

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا یا استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

....., Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

مقالات خارجی

.....، گروه، دانشکده، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

مقالات داخلی



دانشگاه اقلیدسیا
دانشکده علوم پایه
گروه آموزشی زمین‌شناسی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی گرایش زمین‌شناسی مهندسی

عنوان:

مطالعه شاخص‌های هوازدگی سنگ‌های گرانیتوئیدی جنوب قروه

استاد راهنما:

دکتر مجتبی حیدری

استاد مشاور:

دکتر اشرف ترکیان

نگارش:

حمید فرهادی

۳۱ شهریور ۱۳۹۲

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

راز پویای علم و دانش کشف و دریافت معانی و تجلی جلوه های معرفتی است که آسمان علم به برکت سیره ی نورانی نبی اکرم (ص) انسان در بند خاک را به معراج حضور میخواند پس چه زیبا دانستی که به عطر و بوی گلستان محمدی معطر گردد.

(خدایا درود فرست بر محمد و آل محمد)

تقدیم به روح پدر بزرگوارم

شکر و سپاس:

سپاس خدای بزرگ را که تمام هستی به معرفت او عالمند و به عنایت او واقف. آن بزرگ بی همتایی که آغاز کرد تولد من بود، عمرم را به من ارزانی داشت و به خاص لطف بی انتها، رحم بی پایان و عدل بی توفیرش به من اجازه می تولد داد تا تجربه می زندگی را کسب کنم و از عطر طبیعت بی بدیش لذت ببرم و خلیفدی او در روی این کره ی خاکی باشم. سپاس پروردگاری را که ادامه همه خط های بی نهایت است و همه مسافران پشت سر اویند. میخواهم او را سپاس گویم اما افوس که نه توان سپاس دارم و نه کلام و وصف. چگونه سپاس گویم او را که نشا علم و معرفت و یقین و عدل و عظمت و شان و احساس است. او که در طول عمرم به نواره چراغ روشن هدایتش را بر کلبه ی محقر وجودم فروزان نگاه داشته است. به حق که در میان سپاس از او عاجز و ناتوانم. ای بزرگ خالق یکتا در گذر آرزو کردم آنچه را که تو برایم در مقدر کرده بودی، اگر لحظه ای حتی گذرا از یاد تو غافل شدم و نبودم آنچه باید می بودم و نکردم آنچه باید میکردم و نخواستم آنچه را که نباید میخواستم.

باسپاس و احترام فراوان از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر محبتی حیدری، که در طی این مسیر نه تنها در علم راهنمای من بود بلکه به حق من از ایشان درس زندگی و صبر گرفتم و آموختم که چون شمع بسوزم تا عزیزانم در این روزگار سرد از گرمای وجودم بهره گیرند. شکر و سپاس از او که همچون خورشیدی سرزمین دلم را روشنی بخشید و گلشن سرای علم را بارانهای باری خود درونم بارور ساخت.

همچنین شکر و تقدیر از استاد بزرگم سرکار خانم دکتر اشرف ترکیان که بی شک بدون مشاوره های ارزنده ی ایشان از ادامه این راه ناتوان بودم. بر خود واجب میدانم که از اساتید عزیزم آقایان، پروفسور محمد حسین قبادی، پروفسور غلامرضا خانلری، دکتر سید داود محمدی گنگنی، دکتر بهرام رضایی، دکتر امیر حسین صدر، دکتر حجت ا... سابع و دکتر مجید صادقی فرکمال شکر و قدردانی خود را ابراز دارم و خدای بزرگ را شاکرم که افتخار شاگردی این بزرگان را نصیب بنده کرد.

شکر از پدر مهربانم پدری که حال برکت سید دگلمر کننده اش را بر سر ز دارم و باید تا به حسرت نوازش دستان مهربانش را در کنج قلمم اسیر کنم. پدری که ناتوان شد تا من توانا شوم و موهای سپید شد تا من رو سفید شوم. سپاس می گویم پدرم را، پدری که به من آموخت در تیز پروازی چون عقاب باشم اما در رحم، در پایداری چون سرو باشم اما با ثمر و سایه گستر. ولی حالا که کنج وجود او را ندارم تا چشم در چشمتش بگویم سهم کثیر موفقیتهایم را مرهون اویم، این اثر را به روح پاکش تقدیم میدارم.

و اینک با تمام وجودم سپاس و قدردانی میکنم از ماد مهربانم، مادری که به جرأت میگویم با ارزش ترین ارزش زندگی ام اوست. هزاران هزار بوسه بردستان ز محبتش مادرم، مادری که هرگونه رنجی را به جان خرید تا من، من شوم و به نوازه حامی و پشتوانی من بوده و هست. او تنها کسی است که هرگاه در زندگی خسته و دل آزرده بودم دست استمدادش را به سویم دراز کرد. در شادی هایم خندید و به همراهی خوشم شد، در غمهایم گریست و دگلمر کننده ی محطه های حزن و اندوهم شد. با تمام وجود از او شاکرم. او که پناهگاه امن و آرام محطه های ترس و نگرانی ام در کوچ پس کوچهای روزگار بود. سپاس از او که تازی از مویش بر پای من سیاه ماند و شعله ی محبت بی درینش حتی محطه ای گذر بر ایمنم فروکش نکرد.

