

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

همه‌ی امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی‌سینا همدان تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی‌سینا (استاد یا استادان 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.



دانشگاه گیلان

دانشکده‌ی علوم
گروه زمین‌شناسی

پایان نامه:

برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی زمین‌شناسی مهندسی

عنوان:

مطالعه زمین‌شناسی مهندسی سنگ‌های آهکی
شمال و شمال غرب همدان

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا خانلری

پژوهشگر:

منوچهر دوستی

مهرماه ۸۸

تقدیم به

پدر، مادر، برادران، خواهران و همسر مهربانم

برای تمامی دلگرمی‌هایی که در این سال با من دادند.

تشکر و قدردانی

بی‌تردید انجام این تحقیق بدون راهنمایی، مساعدت و تشویق استاد گرامی‌ام، جناب آقای دکتر غلامرضا خانلری مقدور نبود. بر خود لازم می‌دانم تا از تلاش‌های بی‌شائبه ایشان در هدایت این پروژه صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم.

از جناب آقای دکتر مجتبی حیدری به خاطر زحماتشان در مشاوره این پایان‌نامه کمال تشکر را دارم. از جناب آقای دکتر محمدحسین قبادی و جناب آقای سید داوود محمدی که زحمت قرائت و داوری این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند کمال تقدیر و تشکر را دارم.

همچنین از اساتیدم در دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد کمال سپاس را دارم. از تمام دوستانم که در طول مدت تحصیل مرا مورد لطف و عنایت خود قرار دادند صمیمانه متشکرم و آرزومندم در تمام مراحل زندگی موفق و سربلند باشند.

منوچهر دوستی

عنوان پایان نامه: مطالعه زمین شناسی مهندسی سنگ‌های آهکی شمال و شمال غرب همدان		
نام خانوادگی: دوستی		نام: منوچهر
استاد راهنما: دکتر غلامرضا خانلری		
استاد مشاور: دکتر مجتبی حیدری		
رشته تحصیلی: زمین شناسی	گرایش: زمین‌شناسی مهندسی	مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد
دانشگاه: بوعلی سینا همدان	دانشکده: علوم پایه	
تاریخ تصویب: ۸۵/۱۰/۲۳	تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۸/۷/۷	تعداد صفحه: ۱۵۷
<p>چکیده:</p> <p>سنگ‌های آهکی سطح وسیعی از استان همدان را پوشانده‌اند. به همین علت استفاده از این سنگ‌ها هم به عنوان منابع قرضه و هم به عنوان پی‌سنگ سازه‌هایی چون سد آبشینه، سد اکباتان و نیروگاه حرارتی شهید مفتاح دیده می‌شود. انحلال‌پذیری مهمترین ویژگی سنگ‌های آهکی است که رفتار مهندسی آنها را در کنار سایر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تعیین می‌کند. بدین منظور جهت تهیه یک شناسنامه ژئوتکنیکی از رفتار مهندسی سنگ‌های آهکی استان در شمال و شمال غرب استان به ترتیب از سد آبشینه در همدان، معدن سنگ آهک همه‌کسی در قهاوند و سنگ آهک‌های غار علیصدر در روستای علیصدر واقع در کبودرآهنگ، نمونه‌های بلوک سنگی هوانزده انتخاب شده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و انحلال‌پذیری این آهک‌ها مورد مطالعه قرار گرفتند. از میان سنگ‌های سه منطقه مذکور سنگ آهک همه‌کسی به سن الیگومیوسن دارای بیشترین تخلخل و کمترین مقاومت بودند. قبل از انجام آزمایش‌های انحلال‌پذیری دستگاه سیرکولاسیون انحلال توسط نگارنده و همکاران مورد بهسازی قرار گرفت. برای اولین بار در داخل کشور امکان ثابت نگاه داشتن اسیدپتبه به منظور تعیین ثابت سرعت انحلال (Kc) و انجام آزمون آبدردی فراهم گردید. ثابت سرعت انحلال نمونه‌های سه منطقه در سه اسیدپتبه ثابت ۶/۷، ۷/۲، ۷/۷ در محدوده دمایی ۲-۵ درجه سانتیگراد در طی ۹ سیکل تعیین گردیدند. نمونه‌های سنگ آهک علیصدر با سن ژوراسیک میانی دارای بالاترین ثابت سرعت انحلال بودند. در طی آزمون آبدردی مشخص گردید که بیشترین میزان باز شدگی مربوط سنگ آهک همه‌کسی است. زیرا به دلیل سستی بافت سنگ آهک همه‌کسی میزان فرسایش فیزیکی از فرسایش انحلالی بیشتر است. همچنین مشخص گردید جریان قائم آب عبوری در درزه‌ها بیشتر از جریان افقی توانایی توسعه درزه‌ها را دارد. با انجام آزمایشات انحلال در حضور اکسید آهن تأثیر این اکسید در کاهش ثابت سرعت انحلال و بسته شدن زود هنگام درزه‌ها در آزمون آبدردی تأیید شد.</p> <p>واژه‌های کلیدی: سنگ‌های آهکی، Kc، دستگاه انحلال‌پذیری</p>		

