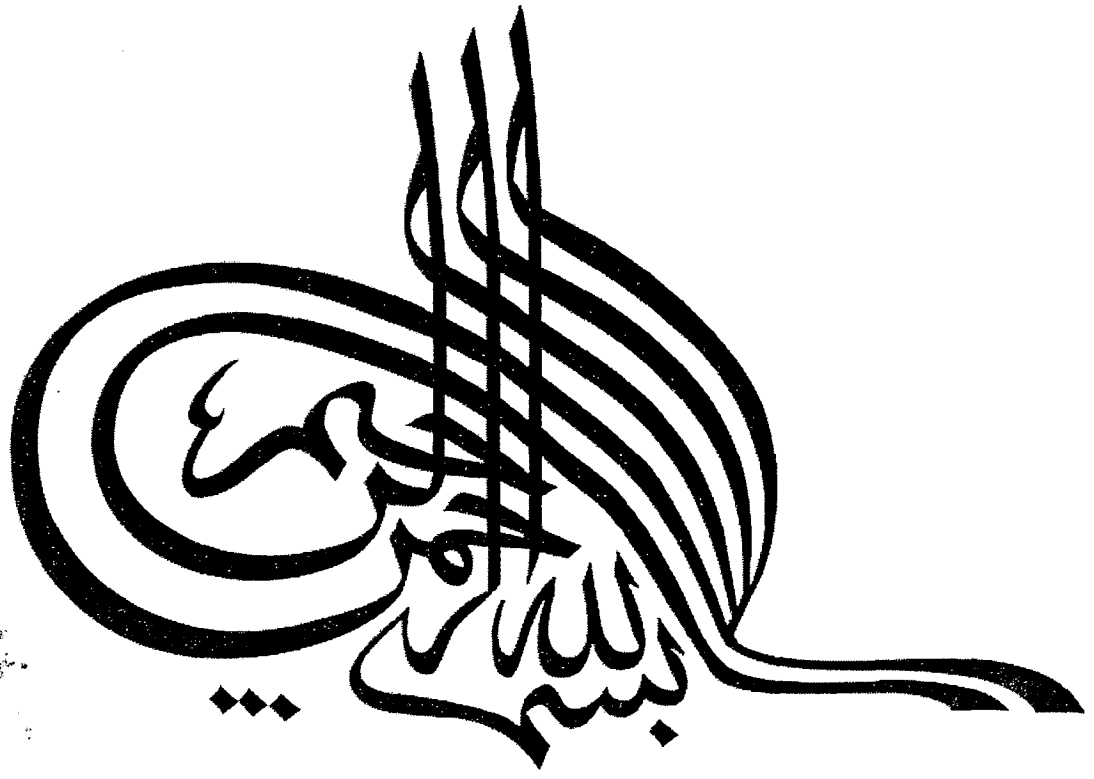


۱۷، ۱، ۱۰۱۲۴۱
۱۷، ۱۵، ۹



۱۰۸۰۴۰



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

مطالعه پترولوژی گرانیت آیرکان (شمال شرق استان اصفهان)

استاد راهنما:

دکتر قدرت ترابی

استاد مشاور:

دکتر جمشید احمدیان

۱۳۸۷ / ۹ / ۲۳

پژوهشگر:

حمیده بهارزاده

تیر ماه ۱۳۸۷

۱۰۸۰۴۰

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق
موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه
اصفهان است.



دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی خانم حمیده بهارزاده
تحت عنوان

مطالعه پترولوژی گرانیت آیرکان (شمال شرق استان اصفهان)

در تاریخ ۱۳۸۷/۴/۳ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه **معالی** ... به تصویب نهایی رسید.

امضا

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر قدرت ترابی با مرتبه ی علمی استادیار

امضا

۲- استاد مشاور پایان نامه دکتر جمشید احمدیان با مرتبه ی علمی مربی

امضا

۳- استاد داور داخل گروه دکتر موسی نقره ثیان با مرتبه ی علمی دانشیار

امضا

۴- استاد داور خارج از گروه دکتر مهین منصوری با مرتبه ی علمی استادیار

امضای سرگروه

سپاسگزاری

ستایش خدایی را سزااست که با آفرینش مخلوقات، بر انسان ها تجلی کرد، و با برهان و دلیل خود را بر قلب هایشان آشکار کرد و مخلوقات را بدون نیاز به فکر و اندیشه آفرید.

