



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc"

مهندسی معدن - اکتشاف

عنوان:

ارزیابی مقدماتی میزان تیتانیوم، وانادیوم و عناصر نادر خاکی در کانسار آهن آنومالی شمالی بافق

استاد راهنما:

نگارنده:

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

چکیده..... ۱

پیشگفتار..... ۲

فصل یکم- مشخصات جغرافیایی و کلی منطقه مورد مطالعه

۱-۱- موقعیت جغرافیایی..... ۷

۲-۱- آب و هوای منطقه..... ۷

۳-۱- ریخت شناسی (مورفولوژی) منطقه..... ۷

۴-۱- ویژگیهای انسانی و اقتصادی..... ۱۰

۵-۱- تاریخچه مطالعات قبلی..... ۱۰

۶-۱- هدف پژوهش..... ۱۱

۷-۱- روش پژوهش..... ۱۱

۸-۱- نرم افزارهای مورد استفاده..... ۱۲

فصل دوم- مشخصات زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

۱-۲- کلیات..... ۱۴

۲-۲- تکتونیک منطقه مورد مطالعه..... ۱۵

۳-۲- کانی شناسی و سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه..... ۱۵

۴-۲- زمین شناسی اقتصادی کانسار مورد مطالعه..... ۲۱

فصل سوم- مطالعات آماری بر روی تیتانیوم، وانادیوم و عناصر نادر خاکی در کانسار مورد مطالعه

۱-۳- کلیات..... ۲۴

۲-۳- توده شرقی..... ۲۴

- ۳-۲-۱- محاسبه پارامترها و رسم نمودارهای آمار کلاسیک تیتانیوم..... ۲۴
- ۳-۲-۲- مدل‌های دو بعدی و سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم..... ۲۷
- ۳-۳- توده مرکزی..... ۳۱
- ۳-۳-۱- محاسبه پارامترها و رسم نمودارهای آمار کلاسیک تیتانیوم و وانادیوم..... ۳۱
- ۳-۳-۲- مدل‌های دو بعدی و سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم..... ۳۵
- ۳-۳-۳- مدل‌های دو بعدی و سه بعدی توزیع عیار وانادیوم..... ۳۷
- ۳-۴- توده غربی..... ۴۲
- ۳-۴-۱- محاسبه پارامترها و رسم نمودارهای آمار کلاسیک تیتانیوم و وانادیوم..... ۴۲
- ۳-۴-۲- مدل‌های دو بعدی و سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم..... ۴۷
- ۳-۴-۲- مدل‌های دو بعدی و سه بعدی توزیع عیار وانادیوم..... ۴۹
- ۳-۵- مختصری در مورد وضعیت عناصر نادر خاکی در کانسار آنومالی شمالی..... ۵۴

فصل چهارم- مدلسازی سه بعدی توده ها و تخمین ذخیره تیتانیوم و وانادیوم در آنها

- ۴-۱- کلیات..... ۵۷
- ۴-۱-۱- چگونگی ساخت مدل سه بعدی توده ها..... ۵۷
- ۴-۱-۱-۱- جمع آوری اطلاعات..... ۵۷
- ۴-۱-۱-۲- آماده سازی و دسته بندی اطلاعات..... ۵۷
- ۴-۱-۱-۴- تهیه مدل تور سیمی (Wire frame)..... ۵۹
- ۴-۱-۱-۳- ترسیم نیمرخهای زمین شناسی..... ۵۹
- ۴-۱-۱-۵- ساخت مدل بلوکی..... ۶۰
- ۴-۱-۲- روشهای مورد استفاده در ارزیابی ذخیره تیتانیوم و وانادیوم توده ها..... ۶۱