فصل اول: کلیات.....	۲
۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- اهداف و اهمیت موضوع.....	۴
۳-۱- روش انجام پژوهش.....	۵
۱-۳-۱- مطالعات دفتری.....	۵
۲-۳-۱- بررسیهای صحرایی و نمونه برداری.....	۶
۳-۳-۱- مطالعات آزمایشگاهی.....	۶
۴-۳-۱- تجزیه و تحلیل اطلاعات.....	۶
فصل دوم: زمین شناسی.....	۷
۱-۲- مقدمه.....	۸
۲-۲- منطقه قهاوند.....	۸
۱-۲-۲- جغرافیای منطقه.....	۸
۲-۲-۲- راه های دسترسی.....	۹
۳-۲-۲- زمین شناسی منطقه.....	۹
۳-۲-۳- منطقه کبودرآهنگ.....	۱۳
۱-۳-۲- جغرافیای منطقه.....	۱۳
۲-۳-۲- راه های دسترسی.....	۱۴
۳-۳-۲- زمین شناسی منطقه.....	۱۴
۴-۲- منطقه همدان.....	۲۰
۱-۴-۲- جغرافیای منطقه.....	۲۰
۲-۴-۲- راه های دسترسی.....	۲۰
۳-۴-۲- زمین شناسی منطقه.....	۲۱
فصل سوم: بررسی ویژگی های زمین شناسی مهندسی.....	۲۸
۱-۳- مقدمه.....	۲۹
۲-۳- مطالعات آزمایشگاهی.....	۲۹
۱-۲-۳- مطالعات خصوصیات سنگ شناسی.....	۳۰
۱-۱-۲-۳- بررسی پتروگرافی سنگ های آهکی مورد مطالعه.....	۳۰
الف) بررسی پتروگرافی سنگ آهک منطقه قهاوند (همه-کسی).....	۳۰
ب) بررسی پتروگرافی سنگ آهک منطقه کبودر آهنگ (غار علیصدر).....	۳۱
ج) بررسی پتروگرافی سنگ آهک منطقه همدان (سد آبشینه).....	۳۱

