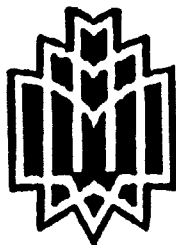


۱۳۸۰ / ۱۰ / ۲۶



وزارت اطلاعات ایران
تاسیس ۱۳۵۷

دانشگاه تربیت معلم
دانشکده علوم - گروه زمین شناسی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
زمین شناسی - گرایش اقتصادی

015897

موضوع:

بررسی اکتشافی پتانسیل تیتانیم قره آغاج ارومیه - آذربایجان غربی

استاد راهنما:

دکتر عبدالمجید یعقوب پور

استاد مشاور:

دکتر حسین معین وزیری

مؤلف:

یوسف رحیم سوری

شهریورماه ۱۳۸۰

۳۹۱۱۷ ✓

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
تشکر و قدردانی.....	الف
مقدمه.....	ب
چکیده.....	ج

۱- فصل اول: کلیات

۱-۱- موقعیت جغرافیایی و زمین ریخت شناسی محدوده مورد مطالعه.....	۲
۲-۱- راه دسترسی به محدوده مورد مطالعه.....	۴
۳-۱- مطالعات انجام شده قبلی.....	۶
۴-۱- اهداف مورد مطالعه.....	۷
۵-۱- روش مطالعه.....	۸

۲- فصل دوم: زمین شناسی ناحیه‌ای محدوده مورد مطالعه

۱-۲- مقدمه.....	۱۱
۲-۲- نئوپروتروزوئیک.....	۱۲
۱-۲-۲- سنگهای دگرگونی.....	۱۴
۱-۲-۲-۱- مجموعه سنگهای آتشفشانی دگرگون شده.....	۱۴
۲-۲-۱-۲- مجموعه آمفیبولیت - گنیس.....	۱۴
۲-۲-۲- سازند کهر.....	۱۶
۳-۲- پالئوزوئیک.....	۱۷
۱-۳-۲- کامبرین.....	۱۷
۱-۳-۲-۱- سازند باروت.....	۱۷

۱۸	..... ۲-۱-۳-۲ سازند زایگون
۱۸	..... ۳-۱-۳-۲ ماسه سنگهای لالون
۱۹	..... ۲-۳-۲ پرمین
۱۹	..... ۱-۲-۳-۲ ماسه سنگهای معادل سازند دورود
۱۹	..... ۲-۲-۳-۲ رسوبات آهکی - دولومیتی معادل سازند روته
۲۰	..... ۴-۲ ترشیری (اولیگومیوسن)
۲۰	..... ۱-۴-۲ آهک معادل آهکهای سازند قم
۲۰	..... ۲-۴-۲ مارن و ماسه سنگهای معادل سازند قم
۲۰	..... ۵-۲ کواترنری
۲۱	..... ۱-۵-۲ آبرفتها
۲۱	..... ۶-۲ سرگذشت تکنونیک منطقه ای محدوده مورد مطالعه

۳- فصل سوم: زمین شناسی محدوده مورد مطالعه

۲۴	..... ۱-۳ سنگ شناسی
۲۴	..... ۱-۱-۳ سنگهای دگرگونی
۲۶	..... ۲-۱-۳ سنگهای رسوبی
۲۷	..... ۳-۱-۳ مجموعه آذرین درونی قره آغاج
۲۸	..... ۱-۳-۱-۳ سنگهای اولترامافیک
۲۸	..... لرزولیت
۳۴	..... ورلیت
۳۵	..... کلینوپیروکسنیت
۳۹	..... ۲-۳-۱-۳ سنگهای بازیک (مافیک)
۳۹	..... کلینوپیروکسن گابرو (ارتوگابرو)
۴۵	..... اولیوین کلینوپیروکسن گابرو
۵۰	..... گابروی لایه ای