۱-۲-۱-۴- ارزیابی ذخیره به کمک روش مجذور عکس فاصله.....	۶۱
۲-۲-۱-۴- ارزیابی ذخیره به کمک روش کریگینگ.....	۶۲
۲-۴- توده شرقی.....	۶۴
۱-۲-۴- چگونگی ساخت مدل سه بعدی بلوکی توده.....	۶۴
۲-۲-۴- چگونگی ارزیابی ذخیره تیتانیوم در این توده.....	۷۰
۳-۴- توده غربی.....	۷۵
۱-۳-۴- چگونگی ساخت مدل سه بعدی بلوکی توده.....	۷۵
۲-۳-۴- چگونگی ارزیابی ذخیره تیتانیوم و وانادیوم در این توده.....	۸۵
۳-۳-۴- بررسی واریوگرامهای تیتانیوم و وانادیوم در این توده.....	۹۱
۴-۴- توده مرکزی.....	۹۴
۱-۴-۴- چگونگی ساخت مدل سه بعدی بلوکی توده.....	۹۴
۲-۴-۴- چگونگی ارزیابی ذخیره تیتانیوم و وانادیوم در این توده.....	۱۰۳
۳-۴-۴- بررسی واریوگرامهای تیتانیوم و وانادیوم در این توده.....	۱۰۶
۵-۴- بررسی میزان ذخیره در کل این کنسار.....	۱۰۹
فصل پنجم- مقایسه کمیت و کیفیت عناصر مورد نظر در کنسار آهن آنومالی شمالی با تعدادی از کنسارهای تیتانومنیویت در سراسر جهان	
۱-۵- کلیات.....	۱۱۱
۲-۵- مشخصات کلی کنسارهای تیتانومنیویت.....	۱۱۱
۳-۵- مقایسه میزان ذخیره تیتانیوم و وانادیوم در کنسار آنومالی شمالی با کنسارهای ذکر شده.....	۱۱۵

فصل ششم - نتیجه گیری و پیشنهادها

۱-۶- نتیجه گیری.....	۱۲۰
۲-۶- پیشنهادها.....	۱۲۲
۱-۲-۶- پیشنهادهای کلی.....	۱۲۲
۲-۲-۶- پیشنهادهای فنی.....	۱۲۳
فهرست منابع.....	۱۲۴
فهرست منابع فارسی.....	۱۲۴
فهرست منابع انگلیسی.....	۱۲۵
چکیده انگلیسی.....	۱۲۶

فهرست جدولها

عنوان	صفحه
۱-۳- پارامترهای آمار کلاسیک تیتانیوم و آهن در توده شرقی کانسار آنومالی شمالی.....	۲۵
۲-۳- پارامترهای آمار کلاسیک وانادیوم، تیتانیوم، فسفر و آهن در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی.....	۳۲
۳-۳- پارامترهای آمار کلاسیک تیتانیوم، وانادیوم، فسفر و آهن در توده غربی کانسار آنومالی شمالی.....	۴۳
۴-۳- ضرایب همبستگی میان عناصر تیتانیوم، وانادیوم، فسفر و آهن در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی.....	۴۳
۵-۳- میانگین فسفر در چند کانسار آهن منطقه بافق و مقایسه آن با میانگین فسفر در سه توده کانسار آنومالی شمالی.....	۵۴
۱-۴- ذخیره تیتانیوم در دو بخش شرقی و غربی توده شرقی کانسار آهن آنومالی شمالی بافق.....	۷۱
۲-۴- ذخیره وانادیوم در توده غربی کانسار آهن آنومالی شمالی بافق.....	۸۶
۳-۴- ذخیره تیتانیوم در توده غربی کانسار آهن آنومالی شمالی بافق.....	۸۹
۴-۴- ذخیره وانادیوم در توده مرکزی کانسار آهن آنومالی شمالی بافق.....	۱۰۳
۵-۴- ذخیره تیتانیوم در توده مرکزی کانسار آهن آنومالی شمالی بافق.....	۱۰۵
۱-۵- مقایسه ذخیره و عیار تیتانیوم و وانادیوم در سه توده کانسار آنومالی شمالی با چند کانسار تیتانومیتیت در دنیا.....	۱۱۷

