعی از میزان خوبی برخوردار بوده و بلورهای خودشکل عرضی و طولی به طور مستقل و همچنین ادخال در آمفیبول‌ها دیده می‌شود.
- از کانی‌های دیگر نمونه می‌توان به زیرکن اشاره کرد.

نمونه شماره 80-SHHZ-36

(Dacite to Granodiorite Porphyry)

نام سنگ: داسیت تا گرانودیوریت پورفیری
 بافت: پورفیرییک تا پورفیرییک با زمینه میکروگرانولر
 اجراء متشکله نمونه به صورت زیر است:

الف - فنوکریست‌ها

پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت.

- پلاژیوکلاز با فرم خودشکل و اندازه متوسط تا درشت که دارای ساختمان منطقه‌ای بوده و حالت



آنتی پرتیت در آنها دیده می شود. برخی از آنها دارای ادخال هایی از آمفیبول، کوارتز، بیوتیت، کانی های اوپاک، کلریت و کلسیت می باشد. گاهی پلاژیو کلاز در اثر دگرسانی به کانی های رسی تبدیل شدگی نشان می دهد.

- آمفیبول به صورت خود شکل با اندازه متوسط که در اثر دگرسانی به کانی های کلریت، بیوتیت، کلسیت و اکسیدهای آهن تجزیه شده و کانی های نامبرده به طور همجوار با هم دیده می شود. گاهی شدت دگرسانی زیاد بوده و پسودومورف های آمفیبول دیده می شود که از روی شکل ظاهری می توان پی به وجود آمفیبول اولیه برد. برخی از آنها دارای ادخال کوارتز می باشد.
- بیوتیت با بلورهای خود شکل، نیمه خود شکل تا بی شکل با فرم های منشوری، باریک و سوزنی وجود دارد که بخشی از آنها اولیه و بخشی ثانوی بوده که فرم اخیر از دگرسانی آمفیبول ها حاصل گشته است. گاه بیوتیت به نوبه خود در حال تجزیه به کلریت می باشد.
- کوارتز به صورت نیمه خود شکل و بی شکل در نمونه موجود می باشد.
- کلسیت به طور ثانوی در نمونه تشکیل شده که به صورت ادخال در آمفیبول ها و پلاژیو کلازها و به صورت مستقل در زمینه سنگ دیده می شود.
- اسفن که مقدار آن نسبت به نمونه قبلی کمتر است با بلورهای خود شکل و نیمه خود شکل که دارای حاشیه اکسیده می باشد.
- کانی های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن بوده که حاصل دگرسانی کانی های مافیک اولیه است. همچنین کانی های اوپاک به طور پراکنده در زمینه سنگ موجود می باشد.

ب- زمینه

از کانی های پلاژیو کلاز، آمفیبول، کوارتز، بیوتیت، کلسیت و کانی های اوپاک با بافت ریز تشکیل یافته است.

- آپاتیت با مقاطع طولی و عرضی خود شکل به صورت فرعی در نمونه وجود دارد که از میزان خوبی برخوردار است.
- کانی دیگر نمونه زیر کن می باشد.

نمونه شماره 80-SHHZ-37

Dacite

نام سنگ: داسیت

بافت: پورفیریک

کانی هائی که در ترکیب سنگ شرکت دارند عبارت است از:



الف - فلوکریست‌ها

پلاژیو کلاز، آمفیبول و بیوتیت.

• پلاژیو کلاز به صورت بلورهای خودشکل و نیمه خودشکل که دارای ساختمان منطقه‌ای بوده و در برخی از آنها حالت آنتی‌پریت دیده می‌شود. بعضی از پلاژیو کلازها دارای ادخال‌هایی از کوارتز، بیوتیت و آمفیبول می‌باشد.

• آمفیبول از نوع هورنبلند سبز با فرم‌های خودشکل و نیمه خودشکل که در اثر دگرسانی به کانی‌های بیوتیت، کلریت و اکسیدهای آهن تبدیل‌شدگی نشان می‌دهد. این تبدیل‌شدگی از حاشیه و امتداد کلیواژهای آمفیبول در حال انجام است. گاهی شدت دگرسانی به حدی بوده که بلورهای آمفیبول در حال تحلیل رفتن است. برخی از آمفیبول‌ها دارای ادخال‌هایی از کوارتز و آپاتیت می‌باشد.

• بیوتیت به صورت خودشکل با بلورهای باریک کشیده و پهن منشوری که به دو فرم در نمونه وجود دارد. فرم اولیه و فرم ثانویه که از دگرسانی آمفیبول‌ها به وجود آمده و فرم اخیر در متن و حواشی آمفیبول‌های دگرسان شده مشاهده می‌گردد. بعضی از بلورهای بیوتیت حالت خمیدگی پیدا کرده است.