۳-۲-۱-۲- آزمايش پراش اشعه ايکس (XRD).....	۳۲
۳-۲-۱-۳- آزمايش فلورسانس اشعه ايکس (XRF).....	۳۵
۳-۲-۱-۴- آزمايش کلسيمتري.....	۳۷
۳-۲-۲- بررسي خواص فيزيکي.....	۳۸
۳-۲-۲-۱- آزمايش تعيين چگالي (خشک و اشباع) ، جذب آب و تخلخل.....	۳۸
۳-۲-۲-۲- ارتباط چگالي خشک با درصد تخلخل.....	۴۱
۳-۲-۲-۳- شاخص جذب آب.....	۴۲
۳-۲-۲-۴- آزمايش تعيين شاخص دوام و ارفتگي.....	۴۴
۳-۲-۳- بررسي خواص مکانیکی :	۴۸
۳-۲-۳-۱- آزمايش تعيين قابليت سايش سنگ ها با دستگاہ لس آنجلس.....	۴۹
۳-۲-۳-۲- آزمايش تعيين سختي اشيت.....	۵۰
۳-۲-۳-۳- تعيين سرعت صوت و ثابتهاي الاستیک ديناميکی.....	۵۲
۳-۲-۳-۱- عوامل موثر بر سرعت صوت در سنگ.....	۵۵
۳-۲-۳-۵- آزمايش تعيين مقاومت بار نقطه اي.....	۵۵
۳-۲-۳-۶- آزمايش تعيين مقاومت کششي غير مستقيم به روش برزيلي.....	۵۹
۳-۲-۳-۷- آزمايش سلامت سنگ (با استفاده از محلول سولفات سدیم و سولفات منيزيم).....	۶۲
۳-۲-۳-۸- آزمايش مقاومت برشي مستقيم.....	۶۳
۳-۲-۳-۹- آزمايش تعيين مقاومت فشاری تک محوري (UCS).....	۶۶
۳-۲-۳-۱۰- آزمايش تعيين ارزش ضربه ائي.....	۶۸
۳-۲-۳-۱۱- آزمايش ذوب و انجماد.....	۶۹
فصل چهارم: بهسازی دستگاہ انخلال پذیری سنگ.....	۷۱
۴-۱- مقدمه.....	۷۲
۴-۲- انواع روشهاي اندازه گيري ثابت سرعت انخلال.....	۷۲
۴-۲-۱- دستگاہ سيرکولاسيون انخلال ۱۹۷۸ جيمز و لاپتون.....	۷۴
۴-۲-۲- دستگاہ سيرکولاسيون انخلال ۱۹۸۱ جيمز و لاپتون.....	۷۴
۴-۲-۳- دستگاہ سيرکولاسيون انخلال ۱۹۸۷ قبادي.....	۷۵
۴-۳- بهسازی دستگاہ انخلال پذیری سنگ.....	۷۷

۴-۴-آثار بهسازی دستگاہ انحلال پذیری سنگ.....	۸۰
۴-۴-۱-کاهش خطا در انجام نتایج آزمایش ها:.....	۸۰
۴-۴-۲-کاهش هزینه مالی پژوهش:.....	۸۲
۴-۴-۳-کاهش در زمان و هزینه نیروی انسانی:.....	۸۳
فصل پنجم: مطالعه خصوصیات انحلال پذیری سنگ های آهکی	۸۴
۵-۱- مقدمه.....	۸۵
۵-۲- تعریف پدیده انحلال پذیری.....	۸۷
۵-۲-۱- مکانیسم های انحلال:.....	۸۹
۵-۲-۲- عوامل موثر در انحلال پذیری سنگ ها.....	۸۹
۵-۲-۲-۱- ناپیوستگی های توده سنگ.....	۹۰
۵-۲-۲-۲- نوع مواد پرکننده ناپیوستگی ها.....	۹۰
۵-۲-۲-۳- ترکیب شیمیائی سنگ.....	۹۱
۵-۲-۲-۴- ترکیب شیمیائی آب.....	۹۱
۵-۲-۲-۵- درجه حرارت.....	۹۱
۵-۲-۲-۶- اسیدیته آب.....	۹۱
۵-۲-۲-۷- سطح در معرض تماس با آب.....	۹۲
۵-۲-۲-۸- سرعت جریان آب.....	۹۲
۵-۲-۲-۹- نوع جریان (خطی، آشفته).....	۹۲
۵-۲-۲-۱۰- حجم جریان آب عبوری.....	۹۲
۵-۳- پیشینه مطالعات انحلال پذیری.....	۹۳
۵-۴- تعادل کربنات در آب های کارستی.....	۹۴
۵-۴-۲- محاسبه ثابت تعادل (k).....	۹۶
۵-۵- بررسی لزوم مطالعات انحلال پذیری در مناطق مورد مطالعه.....	۹۶
۵-۶- نمونه برداری از سنگ های منطقه و آماده سازی نمونه ها.....	۹۷
۵-۷- تعیین کیفیت شیمیائی منابع آبی مورد استفاده برای انجام آزمایش های انحلال پذیری.....	۹۷
۵-۸- ارزیابی انحلال پذیری سنگ های آهکی مورد مطالعه.....	۹۸
۵-۸-۱- مقدمه.....	۹۸
۵-۸-۲- روش تعیین ثابت سرعت انحلال با استفاده از دستگاہ سیرکولاسیون بهسازی شده.....	۹۹
۵-۸-۳- نوع جریان.....	۱۰۱