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
۱-۱- موقعیت جغرافیایی کانسار و راههای دسترسی به آن.....	۸
۲-۱- تصاویر ماهواره ای منطقه بافق و منطقه مورد نظر تهیه شده به کمک نرم افزار Google Earth.....	۹
۱-۲- نقشه زمین شناسی کانسار آهن آنومالی شمالی.....	۱۷
۲-۲- سنگهای اسیدی و آهنی در توده مرکزی.....	۱۸
۳-۲- کنتاکت بین سنگ درونگیر اسیدی و تشکیلات آهنی در توده مرکزی.....	۱۸
۴-۲- رخنمون کانی سازی آهن در مرز توده های مرکزی و غربی.....	۱۸
۵-۲- برونزد آهنک کارستی در شرق توده مرکزی.....	۱۹
۶-۲- متاسوماتیت آمفیبولی و آلبیتی در مغزه های حفاری.....	۱۹
۷-۲- گوئیت و هماتیت در مغزه های حفاری.....	۱۹
۸-۲- نمایی کلی از آهنکهای منطقه.....	۲۰
۹-۲- ترانشه حفر شده توسط روسها در برونزد کانی سازی آهن در مرز توده های مرکزی و غربی.....	۲۰
۱۰-۲- هماتیت و منیتیت در برونزد کانی سازی آهن در مرز توده های مرکزی و غربی.....	۲۰
۱۲-۲- کنتاکت بین متاسوماتیت آلبیتی و آمفیبولیتی در توده مرکزی کانسار.....	۲۲
۱۳-۲- بلورهای منشوری آپاتیت در کنار منیتیت در یکی از مقاطع نازک گرفته شده در توده مرکزی.....	۲۲
۱-۳- هیستوگرام (نمودار توزیع فراوانی) تیتانیوم در توده شرقی کانسار آنومالی شمالی.....	۲۶
۲-۳- نمودار نشاندهنده فراوانی توزیع عیارهای تیتانیوم و حد زمینه و حد آنومالی در توده شرقی.....	۲۶
۳-۳- نمودار همبستگی میان آهن و تیتانیوم در توده شرقی کانسار آنومالی شمالی.....	۲۶
۴-۳- مدل دو و سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم در توده شرقی.....	۲۸
۵-۳- مدل سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم در توده شرقی کانسار آنومالی شمالی.....	۲۹
۶-۳- نمودار توزیع عیار تیتانیوم در عمق در توده شرقی کانسار در گمانه اکتشافی KNA1.....	۳۰
۷-۳- هیستوگرام (نمودار توزیع فراوانی) تیتانیوم در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی.....	۳۲
۸-۳- هیستوگرام (نمودار توزیع فراوانی) وانادیوم در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی.....	۳۲
۹-۳- نمودار نشاندهنده فراوانی توزیع عیارهای تیتانیوم و حد زمینه و حد آنومالی در توده مرکزی.....	۳۳