..... ۳-۳-۱-۳ دیوریت و میکرودیوریت

..... ۳-۳-۱-۴ مونزونیت ۵۵

..... ۳-۳-۱-۵ سینیت آلکالن و اپی سینیت ۵۵

..... ۳-۳-۱-۶ رگه های کوارتزی (دایکهای کوارتزی) ۵۶

..... ۲-۳- زمین شناسی ساختمانی ۵۹

..... ۳-۲-۱- گسل های موجود در ناحیه مورد مطالعه ۶۰

..... ۳-۲-۲- گسل های موجود در محدوده مورد مطالعه ۶۱

..... ۳-۲-۳- درزه های موجود در سنگهای مجموعه آذرین درونی قره آغاج ۶۳

۴- فصل چهارم: ژئوفیزیک و حفاری اکتشافی

..... ۱-۴ مقدمه ۶۸

..... ۲-۴ عملیات صحرایی مغناطیس سنجی ۶۹

..... ۱-۲-۴ طراحی شبکه ایستگاههای اندازه گیری ۶۹

..... ۲-۲-۴ عملیات مغناطیس سنجی ۶۹

..... ۳-۴ پردازش داده های خام و استخراج نقشه های بی هنجاری مغناطیسی ۷۰

..... ۱-۳-۴ تهیه نقشه شدت کل میدان مغناطیسی ۷۰

..... ۲-۳-۴ حذف اثرات منطقه ای به منظور تفکیک بی هنجاریها ۷۳

..... ۱-۲-۳-۴ نقشه های باقیمانده مغناطیسی تهیه شده به روش روند سطحی ارتونرمال ۷۳

..... ۲-۲-۳-۴ نقشه های باقیمانده مغناطیسی تهیه شده به روش گسترش بی هنجاری به سمت بالا ۷۷

..... ۴-۴ حفاری اکتشافی ۸۵

۵- فصل پنجم: زمین شناسی اقتصادی

..... ۱-۵ مقدمه ۹۰

..... ۱-۵-۱ سنگهای میزبان کانی سازی شکل و نحوه گسترش توده معدنی ۹۱

۹۵	۳-۵- کانی شناسی کانسنگ (مینرالوگرافی)
۹۵	۱-۳-۵- ایلمنیت
۱۰۰	۲-۳-۵- مگنتیت
۱۰۶	۳-۳-۵- تیتانومگنتیت
۱۰۸	۴-۳-۵- اسپینل سبز
۱۰۹	۵-۳-۵- هماتیت
۱۱۱	۶-۳-۵- پیروتیت
۱۱۶	۴-۵- پاراژنز
۱۲۰	۵-۵- تعیین درصد حجمی و وزنی کانیهای کدر کانسنگ
	۱-۵-۵- مقدمه
۱۲۱	۲-۵-۵- روش و نتایج کار
۱۲۸	۶-۵- تعیین کیفیت مقدماتی ماده معدنی
	۱-۶-۵- درصد فراوانی ایلمنیت و مقایسه آن با درصد ایلمنیت چند کانسار هم تیب در جهان
۱۲۸	
۱۳۲	۲-۶-۵- محصولات جانبی کانسارهای تیتانیم
۱۳۴	۳-۶-۵- قابلیت کانه آرای کانسنگ
۱۳۶	۷-۵- ژنز و مراحل تکوین کانسنگ
۱۳۶	۱-۷-۵- مقدمه
۱۳۷	۲-۷-۵- مراحل سه گانه تشکیل کانسارهای ایلمنیت ماگمایی
۱۴۲	۳-۷-۵- بررسی ژنز پتانسیل تیتانیم قره آغاج ارومیه
۱۴۹	۸-۵- نتایج و پیشنهادات