خداوند مهربان را شاکرم که در مرحله ای دیگر از زندگی، همچون همیشه مرا یاری نمود. اکنون که به حول و قوه الهی انجام این پژوهش را به پایان رساندم بر خود لازم می دانم از همه عزیزانی که مرا در این راه یاری و همراهی کردند تشکر و قدردانی نمایم.

از استاد گرامی، جناب آقای دکتر قدرت ترابی، به عنوان استاد راهنما، که در سراسر انجام این پژوهش مرا یاری نموده و نهایت مساعدت را با اینجانب داشته اند، سپاسگزاری می نمایم.

از جناب آقای دکتر جمشید احمدیان برای راهنمایی هایشان به عنوان استاد مشاور مراتب سپاس خود را ابراز می نمایم.

از اساتید محترم گروه زمین شناسی آقایان، دکتر خلیلی، دکتر طباطبائی منش، دکتر شریفی، دکتر جباری، دکتر مکی زاده، دکتر نقره ثیان که افتخار شاگردیشان را داشته ام، کمال تشکر را دارم.

از سرکار خانم مهندس زهره ابراهیمیان که همواره در طول انجام این پژوهش مانند دوست و خواهری مهربان همراه من بوده از صمیم قلب سپاسگزارم.

از جناب آقای مهندس سعید عابدی، کارشناس امور معدنی اداره صنایع و معادن به خاطر زحماتشان کمال تشکر و قدردانی را می نمایم.

از دوستان و همکلاسی های خوبم، به ویژه خانم ها مهندس سمانه رحمتی، سمانه آقابابائیان و اکرم السادات میرلوحی قدردانی می نمایم.

از تلاش و مساعدت کارمندان محترم گروه زمین شناسی به ویژه سرکار خانم شاه پیری مسئول کتابخانه نهایت قدردانی را دارم.

و در نهایت قدردانی و سپاس خود را به پدر و مادر عزیزم و همه اعضای خانواده ام تقدیم می دارم که همواره در طول زندگی ام مرا مورد پشتیبانی و مهربانی خویش قرار داده اند.

با تشکر و سپاس فراوان

حمیده بهارزاده

تیر ۱۳۸۷

تقدیم به

مهربانان همیشه همراهم

پدر و مادر مهربانم

چکیده:

منطقه مورد مطالعه (آیرکان)، در ۷۱ کیلومتری شمال شرق خور در استان اصفهان واقع است که در تقسیمات زمین شناسی ایران در ایران مرکزی قرار دارد.

توده نفوذی به سن ژوراسیک میانی، دارای زینولیت هایی از واحدهای رسوبی و دگرگونی (وجود مرمر و شیست) می باشد.

سنگ های توده نفوذی دانه درشت بوده و در نمونه دستی با رنگ صورتی دیده می شوند. دایک های آپلیتی نیز توده نفوذی را قطع نموده است که در نمونه دستی ریز بلور بوده و به رنگ روشن دیده می شوند. ضخامت این دایک ها به ۵۰ سانتیمتر نیز می رسد. آنکلاوهایی نیز در توده نفوذی وجود دارد که تیره تر و ریز دانه تر از سنگ در بر گیرنده شان هستند و دارای حاشیه گرد شده می باشند.

سنگ های مورد مطالعه شامل کانی های اصلی فلدسپار پتاسیم (ارتوکلاز و میکروکلین)، بیوتیت (آنیت و سیدروفیلیت)، مسکویت، کوارتز، پلاژیوکلاز (الیگوکلاز و آندزین) و کانی های فرعی آپاتیت، زیرکن و اکسیدهای آهن هستند. مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی نشان می دهد این سنگ ها دارای ترکیب آکالی گرانیت می باشند. آنکلاوها از نوع میکروگرانولار فلسیک می باشند.

دماهای به دست آمده با استفاده از ترکیب فلدسپارها بسیار کمتر از دماهایی است که بیانگر محیط های آذرین می باشد و می توان نتیجه گرفت که ترکیب فلدسپارها تحت تاثیر فرآیندهای ساب سولیدوس تغییر یافته است.