عنوان

صفحه

- ۳-۱۰- نمودار نشاندهنده فراوانی توزیع عیارهای وانادیوم و حد زمینه و حد آنومالی در توده مرکزی..... ۳۴
- ۳-۱۱- نمودارهای همبستگی میان آهن، تیتانیوم، وانادیوم و فسفر در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۳۴
- ۳-۱۲- نمودار همبستگی بین سه عنصر وانادیوم، تیتانیوم و آهن در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۳۵
- ۳-۱۳- مدلهای سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۳۶
- ۳-۱۴- مدل سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۳۷
- ۳-۱۵- مدلهای سه بعدی توزیع عیار وانادیوم در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۳۹
- ۳-۱۶- مدل سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۴۰
- ۳-۱۷- نمودارهای توزیع عیار تیتانیوم و وانادیوم در عمق در توده مرکزی کانسار در گمانه اکتشافی KNAC1..... ۴۱
- ۳-۱۸- هیستوگرام (نمودار توزیع فراوانی) تیتانیوم در توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۴۴
- ۳-۱۹- هیستوگرام (نمودار توزیع فراوانی) وانادیوم در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۴۴
- ۳-۲۰- نمودارهای همبستگی میان آهن، تیتانیوم، وانادیوم و فسفر در توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۴۵
- ۳-۲۱- نمودار همبستگی بین سه عنصر وانادیوم، تیتانیوم و آهن در توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۴۵
- ۳-۲۲- نمودار نشاندهنده فراوانی توزیع عیارهای تیتانیوم و حد زمینه و حد آنومالی در توده غربی..... ۴۶
- ۳-۲۳- هیستوگرام مقادیر نرمال شده وانادیوم در توده غربی کانسار..... ۴۶
- ۳-۲۴- نمودار نشاندهنده فراوانی توزیع عیارهای وانادیوم و حد زمینه و حد آنومالی در توده غربی..... ۴۶
- ۳-۲۵- مدلهای سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم در توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۴۸
- ۳-۲۶- مدل سه بعدی توزیع عیار تیتانیوم در توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۴۹
- ۳-۲۷- مدلهای سه بعدی توزیع عیار وانادیوم در توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۵۱
- ۳-۲۸- مدل سه بعدی توزیع عیار وانادیوم در توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۵۲
- ۳-۲۹- نمودارهای توزیع عیار تیتانیوم و وانادیوم در عمق در توده غربی کانسار در گمانه اکتشافی KNAW1..... ۵۳
- ۴-۱- عیار متوسط تیتانیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNA1..... ۶۶
- ۴-۲- عیار متوسط تیتانیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNA4..... ۶۷
- ۴-۳- عیار متوسط تیتانیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNA5..... ۶۸
- ۴-۴- گمانه های حفر شده قدیمی و جدید در توده شرقی کانسار آنومالی شمالی..... ۷۳
- ۴-۵- نیمرخ زمین شناسی ترسیم شده E1 در توده شرقی..... ۷۳

عنوان

صفحه

- ۶-۴- مدلهای بلوکی دو بخش توده شرقی کانسار آنومالی شمالی..... ۷۴
- ۷-۴- مدلهای بلوکی دو بخش توده شرقی کانسار آنومالی شمالی با محدوده های عیاری بیشتر..... ۷۴
- ۸-۴- گمانه های حفر شده قدیمی و جدید در توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۷۷
- ۹-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAW1..... ۷۸
- ۱۰-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAW2..... ۷۹
- ۱۱-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAW3..... ۸۰
- ۱۲-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAW4..... ۸۱
- ۱۳-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAW5..... ۸۲
- ۱۴-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAW6..... ۸۳
- ۱۵-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAW7..... ۸۴
- ۱۶-۴- نیمرخ زمین شناسی W2 در توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۸۷
- ۱۷-۴- مدل بلوکی توده غربی کانسار آنومالی شمالی..... ۸۷
- ۱۸-۴- مدل بلوکی توده غربی کانسار آنومالی شمالی بر اساس عیار وانادیوم..... ۹۰
- ۱۹-۴- مدل بلوکی توده غربی کانسار آنومالی شمالی بر اساس عیار تیتانیوم..... ۹۰
- ۲۰-۴- واریوگرامهای وانادیوم در دو جهت شمالی- جنوبی و شرقی- غربی..... ۹۲
- ۲۱-۴- واریوگرامهای تیتانیوم در دو جهت شمالی- جنوبی و شرقی- غربی..... ۹۳
- ۲۲-۴- گمانه های حفر شده قدیمی و جدید در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۹۶
- ۲۳-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAC1..... ۹۷
- ۲۴-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAC2..... ۹۸
- ۲۵-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAC4..... ۹۹
- ۲۶-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAC8..... ۱۰۰
- ۲۷-۴- عیار متوسط تیتانیوم و وانادیوم در کانسنگهای گرفته شده در گمانه KNAC10..... ۱۰۱
- ۲۸-۴- نیمرخ زمین شناسی C2 در توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۱۰۲
- ۲۹-۴- مدل سه بعدی توده مرکزی کانسار آنومالی شمالی..... ۱۰۲

