بسم الله الرحمن الرحيم
١٤١٤

دانشگاه تهران
پردیس علوم
دانشکده زمین شناسی

بررسی ژئوشیمی و ژنز کانسار آهن چغارت

نگارش
ولی اله صادقی دعوتی

استاد راهنما
دکتر جمشید حسن زاده

استاد مشاور
دکتر سعید علیرضایی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد زمین شناسی، گرایش زمین شناسی اقتصادی

اسفند ۱۳۸۶

تقدیم به
پدر و مادر عزیزم

چکیده

کانسار آهن- آپاتیت چغارت در ناحیه معدنی بافق- ساغند، در ایران مرکزی قرار دارد. این کانسار در رده کانسارهای اکسید آهن- آپاتیتی (IOA) موسوم به کانسارهای تیپ کایرونا طبقه بندی می شود. براساس تلفیق نقشه مغناطیس سنجی با نقشه های زمین شناسی در ناحیه معدنی بافق- ساغند دو خطواره مغناطیسی تشخیص داده شده که کانسار چغارت مرتبط با خطواره مغناطیسی غربی است. این خطواره ها به موازات ماگماتیسم گرانیتوئیدی این ناحیه و در دو طرف آن در کنتاکت با سنگهای مجاور ایجاد شده است. گسلهای اصلی منطقه در شکل گیری این خطواره ها و کانی زایی آهن همراه آن نقش مهمی داشته اند ومی توانند مجرای مناسبی برای گردش سیالات گرمابی و یا نفوذ ماگما باشند. از لحاظ سنی، سن تبلور آپاتیت های همرشد با کانه آهن در کانسار آهن چغارت در ناحیه بافق همزمان با سن های جایگزینی لوکوگرانیتهای زریگان و دوزخ دره است و با دوره مهم فعالیت ماگمایی شامل جایگزینی گرانیتوئیدی در کامبرین آغازی همزمان بوده است. همچنین با مقایسه شیمی عناصر فرعی و نادر خاکی آپاتیت های چغارت و کانسارهای ناحیه بافق با آپاتیتهای موجود در سنگهای مختلف بر روی نمودارهای Sr در مقابل Y و Mn ، $(Ce/Yb)_{cn}$ در مقابل REE کل، Y در مقابل Eu/Eu^* و رسم الگوی پراکندگی عناصر نادر خاکی نیز مشاهده می شود که این آپاتیت ها مشابه آپاتیتهای موجود در سنگهای گرانیتوئیدی هستند.

با مطالعات پتروگرافی بر روی کانسار چغارت سه مرحله آلتراسیونی تشخیص داده شد که شامل آلتراسیون سدیک-پتاسیک، آلتراسیون کلسیک و آلتراسیون سیلیسی-کربناتی-کلریتی است. کانی زایی اکسید آهن-آپاتیت همزمان با آلتراسیون کلسیک است و کانی زایی پیریت بعد از کانی زایی اکسید آهن است و بیشتر به زون برشی شده محدود می شود. نسبت های ایزوتوپی گوگرد برای کانی پیریت بین ۱۲/۴۸ تا ۱۴/۱۹ است که با گوگرد مشتق شده از گوشته زمین ($\delta^{34}S=0$) فاصله زیادی نشان می دهد و بیشترین شباهت را به سنگهای تبخیری نشان می دهد. بر اساس داده های ایزوتوپی اکسیژن مگنتیت، اکتینولیت و پیروکسن دمای تشکیل کانی زایی مگنتیت- اکتینولیت حدود ۵۵۰ درجه سانتیگراد و دمای تشکیل آلتراسیون کلسیک حدود ۵۱۰ درجه سانتیگراد تعیین شده است و از لحاظ نسبت های ایزوتوپی اکسیژن مشابه آب ماگمایی می باشند. همچنین با مقایسه الگوی پراکندگی عناصر نادر خاکی آپاتیت چغارت با سیالات مختلف مشاهده میشود که آپاتیت های چغارت بیشترین شباهت را به سیال هیدروترمال ماگمایی دارد.

سپاسگذاری

ستایش ایزد پاک، آفریدگار موجود و ناموجود، حق و حقیقت مطلق که توانایی پیمودن راه را، هر چند ناقص و ناتمام به من داد.