شرح نحوه انجام آزمایش‌های آنالیز شیمیایی آب	۴-۸-۵
مخزن.....	۱۰۱
تعیین غلظت یون کلسیم (Ca^{2+}).....	۱-۴-۸-۵
تعیین سختی کل ($Mg^{2+}+Ca^{2+}$).....	۲-۴-۸-۵
تعیین غلظت یون منیزیم (Mg^{2+}).....	۳-۴-۸-۵
تعیین غلظت یون کربنات (CO_3^{2-}).....	۴-۴-۸-۵
تعیین غلظت یون بیکربنات (HCO_3^-).....	۵-۴-۸-۵
تعیین غلظت CO_2 محلول در آب.....	۶-۴-۸-۵
روش محاسبه ثابت سرعت انحلال سنگ‌های کربناته	۵-۸-۵
.....	۱۰۴
روش وزنی (جیمز و لایتون ۱۹۷۸).....	۱-۵-۸-۵
روش حجمی (وایت ۱۹۷۷).....	۲-۵-۸-۵
بررسی انحلال پذیری سنگ های آهک محل معدن سنگ	۹-۵
روستای همه کسی (H).....	۱۰۶
الف- سیکل ۶/۷.....	۱۰۶
ب- سیکل ۷/۲.....	۱۰۷
ج- سیکل ۷/۷.....	۱۰۷
محاسبه ثابت سرعت انحلال سنگ آهک همه کسی...۱۰۸	۱-۹-۵
محاسبه ثابت سرعت انحلال به روش وزنی..۱۰۸	۱-۱-۹-۵
محاسبه ثابت سرعت انحلال در اسیدپته	۱-۱-۹-۵
..... ۶/۷	۱۰۸
محاسبه ثابت سرعت انحلال در اسیدپته	۲-۱-۹-۵
..... ۷/۲	۱۱۲
محاسبه ثابت سرعت انحلال در اسیدپته	۳-۱-۹-۵
..... ۷/۷	۱۱۲
محاسبه ثابت سرعت انحلال سنگ آهک همه کسی	۲-۱-۹-۵
با استفاده از رابطه وایت.....	۱۱۲
محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۶/۷.....	۱-۲-۱-۹-۵
محاسبه ثابت سرعت انحلال در اسیدپته	۲-۲-۱-۹-۵
..... ۷/۲	۱۱۴
محاسبه ثابت سرعت انحلال در اسیدپته	۳-۲-۱-۹-۵
..... ۷/۷	۱۱۴