وسپاس از همسر من! همسری که در فراز و نشیب های زندگی نه تنها پشتوانه ام بود بلکه پایه پای من آمد و همراهی ام کرد. او بی که با چشمان آسمانی همیشه صاف و نه ابر آلودش همیشه و همیشه باعث تسلی خاطر و وجود من بوده و هست. از او به خاطر تمام بودنهایش صمیمانه شکر میکنم و به او میگویم برای من فراتر از آنی که حتی بازیابی های طبیعت در ترازوی مقایسه در آبی.

و شکر و قدر دانی خود را اهدا و تقدیم میدارم به سایر اعضای خانواده ام که شاید ثانیه ای نگاه گرم آنان به قدر لحظه ای در رسیدنم به این مهم یاری ام کرد.

در پایان از تمام همکلاسی ها و دوستان بسیار خوب و عزیزم که لحظات و روزهای به یادماندنی و خوبی را با آنها تجربه کردم سپاسگزارم.



دانشگاه بوعلی سینا
مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

مطالعه شاخص های هوازدگی سنگهای گرانیتوئیدی جنوب قروه

نام نویسنده: حمید فرهادی

نام استاد راهنما: دکتر مجتبی حیدری

نام استاد مشاور: دکتر اشرف ترکیان

دانشکده: علوم پایه

گروه آموزشی: زمین شناسی

رشته تحصیلی: زمین شناسی

گرایش تحصیلی: زمین شناسی مهندسی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد

تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۳/۳۰

تاریخ دفاع: ۱۳۹۲/۰۶/۳۱

تعداد صفحات: ۱۴۲

چکیده:

یکی از ویژگی‌های مهم سنگ‌ها، تغییر رفتار آن‌ها در گذر زمان است. در این پژوهش، فرآیند هوازدگی سنگ‌های گرانیتوئیدی توده باتولیتی قروه به صورت کمی و با استفاده از شاخص های فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی و پتروگرافی ارزیابی گردیده و همچنین ارتباط بین خواص فیزیکی و مکانیکی این سنگ‌ها مطالعه شده است. با بررسی روند تغییرات خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی گرانیت‌های قروه در نتیجه فرآیند هوازدگی، درجات هوازدگی در این سنگ‌ها تشخیص داده شده است. با استفاده از روش‌های توصیفی، نمونه‌های با درجات مختلف هوازدگی از سنگ‌های گرانیتی منطقه قروه انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شده‌اند. در آزمایشگاه، آزمایش‌های تعیین ویژگی‌های فیزیکی شامل تخلخل، چگالی خشک و اشباع، شاخص جذب سریع، سرعت سیر موج فشاری خشک و اشباع و شاخص دوام فرانکلین و آزمایش‌های مکانیکی شامل مقاومت فشاری تک محوری، آزمون بار نقطه‌ای و برزیلی و همچنین آزمون‌های بلند مدت انجماد و ذوب و هوازدگی نمک بر روی نمونه‌های مورد آزمایش انجام شده است. نتایج نشان می‌دهند که شاخص های فیزیکی و مکانیکی، درجات هوازدگی را بهتر نشان می‌دهند. همچنین با استفاده از نتایج آنالیز XRF نمونه های مختلف، شاخص های شیمیایی مخصوصی، برای ارزیابی هوازدگی گرانیت‌ها، تعیین شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: هوازدگی، شاخص های هوازدگی، گرانیت، قروه، هوازدگی نمک

فصل دوم

جدول ۱-۲: میزان بارش در منطقه مورد مطالعه..... ۲۱

فصل سوم

جدول ۱-۳: روند پایداری کانی‌ها در مقابل هوازدگی..... ۴۳

جدول ۲-۳: طبقه بندی توصیفی..... ۵۰

فصل چهارم

جدول ۱-۴: ترکیب مودال گرانیتهای جنوب قروه..... ۸۱

جدول ۲-۴: نتایج آزمایش‌های تعیین ویژگی‌های فیزیکی..... ۸۴

جدول ۳-۴: نتایج آزمون دوام وارفنگی برای درجات مختلف هوازدگی..... ۸۹

جدول ۴-۴: عدد سختی چکش اشمیت برای درجات مختلف هوازدگی..... ۹۱

جدول ۵-۴: نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌ها به روش XRF..... ۹۷

جدول ۶-۴: نتایج دیگر شاخص‌هایی که بر اساس نسبت مولکولی ارائه شده است..... ۱۰۷

جدول ۷-۴: چند رابطه بین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ با درجه هوازدگی..... ۱۲۱