رساله حاضر حاصل راهنمائی، کمک و یاری عزیزانی است که بدون راهنمائی و مساعدت آنها اتمام آن به آسانی میسر نبود و برخود لازم می دانم از افرادی که در به ثمر رسیدن این پایان نامه با اینجانب همکاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی کنم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر جمشید حسن زاده که راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند و از مراحل آغازین تا پایان این مسیر از هیچ مساعدتی دریغ نفرمودند تشکر و قدردانی می کنم. از استاد ارجمند جناب آقای دکتر سعید علیرضایی، که مشاورت پایان نامه را پذیرفتند و از راهنمایی های ارزشمندشان کمال تشکر را دارم. از استاد محترم جناب آقای دکتر حسن میرنژاد، که داوری پایان نامه را پذیرفتند سپاسگذاری می کنم.

از مسئولین محترم شرکت سنگ آهن مرکزی که امکانات لازم را برای اینجانب فراهم کردند و همچنین از آقای عبدالحسین دهقانی کارشناس زمین شناسی در معدن چغارت بدلیل کمک های ارزنده شان در بررسی مغزه های چغارت و فراهم آوردن اطلاعات ارزشمند در ارتباط با معدن چغارت تشکر و قدردانی می کنم.

از خانم بیاتی مسئول دفتر دانشکده زمین شناسی و آقایان رضازاده و قاسمی مسئولین و اعضاء کارگاه تهیه مقاطع نازک تشکر می کنم.

و همچنین از سایر عزیزانی که به نحوی در انجام این پایان نامه مرا یاری نموده اند تشکر می کنم.

فهرست مطالب

صفحه **عنوان**

فصل اول: کلیات

۱-۱-مقدمه..... ۲

۱-۲- معرفی کانسار اکسید آهن-آپاتیت چغارت و موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۳

۱-۳- ویژگیهای انسانی و اقتصادی..... ۳

۱-۴- ریخت شناسی منطقه مورد مطالعه ۴

۱-۵- مطالعات قبلی..... ۴

۱-۶- اهداف مطالعه..... ۶

فصل دوم: زمین شناسی و تعیین نوع ماگماتیسم مرتبط با کانی زایی

۲-۱-مقدمه..... ۸

۲-۲-تقسیم بندی ایران مرکزی..... ۸

۲-۳-ماگماتیسم و دگرگونی ایران مرکزی..... ۹

۲-۴-تکتونیک ایران مرکزی..... ۱۴

۲-۵- نقش خطواره ها در تعیین نوع ماگماتیسم مرتبط با کانی زایی ۱۵

۲-۶- سن سنجی های انجام شده در کانسار چغارت و ارتباط آن با ماگماتیسم گرانیتوئیدی..... ۱۸

۲-۷- تعیین سری ماگمایی و محیط تکتونیکی مرتبط با کانی زایی..... ۲۰

فصل سوم: کانی زایی و آلتراسیون

۳-۱-مقدمه ۲۳

۳-۲- آلتراسیون سدیک- پتاسیک ۲۳

۳-۳- آلتراسیون کلسیک ۲۶

۳-۴- سنگ میزبان ۳۰
۳-۵- آلتراسیون سیلیسی -کربناتی-کلریتی ۳۱
۳-۶- برشی شدن ۳۳
۳-۷- کانی زایی پیریت ۳۴
۳-۸-توالی پاراژنتیک ۳۶

فصل چهارم: ژئوشیمی

۴-۱- ژئوشیمی مگنتیت های چغارت ۳۹
۴- ۲- ترکیب شیمیایی آپاتیت..... ۴۲
۴-۳- مقایسه ژئوشیمی آپاتیت چغارت با آپاتیت های موجود در سنگهای مختلف ۴۳
۴-۴- مقایسه الگوی REE آپاتیت چغارت با آپاتیت های کانسار های مختلف ۴۶
۴-۵- مقایسه الگوی REE آپاتیت چغارت با آبهای مختلف ۴۸
۴-۶- ژئوشیمی ایزوتوپی..... ۵۲

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱-مقدمه ۵۶
۵-۲- بررسی و نقد منشا رسوبی ۵۶
۵-۳- بررسی و نقد منشا ماگمایی ۵۶
۵-۴- مدل هیدورترمالی سیالات کانی ساز ۵۷
۵-۵- نتیجه گیری ۶۱
منابع..... ۶۳

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

۱-۱- نقشه راههای دسترسی به چغارت.....۴

۱-۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه بر اساس تقسیم بندی ایران توسط نبوی.....۱۱

۲-۲- زون های ساختاری ایران مرکزی و موقعیت کانسار آهن چغارت در کمان ماگمایی کامبرین آغازی.....۱۲

۲-۳- نقشه ساده شده ناحیه بافق و معرفی خطواره های مغناطیسی بر اساس تلفیق نقشه آنومالی های مغناطیسی با نقشه های زمین شناسی.....۱۶