بررسی بیوتیت های موجود در منطقه مورد بررسی دمای 634°C برای آکالی گرانیت ها و دمای 632°C برای دایک های آپلیتی و دمای 661°C برای آنکلاوها ارائه نموده است که بیانگر محیط آذرین می باشد. ترمومتری کلریت های موجود در آکالی گرانیت های منطقه مورد بررسی دمایی در حدود 188°C را ارائه نموده است که بیانگر دمای آلتراسیون بیوتیت ها است.

سن این گرانیت با استفاده از روش Rb-Sr، 168 ± 8 میلیون سال یعنی ژوراسیک میانی تعیین شده است. اما تعیین سن بیوتیت و فلدسپات های موجود در آن به روش K-Ar، 113 ± 9 میلیون سال یعنی کرتاسه زیرین می باشد که احتمالاً نشان دهنده زمان دگرشکلی است.

با توجه به این که سن توده نفوذی مذکور به ژوراسیک میانی ختم می شود، دلیل این پلوتونیسم را می توان به فاز کوهزایی سیمین و احتمالاً سیمین میانی نسبت داد.

گسل چوپانان در شکل گیری ساختار زمین شناسی منطقه آیرکان و نیز جایگیری توده نفوذی آن نقش بارزی داشته است و احتمالاً علت میلونیتی شدن توده نفوذی منطقه مورد مطالعه نیز است.

زمین شناسان روس در پروژه تکنواکسپورت، گرانیت آیرکان را یک گرانیت گنایس با سن پروتروزوئیک بالایی معرفی نمودند. اما بررسی حاضر نشان می دهد که این توده نفوذی یک گرانیت گنایس نبوده و یک گرانیت میلونیتی است.

شواهد صحرائی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی نشان می دهد که توده نفوذی آیرکان، دایک های آپلیتی و آنکلاوهای آن دارای ماهیت پرآلومین و از نوع S می باشند.

با توجه به نمودارهای ژئوشیمیایی، سنگ های نفوذی منطقه مورد مطالعه از نوع کالک آکالن بوده و در محیط تکتونیکی همزمان با برخورد تشکیل شده اند.

بهترین منبع گرانیت های تیپ S برخورد دو صفحه قاره ای است، با توجه به ترکیب گرانیت ها و وجود دگرگونه های جندق در منطقه بنابراین احتمالاً منبع گرانیت های منطقه مورد مطالعه شیست های ناحیه می باشد. از آنجایی که گرانیت ها از نوع آکالی گرانیت هستند بنابراین شیست هایی که از ذوب آن ها گرانیت آیرکان و سنگ های وابسته به وجود آمده است میکا شیست ها می باشند.

کلید واژه- توده نفوذی آیرکان، آنکلاو، دایک های آپلیتی، ژوراسیک میانی، عروسان کوره گز، ایران مرکزی.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: کلیات
۱-۱-۱-۱	مقدمه
۲-۱-۲-۱	اهداف پژوهش
۳-۱-۳-۱	ویژگی های جغرافیایی
۴-۱-۴-۱	پیشینه پژوهش
۵-۱-۵-۱	ضرورت این مطالعه
۶-۱-۶-۱	روش کار
۷-۱-۷-۱	شیوه تحقیق

فصل دوم: زمین شناسی عمومی

۱-۲-۱-۱	مقدمه
۲-۲-۲-۲	پیرکامبرین (پروتروزوئیک فوقانی)
۳-۲-۳-۲	پالئوزوئیک (کامبرین زیرین)
۴-۲-۴-۲	مزوزوئیک
۴-۲-۴-۲-۱	ژوراسیک
۴-۲-۴-۲-۲	کرتاسه بالایی
۴-۲-۴-۲-۱-۲	سازند دبرسو
۴-۲-۴-۲-۲-۲	سازند هفت تومان
۴-۲-۴-۲-۳-۲	سازند فرخی
۵-۲-۵-۲	سنوزوئیک
۶-۲-۶-۲	کواترنر
۷-۲-۷-۲	زمین ساخت و گسل های موجود در منطقه
۷-۲-۱-۷-۲	ماسیف انارک- خور