۱۰-۵- بررسی انحلال پذیری سنگ آهک های محل معدن سنگ	
غار علیصدر (Al)	۱۱۶
الف- سیکل ۶/۷	۱۱۶
ب- سیکل ۷/۲	۱۱۷
ج- سیکل ۷/۷	۱۱۷
۱-۱۰-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال سنگ آهک علیصدر	۱۱۷
۱-۱-۱۰-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال به روش وزنی	۱۱۷
۱-۱-۱-۱۰-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۱۹۶/۷	
۲-۱-۱-۱۰-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۱۹۷/۲	
۳-۱-۱-۱۰-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۲۳۷/۷	
۲-۱-۱۰-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال سنگ آهک علیصدر	
با استفاده از رابطه وایت	۱۲۴
۱-۲-۱-۱۰-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۲۴۶/۷	
۲-۲-۱-۱۰-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۲۴۷/۲	
۳-۲-۱-۱۰-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در اسیدیته	
۷/۷	۱۲۴
۱۱-۵- بررسی انحلال پذیری سنگ آهک های سد آبشینه (Ab)	
.....	۱۲۵
الف- سیکل ۶/۷	۱۲۶
ب- سیکل ۷/۲	۱۲۶
ج- سیکل ۷/۷	۱۲۶
د- سیکل ۷/۷ با اکسید آهن (FeO)	۱۲۶
۱-۱۱-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال سنگ آهک آبشینه (Ab)	
.....	۱۳۳
۱-۱-۱۱-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال به روش وزنی	۱۳۳
۱-۱-۱-۱۱-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۳۳۶/۷	
۲-۱-۱-۱۱-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۳۳۷/۲	
۳-۱-۱-۱۱-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۳۳۷/۷	
۴-۱-۱-۱۱-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۷/۷ با	
اکسید آهن	۱۳۴
۲-۱-۱۱-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال سنگ آهک آبشینه	
با استفاده از رابطه وایت	۱۳۴
۱-۲-۱-۱۱-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۳۴۶/۷	
۲-۲-۱-۱۱-۵- محاسبه ثابت سرعت انحلال در pH ۱۳۴۷/۲	

۵-۱۱-۱-۲-۳- محاسبه ثابت سرعت انحلال در اسیدیتته	۷/۷
۱۳۶	
۵-۱۱-۱-۲-۴- محاسبه ثابت سرعت انحلال در اسیدیتته	۷/۷
۱۳۶	
۵-۱۲- بررسی گسترش درزه ها و افزایش آبگذری در جریان-	
های قائم و افقی و تغییرات سریع اسیدیتته	۱۳۸
۵-۱۲-۱- مقدمه	۱۳۸
۵-۱۲-۲- انتخاب و آماده سازی نمونه های مورد آزمایش	
۱۳۹	
۵-۱۲-۳- روش انجام آزمایش	۱۴۱
۵-۱۲-۴- نتیجه گیری	۱۴۸
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۵۳
۶-۱- نتیجه گیری	۱۵۴
۶-۲- پیشنهادات	۱۵۶
منابع	۱۵۸

جدول ۳-۱: نتایج آنالیز XRF جهت بررسی ترکیب شیمیائی	
سنگ آهک های مورد مطالعه	۳۶
جدول ۳-۲: نتایج آزمایش کلسیمتری	۳۷
جدول ۳-۳: خصوصیات فیزیکی سنگ آهک همه کسبی	۳۹
جدول ۳-۴: خصوصیات فیزیکی سنگ آهک علیصدر	۴۰
جدول ۳-۵: خصوصیات فیزیکی سنگ آهک آبشینه	۴۰
جدول ۳-۶: طبقه بندی چگالی خشک سنگها	۴۰
جدول ۳-۷: طبقه بندی سنگها از نظر تخلخل	۴۱