۲-۴- تمرکز کانی زایی آهن در محل تقاطع گسلهای شرقی- غربی با گسلهای شمالی- جنوبی.....۱۹

۲-۵- موقعیت گرانیت های ایران مرکزی در نمودارهای ایروین و باراگار ۱۹۷۱ و پیرس و همکاران ۱۹۸۴.....۲۱

۳-۱- پروفیل های رسم شده از معدن چغارت.....۲۴

۳-۲- نمونه هایی از آلتراسیون سدیک- پتاسیک.....۲۵

۳-۳- مقاطع میکروسکوپی آلتراسیون سدیک-پتاسیک.....۲۶

۳-۴- نتایج میکروپروب های آمفیبول و پیروکسن.....۲۸

۳-۵- مقاطع میکروسکوپی آلتراسیون کلسیک.....۲۸

۳-۶- مقاطع میکروسکوپی آلتراسیون کلسیک.....۲۹

۳-۷- مقاطع میکروسکوپی آلتراسیون سدیک-پتاسیک و کلسیک.....۲۹

۳-۸- زون بندی موجود در آلتراسیون کلسیک.....۳۰

۳-۹- مقاطع میکروسکوپی سنگ میزبان که تحت تاثیر آلتراسیون کلسیک قرار گرفته است.....۳۱

۳-۱۰- مقاطع میکروسکوپی آلتراسیون سیلیسی-کربناتی-کلریتی.....۳۲

۳-۱۱- نمونه هایی از سنگهای برشی شده..... ۳۳
۳-۱۲- مقاطع میکروسکوپی از برشی شدن مرحله بعد از کانی زایی..... ۳۴
۳-۱۳- پیریت زایی..... ۳۵
۳-۱۴- مقاطع میکروسکوپی از پیریت زایی..... ۳۵
۳-۱۵- توالی پاراژنزی..... ۳۷
۴-۱- مقایسه کانسنگ های چغارت با کانسارهای دیگر..... ۳۹
۴-۲- موقعیت کانسنگ‌های چغارت در نمودار لوبرگ و هورندال..... ۴۰
۴-۳- موقعیت کانسنگ‌های چغارت در نمودار لوبرگ و هورندال..... ۴۱
۴-۴- موقعیت کانسنگ‌های چغارت در نمودار لوبرگ و هورندال..... ۴۱
۴-۵- موقعیت کانسنگ‌های چغارت در نمودار لوبرگ و هورندال..... ۴۲
۴-۶- موقعیت آپاتیت چغارت در نمودار مثلثی کلر، هیدروکسیل و فلوئور ۴۳
۴-۷- مقایسه عناصر کمیاب و نادر خاکی آپاتیت کانسنگ های ناحیه بافق با آپاتیت های موجود در انواع سنگهای آذرین مختلف..... ۴۵
۴-۸- مقایسه الگوی عناصر نادر خاکی میانگین آپاتیت های کانسنگ های ناحیه بافق با آپاتیت های موجود در انواع سنگهای آذرین مختلف..... ۴۶
۴-۹- الگوی پراکندگی REE در کانسار چغارت..... ۴۷
۴-۱۰- الگوی پراکندگی REE در آپاتیت های کانسار کایروناوارا..... ۴۷
۴-۱۱- الگوی پراکندگی REE در کانسار Iron springs..... ۴۸
۴-۱۲- الگوی پراکندگی REE در فسفریت ها..... ۴۸
۴-۱۳- الگوی پراکندگی REE در سیالات هیدروترمال زیر دریایی..... ۵۰
۴-۱۴- الگوی پراکندگی REE در آب دریا..... ۵۰

۴-۱۵- الگوی پراکندگی REE در سیالات درگیر.....۵۱
۴-۱۶- الگوی پراکندگی REE در دودخان ها.....۵۱
۴-۱۷- مقایسه نتایج داده های ایزوتوپی گوگرد (حاصل این مطالعه) با سنگها و مخزن های رایج...۵۲
۴-۱۸- گستره محاسبه شده δ18O سیال در تعادل با دیوپسید،اکتینولیت و مگنتیت.....۵۳
۵-۱- مدل فرضی ساده شده ای از دگرسانی هیدروترمال و کانه زایی برای سیالاتی با منشاء غیر ماگمایی (تبخیری) و سیالاتی با منشاء ماگمایی ۶۰

فصل اول
کلیات

۱-۱. مقدمه

۱-۲. معرفی کانسار اکسید آهن-آپاتیت چغارت و موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۱-۳. ویژگیهای انسانی و اقتصادی