صفحه	عنوان
۱۴	۲-۷-۲- فرورفتگی کویر بزرگ و حوضه های بین کوهستانی فرعی در آلپین پسین
۱۵	۲-۷-۳- گسلش
۱۵	۲-۷-۳-۱- گسل کویر بزرگ
۱۵	۲-۷-۳-۲- گسل چوپانان
۱۶	۲-۷-۳-۳- گسل ترکمنی- اوردیب
۱۸	۲-۸-۸- بررسی های صحرایی
۱۸	۲-۸-۱- آلکالی گرانیت
۲۰	۲-۸-۲- دایک های آپلیتی
۲۱	۲-۸-۳- آنکلاوها
۲۱	۲-۸-۴- چشمه شتری

فصل سوم: پتروگرافی

۲۳	۳-۱- مقدمه
۲۴	۳-۲- توده نفوذی
۲۵	۳-۲-۱- آلکالی فلدسپار
۲۵	۳-۲-۲- کوارتز
۲۶	۳-۲-۳- بیوتیت
۲۸	۳-۲-۴- مسکویت
۲۸	۳-۲-۵- پلازیوکلاز
۲۹	۳-۲-۶- زیرکن
۲۹	۳-۲-۷- آپاتیت
۲۹	۳-۲-۸- کانی های اپاک
۲۹	۳-۲-۹- کانی های رسی
۳۰	۳-۳- دایک های آپلیتی

عنوان	صفحه
۱-۳-۳- آلكالى فلدسپار.....	۳۰
۲-۳-۳- كوارتز.....	۳۰
۳-۳-۳- بيوتيت.....	۳۱
۴-۳-۳- مسكويت.....	۳۱
۵-۳-۳- پلاژيوكلاز.....	۳۱
۶-۳-۳- زيركن.....	۳۱
۷-۳-۳- آپاتيت.....	۳۱
۸-۳-۳- كانى هاى اپاك.....	۳۱
۹-۳-۳- كانى هاى رسى.....	۳۱
۴-۳- آنكلاوها.....	۳۳
۱-۴-۳- آنكلاوهاى مشاهده شده در منطقه مورد مطالعه.....	۳۶
۱-۱-۴-۳- آلكالى فلدسپار.....	۳۶
۲-۱-۴-۳- بيوتيت.....	۳۶
۳-۱-۴-۳- كوارتز.....	۳۷
۴-۱-۴-۳- مسكويت.....	۳۷
۵-۱-۴-۳- پلاژيوكلاز.....	۳۷
۶-۱-۴-۳- زيركن.....	۳۸
۷-۱-۴-۳- آپاتيت.....	۳۸
۸-۱-۴-۳- كانى هاى اپاك.....	۳۸
۵-۳- نتايج حاصل از بخش پتروگرافى.....	۳۹

فصل چهارم: شيمى كانى ها

۱-۴- مقدمه.....	۴۰
۲-۴- كريستال شيمى فلدسپات ها.....	۴۱
۳-۴- كريستال شيمى بيوتيت ها.....	۴۳