فهرست منابع

- فارسی

- انگلیسی

تشکر و قدردانی

- بی شک به ثمر رسیدن این پایان نامه پس از الطاف الهی، مدیون همکاری و همیاری عزیزانی است که بدینوسیله از آنان کمال تشکر و قدردانی را می نمایم:
- از جناب آقای دکتر عبدالمجید یعنوب پور استاد محترم راهنما به پاس راهنمائیهای بسیار ارزشمند و بهره گیری از محضر ایشان در طول دوره تحصیلی.
 - از جناب آقای دکتر حسین معین وزیری استاد محترم مشاور به پاس مشاوره های سازنده و زحمات فراوان ایشان بویژه در مطالعه پتروگرافی مقاطع نازک.
 - از مدیریت محترم گروه جناب آقای دکتر فیاضی به پاس همکاریهای بعمل آورده.
 - از جناب آقایان دکتر مجید قادری (از دانشگاه تربیت مدرس) و دکتر بهزاد مهرابی داوران محترم پایان نامه به پاس ارائه نظرات مفیدشان.
 - از جناب آقای دکتر حسین عزیزی به پاس همکاری و مطالعه پتروگرافی تعدادی از مقاطع نازک.
 - از جناب آقای مهندس حجتی کارشناس معدن سازمان صنایع و معادن استان آذربایجان غربی به پاس همکاری و در اختیار قرار دادن گزارشات اکتشافی و منابع مورد نیاز.
 - از جناب آقایان دکتر امامعلی پور و مهندس عبدالهی شریف کارشناس و مدیریت محترم شرکت مهندسی مشاور کاوشگران - واحد ارومیه به پاس همکاری و در اختیار قرار دادن نمونه مغزه های حفاری و آنالیزهای شیمیایی مورد نیاز و فراهم نمودن امکانات ایاب و ذهاب در طول عملیات های صحرائی صورت پذیرفته.
 - از جناب آقایان دکتر میرزایی و مهندس امیری کارشناسان شرکت زمین کاوگستر (وابسته به جهاد دانشگاهی) و مهندس زمردیان به پاس همکاری، تعبیر و تفسیر و پردازش داده های مغناطیس سنجی منطقه مورد مطالعه.
 - از مسئولین کارگاه تهیه مقطع دانشگاه تربیت مدرس به پاس تهیه مقاطع نازک صیقلی.
- همچنین بر خود لازم می دانم از همدلی و همراهی دوستان عزیزم آقایان سپهری راد، حبیبی کیا، جمالی، عطالو، موحدیان، محمودی و جعفری کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

معدنکاری کانیهای تیتانیم یکی از معدود بخش‌های صنعت معدنکاری است که هیچگونه رکود اقتصادی را در سه دهه گذشته نشان نداده است، در واقع ارزش کانیهای تیتانیم در حال صعود بوده و اکتشاف نیز پیشرفت نموده و معادن جدیدی مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند (فورس، ۱۹۹۱). برای کانیهای تیتانیم که جهت رنگدانه و فلز تیتانیم مورد استفاده قرار می‌گیرند وجود ماده‌ای دیگر که بتواند جانشین آنها شود بعید بنظر می‌رسد و باتوجه به شواهدی چند، می‌توان پیش‌بینی کرد که در آینده‌ای نزدیک، مصرف فلز تیتانیم به مراتب افزایش خواهد یافت.

بیش از ۹۰ درصد کانیهای تیتانیم بطور متداول از کانسارهای تیپ ایلمنیت ماگمایی و کانسارهای تیپ پلاسری ساحلی کواترنری تولید می‌شوند، این بدان معناست که دو فرآیند زمین‌شناختی ذیل بطور مستقیم مسئول تشکیل کانسارهای اقتصادی تیتانیم هستند که عبارتند از:

- انباشتگی^(۱) سیالات ناآمیخته چگال غنی از اکسیدهای Fe و Ti در حین سردشدن ماگمای فرودبوریته تاگابرویی (تیپ ایلمنیت ماگمایی).

- هوازدگی، انتقال و غنی‌شدن کانیهای سنگین در قسمت‌های بالایی سواحل (پلاسره‌های ساحلی) که ایلمنیت یکی از سازنده‌های این مجموعه کانیهای سنگین می‌باشد، این فرآیند یک فرآیند مکانیکی است و لازم است اشاره شود که تحرک‌پذیری دوباره تیتانیم نمی‌تواند کانسارهای عمده‌ای را شکل دهد، البته با به اتمام رسیدن ذخایر کانسارهای پلاسری خط ساحلی جوان (کواترنری)، سایر تیپ‌های کانساری تیتانیم، اقتصادی خواهند شد (فورس^(۲)، ۱۹۹۱).

قیمت جهانی تیتانیم و کنسانتره معدنی آن بستگی مستقیم به بازارهای بین‌المللی دارد. ارزش هر تن فلز تیتانیم از ۳۲۰۰ دلار آمریکا در سال ۱۹۷۴ به بیش از ۱۱۰۰۰ دلار آمریکا در اواخر قرن بیستم (۱۹۹۹ میلادی) رسید، این در حالی است که ارزش هر تن رنگدانه TiO_2 (روتیل طبیعی با ۹۵ درصد TiO_2) نیز در سال ۱۹۹۶ میلادی ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ دلار آمریکا بوده است. برای کشورهایی که فاقد منابع معدنی تیتانیم هستند یا نمی‌توانند مقادیر کافی آن را تولید کنند، فلز تیتانیم و دی‌اکسید تیتانیم، باتوجه

به نیازشان در صنایع مختلف، استراتژیک محسوب خواهد شد.