۱-۴. ریخت شناسی منطقه مورد مطالعه

۱-۵. مطالعات قبلی

۱-۶. اهداف مطالعه

۱-۱. مقدمه

کانسار اکسید آهن- آپاتیت چغارت در ناحیه بافق در ایران مرکزی قرار دارد. این کانسار در رده کانسارهای اکسید آهن-آپاتیتی (IOA) موسوم به کانسارهای تیپ کایرونا طبقه بندی می شود. کانسارهای تیپ کایرونا به وسیله مجموعه کانی های مگنتیت، فلوئور آپاتیت و اکتینولیت شناخته می شوند که معمولا فقیر از سولفید هستند، مقدار تیتانیم مگنتیت آنها پائین می باشد و مقدار ذخیره این کانسارها از چند صد میلیون تن با عیار بالای آهن تا رگه ها و رگچه های کوچک می رسد (نیستروم و هنریکوئیز ۱۹۹۴، هیلدبراند ۱۹۸۶). کانسارهای آهن بزرگی در مناطقی مانند جنوب شرق میسوری (ایالت متحده آمریکا)، مغولستان داخلی، چین، دریاچه گریت بیر(کانادا)، شمال سودان و ترکیه بر اساس شواهد بافتی و ترکیبی در این گروه کانسارها طبقه بندی می شوند. برای منشا این کانسارها مدلهای مختلفی ارائه شده است که مهمترین آنها منشا ماگمائی یعنی تشکیل از یک مذاب اکسید آهن (جیجر ۱۹۱۵، نیستروم و هنریکوئیز۱۹۹۴، فیلپاتس ۱۹۶۷، فریتیش ۱۹۷۸، نسلاند وهمکاران ۲۰۰۰)، ولکانوسدیمنتری- اگزالاتیو (پاراک ۱۹۷۵ و۱۹۸۴ و ۱۹۸۵)، هیدروترمال ماگمایی (بوکستروم ۱۹۷۷، هیتزمن وهمکاران ۱۹۹۲، هیلدبراند ۱۹۸۶، سیلیتو و باروز ۲۰۰۲) و هیدروترمالی که منشا سیالها از سیالهای شورابه های حوضه ای و تبخیری ها (بارتون و جانسون ۱۹۹۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴) می باشد.

منشا کانسارهای آهن ناحیه بافق نیز به مدت طولانی است که مورد بحث می باشد و برای تشکیل آن مدلهای مختلفی پیشنهاد شده است. برای مثال فورستر و جعفرزاده (۱۹۹۴) کانی زایی آهن این ناحیه را مرتبط به تفکیک یک مذاب ناهمامیز اکسید آهنی غنی از فسفر از یک ماگمای ملانفلینیتی، سامانی (۱۹۸۸) آن را مرتبط با یک ماگمای کربناتیتی و تراب و لمان (۲۰۰۷) آن را مرتبط با ماگماتیسم گرانیتی معرفی کرده اند. مر و مدبری (۲۰۰۳) نقش هر دو فرایند مذاب ناهمامیز اکسید آهنی و متاسوماتیسم قلیائی را مورد توجه قرار داده اند. تراب و لمان (۲۰۰۷) منشا این کانسارها را هیدروترمال و سیال های مربوطه را به طور عمده حاصل از سنگهای تبخیری کامبرین آغازی و در درجه دوم از ماگمای گرانیتی دانسته اند. جمی (۲۰۰۷) منشا کانسار اسفوردی را هیدروترمال معرفی کرده که در آن نقش سیالهای ماگمایی را مهمتر دانسته است. در این پایان نامه با توجه به اهمیت اقتصادی و زمین شناسی و مبهم بودن منشا کانسارهای آهن ناحیه بافق، کانسار اکسید آهن-آپاتیت چغارت برای بررسی ژنز و نحوه تکامل کانسار مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۲. معرفی کانسار اکسید آهن-آپاتیت چغارت و موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

ناحیه معدنی بافق در یکی از کهن ترین پهنه های ایران زمین قرار دارد که در بر دارنده ذخایر سترگی از آهن، فسفر، سرب و روی است. این ناحیه ذخیره‌ای بیش از ۲ میلیارد تن سنگ آهن (شرکت ملی فولاد ۱۹۸۰) را در بر دارد که در ۳۴ آنومالی اصلی مغناطیسی و در ناحیه ای به وسعت ۷۵۰۰ کیلومتر مربع با روند شمالی- جنوبی در کمان آتشفشانی- پلوتونیک کامبرین آغازی موسوم به کاشمر- کرمان پراکنده است.