عنوان	صفحه
۴-۴- کریستال شیمی مسکویت ها	۴۶
۵-۴- کریستال شیمی کلریت ها	۴۹

فصل پنجم: ژئوشیمی

۱-۵- مقدمه	۵۱
۲-۵- طبقه بندی توده نفوذی، دایک های آپلیتی و آنکلاوهای موجود در آن	۵۶
۱-۲-۵- نمودار نسبت مجموع آلكالی در برابر SiO_2	۵۶
۱-۱-۲-۵- نمودار میدل پوست و همکاران (۱۹۹۱)	۵۶
۲-۱-۲-۵- نمودار لوباس و همکاران (۱۹۸۶)	۵۷
۳-۱-۲-۵- نمودار کاکس و همکاران (۱۹۷۹)	۵۸
۲-۲-۵- نمودار An- Ab- Or بارکر (۱۹۷۹)	۵۸
۳-۲-۵- نمودار R_1 - R_2 دولارش و همکاران (۱۹۸۰)	۵۹
۴-۲-۵- نمودار کاتیونی دیون و لفورت (۱۹۸۳)	۶۱
۵-۲-۵- نمودار K_2O در برابر SiO_2 لومتر و همکاران (۱۹۸۹)	۶۲
۳-۵- تعیین سری ماگمایی مولد سنگ ها	۶۳
۱-۳-۵- نمودار SiO_2 در برابر Na_2O+K_2O	۶۳
۲-۳-۵- نمودار AFM (ایروین و باراگار ۱۹۷۱)	۶۴
۴-۵- نمودار تعیین درجه اشباعیت از آلومینیم	۶۴
۵-۵- نمودار ACF (تاتل و بوون، ۱۹۵۸)	۶۷
۶-۵- نمودار Na_2O - K_2O (مانیار و پیکولی، ۱۹۸۹)	۶۷
۷-۵- نمودار SiO_2 در برابر K_2O+Na_2O-CaO فراست و همکاران (۲۰۰۱)	۶۸
۸-۵- نمودار SiO_2 در مقابل FeO_I/FeO_T+MgO فراست و همکاران (۲۰۰۱)	۶۹
۹-۵- نمودار های هارکر (۱۹۰۹)	۷۰

فصل ششم: پتروژنز و موقعیت تکتونوماگمایی

۶-۱-۱- ژئوترمومتری	۷۵
۶-۱-۱- ژئوترمومتری فلدسپات	۷۵
۶-۱-۲- ژئوترمومتری بیوتیت	۷۷
۶-۱-۳- ژئوترمومتری کلریت	۷۸
۶-۱-۴- تعیین فشار بخار آب توده نفوذی (بست، ۱۹۸۲)	۷۹
۶-۱-۵- تعیین دمای توده نفوذی (تاتل و بوون، ۱۹۵۸)	۸۰
۶-۲- نمودارهای تعیین کننده محیط تکتونیکی و سری ماگمایی با کمک بیوتیت	۸۱
۶-۳- عناصر نادر خاکی	۸۳
۶-۳-۱- نمودار چند عنصری سنگ های منطقه نرمالیزه به کندریت	۸۳
۶-۳-۲- الگوی عناصر نادر خاکی	۸۴
۶-۳-۳- نتایج حاصل از دیاگرام های عنکبوتی سنگ های منطقه مورد مطالعه	۸۵
۶-۴- نمودار $Al_2O_3 / (MgO + FeO)$ در برابر $CaO / (MgO + FeO)$ آلتر و همکاران (۲۰۰۰)	۸۶
۶-۵- تعیین محیط تکتونیکی	۸۷
۶-۵-۱- گرانیتوئیدهای نواحی کوهزایی	۸۹
۶-۵-۲- گرانیتوئیدهای نواحی غیر کوهزایی	۸۹
۶-۶- ویژگی های شاخص گرانیتوئید های نوع S	۹۳
۶-۷- ویژگی های شاخص گرانیتوئید های نوع I	۹۳
۶-۸- ویژگی های سنگ های گرانیتوئیدی ناحیه مورد مطالعه	۹۴
۶-۹- ارائه مدل تکتونوماگمایی بر اساس ژئوشیمی عناصر اصلی	۹۴
۶-۹-۱- نمودار K_2O در برابر SiO_2 مانیار و پیکولی (۱۹۸۹)	۹۴
۶-۹-۲- نمودار %FW در برابر %MW مانیار و پیکولی (۱۹۸۹)	۹۵
۶-۹-۳- نمودار $FeO / (FeO + MgO)$ در برابر SiO_2 مانیار و پیکولی (۱۹۸۹)	۹۶
۶-۹-۴- نمودار ACNK در برابر ANK مانیار و پیکولی (۱۹۸۹)	۹۶