در حال حاضر دی اکسید تیتانیم مورد نیاز صنایع کشور، از طریق واردات از کشورهای آلمان، انگلستان، بلغارستان، هند و بطور واسطه‌ای از امارات متحده عربی و ترکیه تأمین می‌گردد.

نیاز سالانه صنایع ایران به دی اکسید تیتانیم بطور متوسط بین ۲۵ تا ۳۰ هزار تن برآورده شده است. با توجه به مطالب اشاره شده، پی‌جویی، اکتشاف و بهره‌برداری از منابع و ذخایر معدنی تیتانیم کشور ضروری بنظر می‌رسد (ماهنامه بررسیهای بازرگانی، شماره ۱۲۵، ۱۳۷۶).

چکیده

پتانسیل تیتانیم قره آغاج ارومیه در ۳۷ کیلومتری شمالغربی شهرستان ارومیه واقع شده است. سنگ میزبان اصلی کانی سازی را سنگهای اولترامافیک ورلیت، لرزولیت و کلینوپیروکسنیت تشکیل می دهند. کانیهای کدر کانسنگ شامل ایلمنیت، تیتانومگنتیت، مگنتیت و به مقدار جزئی اسپینل سبز و هماتیت می باشد. براساس شمارش ۱۵۰۰ تا ۲۱۰۰ نقطه مقاطع نازک صیقلی درصد ایلمنیت، تیتانومگنتیت و مگنتیت در واحدهای اولترامافیک سطحی به ترتیب ۱۰/۸۲، ۸/۸۵ و ۶/۰۱ و در واحدهای اولترامافیک عمقی به ترتیب ۹/۱۹، ۸/۲۲ و ۵/۶۲ درصد تعیین شده اند.

مطالعات مغناطیس سنجی و حفاری های اکتشافی نشان داده اند که حداکثر عمق کانی سازی بطور ناپیوسته در گمانه اکتشافی BH_۱ به ۶۲ متر و در گمانه اکتشافی BH_۲ به ۶۸ متر محدود می شود. واحدهای اولترامافیک و مافیک پتانسیل تیتانیم قره آغاج ارومیه مجموعه آذرین لایه ای شکلی را تشکیل می دهند، از لحاظ تیپ بندی کانسارهای تیتانیم، این پتانسیل دارای تیپ ایلمنیت ماگمایی از نوع عیار پائین (کانسار ایلمنیت ماگمایی همساز)^(۱) با کانی شاخص ایلمنیت و رخساره فروگابرویی (ماگمای والد) می باشد.

در مقایسه با کانسارهای شناخته شده تیتانیم در سطح جهانی، پتانسیل تیتانیم قره آغاج ارومیه دارای اختلافات زیادی در نوع سنگ میزبان، عیار کانی سازی ایلمنیت و متوسط درصد TiO_۲ کانسار، محصولات جانبی و قابلیت فرآوری کانسنگ است. با توجه به بررسی های صورت پذیرفته، کیفیت کانسنگ این پتانسیل، پائین ارزیابی می شود.

از لحاظ سنگهای میزبان کانی سازی، سنگهای همراه، کانی شناسی کانسنگ و ترکیب شیمیایی آن، پتانسیل تیتانیم قره آغاج ارومیه بیشترین تشابه را با کانسار آپاتیت - ایلمنیت - مگنتیت عیار پائین کایوهاجاروی^(۲) در فنلاند غربی دارد.

د

1. Low-grade (concordant magmatic ilmenite deposit)

2. Kauhajarvi

فصل اوّل:

کلیّات

- ۱-۱ موقعیت جغرافیایی و زمین ریخت شناسی محدوده مورد مطالعه
- ۱-۲-۱ راه دسترسی به محدوده مورد مطالعه
- ۱-۳-۱ مطالعات انجام شده قبلی
- ۱-۴-۱ اهداف مورد مطالعه
- ۱-۵-۱ روش مطالعه

۱-۱- موقعیت جغرافیایی و زمین ریخت‌شناسی محدوده مورد مطالعه

پتانسیل تیتانیم قره‌آغاج ارومیه در ۳۷ کیلومتری شمالغربی شهرستان ارومیه با مختصات جغرافیایی $37^{\circ} 48' 07''$ تا $37^{\circ} 44' 13''$ ، $50^{\circ} 44'$ طول شرقی و $11^{\circ} 46'$ تا $37^{\circ} 31' 47''$ عرض شمالی واقع شده است. وضعیت اقلیمی منطقه از نوع مدیترانه‌ای با متوسط بارش سالیانه $22/4$ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه $10/4^{\circ}\text{C}$ ، دارای زمستانهای سرد و کوهستانی و تابستانهای معتدل می‌باشد. پوشش گیاهی این منطقه نسبتاً غنی بوده و شامل گیاهانی نظیر گل‌گاوزبان، بومادران، کاستنی، آویشن، گون و ریواس می‌باشد. جانوران این منطقه عبارتند از گرگ، روباه، خرگوش، کبک و....