فصل دوم

- شکل ۱-۲ : راه‌های ارتباطی و موقعیت منطقه مورد مطالعه..... ۱۱
- شکل ۲-۲: نقشه تکتونیکی پهنه سنندج- سیرجان..... ۱۵
- شکل ۳-۲ : نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه..... ۱۸
- شکل ۴-۲ : نمودار تغییرات میانگین دما، میانگین حداکثر دما و میانگین حداقل دما..... ۲۰
- شکل ۵-۲ : نمودار تغییرات تعداد روزهای یخبندان در ماه‌های سال..... ۲۰
- شکل ۶-۲ : نمودار تغییرات میانگین بارش در ماه‌های مختلف سال..... ۲۱
- شکل ۷-۲ : نمودار میانگین تعداد روزهای بارانی در ماه‌های مختلف سال..... ۲۲
- شکل ۸-۲ : نمودار تغییرات میانگین تبخیر برای ماه‌های مختلف سال..... ۲۳
- شکل ۹-۲ : پهنه بندی اقلیمی ایران به روش کوپن و گیگر..... ۲۵
- شکل ۱۰-۲ : اقلیم‌نمای آمبرژه..... ۲۶
- شکل ۱۱-۲ : نمودار اقلیمی تورنت‌وایت قروه..... ۲۷
- شکل ۱۲-۲ : نمودار دمای سالانه در مقابل بارندگی سالانه و نوع هوازدگی..... ۲۷

فصل سوم

- شکل ۱-۳ : تأثیر هوازدگی مکانیکی بر افزایش استعداد هوازدگی..... ۳۴
- شکل ۲-۳ : نمودار گلدیش و روند پایداری کانی‌ها در سطح زمین..... ۳۷
- شکل ۳-۳ : ارتباط سیال آبگون بین سنگ‌های آذرین..... ۴۸

فصل چهارم

- شکل ۱-۴ : تصاویر مقاطع میکروسکوپی از گرانیات جنوب قروه..... ۸۰
- شکل ۲-۴ : a- ماکل پلی سنتتیک در پلاژیوکلاز b- بافت پرتیتی در آلکالی فلدسپات..... ۸۱
- شکل ۳-۴ : نمودار تغییرات شاخص درجه تخریب..... ۸۲
- شکل ۴-۴ : نمودار تغییرات شاخص میکروپتروگرافی..... ۸۲
- شکل ۵-۴ : نمودار تغییرات شاخص نسبت کوارتز به فلدسپات..... ۸۳
- شکل ۶-۴ : نمودار تغییرات میزان تخلخل سنگ در برابر درجه هوازدگی..... ۸۴
- شکل ۷-۴ : نمودار تغییرات چگالی خشک نسبت به درجه هوازدگی..... ۸۵
- شکل ۸-۴ : نمودار تغییرات چگالی اشباع در برابر درجه هوازدگی..... ۸۵
- شکل ۹-۴ : نمودار تغییرات سرعت موج در حالت خشک در برابر درجه هوازدگی..... ۸۶
- شکل ۱۰-۴ : نمودار تغییرات سرعت موج فشاری در حالت اشباع نسبت به درجه هوازدگی..... ۸۷

شکل ۴-۱۱ : نمودار تغییرات شاخص جذب سریع آب در برابر درجه هوازدهی	۸۸
شکل ۴-۱۲ : نمودار تغییرات شاخص دوام وارفتگی در سیکل‌های اول و دوم	۸۸
شکل ۴-۱۳ : نمودار تغییرات شاخص دوام وارفتگی در برابر تعداد چرخه های آزمایش	۹۰
شکل ۴-۱۴ : نمودار تغییرات عدد سختی چکش اشمیت	۹۲
شکل ۴-۱۵ : نمونه های مغزه‌های تهیه شده با درجات مختلف هوازدهی	۹۲
شکل ۴-۱۶ : نمونه های مکعبی تهیه شده از سنگ‌های گرانیته خیلی هوازده	۹۳
شکل ۴-۱۷ : نمودار تغییرات مقاومت فشاری تک محوری در حالت خشک	۹۴
شکل ۴-۱۸ : نمودار تغییرات مقاومت کششی غیرمستقیم و درجه هوازدهی	۹۴
شکل ۴-۱۹ : نمودار تغییرات شاخص بار نقطه‌ای و درجه هوازدهی	۹۵
شکل ۴-۲۰ : نمودار تغییرات ضریب هوازدهی و درجه هوازدهی	۹۶
شکل ۴-۲۱ : نمودار شاخص K_f و درجه هوازدهی سنگ	۹۶
شکل ۴-۲۲ : نمودار تغییرات LOI در مقابل درجه هوازدهی	۹۸
شکل ۴-۲۳ : نمودار تغییرات شاخص SA مقابل درجه هوازدهی	۹۸
شکل ۴-۲۴ : نمودار تغییرات نسبت سسکواکسیدها	۹۹
شکل ۴-۲۵ : نمودار تغییرات شاخص (Ba) ی	۹۹
شکل ۴-۲۶ : نمودار تغییرات شاخص (ba1)	۱۰۰
شکل ۴-۲۷ : نمودار تغییرات شاخص (ba2)	۱۰۰
شکل ۴-۲۸ : نمودار تغییرات شاخص (ba3)	۱۰۱
شکل ۴-۲۹ : نمودار تغییرات شاخص B	۱۰۱
شکل ۴-۳۰ : نمودار تغییرات شاخص شستگی	۱۰۲
شکل ۴-۳۱ : نمودار تغییرات شاخص SF در مقابل هوازدهی	۱۰۲
شکل ۴-۳۲ : نمودار تغییرات نسبت سیلیس به سسکواکسیدها	۱۰۳
شکل ۴-۳۳ : تغییرات شاخص پتانسیل هوازدهی نسبت به درجه هوازدهی	۱۰۳
شکل ۴-۳۴ : نمودار تغییرات شاخص هوازدهی با درجه هوازدهی	۱۰۴
شکل ۴-۳۵ : نمودار تغییرات شاخص bases to Al و درجه هوازدهی	۱۰۵
شکل ۴-۳۶ : نمودار تغییرات شاخص Bases to R2O3 و درجه هوازدهی	۱۰۵
شکل ۴-۳۷ : نمودار تغییرات شاخص K و درجه هوازدهی	۱۰۶
شکل ۴-۳۸ : نمودار تغییرات شاخص آب شستگی و درجه هوازدهی	۱۰۶
شکل ۴-۳۹ : نمودار تغییرات شاخص نسبت آلکالن	۱۰۷