صفحه

عنوان

۹۷..... (۱۹۸۵) نمودار R_1-R_2 بچلور و بودن

فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۰۲..... نتیجه گیری

۱۰۳..... پیشنهادات

۱۰۴..... پیوست

۱۰۷..... منابع و ماخذ

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- نقشه راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه.....	۴
شکل ۲-۱- خروج گاز CO ₂ و تشکیل حفره در دشت کویری آیرکان.....	۵
شکل ۳-۱- نمایی از چشمه شتری.....	۵
شکل ۱-۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه ایران.....	۹
شکل ۲-۲- نقشه زمین شناسی ساده شده منطقه مورد مطالعه.....	۱۰
شکل ۳-۲- تصویر ماهواره ای از منطقه مورد مطالعه.....	۱۰
شکل ۴-۲- نقشه تکنیکی و موقعیت گسل های منطقه مورد مطالعه (تکنواکسپورت).....	۱۷
شکل ۵-۲- نمای کلی از کوه آیرکان.....	۱۹
شکل ۶-۲- نفوذ دایک آپلیتی به درون توده نفوذی.....	۱۹
شکل ۷-۲- وجود آنکلاوها در توده نفوذی که دارای مرز مشخص (شارپ) می باشند.....	۲۰
شکل ۸-۲- دایک آپلیتی که توده نفوذی را قطع کرده است.....	۲۰
شکل ۹-۲- آنکلاوها در توده نفوذی که با رنگ تیره تر خود و حاشیه گرد شده مشخص می شوند.....	۲۱
شکل ۱۰-۲- دورنمایی از چشمه شتری.....	۲۲
شکل ۱۱-۲- تصویری از خاک زرد که جهت بررسی های اکتشافی مورد بررسی قرار گرفته است.....	۲۲
شکل ۱-۳- موقعیت پتروگرافی نمونه های منطقه مورد مطالعه در دیاگرام QAP.....	۲۴
شکل ۲-۳- نمایی از جهت یافتگی بیوتیت ها و مسکویت های موجود در گرانیت میلونیتی (نور XPL).....	۲۶
شکل ۳-۳- حضور ارتوکلاز پرتیتی در توده نفوذی (نور XPL).....	۲۶
شکل ۴-۳- نمایی از بافت پرتیتی در توده نفوذی (نور XPL).....	۲۷
شکل ۵-۳- حضور میکروکلین در توده نفوذی که با ماکل مشبک خود مشخص می شود (نور XPL).....	۲۷
شکل ۶-۳- حضور کواتزهای شکل دار تا نیمه شکل دار و دارای خاموشی موجی، بیوتیت های شکل دار تا نیمه شکل دار و دارای جهت یافتگی در آلکالی گرانیت (نور XPL).....	۲۸
شکل ۷-۳- تصویری از بیوتیت ها که دارای زیرکن می باشد (نور XPL).....	۲۹
شکل ۸-۳- تصویری از پلاژیوکلازهای موجود در آلکالی گرانیت (نور XPL).....	۳۰

عنوان

صفحه

- شکل ۳-۹- تصویر از آپاتیت که درون فلدسپات قرار گرفته است (نور XPL)..... ۳۰
- شکل ۳-۱۰- نمایی از بافت آپلیتی یک دایک (نور XPL)..... ۳۲
- شکل ۳-۱۱- تصویری از بیوتیت های جهت یافته در دایک آپلیتی (نور XPL)..... ۳۲
- شکل ۳-۱۲- نمایی از ارتوکلازها، مسکویت ها و بیوتیت ها در دایک آپلیتی (XPL)..... ۳۲
- شکل ۳-۱۳- نمایی از پلاژیوکلاز در دایک آپلیتی (نور XPL)..... ۳۳
- شکل ۳-۱۴- تصویری از میکروکلین و ارتوکلاز در آنکلاو (نور XPL)..... ۳۶
- شکل ۳-۱۵- نمایی از بافت میکروگرانولار با کانی شناسی بیوتیت، کوارتز و مسکویت در یک آنکلاو (نور XPL)..... ۳۷
- شکل ۳-۱۶- حضور زیرکن در آنکلاو که در داخل ارتوکلاز قرار دارد (نور XPL)..... ۳۸
- شکل ۳-۱۷- تصویری از آپاتیت های موجود در آنکلاو (نور XPL)..... ۳۸
- شکل ۴-۱- نمایش ترکیب فلدسپارهای منطقه مورد مطالعه بر روی نمودار ارتوز-آلبیت-آنورتیت (دیر و همکاران، ۱۹۹۱)..... ۴۱
- شکل ۴-۲- طبقه بندی بیوتیت های منطقه مورد مطالعه (دیر و همکاران، ۱۹۹۱)..... ۴۵
- شکل ۴-۳- رده بندی میکاها بر اساس نمودار. دیر و همکاران (۱۹۹۱)..... ۴۵
- شکل ۴-۴- طبقه بندی میکاهای منطقه در نمودار فوستر (۱۹۶۰)..... ۴۶
- شکل ۴-۵- ترکیب شیمیایی مسکویت های منطقه مورد مطالعه..... ۴۷
- شکل ۵-۱- دیاگرام آلکالی- سیلیس و نسبت $FeO/(FeO+Fe_2O_3)$ ۵۳
- شکل ۵-۲- نمودار مجموع اکسید آلکالی در برابر سیلیس (میدل ماست، ۱۹۹۱)..... ۵۶
- شکل ۵-۳- رده بندی سنگ های منطقه بر اساس (لوباس و همکاران، ۱۹۸۶)..... ۵۷
- شکل ۵-۴- رده بندی سنگ های منطقه بر اساس (کاکس و همکاران، ۱۹۷۶)..... ۵۸
- شکل ۵-۵- نمودار An-Ab-Or (بارکر، ۱۹۷۹)..... ۵۹
- شکل ۵-۶- طبقه بندی ژئوشیمیایی سنگ ها از دیدگاه دولارش و همکاران (۱۹۸۰)..... ۶۰
- شکل ۵-۷- شکل ۵-۵ نمودار Q-P (دبون و لفورت، ۱۹۸۳) و موقعیت نمونه های منطقه مورد..... ۶۲
- شکل ۵-۸- نمودار تقسیم بندی لومتر و همکاران (۱۹۸۹)..... ۶۳