کانسار آهن آپاتیت چغارت با مختصات N "00 '42 °31 و E "2 '28 °55 در ۱۲ کیلومتری شمال شرق شهرستان بافق و ۱۲۵ کیلومتری جنوب شرق شهر یزد در کمربند آهن خیز انارک-بافق قرار دارد (شکل۱). چغارت با ذخیره ای حدود ۲۰۰ ملیون تن اولین کانسار بهره برداری شده ناحیه بافق است. ارتفاع اولیه توده چغارت ۱۲۸۰ متر از سطح دریا و حدود ۱۵۴ متر از سطح منطقه اطراف بوده است. میزبان سیستم کانی زایی مگنتیت- آپاتیت سکانسی دگرسان شده شامل گدازه ها، سنگهای پیروکلاستیک و اپی کلاستیک، کربناتهای میان لایه ای و گرانیت های ساب ولکانیک متعلق به کامبرین آغازی است. در این کانسار مگنتیت کانی اصلی است و آپاتیت کانی مزاحم به حساب می آید. آپاتیت به صورت توده ای در رگه ها و دایک ها و به صورت بلورهای خودشکل در اندازه های ریز و درشت که گاهی طول آنها به ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر می رسد و در چند مرحله تشکیل شده است.

۱-۳. ویژگیهای انسانی و اقتصادی

شهرستان بافق با مساحتی حدود ۱۷۸۵۰ کیلومتر مربع در فاصله ۱۱۰ کیلومتری شهرستان یزد واقع شده است. این شهرستان ۲ شهر، ۶۲ دهستان و ۴۲۳ روستا می باشد. بیشتر جمعیت این شهرستان در معادن مشغول به فعالیت هستند. وجود معادن سنگ آهن، سرب و روی، فسفات و سنگهای ساختمانی باعث جلوگیری از رشد صنایع دیگر در این منطقه شده است. احداث کارخانجاتی در این شهرستان اخیرا در دست اقدام می باشد. محصولات عمده کشاورزی این شهرستان خرما، رناس، ارزن، انار و پسته است. شهرستان بافق از امکانات رفاهی نسبتا مناسبی برخوردار می باشد و در فاصله ۳ کیلومتری این شهرستان شهرکی به نام آهن شهر به منظور رفاه کارگران احداث گردیده که از امکانات رفاهی و آسایشی بسیار خوبی برخوردار است.

شکل ۱-۱: نقشه راههای دسترسی به چغارت

۱-۴. ریخت شناسی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرقی شهرستان یزد واقع شده و از لحاظ ریخت شناسی و پستی و بلندی، قسمت شرقی آن را رشته کوههایی با روند شمال غرب-جنوب شرق تشکیل داده است. در قسمت غربی آن، دشت های فرسایش یافته، تپه های ریگ روان که ارتفاع آنها از چندین متر تجاوز نمی کند و زمین های گودی قرار گرفته که به نام دره بافق نامیده می شود. در وسط این دره، کویر دره انجیر قرار گرفته که بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. این دره در جهت جنوب به دشت زرند ارتباط پیدا می کند و شمال شرق آن نیز به کویر ساغند منتهی می شود.

۱-۵. مطالعات قبلی

کانسارهای آهن ناحیه بافق دیر زمانی است که نظر زمین شناسان را به خود جلب کرده است. مطالعات سیستماتیک و اکتشافی بر روی کانسارهای آهن که قبلا با همکاری کارشناسان آلمانی شروع شده بود، بوسیله زمین شناسان روسی و در قالب همکاری با شرکت ملی فولاد پیگیری شد. نتایج مطالعات و ارزیابی های انجام شده بصورت مجموعه ای از گزارشات داخلی ارائه گردید (شرکت ملی فولاد ۱۹۶۹-۱۹۷۱، ۱۹۷۴، ۱۹۷۵، ۱۹۷۶، ۱۹۷۹، ۱۹۸۰). در پی جوییهای انجام گرفته بیش از ۸۰ آنومالی مگنتیت در ناحیه مشخص شد و ذخیره آهن منطقه بیش از ۲ میلیارد تن تخمین زده شد. زمین شناسان شرکت ملی فولاد منشا متاسوماتیک را برای این کانسارها پیشنهاد کردند. برای مثال گراسیموفسکی از نویسندگان گزارش شرکت ملی فولاد در ۱۹۷۹ کان تن ها را بعنوان فرآورده های