عنوان	فهرست شکل ها	صفحه
شکل ۴-۴۰: نمودار تغییرات نسبت پتاسیم به سدیم.....	۱۰۸.....	۱۰۸
شکل ۴-۴۱: نمودار تغییرات شاخص b.....	۱۰۸.....	۱۰۸
شکل ۴-۴۲: نمودار تغییرات فاکتور شستشو.....	۱۰۹.....	۱۰۹
شکل ۴-۴۳: نمودار تغییرات شاخص CIA نسبت به درجه هواز دگی.....	۱۰۹.....	۱۰۹
شکل ۴-۴۴: نمودار تغییرات شاخص b1 و درجه هواز دگی.....	۱۱۰.....	۱۱۰
شکل ۴-۴۵: نمودار تغییرات شاخص CIW و درجه هواز دگی.....	۱۱۰.....	۱۱۰
شکل ۴-۴۶: نمودار تغییرات شاخص CWI و درجه هواز دگی.....	۱۱۱.....	۱۱۱
شکل ۴-۴۷: نمودار تغییرات شاخص تحرک پذیری و درجه هواز دگی.....	۱۱۱.....	۱۱۱
شکل ۴-۴۸: نمودار تغییرات شاخص Ti و درجه هواز دگی.....	۱۱۲.....	۱۱۲
شکل ۴-۴۹: نمودار تغییرات چگالی خشک در چرخه های انجماد و ذوب.....	۱۱۳.....	۱۱۳
شکل ۴-۵۰: نمودار تغییرات چگالی اشباع در چرخه های انجماد و ذوب.....	۱۱۳.....	۱۱۳
شکل ۴-۵۱: نمودار تغییرات سرعت موج فشاری در حالت خشک در چرخه های انجماد و ذوب.....	۱۱۴.....	۱۱۴
شکل ۴-۵۲: نمودار تغییرات سرعت موج در حالت اشباع در چرخه های انجماد و ذوب.....	۱۱۴.....	۱۱۴
شکل ۴-۵۳: نمودار تغییرات تخلخل در چرخه های انجماد و ذوب.....	۱۱۵.....	۱۱۵
شکل ۴-۵۴: نمودار تغییرات شاخص بار نقطه‌ای در چرخه های انجماد و ذوب.....	۱۱۵.....	۱۱۵
شکل ۴-۵۵: نمودار تغییرات مقاومت کششی غیر مستقیم در چرخه های ذوب وانجماد.....	۱۱۶.....	۱۱۶
شکل ۴-۵۶: نمودار تغییرات مقاومت فشاری تک محوری در چرخه های انجماد و ذوب.....	۱۱۶.....	۱۱۶
شکل ۴-۵۷: تصویر شماتیک از نحوه انجام آزمایش هواز دگی نمک.....	۱۱۷.....	۱۱۷
شکل ۴-۵۸: تصاویر نمونه های مورد آزمایش در آزمایش هواز دگی نمک.....	۱۱۸.....	۱۱۸
شکل ۴-۵۹: آزمون هواز دگی نمک با نمک‌های مختلف برای درجات مختلف هواز دگی.....	۱۱۹.....	۱۱۹
شکل ۴-۶۰: تصاویر شماتیک از مکانیسم های مختلف تخریب سنگ توسط نمک.....	۱۲۰.....	۱۲۰
شکل ۴-۶۱: توصیف درجه هواز دگی بر اساس شاخص جذب سریع آب و سرعت موج فشاری.....	۱۲۲.....	۱۲۲
شکل ۴-۶۲: توصیف درجه هواز دگی بر اساس شاخص جذب سریع آب و مقاومت کششی.....	۱۲۳.....	۱۲۳
شکل ۴-۶۳: توصیف درجه هواز دگی بر اساس شاخص جذب سریع آب و درصد افت مقاومت.....	۱۲۴.....	۱۲۴