نزدیکترین روستا به محدوده مورد مطالعه، روستای قره‌آغاج می‌باشد که در ۳۴ کیلومتری شمالغربی ارومیه و ۳ کیلومتری جنوب محدوده مورد مطالعه واقع شده است. ارتفاع این روستا از سطح دریای آزاد ۱۸۴۰ متر بوده و کوههای شیخ بایزید و کوه چهارشنبه به ترتیب در ۵ و ۹ کیلومتری شمالغربی و کوه بلندوک در ۷ کیلومتری شمالشرقی این روستا واقع شده‌اند. این روستا دارای ۵۲ خانوار و جمعیتی بالغ بر ۳۵۰ نفر بوده و دارای امکاناتی نظیر برق، آب (منبع عمومی)، مسجد، مدرسه ابتدایی و خانه بهداشت (واقع در روستای اشکه سو) می‌باشد. ساکنان این روستا و روستاهای اطراف از هموطنان کردزبان (با لهجه باذینی) می‌باشند. این روستا جزء دهستان برادوست (بخش صومای برادوست) بوده و شغل اصلی آنها کشاورزی است، محصولات کشاورزی را عمدتاً گندم، جو، نخود و یونجه تشکیل می‌دهد (فرهنگ جغرافیایی نازلو، جلد ۱۲، سازمان جغرافیایی کشور).

از لحاظ زمین ریخت‌شناسی^(۱) عوامل چندی بطور مستقیم و در ارتباط با همدیگر ریخت منطقه را شکل داده‌اند. مهمترین عامل که بیش از همه ناحیه را تحت تأثیر قرار داده است، نیروهای زمین‌ساختی مؤثر در ناحیه بوده‌اند که همواره دینامیک منطقه را کنترل نموده‌اند. بر اثر عملکرد نیروهای زمین‌ساختی، گسل‌ها و درزه‌های فراوانی در منطقه بوجود آمده‌اند که شکل کلی حوضه و زیر حوضه‌های آبخیز را مشخص می‌نمایند.

عوامل دیگر در تشکیل ریخت منطقه، میزان مقاومت سنگها در برابر نیروهای زمین‌ساخت و عوامل اقلیمی (باتوجه به تیپ اقلیمی مدیترانه‌ای) می‌باشند که مجموعاً باعث شده‌اند این منطقه، منطقه‌ای نسبتاً در حال تخریب باشد.

شیب کلی ناحیه مورد مطالعه به سمت جنوب بوده و به تبع آن شیب آبراهه‌های اصلی نیز به سمت

جنوب و جنوبشرقی می‌باشد. حداکثر ارتفاع آبراهه‌ها ۲۴۱۰ متر و حداقل آن ۱۹۷۰ متر از سطح دریای آزاد بوده و باتوجه به این موارد و فواصل افقی بین نقاط، آبراهه‌ها دارای شیبی در حدود ۲۸٪ می‌باشند. مقطع عرضی این آبراهه‌ها عموماً V شکل بوده که نشان‌دهنده عمل تخریب در بستر آنها می‌باشد. مهمترین واحدهای سنگ‌شناسی موجود در منطقه که وضعیت ریخت‌شناسی آن را کنترل می‌کنند عبارتند از:

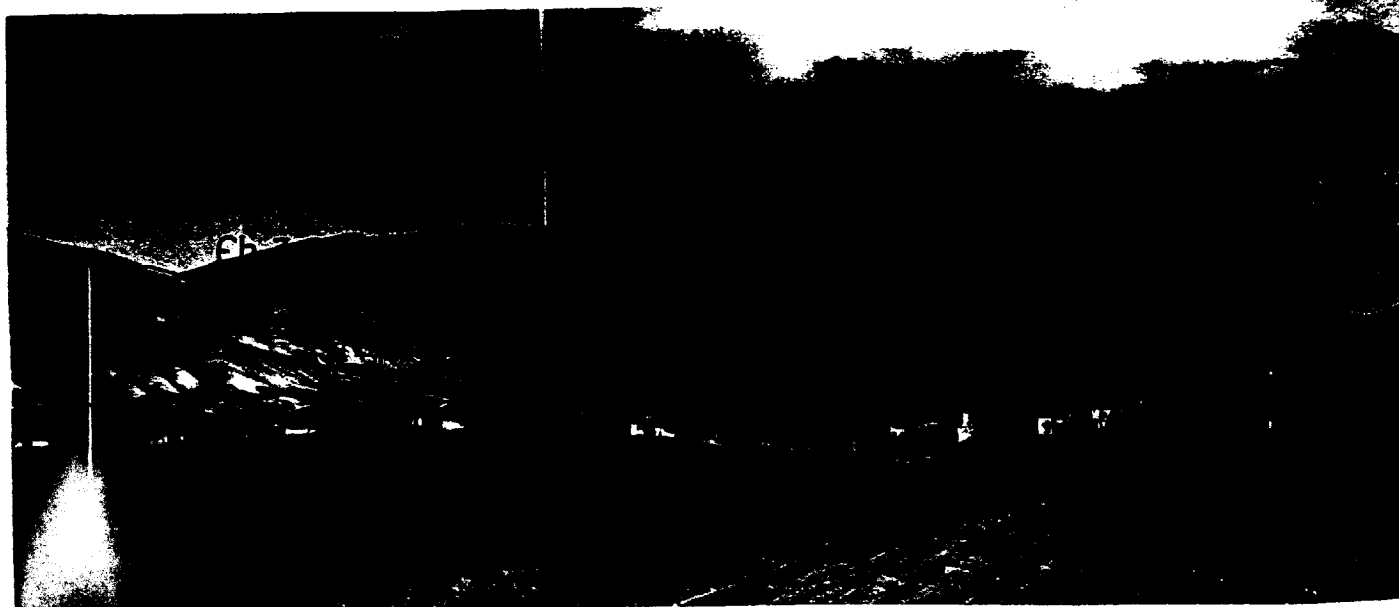
الف) سنگهای دگرگونی عمدتاً از جنس گنیس و آمفیبولیت و بعضاً شیست. (Pεgn)

ب) سنگهای رسوبی از نوع آهک، آهکهای دولومیتی و دولومیت‌های ستیغ‌ساز. (Pd, Pr, OM_{s-p})

ج) سنگهای آذرین درونی از جنس دیوریت، گابرو و سنگهای اولترامافیک (در حجمی نسبتاً کمتر).
(UM-M, LG, D)

د) واحدهای کواترنری که عمدتاً شامل پادگانه‌های آبرفتی و مخروط افکنه و رسوبات و خاکهای زراعی می‌باشند.

هر کدام از این واحدها، سیماهای ریخت‌شناسی خاصی دارند که مرتبط با نوع سنگ، بافت و ساخت آنها می‌باشد. از جنوب به سمت شمال محدوده مورد مطالعه به ترتیب می‌توان به وجود پادگانه‌های آبرفتی، مجموعه سنگهای دگرگونی، توده آذرین قره آغاج، آهکها و دولومیت‌های ستیغ‌ساز و مجموعه سنگهای سازندهای باروت و زایگون اشاره نمود. حوضه‌های کواترنری، تشکیل تپه ماهور و جلگه‌های کوهپایه‌ای را داده است که پست‌ترین نقاط محدوده را شامل می‌شوند. سنگهای دگرگونی اشاره شده، اغلب تپه ماهورهای پیوسته با فرسایش ملایم را بوجود آورده‌اند، ولی در مسیر آبراهه‌ها دیواره‌های نسبتاً پرشیبی را ایجاد کرده‌اند. سنگهای آذرین قره آغاج عمدتاً شیب‌های تند و ارتفاعات را بوجود آورده‌اند و از بین آنها سنگهای دیوریتی و گابرویی در مقایسه با واحدهای اولترامافیک (ورلیت، لرزولیت، پیروکسنیت) به دلیل مقاومت فیزیکی بالاتر بصورت برجسته‌تر دیده می‌شوند. سنگهای آهکی پرمین و میوسن، صخره‌ساز بوده و ارتفاعات پرتگاهها را بوجود آورده‌اند (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- نمایی دور از پتانسیل تیتانیم قره آغاج ارومیه (دید به سمت شمال غرب)