جایگزینی گرانیت در نظر گرفت به طوری که محلولهای غنی از آهن از گرانیت شسته شده و در حاشیه متاسوماتیک اطراف گرانیت ته نشین شده اند (به نقل از فورستر و جعفرزاده ۱۹۹۴). ویلیامز و هوشمند زاده (۱۹۶۶) برای اولین بار مذاب ماگمایی را بعنوان منشا کانسار چغارت معرفی نمودند و آن را در ردیف کانسارهای نوع کایرونا قرار دادند. فورستر و برومندی (۱۹۷۱) گدازه های جریانی مگنتیتی و سنگهای آذرآواری مگنتیت دار را گزارش کردند و به خویشاوندی کربناتیتی مذاب اکسید آهنی اشاره کردند. فورستر و جعفرزاده (۱۹۹۴) کانسارهای آهن ناحیه بافق را بعنوان یک شکاف انفجاری پر شده با مذاب مگنتیتی تشریح کردند و یک ماگمای مشترک ملانفلینیتی برای کانسنگ آهن و سنگ میزبان آن پیشنهاد کردند. سامانی (۱۹۸۸) مطالعاتی درباره شناخت مناطق اورانیم خیز پرکامبرین ایران انجام داده و ماگماتیسم کربناتیتی در ایران مرکزی و زاگرس را مطرح کرده است. دلیران (۲۰۰۲) نقش سیالهای هیدروترمال را در تکامل کانسارهای آهن-آپاتیت بافق مهم دانسته است. موسوی نسب (۱۳۷۶) منشا کانسار چغارت را یک ماگمای قلیایی از نوع پتاسیک یا کلسیک (کربناتیتی) معرفی کرده که طی مراحل تفریق ایجاد مذاب ناهمامیز مگنتیت-آپاتیت از ماگمای اصلی کرده است. کارگران بافقی (۱۳۸۰) منشا کانسار چغارت را تفکیک ماگمایی معرفی کرده است. مر و مدبری (۲۰۰۳) نقش هر دو فرایند مذاب ناهمامیز اکسید آهنی و متاسوماتیسم قلیائی را مورد توجه قرار داده اند. تراب و لمان (۲۰۰۷) منشا این کانسارها را هیدروترمال و سیال های مربوطه را به طور عمده حاصل از سنگهای تبخیری کامبرین آغازی و در درجه دوم از ماگمای گرانیتی دانسته اند. جمی و همکاران (۲۰۰۷) با توجه به آنالیزهای ایزوتوپی و مطالعات سیالات درگیر منشا این کانسار را هیدروترمال وسیال های مربوطه را از هیدروترمال ماگمایی تا سیالهای حاصل از سنگهای تبخیری معرفی کرده اند. حقی پور (۱۹۷۷) در پژوهشی سترگ گستره وسیعی از بیابانک تا بافق را مورد تفحص قرار داد که حاصل آن یک نقشه فراگیر با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ از بیابانک تا بافق و نقشه دیگری با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از ناحیه پشت بادام است. نقشه زمین شناسی منطقه بافق در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از سری نقشه های سازمان زمین شناسی تهیه و به چاپ رسیده است.

۱-۶. اهداف مطالعه

هدف از مطالعه معدن چغارت تعیین ژنز آن می باشد که برای این منظور موارد زیر بررسی می شود.

۱- مطالعه کانی شناسی و سنگ شناسی محدوده کانسار
۲- بررسی همراهی آنومالی های مغناطیسی با سنگهای آذرین مختلف ناحیه
۳- مقایسه سن ایزوتوپی آپاتیت با سن سنگهای آذرین مختلف ناحیه
۴- تعین جایگاه تکتونیکی کانی زایی اکسید آهن- آپاتیت ناحیه
۵- مطالعه و بررسی پدیده انواع دگرسانی های وجود در منطقه
۶- بررسی ژئوشیمی عناصر کمیاب و نادر خاکی در آپاتیت
۷- مطالعه ایزوتوپ های پایدار گوگرد و اکسیژن در کانسار

فصل دوم

زمین شناسی و تعیین نوع ماگماتیسم مرتبط با کانی زایی

۲-۱. مقدمه

۲-۲. تقسیم بندی ایران مرکزی

۲-۳. ماگماتیسم و دگرگونی ایران مرکزی

۲-۴. تکتونیک ایران مرکزی

۲-۵. نقش خطواره ها در تعیین نوع ماگماتیسم مرتبط با کانی زایی

۲-۶. سن سنجی های انجام شده در کانسار چغارت و ارتباط آن با ماگماتیسم گرانیتوئیدی

۲-۷. تعیین سری ماگمایی و محیط تکتونیکی مرتبط با کانی زایی

۲-۱. مقدمه

منطقه معدنی بافق بر اساس تقسیم بندی ایران توسط نبوی (۱۳۵۵) در زون ایران مرکزی واقع شده است (شکل۲-۱). ایران مرکزی از واحدهای ساختاری اصلی ایران است که به شکل مثلث میان زونهای ساختاری البرز، سنندج-سیرجان و رشته کوههای شرق ایران قرار دارد و جزء بزرگترین و پیچیده‌ترین واحدهای زمین شناسی به شمار می رود و دارای قدیمی ترین سنگهای دگرگونی (پرکامبرین) تا آتشفشانهای خفته امروزی است.