فصل اول

۱- کلیات.....	۳
۱-۱- مقدمه.....	۳
۲-۱- اهمیت مطالعه فرآیند هوازدگی.....	۴
۳-۱- فرضیات.....	۷
۴-۱- اهداف.....	۷
۵-۱- مراحل انجام پژوهش.....	۷
۱-۵-۱- مطالعات دفتری.....	۷
۲-۵-۱- مطالعات صحرایی.....	۸
۳-۵-۱- مطالعات آزمایشگاهی.....	۸
۴-۵-۱- تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری.....	۸

فصل دوم

۲- وضعیت جغرافیایی، زمین‌شناسی و اقلیم منطقه مورد مطالعه.....	۱۱
۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی.....	۱۱
۲-۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه.....	۱۱
۳-۲- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه.....	۱۵
۱-۳-۲- سنگ‌های متاولکانیک (TR^{mv}).....	۱۵
۲-۳-۲- آهک و دولومیت با تبلور دوباره (TRJ^1).....	۱۶
۳-۳-۲- سربیسیت شیبست و شیبست (J^{sch}).....	۱۶
۴-۳-۲- واحد (JK^{V2}).....	۱۶
۵-۳-۲- سکانس آتشفشانی- رسوبی (سری سنقر) (JK^{rhy}).....	۱۶
۶-۳-۲- توده‌های نفوذی جنوب قروه یا خارسره ($Gd-d$).....	۱۸
۷-۳-۲- پهنه‌ی سطح منطقه و نیز رسوبات آبرفتی (Qt_2 و Qt_3).....	۱۹
۴-۲- وضعیت اقلیمی منطقه مورد مطالعه.....	۱۹

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
۱-۴-۲- دما	۱۹
۲-۴-۲- تعداد روزهای یخبندان	۲۰
۳-۴-۲- بارش	۲۰
۴-۴-۲- تعداد روزهای بارانی	۲۲
۵-۴-۲- تبخیر	۲۲
۵-۲- طبقه‌بندی اقلیمی	۲۳
۱-۵-۲- طبقه‌بندی اقلیمی کوپن	۲۳
۲-۵-۲- اقلیم‌نمای آمبرژه	۲۵
۳-۵-۲- نمودار اقلیمی تورنتوایت	۲۶
۶-۲- آب و هوا و نوع هوازدهی	۲۷

فصل سوم

۳- مفهوم هوازدهی و شاخص های هوازدهی	.....	۲۹
۱-۳- مقدمه	.....	۳۱
۲-۳- مروری بر مطالعات انجام شده قبلی	.....	۳۱
۳-۳- تعریف اصطلاحات هوازدهی، دگرسانی و فرسایش	.....	۳۳
۱-۳-۳- هوازدهی و عوامل مؤثر بر آن	.....	۳۳
۲-۳-۳- انواع هوازدهی	.....	۳۴
۱-۲-۳-۳- هوازدهی مکانیکی و عوامل مؤثر بر آن	.....	۳۴
۱-۱-۲-۳-۳- هوازدهی انجمادی	.....	۳۵
۲-۱-۲-۳-۳- تغییرات دمای سنگ	.....	۳۵
۳-۱-۲-۳-۳- تبلور	.....	۳۵
۴-۱-۲-۳-۳- نمکها	.....	۳۵
۲-۲-۳-۳- هوازدهی شیمیایی و عوامل مؤثر بر آن	.....	۳۶
۱-۲-۲-۳-۳- انحلال	.....	۳۹