• کوارتز با فرم خودشکل و نیمه خودشکل در سنگ موجود می‌باشد.

• کلریت به صورت ثانوی در این نمونه وجود دارد که حاصل دگرسانی آمفیبول‌ها و بیوتیت‌ها می‌باشد و در پیرامون و متن کانی‌های مزبور دیده می‌شود.

• کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن بوده و بدو فرم اولیه خودشکل و ثانویه بی‌شکل مشاهده می‌گردد که فرم ثانوی از تجزیه کانی‌های مافیک اولیه همچون آمفیبول‌ها به وجود آمده است.

ب - زمینه

زمینه سنگ از بلورهای ریز پلاژیو کلاز، آمفیبول، بیوتیت، کوارتز، کلریت و اکسید آهن تشکیل یافته است.

• آپاتیت به صورت مقاطع عرضی شش گوش و طولی مستطیل شکل در نمونه موجود می‌باشد که بلورهای آن به صورت ادخال و مستقل مشاهده می‌گردد.

• از کانی‌های دیگر نمونه می‌توان به اسفن اشاره کرد.

نمونه شماره 81-SHHZ-44

این نمونه سنگ آهک از نوع میکرو اسپارایت (Microsparite) است.

در این سنگ صفحات درشت کلسیت که برخی از آنها ماکله بوده، به صورت بلورهای پراکنده و مجتمع دیده می‌شوند.

• هماتیت با بلورهای خودشکل هگزاگونال در سنگ موجود می‌باشد. همچنین هماتیت به صورت رگچه‌های



خیلی ظریف در نمونه وجود دارد.

نمونه شماره 81-SHHZ-46

این نمونه سنگ آهک از نوع دیس میکرایت (Dismicrite) است.

• هماتیت به صورت دانه‌های ریز و همچنین لکه‌ای به طور پراکنده در سنگ موجود می‌باشد.

در این نمونه شکستگی وجود دارد که به طور ثانوی توسط بلورهای کلسیت اشغال گردیده است.

همچنین در این سنگ درز و شکاف‌هایی دیده می‌شود که به طور ثانوی توسط کلسیت و هماتیت کانی‌سازی گشته است.

نمونه شماره 81-SHHZ-48

این نمونه سنگ آهک از نوع دیس میکرایت (Dismicrite) است.

در این سنگ اجتماعی از بلورهای کلسیت در زمینه میکرایتی مشاهده می‌گردد. دانه‌های هماتیت به طور پراکنده و به میزان کم در این نمونه موجود می‌باشد.

نمونه شماره 81-SHHZ-49

این نمونه سنگ آهک با زمینه میکرواسپاری دارای میزان قابل توجهی فسیل و قطعات فسیلی است و نام سنگ بایومیکرواسپاریت (Biomicrosparite) می‌باشد.

در این نمونه بلورهای خودشکل و درشت کلسیت به طور پراکنده و مجتمع دیده می‌شود.

در این سنگ درز و شکاف‌هایی وجود دارد که به طور ثانوی توسط بلورهای خودشکل کلسیت که دارای کلیواژ و ماکل پلی‌سینتتیک بوده اشغال گردیده است.

رگچه‌های ظریف و دانه‌های ریز هماتیت در نمونه مشاهده می‌گردد.

نمونه شماره 81-SHHZ-50

این نمونه سنگ آهک از نوع اسپاریت (Sparite) می‌باشد.

علاوه بر زمینه اسپاری در این نمونه بلورهای درشت و شکل دار کلسیت دیده می‌شود.

دانه‌های ریز هماتیت به طور پراکنده در نمونه موجود می‌باشد.

در این سنگ قطعات فسیلی وجود دارد که ری کریستالیزه شده‌اند.

این نمونه دارای درز و شکاف‌های پهن بوده که به طور ثانوی توسط بلورهای درشت کلسیت اشغال گردیده است.



نمونه شماره 81-SHHZ-60

این نمونه دولومیت (Dolomite) بوده و از بلورهای ریز، نیمه خودشکل تشکیل یافته است. دانه‌های ریز کانی‌های اوپاک از نوع اکسیدهای آهن به صورت پراکنده در نمونه مشاهده می‌گردد. در این سنگ درز و شکاف‌هایی دیده می‌شود که به طور ثانوی توسط کانی‌های کلسیت و هماتیت کانی‌سازی گشته است.

نمونه شماره 81-SHHZ-61

آهک آلئیتیک از نوع اُسپارایت (Oosparite). آلئیت‌ها گاهی دارای هسته بوده و جنس هسته آنها صفحات خودشکل کلسیت می‌باشد.