۲-۲. تقسیم بندی ایران مرکزی

خرد قاره ایران مرکزی با زمین درزهای افیولیتی سیستان، نائین، بافت، گسل دورونه و افیولیت‌های کاشمر-سبزوار احاطه شده و توسط گسل‌های طویلی که به سمت غرب خمیدگی دارند و از نوع امتداد لغزند، قابل تقسیم به بلوک لوت، بلوک طبس، زون تکتونیکی کاشمر-کرمان و بلوک یزد است (شکل ۲-۲) (رمضانی و تاکر، ۲۰۰۳).

۲-۲-۱. بلوک لوت

این بلوک با حدود ۹۰۰ کیلومتر درازا میان دو گسل نایبند در غرب و گسل نهبندان در شرق قرار دارد. در مرز شمالی آن گسل دورونه و در مرز جنوبی آن فرونشست جازموریان قرار دارد این بلوک دارای کمترین میزان دگرشکلی پوسته در ایران مرکزی است و بیشتر بوسیله سنگهای ولکانیکی ترشیاری و رسوبات قاره‌ای نئوژن-کواترنری پوشیده شده است (آقانباتی، ۱۳۸۱).

۲-۲-۲. بلوک طبس

بلوک طبس در غرب بلوک لوت واقع شده است و از شرق بوسیله گسل نهبندان و از شمال غرب بوسیله گسل کلمرد و از جنوب غرب بوسیله گسل کوهبنان و گسل‌های مرتبط محدود می شود. این بلوک بخشی از یک قلمروی ساختاری است که در کناره ها و بستر خود توسط گسلهایی از پی سنگ بریده شده است به گونه ای که در پالئوزوئیک و مزوزوئیک توالی چینه شناسی متفاوتی نسبت به نواحی مجاور در آنها نهشته شده است (آقانباتی، ۱۳۸۱).

۲-۲-۳. زون تکتونیکی کاشمر-کرمان

این زون تکتونیکی بین بلوک طبس و یزد واقع شده است و بصورت یک کمربند طویل، ناپیوسته و خمیده ای از واحد های سنگی به شدت چین خورده، گسلیده و دگرگون شده است. این زون از کاشمر در شمال (نزدیکی گسل درونه) تا نزدیکی کرمان در جنوب گسترش دارد از این رو به زون تکتونیکی کاشمر-کرمان معروف می باشد. بخش شمالی این زون ساختاری باریک بوده و به موازات

روند کلی NNW-SSW گسلهای پشت بادام، کلمرد، ازبک کوه و کاشمر است ولی بخش جنوبی آن که بین گسلهای زرند و کوه بنان با روند NW-SE محصور می گردد وسیع تر است و پهنای آن بیش از ۶۰ کیلومتر می باشد (رمضانی، ۱۹۹۷). کانسار آهن چغارت در این زون ساختاری قرار گرفته است.

۲-۲-۴. بلوک یزد

بخش غربی خرد قارهٔ ایران مرکزی است که از شمال به گسل دورونه و از غرب به نوار افیولیتی نائین-بافت محدود می شود (آقانباتی، ۱۳۸۱).

۲-۳. ماگماتیسم و دگرگونی ایران مرکزی

تا این اواخر، سنگ های دگرگونی درجه بالای ایران مرکزی را به پرکامبرین نسبت می دادند. به عنوان مثال، کمپلکس چاپدونی قدیمی ترین واحد سنگی ایران پنداشته می شد. ولی امروزه پذیرفته شده که بسیاری از آنها به واقع سنگ های جوانی هستند که تحت تاثیر عوامل تکتونیکی تغییر شکل شدیدی پیدا نموده اند لذا در این بخش به جدیدترین نظریه در مورد ایران مرکزی و واحدهای سنگی آن که توسط رمضانی و تاکر (۲۰۰۳) بررسی شده اشاره می گردد.