صفحه	فهرست مطالب	عنوان
۳۹	۲-۲-۲-۳-۳-۳ هیدراسیون
۴۰	۳-۲-۲-۳-۳-۳ هیدرولیز
۴۰	۴-۲-۲-۳-۳-۳ اکسیداسیون
۴۱	۳-۳-۳ عوامل محیطی کنترل کننده هواز دگی در سنگ‌ها
۴۱	۱-۳-۳-۳ تأثیر آب و هوا بر نوع هواز دگی
۴۲	۲-۳-۳-۳ عوامل بیولوژیکی مؤثر بر هواز دگی
۴۲	۳-۳-۳-۳ فرآیندهای تجزیه
۴۴	۴-۳-۳ دگرسانی
۴۴	۱-۴-۳-۳ دگرسانی درونزاد (آلتراسیون) و عوامل مؤثر در شدت و نوع دگرسانی
۴۴	۱-۱-۴-۳-۳ عوامل مؤثر در شدت و نوع دگرسانی
۴۴	۲-۱-۴-۳-۳ واکنش‌های دگرسانی
۴۴	۱-۲-۱-۴-۳-۳ هیدرولیز
۴۵	۲-۲-۱-۴-۳-۳ هیدراسیون (آبگیری)
۴۵	۳-۲-۱-۴-۳-۳ دهیدراسیون (آبزدایی)
۴۵	۴-۲-۱-۴-۳-۳ جانشینی قلیایی و قلیایی خاکی
۴۶	۵-۲-۱-۴-۳-۳ اکسیداسیون و احیا
۴۶	۳-۱-۴-۳-۳ انواع دگرسانی
۴۶	۱-۳-۱-۴-۳-۳ دگرسانی پتاسیمی یا بیوتیتی - ارتوکلازی
۴۶	۲-۳-۱-۴-۳-۳ دگرسانی فلیکی یا سرسیتی
۴۸	۵-۳-۳ انواع طبقه‌بندی ها در فرآیند هواز دگی
۴۸	۱-۵-۳-۳ طبقه‌بندی مهندسی
۴۹	۲-۵-۳-۳ طبقه‌بندی های توصیفی
۵۰	۴-۳ شاخص های هواز دگی
۵۰	۱-۴-۳ مقدمه

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
۳-۴-۲- شاخص های پتروگرافی و کانی شناسی.....	۵۱	۵۱
۳-۴-۲-۱- شاخص درجه تخریب (Xd).....	۵۱	۵۱
۳-۴-۲-۲- شاخص کیفیت میکروپتروگرافیک (Ki).....	۵۲	۵۲
۳-۴-۲-۳- شاخص تراکم ریز ترکها (P).....	۵۲	۵۲
۳-۴-۲-۴- شاخص میکروپتروگرافی (Ip).....	۵۳	۵۳
۳-۴-۲-۵- شاخص نسبت کانی ثانویه (R).....	۵۳	۵۳
۳-۴-۲-۶- ضریب بافتی (TC).....	۵۴	۵۴
۳-۴-۲-۷- شاخص ریز شکستگی ها (I).....	۵۴	۵۴
۳-۴-۲-۸- شاخص نسبت کوارتز به فلدسپات (Q/F).....	۵۴	۵۴
۳-۴-۳- شاخص های مهندسی	۵۴	۵۴
۳-۴-۳-۱- شاخص جذب سریع آب یا شاخص پوکی	۵۶	۵۶
۳-۴-۳-۲- ضریب هوازگی (K).....	۵۶	۵۶
۳-۴-۳-۳- مقاومت فشاری تک محوری (UCS).....	۵۷	۵۷
۳-۴-۳-۴- سختی چکش اشمیت.....	۵۷	۵۷
۳-۴-۳-۵- شاخص دوام وارفنگی (Id).....	۵۸	۵۸
۳-۴-۳-۶- مقاومت کششی به روش برزیلین	۵۹	۵۹
۳-۴-۳-۷- شاخص Kr.....	۵۹	۵۹
۳-۴-۴- شاخص های هوازگی شیمیایی.....	۵۹	۵۹
۳-۴-۴-۱- شاخص های ارائه شده براساس نسبت وزنی.....	۶۱	۶۱
۳-۴-۴-۱-۱- شاخص هوازگی مطلق.....	۶۱	۶۱
۳-۴-۴-۲- شاخص LOI.....	۶۱	۶۱
۳-۴-۴-۳- درجه هوازگی شیمیایی ایساک و جیانگ (CWD).....	۶۲	۶۲
۳-۴-۴-۲- شاخص های ارائه شده بر اساس نسبت مولکولی.....	۶۲	۶۲
۳-۴-۴-۲-۱- شاخص های ارائه شده بر اساس نسبت مولکولی مواد تحرک پذیر به تحرک ناپذیر.....	۶۲	۶۲