چکیده:

امروزه در کانسارهای فلزی به خصوص در کانسارهای آهن ماگمایی برآورد ذخیره فلزات و عناصر ارزشمند همراه اهمیت روزافزون یافته است، به صورتی که حتی می تواند باعث تغییراتی اساسی در طراحی معدن و برنامه استخراجی معدن بشود. تیتانیوم، وانادیوم و عناصر نادر خاکی به علت کاربرد فراوان در صنایع استراتژیک از جمله این عناصر می باشند. کانسارهای آهن منطقه بافق از جمله کانسارهایی هستند که این عناصر ارزشمند در آنها یافت می شوند. کانسار آهن آنومالی شمالی واقع در ۱۱ کیلومتری شمال غرب معدن آهن چغارت از جمله این کانسارها می باشد، که در دهه های گذشته بر روی آن کارهایی در حد پی جویی صورت گرفته است. در این پایان نامه که همزمان با انجام عملیات اکتشاف تفضیلی بر روی این کانسار صورت گرفته است. لازم به ذکر است که این کانسار بر اثر تکتونیک به سه توده شرقی، مرکزی و غربی بخش شده است. پس از جمع آوری اطلاعات قبلی و جدید و فرآوری آنها با استفاده از نرم افزارهای مناسب و با ترسیم نمودارهای آماری و مدل‌های مناسب وضعیت توزیع عیار تیتانیوم در هر سه توده و توزیع عیار وانادیوم در توده های مرکزی و غربی مورد بررسی قرار گرفته است. این بررسی ها نشانگر میزان بسیار کم وانادیوم و در حقیقت عدم وجود پتانسیل وانادیوم در توده شرقی کانسار آهن آنومالی شمالی و همچنین عدم وجود پتانسیل عناصر نادر خاکی در این کانسار می باشد. همچنین مدل سه بعدی هر یک از سه توده این کانسار تهیه شده و ذخیره تیتانیوم و وانادیوم در آنها ارزیابی شده است. بر این اساس مجموع ذخیره کانسنگ در کانسار آنومالی شمالی در حدود ۲۷۷ میلیون تن می باشد که از این میزان ۱۲۸ میلیون تن متعلق به توده مرکزی، ۱۲۲ میلیون تن متعلق به توده غربی و ۲۷ میلیون تن متعلق به توده شرقی می باشد. عیار متوسط وانادیوم در دو توده مرکزی و غربی به ترتیب برابر ۰/۱۲۹٪ و ۰/۱۰۹٪ می باشد که بالاتر از عیار حد جهانی وانادیوم می باشد، ولی عیار متوسط تیتانیوم در هر سه توده این کانسار به مراتب پایینتر از عیار حد جهانی در کانسارهای تیتانومنیست می باشد و تنها در توده مرکزی عیار بالاتری نسبت به دو توده دیگر و برابر ۰/۳۶٪ دارد. این مقدار عیار تیتانیوم می تواند به عنوان عاملی مزاحم در امر استخراج و فرآوری آهن عمل نماید. در نهایت سه توده این کانسار از نظر تناژ، عیار آهن، عیار وانادیوم و عیار تیتانیوم با ۶ کانسار تیتانومنیست دیگر از مناطق مختلف جهان مقایسه شده و در این مقایسه دیده می شود که این کانسار به کانسارهای آهن ماگمایی با میزان تیتانیوم و وانادیوم پایین (تیپ معدن آهن کایرونای سوئد) شباهت دارد.