ناحیه بافق-ساغند بر اساس مطالعات رمضانی و تاکر (۲۰۰۳) به سه بخش شرقی، مرکزی و غربی قابل تقسیم بندی است. حد و مرز این بخش ها توسط گسل های پشت بادام و نی باز-چاتک از یکدیگر جدا می‌شوند. قدیمی ترین واحدهای سنگی مربوط به بخش شرقی با سن اواخرنئوپروتروزوئیک-کامبرین آغازی است در بخش مرکزی واحدهای سنگی سن مزوزوئیک و در بخش غربی سن ائوسن دارند. در ادامه به بررسی واحدهای سنگی در این سه محدوده می پردازیم.

۲-۳-۱. محدوده شرقی

واحدهای سنگی این محدوده با حضور توده‌های نفوذی گرانیت-تونالیت و سنگهای ولکانیکی ریولیتی و آندزیتی و همچنین جایگزینی لوکوگرانیتها در قسمت‌های بالای پوسته مشخص می‌شود. این رخدادها بطور تقریبی طی ۲۱ میلیون سال (۵۲۶-۵۴۷ میلیون سال پیش) در نزدیکی مرز پرکامبرین-کامبرین صورت گرفته است (رمضانی و تاکر، ۱۹۹۷).

واحدهای سنگی این محدوده شامل کمپلکس بنه شورو، سازند تاشک، واحد آتشفشانی-رسوبی کامبرین آغازی (سازند اسفوردی) و سنگهای نفوذی آریز، پلو، زریگان، دوزخ دره، سفید و ناریگان می باشد (شکل۲-۳).

الف-کمپلکس بنه شورو

این کمپلکس مجموعه دگرگونی درجه پایین پرکامبرین است که در نزدیکی گسل پشت بادام رخنمون دارد و با ضخامتی بیش از ۲۰۰۰ متر شامل تناوبی از شیست، آمفیبولیت، گنیس، سنگ‌های کوارتزی و به ندرت مرمر می‌باشد که سنگهای اولیه آنها گری‌وک ها و آرکوزهای متوسط تا ریزدانه است. فراوانی آمفیبولیت از ویژگی‌های این مجموعه است (رمضانی، ۱۹۹۷). مهمترین کانیهای میکاشیست‌ها اپیدوت و گارنت است که بیانگر درجه پایین دگرگونی شیستها (رخساره اپیدوت-آمفیبولیت) است. شواهد صحرایی نشان می‌دهد گنیس‌های موجود در این کمپلکس در نتیجه جایگزینی توده گرانیتی شکل گرفته است که سنی جوانتر از سری های بالای خود دارد سن این کمپلکس دگرگونی ۷± ۵۴۴ میلیون سال است.

ب-سازند تاشک

این سازند نیز دارای سنگهای دگرگونی است ولی شدت دگرگونی آن خفیف‌تر از کمپلکس بنه شور است بطوریکه در قسمت های فوقانی آن سنگ‌های رسوبی دیده می شود این سازند از توالی ۲۰۰۰ متری از سنگهای پلیتی همگن، گری وک و ماسه سنگهای ریز تا متوسط دانه تشکیل شده است و دارای میان لایه‌هایی از توف و روانه های بازالتی است که در اثر دگرگونی به شیست، فیلیت، اسلیت، میکاشیست و متاگری وک تبدیل شده‌اند (رمضانی، ۱۹۹۷). محدوده سنی این سازند ۵۳۳-۶۲۷ میلیون سال می باشد (رمضانی و تاکر، ۲۰۰۳).

ج-واحد آتشفشانی- رسوبی

واحد **آتشفشانی** رسوبی کامبرین دارای ۸۰۰ متر ضخامت از سنگهای غیر دگرگونی، ولکانیک‌های اسیدی تا حدواسط، سنگهای آهکی دولومیتی و لایه های نازکی از ژیپس تشکیل شده است که در دو طرف گسل پشت بادام گسترش دارد. رخنمون این واحد بیشتر در بخش شرقی بافق-ساغند است (رمضانی ۱۹۹۷).

واحد **آتشفشانی** رسوبی در مطالعات قبلی به سری ریزو-دزو، سازند اسفوردی و ساغند نامیده می شد و معادل های آنها را در ایران تحت نام اینفراکامبرین می نامیدند (فورستر و جعفرزاده ۱۹۹۴، سامانی ۱۹۸۸). رمضانی و تاکر (۲۰۰۳) بر اساس مطالعات سن سنجی، سن ریولیتهای این سازند را کامبرین آغازین (۵۲۷ میلیون سال) معرفی کرده اند.