عنوان

صفحه

- شکل ۵-۹- ماگمای سازنده نمونه های منطقه مورد مطالعه طبق (ایروین و باراگار ۱۹۷۱) ساب آلکان می باشد..... ۶۳
- شکل ۵-۱۰- نمودار AFM (ایروین و باراگار ۱۹۷۱)..... ۶۴
- شکل ۵-۱۱- موقعیت نمونه های منطقه مورد نظر در نمودار A/CNK در مقابل SiO_2 (چاپل و وایت، ۱۹۷۴)..... ۶۵
- شکل ۵-۱۲- موقعیت نمونه های منطقه مورد نظر در نمودار Al_2O_3/TiO_2 در برابر CaO/Na_2O (مغازی، ۲۰۰۴)..... ۶۶
- شکل ۵-۱۳- نمودار درجه اشباعیت آلومینیم بیوتیت در برابر سنگ کل (پیر، ۱۹۹۳)..... ۶۶
- شکل ۵-۱۴- نمودار ACF و تعیین محدوده های پرآلومین و متآلومین (تاتل و بوون، ۱۹۵۸)..... ۶۷
- شکل ۵-۱۵- نمودار Na_2O-K_2O ، مانیار و پیکولی (۱۹۸۹) و تعیین نوع ماگما..... ۶۸
- شکل ۵-۱۶- موقعیت نمونه های منطقه مورد نظر در نمودار SiO_2 در برابر K_2O+Na_2O-CaO (فراست و همکاران، ۲۰۰۱)..... ۶۹
- شکل ۵-۱۷- نمودار SiO_2 در مقابل $FeOt/(FeOt+MgO)$ تمامی نمونه ها در قسمت ماگنیزین قرار گرفته اند (فراست و همکاران، ۲۰۰۱)..... ۶۹
- شکل ۵-۱۸- نمودار اکسید-اکسید (هارکر) و موقعیت نمونه های مورد مطالعه بر روی آن، (هارکر، ۱۹۰۹)..... ۷۲
- شکل ۵-۱۹- نمودار عناصر کمیاب هارکر (۱۹۰۹)..... ۷۴
- شکل ۵-۲۰- نمودار مثلثی Na_2O-K_2O-CaO کلارک (۱۹۹۲)..... ۷۴
- شکل ۶-۱- نمودار ژئوترموتری یک فلدسپار..... ۷۷
- شکل ۶-۲- نمودار تصویر ایزوترم های خط کوتکتیک سیستم $KAlSi_3O_8-NaAlSi_3O_8-SiO_2-H_2O$ (در بار $PH_2O=3000$)، (تاتل و بوون، ۱۹۵۸)..... ۸۰
- شکل ۶-۳- استفاده از ترکیب شیمیایی میکاها در تعیین موقعیت تکتونوماگمایی سنگ های منطقه مورد مطالعه..... ۸۲
- شکل ۶-۴- استفاده از ترکیب شیمیایی بیوتیت ها در تعیین موقعیت تکتونوماگمایی گرانیتهای منطقه..... ۸۳