۱-۲- راه دسترسی به محدوده مورد مطالعه

دسترسی به محدوده مورد مطالعه از طریق جاده آسفالتی ارومیه - سرو تا سه راهی روستای پُست به طول ۳۰ کیلومتر و از این سه راهی و به سمت شمال پس از عبور از روستاهای پُست، اشکه سرو و قره آغاج به طول تقریبی ۵ کیلومتر جاده خاکی و از روستای قره آغاج به سمت شمال غربی پس از ۲ کیلومتر جاده خاکی احداث شده، مجموعاً به طول ۳۷ کیلومتر میسر می باشد.

در شکل ۱-۲ راه دسترسی به محدوده مورد مطالعه آورده شده است.

۱-۳- مطالعات انجام شده قبلی

- اولین کار بنیادی زمین‌شناسی در این منطقه، نقشه زمین‌شناسی چهارگوش سرو در مقیاس $\frac{1}{250000}$ است، که توسط کارشناسان سازمان زمین‌شناسی (ع. آقاباتی، ع. حقی‌پور و ا. نوایی) در سال ۱۹۷۳ میلادی تهیه شده است.

- شرح نقشه زمین‌شناسی چهارگوش سرو که توسط ع. حقی‌پور و ع. آقاباتی در سال ۱۳۶۷ تهیه و سازمان زمین‌شناسی کشور آن را منتشر نموده است.

در نقشه زمین‌شناسی چهارگوش سرو و شرح آن به وجود سنگهای گنیسی و شیست به سن احتمالی پره‌کامبرین، سازندهای کهر، باروت، زایگون، ماسه‌سنگ لالون، دورود، روته، سنگهای کنگلومرا، ماسه‌سنگ و مارن ائوسن و آهک معادل سازند قم (اولیگومیوسن) در محدوده مورد مطالعه اشاره شده است، همچنین در شمال روستای قره‌آغاج، توده‌ای آذرین نشان داده شده است که ترکیب سنگ‌شناسی آن دیوریت و گرانودیوریت دگرگون شده به‌مراه مقادیری گابرو و پریدوتیت تعیین شده است.

- در سال ۱۳۷۲ مطالعه پتانسیل‌یابی و پی‌جویی‌های اولیه در گستره‌ای به وسعت تقریبی 600 Km^2 در شمال و شمال‌غربی شهرستان ارومیه توسط شرکت مهندسی مشاور کاوشگران و به درخواست کارفرما (اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان غربی) به اجراء درآمد، نتیجه آن ارائه گزارش پتانسیل‌یابی مواد معدنی در شمال و شمال‌غربی شهرستان ارومیه در مقیاس $\frac{1}{400000}$ با مختصات جغرافیایی $45'$ و 44° تا $45^\circ, 00'$ طول شرقی و $45'$ و 37° تا $38^\circ, 00'$ عرض شمالی بود. نتایج حاصل از مطالعات و اکتشافات چکشی و ژئوشیمی آبراهه‌ای، منجر به مشخص شدن سه اولویت در گستره مورد مطالعه گردید که محدوده شمال روستای قره‌آغاج، اولویت اول این طرح را به خود اختصاص داد.

- در سال ۱۳۷۵، آقای م. علیپور اصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان بررسی زمین‌شناسی اقتصادی و پترولوژی مجموعه آذرین مافیک و اولترامافیک ایلمنیت-آپاتیت دار شمال قره‌آغاج ارومیه و با مشارکت شرکت مهندسی مشاور کاوشگران در قالب اکتشاف مقدماتی کانسار ایلمنیت - آپاتیت قره‌آغاج به اتمام رسانیده است. در این پایان‌نامه به وجود ۲۰۰ میلیون تن ذخیره ممکن تیتانیم با عیار متوسط $9/32$ درصد و ۸۰ میلیون تن فسفات با عیار متوسط ۴ درصد اشاره شده است، همچنین کانسار تیتانیم قره‌آغاج ارومیه را از نظر ذخیره در ردیف ذخایر استثنایی جهان قرار داده‌اند و تیپ آن را نیز ایلمنیت-تیتانومگنتیت و آپاتیت همراه سنگهای اولترامافیک آلکالن تعیین کرده‌اند.