جدول ۳-۸: طبقه بندی سنگها براساس چگالی خشک و تخلخل (Anon,1979).....	۴۲
جدول ۳-۹: رده بندی کیفی ۳ گروه سنگ آهک مورد مطالعه، بر اساس رده بندی آنون (۱۹۷۹).....	۴۲
جدول ۳-۱۰: نتایج آزمون دوام سنگ آهک‌های مورد مطالعه	۴۷
جدول ۳-۱۱: رده بندی گمبل (۱۹۷۱).....	۴۷
جدول ۳-۱۲: رده بندی فرانکلین و چاندر (۱۹۷۲).....	۴۸
جدول ۳-۱۳: توصیف سنگ آهک های مورد مطالعه بر اساس رده بندی گمبل و رده بندی فرانکلین چاندر.....	۴۸
جدول ۳-۱۳: نتایج آزمایش لس آنجلس.....	۵۰
جدول ۳-۱۴: مقاومت تراکمی نمونه‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون چکش اشیت.....	۵۱
جدول ۳-۱۵: نتایج مربوط به آزمون تعیین سرعت امواج در سنگ آهک همه‌کسی در حالت خشک.....	۵۳
جدول ۳-۱۶: نتایج مربوط به آزمون تعیین سرعت امواج در سنگ آهک همه‌کسی در حالت اشباع.....	۵۴
جدول ۳-۱۷: نتایج مربوط به آزمون تعیین سرعت امواج در سنگ آهک علیصدر در حالت خشک.....	۵۴
جدول ۳-۱۸: نتایج مربوط به آزمون تعیین سرعت امواج در سنگ آهک علیصدر در حالت اشباع.....	۵۴
جدول ۳-۱۹: نتایج مربوط به آزمون تعیین سرعت امواج در سنگ آهک آبشینه در حالت خشک.....	۵۴
جدول ۳-۲۰: نتایج مربوط به آزمون تعیین سرعت امواج در سنگ آهک شهرستان آبشینه در حالت اشباع.....	۵۴
جدول ۳-۲۱: مقادیر کلی ضریب C.....	۵۷
جدول ۳-۲۲: طبقه بندی‌های دیر و بنیاوسکی بر اساس مقاومت بار نقطه‌ای.....	۵۷
جدول ۳-۲۳: نتایج آزمایش مقاومت بار نقطه‌ای سنگ آهک همه‌کسی.....	۵۸
جدول ۳-۲۴: مقاومت بار نقطه‌ای سنگ آهک علیصدر.....	۵۸
جدول ۳-۲۵: نتایج آزمایش مقاومت بار نقطه‌ای سنگ آهک شهرستان آبشینه.....	۵۸

جدول ۳-۲۶: نتایج آزمایش تعیین مقاومت کششی غیر مستقیم با روش برزيلي سنگ آهک همه‌کسي	۶۰
جدول ۳-۲۷: نتایج آزمایش تعیین مقاومت کششی غیر مستقیم با روش برزيلي سنگ آهک عليصدر	۶۱
جدول ۳-۲۸: نتایج آزمایش تعیین مقاومت کششی غیر مستقیم با روش برزيلي سنگ آهک آبشینه	۶۱
جدول ۳-۲۹: درصد افت تجمعي نمونه‌هاي مورد آزمایش در آزمایش سلامت سولفات سدیم و منیزیم	۶۳
جدول ۳-۳۰: نتایج چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلي سنگ آهک‌هاي مورد مطالعه	۶۵
جدول ۳-۳۱: نتایج آزمایش تعیین مقاومت تراکمي تک محوري (UCS) سنگ آهک همه‌کسي	۶۷
جدول ۳-۳۲: نتایج آزمایش تعیین مقاومت تراکمي تک محوري (UCS) سنگ آهک عليصدر	۶۷
جدول ۳-۳۳: نتایج آزمایش تعیین مقاومت تراکمي تک محوري (UCS) سنگ آهک آبشینه	۶۸
جدول ۳-۳۴: نتایج آزمایش تعیین درصد ارزش ضربه‌اي	۶۹
جدول ۳-۳۵: نتایج حاصل از آزمایش ذوب و انجماد بر روي سنگ‌هاي مورد مطالعه	۷۰
جدول ۵-۱: نتایج آناليز شيميائي آب مخزن در سيکل ۶/۷ براي نمونه‌هاي سنگ آهک همه‌کسي	۱۰۹
جدول ۵-۲: نتایج آناليز شيميائي آب مخزن در سيکل ۷/۲ براي نمونه‌هاي سنگ آهک همه‌کسي	۱۱۰
جدول ۵-۳: نتایج آناليز شيميائي آب مخزن در سيکل ۷/۷ براي نمونه‌هاي سنگ آهک همه‌کسي	۱۱۱
جدول ۵-۴: تغييرات وزن نمونه‌هاي همه‌کسي (H) در سيکل‌هاي با اسيدितه‌هاي ۶/۷، ۷/۲، ۷/۷	۱۱۳
جدول ۵-۵: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌هاي همه‌کسي با استفاده از رابطه وايت در اسيدितه ۶/۷	۱۱۴
جدول ۵-۶: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌هاي همه‌کسي با استفاده از رابطه وايت در اسيدितه ۷/۲	۱۱۴
جدول ۵-۷: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌هاي همه‌کسي با استفاده از رابطه وايت در اسيدितه ۷/۷	۱۱۵