صفحه	فهرست مطالب	عنوان
۶۲	SA (or ki) به آلومینیوم	۱-۱-۲-۴-۴-۳ نسبت سیلیس
۶۳	(Kr) سسکو اکسیدها	۲-۱-۲-۴-۴-۳ نسبت
۶۳	(Ba) کلسیم به آلومینیوم	۳-۱-۲-۴-۴-۳ نسبت پتاسیم - سدیم
۶۴	(ba ₁) آلومینیوم	۴-۱-۲-۴-۴-۳ نسبت پتاسیم - سدیم
۶۴	(ba ₂) آلومینیوم	۵-۱-۲-۴-۴-۳ نسبت کلسیم - منیزیم
۶۴	(ba ₃) آلومینیوم	۶-۱-۲-۴-۴-۳ نسبت پتاسیم - سدیم - منیزیم
۶۵	(B) والد (سنگ سالم)	۷-۱-۲-۴-۴-۳ نسبت نرمالیزه شده ba
۶۵	(β) شاخص شستگی	۸-۱-۲-۴-۴-۳ شاخص
۶۵	(SF) آهن	۹-۱-۲-۴-۴-۳ شاخص نسبت سیلیس
۶۶	R ₂ O ₃	۱۰-۱-۲-۴-۴-۳ نسبت سیلیس
۶۶	(WPI) هوازدگی	۱۱-۱-۲-۴-۴-۳ شاخص پتانسیل
۶۷	(PI) محصول	۱۲-۱-۲-۴-۴-۳ شاخص
۶۷	(WI) هوازدگی	۱۳-۱-۲-۴-۴-۳ شاخص
۶۷	بر اساس نسبت آلومینیوم	۱۴-۱-۲-۴-۴-۳ بر اساس
۶۸	R ₂ O ₃	۱۵-۱-۲-۴-۴-۳ بر اساس نسبت
۶۸	K	۱۶-۱-۲-۴-۴-۳ شاخص
۶۸	(MI) میورا	۱۷-۱-۲-۴-۴-۳ شاخص
۶۹	(β')	۱۸-۱-۲-۴-۴-۳ شاخص آب شستگی
۶۹	بر اساس نسبت مولکولی	۲-۲-۴-۴-۳ دیگر شاخص های ارائه شده
۶۹	شخص نسبت آلكالن	۱-۲-۲-۴-۴-۳ شاخص
۶۹	(α) سدیم	۲-۲-۲-۴-۴-۳ نسبت پتاسیم به
۷۰	(b) آلومینیوم	۳-۲-۲-۴-۴-۳ نسبت به آهن
۷۰	فاكتور شستشو	۴-۲-۲-۴-۴-۳ فاکتور
۷۰	(CIA) دگرسانی	۵-۲-۲-۴-۴-۳ شاخص شیمیایی

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
۳-۴-۲-۶- نسبت آلومینیوم به تیتانیوم (b₁)	۷۰	۷۰
۳-۴-۲-۷- شاخص شیمیایی هوازگی هارنویس (CIW)	۷۱	۷۱
۳-۴-۲-۸- شاخص هوازگی شیمیایی سئوکا (CWI)	۷۱	۷۱
۳-۴-۲-۹- شاخص تحرک پذیری (I_{mob})	۷۱	۷۱
۳-۴-۲-۱۰- شاخص تیتانیوم (Ti)	۷۲	۷۲
۳-۴-۳- شاخص های ارائه شده بر اساس نسبت اتمی	۷۲	۷۲
۳-۴-۱- سایشی pH	۷۲	۷۲
۳-۴-۲- شاخص پارکر (PI)	۷۲	۷۲
۳-۶- آزمایش انجماد و آب شدن	۷۳	۷۳
۳-۷- هوازگی نمک	۷۴	۷۴

فصل چهارم

۴- ارزیابی هوازگی سنگ های گرانیتوئیدی جنوب قروه	۷۷	۷۷
۴-۱- مقدمه	۷۹	۷۹
۴-۲- مطالعات سنگ شناسی	۷۹	۷۹
۴-۲-۱- مطالعه مقاطع میکروسکوپی	۷۹	۷۹
۴-۲-۲- ارزیابی شاخص های پتروگرافی	۸۱	۸۱
۴-۲-۱- شاخص درجه تخریب (X_d)	۸۱	۸۱
۴-۲-۲- شاخص میکروپتروگرافی (I_p)	۸۲	۸۲
۴-۲-۳- شاخص نسبت کوارتز به فلدسپات (Q/F)	۸۳	۸۳
۴-۳- ویژگی های مهندسی گرانیت های منطقه مورد مطالعه	۸۳	۸۳
۴-۳-۱- ویژگی های فیزیکی	۸۳	۸۳
۴-۳-۱- تخلخل	۸۴	۸۴
۴-۳-۱- چگالی خشک	۸۴	۸۴
۴-۳-۱- چگالی اشباع	۸۵	۸۵