علاوه بر آلئیت‌ها، صفحات خودشکل با اندازه‌های متوسط تا درشت کلسیت به طور پراکنده و مجتمع در نمونه دیده می‌شود.

در این سنگ درز و شکاف‌هایی وجود دارد که به طور ثانوی توسط کلسیت (بیشتر) و هماتیت کانی‌سازی گشته است.

این نمونه شبیه آهک آلئیتیک سازند الیکا با سن تریاس می‌باشد.

نمونه شماره 81-SHHZ-63

سنگ آهک از نوع بایودیس میکروایت (Biodismicrite) است. در این سنگ درز و شکاف‌هایی دیده می‌شود که به طور ثانوی توسط کلسیت اشغال گردیده است. همچنین رگچه‌های خیلی ظریف در نمونه وجود دارد که به طور ثانوی توسط هماتیت کانی‌سازی شده است.

نمونه شماره 81-SHHZ-64

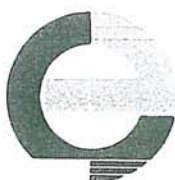
سنگ آهک با زمینه اسپاری که دارای فسیل فراوان است، به طوری که درصد قابل توجهی از حجم سنگ را فسیل و قطعات فسیلی تشکیل می‌دهد. بنابراین نام سنگ بر اساس طبقه‌بندی فولک بایولیتایت (Biolithite) می‌باشد.

در این سنگ تعداد زیادی رگه و رگچه به صورت موازی و متقاطع دیده می‌شود که به طور ثانوی توسط کلسیت کانی‌سازی گشته است.

در نمونه رگه پهنی وجود دارد که توسط کربنات و رس اشغال گردیده است.

هماتیت به صورت دانه‌های ریز و رگچه‌های ظریف به میزان کم به طور پراکنده در سنگ مشاهده می‌گردد.

این نمونه از نظر میکروفاسیس مربوط به پرمین پایانی (Late Permian) می‌باشد.



فسیل شناسی نمونه شماره 81-SHHZ-64:

81-SHHZ-64

Microfacies : Biosparite with calcite veins.

Fossils : Baisalina pulchra, Hemigordius bronnimanni, Hemigordius sp.,
Geinitzina sp., Langella sp., Glomospira ? sp., Paraglobivalvulina ? sp.,
Vermiporella sp., Ostracod, ...

Age : Late Permian (Early Djulfian).



اکتشاف مقدماتی آهن در شمال مرند

نتایج تجزیه XRF نمونه‌های سنگی هرزند عتیق (نمونه ۵)

SAMPLE	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	MgO %	K ₂ O %	TiO ₂ %	MnO %	P ₂ O ₅ %
80-SHHZ-20	3.27	0.27	0.76	52.84	0.05	0.51	0.07	0.150	0.015	0.017
80-SHHZ-21	0.35	0.09	0.67	54.52	0.04	0.69	0.03	0.124	0.035	0.021
81-SHHZ-39	13.38	3.14	42.67	22.32	0.02	0.17	0.05	0.299	0.183	0.041
81-SHHZ-41	5.97	0.58	81.55	5.28	0.04	2.32	0.02	0.032	0.067	0.018
81-SHHZ-53	41.04	12.42	7.21	19.18	0.05	3.30	0.30	0.625	0.064	0.123

نتایج تجزیه XRF نمونه‌های سنگی هرزند عتیق (نمونه ۵)

SAMPLE	Rb ppm	Sr ppm	V ppm	W ppm	Y ppm	Zr ppm	Zn ppm	Mo ppm	Ba ppm	Ce ppm
80-SHHZ-20	9	1069	29	0	7	40	24	1	14	5
80-SHHZ-21	7	891	18	0	6	31	21	2	9	4
81-SHHZ-39	9	104	87	0	9	22	49	9	124	29
81-SHHZ-41	1	379	63	8	6	14	696	12	344	14
81-SHHZ-53	18	799	80	0	11	95	59	2	60	26

نتایج تجزیه XRF نمونه‌های سنگی هرزند عتیق (نمونه ۵)

SAMPLE	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Nb ppm	Ni ppm	Pb ppm	U ppm	Th ppm	Cl ppm	S ppm
80-SHHZ-20	1	10	1	7	1	14	1	1	230	216
80-SHHZ-21	2	3	1	4	1	9	1	2	150	86
81-SHHZ-39	56	60	3	6	26	20	1	1	80	48
81-SHHZ-41	293	6	543	9	21	95	1	1	376	130
81-SHHZ-53	25	173	375	7	297	10	1	1	70	182

نتایج تجزیه نمونه‌ها به روش XRD (نمونه ۱)

Sample	Major Phase	Minor Phase
80-SHHZ-11	Quartz, Mordenite, Montmorillonite	---