عنوان

صفحه

- شکل ۵-۶- نمودار چند عنصری نرمالیزه به کندریت در نمونه های مورد مطالعه (سان، ۱۹۸۲)..... ۸۴
- شکل ۶-۶- الگوی عناصر نادر خاکی در مجموعه گرانیتوئیدی آیرکان (سان، ۱۹۸۲)..... ۸۵
- شکل ۷-۶- نمودار $Al_2O_3/(MgO+FeO_t)$ در برابر $CaO/(MgO+FeO_t)$ (آلتر و همکاران، ۲۰۰۰)..... ۸۶
- شکل ۸-۶- ارتباط بین انواع گرانیتوئید و محیط تکتونیکی ارائه شده توسط کاسترو و همکاران (۱۹۹۱)..... ۹۲
- شکل ۹-۶- نمودار تغییرات K_2O در برابر SiO_2 مانیار و پیکولی (۱۹۸۹)..... ۹۴
- شکل ۱۰-۶- موقعیت قرار گیری نمونه های منطقه مورد مطالعه در نمودار $FW\%$ در برابر $MW\%$ (مانیار و پیکولی، ۱۹۸۹)..... ۹۵
- شکل ۱۱-۶- موقعیت قرار گیری نمونه های منطقه مورد مطالعه در نمودار $FeO_t/(FeO_t+MgO)$ در برابر SiO_2 (مانیار و پیکولی، ۱۹۸۹)..... ۹۶
- شکل ۱۲-۶- نمودار تعیین موقعیت تکتونیکی گرانیتوئیدها با استفاده از نسبت مولی $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ و $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ مانیار و پیکولی (۱۹۸۹)..... ۹۷
- شکل ۱۳-۶- نمودار R_1-R_2 بچلور و بودن (۱۹۸۵)..... ۹۸

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- انواع مختلف آنکلاوها، ماهیت و اختصاصات اصلی سنگ شناسی آن ها.....	۳۵
جدول ۱-۴- نتایج آنالیز میکروپروب فلدسپات های موجود در آلکالی گرانیت آیرکان و دایک های آپلیتی موجود در آن به همراه نتایج محاسبه فرمول ساختاری	۴۲
جدول ۲-۴- نتایج آنالیز میکروپروب بیوتیت ها همراه با محاسبه فرمول ساختاری.....	۴۴
جدول ۳-۴- نتایج آنالیز میکروپروب مسکویت ها همراه با محاسبه فرمول ساختاری.....	۴۸
جدول ۴-۴- نتایج آنالیز میکروپروب کلریت ها.....	۵۰
جدول ۱-۵- نتایج آنالیز عناصر اصلی منطقه مورد مطالعه (Wt%)	۵۴
جدول ۲-۵- نتایج آنالیز عناصر فرعی و کمیاب منطقه مورد مطالعه (ppm).....	۵۵
جدول ۳-۵- نشانه های سنگ های منطقه مورد مطالعه.....	۵۶
جدول ۱-۶- دماهای حاصل از ژئوترموتری فلدسپات ها.....	۷۶
جدول ۲-۶- دماهای حاصل از ژئوترموتری بیوتیت ها.....	۷۸
جدول ۳-۶- دماهای حاصل از ژئوترموتری کلریت	۷۹
جدول ۴-۶- ویژگی های کانی شناسی و ژئوشیمیایی گرانیتوئیدهای محیط های مختلف تکتونیکی و مقایسه ویژگی های توده نفوذی مورد مطالعه با آن ها (مانیار و پیکولی، ۱۹۸۹).....	۹۹

فهرست پیوست ها

صفحه	عنوان پیوست
۱۰۴.....	پیوست ۱ علائم اختصاری کانی ها.....
۱۰۶.....	پیوست ۲ نورم سنگ های ناحیه آیرکان.....