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
۴-۳-۱-۴- سرعت موج فشاری در حالت خشک.....		۸۶
۴-۳-۱-۵- سرعت موج فشاری در حالت اشباع.....		۸۶
۴-۳-۱-۶- شاخص جذب سریع آب (IV).....		۸۷
۴-۳-۱-۷- شاخص دوام وارفتگی.....		۸۸
۴-۳-۱-۸- آزمون چکش اشمیت.....		۹۱
۴-۴- شاخص های مکانیکی.....		۹۲
۴-۴-۱- مقاومت فشاری تک محوری.....		۹۳
۴-۴-۲- مقاومت کششی غیر مستقیم.....		۹۴
۴-۴-۳- شاخص بار نقطه‌ای.....		۹۵
۴-۴-۴- شاخص ضریب هوازدگی (K).....		۹۵
۴-۴-۵- شاخص Kr.....		۹۶
۴-۵- شاخص های شیمیایی.....		۹۶
۴-۵-۱- شاخص هایی که نسبی نیستند.....		۹۷
۴-۵-۱-۱- شاخص LOI.....		۹۷
۴-۵-۲- شاخص های مبتنی بر نسبت مولکولی.....		۹۸
۴-۵-۲-۱- شاخص هایی مبتنی بر نسبت مولکولی مواد تحرک پذیر به مواد تحرک ناپذیر.....		۹۸
۴-۵-۲-۱-۱- شاخص نسبت سیلیس به آلومینوم (SA).....		۹۸
۴-۵-۲-۱-۲- شاخص نسبت سسکو اکسیدها (Kr).....		۹۸
۴-۵-۲-۱-۳- نسبت پتاسیم - سدیم - کلسیم به آلومینوم (Ba).....		۹۹
۴-۵-۲-۱-۴- نسبت پتاسیم - سدیم به آلومینوم (ba1).....		۹۹
۴-۵-۲-۱-۵- نسبت کلسیم - منیزیم به آلومینوم (ba2).....		۱۰۰
۴-۵-۲-۱-۶- نسبت پتاسیم - سدیم - منیزیم به آلومینوم (ba3).....		۱۰۰
۴-۵-۲-۱-۷- نسبت نرمالیزه شده ba والد (سنگ سالم) (B).....		۱۰۱
۴-۵-۲-۱-۸- شاخص شستگی (β).....		۱۰۱

صفحه	فهرست مطالب	عنوان
۱۰۲	نسبت سیلیس به آهن (SF).....	۹-۱-۲-۵-۴
۱۰۲	نسبت سیلیس به R_2O_3	۱۰-۱-۲-۵-۴
۱۰۳	شاخص پتانسیل هوازگی (WPI).....	۱۱-۱-۲-۵-۴
۱۰۳	شاخص محصول (PI).....	۱۲-۱-۲-۵-۴
۱۰۴	شاخص هوازگی (WI).....	۱۳-۱-۲-۵-۴
۱۰۴	بر اساس نسبت آلومینیوم (Bases to Al).....	۱۴-۱-۲-۵-۴
۱۰۵	بر اساس نسبت R_2O_3 (Bases to R_2O_3).....	۱۵-۱-۲-۵-۴
۱۰۵	شاخص K.....	۱۶-۱-۲-۵-۴
۱۰۶	شاخص آب شستگی (β').....	۱۷-۱-۲-۵-۴
۱۰۶	دیگر شاخص های مبتنی بر نسبت مولکولی.....	۲-۲-۵-۴
۱۰۷	شاخص نسبت الکالن (Alk Ratio).....	۱-۲-۲-۵-۴
۱۰۷	نسبت پتاسیم به سدیم (a).....	۲-۲-۲-۵-۴
۱۰۸	نسبت آلومینیوم به آهن (b).....	۳-۲-۲-۵-۴
۱۰۸	فاکتور شستشو.....	۴-۲-۲-۵-۴
۱۰۹	شاخص شیمیایی دگرسانی (CIA).....	۵-۲-۲-۵-۴
۱۰۹	نسبت آلومینیوم به تیتانیوم (b_1).....	۶-۲-۲-۵-۴
۱۱۰	شاخص شیمیایی هوازگی هارنویس (CIW).....	۷-۲-۲-۵-۴
۱۱۰	شاخص هوازگی شیمیایی سئوکا (CWI).....	۸-۲-۲-۵-۴
۱۱۱	شاخص تحرک پذیری (I_{mob}).....	۹-۲-۲-۵-۴
۱۱۱	شاخص تیتانیوم (Ti).....	۱۰-۲-۲-۵-۴
۱۱۲	آزمایش انجماد و ذوب.....	۶-۴
۱۱۷	آزمایش هوازگی نمک.....	۷-۴
۱۲۱	بحث.....	۸-۴
۱۲۱	تحلیل آماری.....	۱-۸-۴

صفحه	فهرست مطالب	عنوان
۱۲۱.....	۱-۱-۸-۴- ارتباط بین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی و درجه هوازدهی	
۱۲۱.....	۲-۸-۴- طبقه‌بندی‌های کمی هوازدهی برای گرانیتهای جنوب قروه	
۱۲۱.....	۱-۲-۸-۴- طبقه‌بندی بر اساس شاخص جذب سریع آب و سرعت موج فشاری	
۱۲۲.....	۲-۲-۸-۴- طبقه‌بندی بر اساس شاخص جذب سریع آب و مقاومت کششی برزیلی	
۱۲۳.....	۳-۲-۸-۴- طبقه‌بندی بر اساس شاخص جذب سریع آب و درصد افت مقاومت	

فصل پنجم

۱۲۷.....	۱-۵- نتیجه گیری
۱۲۹.....	۲-۵- پیشنهادات
۱۳۰.....	پیوست
۱۳۴.....	منابع