عنوان	فهرست جداول	صفحه
جدول ۵-۸: نتایج آنالیز شیمیایی آب مخزن در سیکل ۶/۷ برای نمونه‌های سنگ آهک علیصدر..... ۱۲۰		
جدول ۵-۹: نتایج آنالیز شیمیایی آب مخزن در سیکل ۷/۲ برای نمونه‌های سنگ آهک علیصدر..... ۱۲۱		
جدول ۵-۱۰: نتایج آنالیز شیمیایی آب مخزن در سیکل ۷/۷ برای نمونه‌های سنگ آهک علیصدر..... ۱۲۲		
جدول ۵-۱۱: تغییرات وزن نمونه‌های علیصدر (Al) در سیکل‌های با اسیدیته‌های ۶/۷، ۷/۲، ۷/۷..... ۱۲۳		
جدول ۵-۱۲: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌های علیصدر به روش حجمی در اسیدیته ۶/۷..... ۱۲۴		
جدول ۵-۱۳: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌های علیصدر با استفاده از رابطه وایت در اسیدیته ۷/۲..... ۱۲۴		
جدول ۵-۱۴: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌های علیصدر با استفاده از رابطه وایت در اسیدیته ۷/۷..... ۱۲۵		
جدول ۵-۱۵: نتایج آنالیز شیمیایی آب مخزن در سیکل ۶/۷ برای نمونه‌های سنگ آهک آبشینه..... ۱۲۹		
جدول ۵-۱۶: نتایج آنالیز شیمیایی آب مخزن در سیکل ۷/۲ برای نمونه‌های سنگ آهک آبشینه..... ۱۳۰		
جدول ۴-۱۷: نتایج آنالیز شیمیایی آب مخزن در سیکل ۷/۷ برای نمونه‌های سنگ آهک آبشینه..... ۱۳۱		
جدول ۵-۱۸: نتایج آنالیز شیمیایی آب مخزن در سیکل ۷/۷ برای نمونه‌های سنگ آهک آبشینه با اکسید آهن..... ۱۳۲		
جدول ۵-۱۷: تغییرات وزن نمونه‌های آبشینه (Ab) در سیکل-های با اسیدیته‌های ۶/۷، ۷/۲، ۷/۷..... ۱۳۵		
جدول ۵-۱۸: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌های آبشینه با استفاده از رابطه وایت در اسیدیته ۶/۷..... ۱۳۴		
جدول ۵-۱۹: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌های آبشینه با استفاده از رابطه وایت در اسیدیته ۷/۲..... ۱۳۶		
جدول ۵-۲۰: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌های آبشینه با استفاده از رابطه وایت در اسیدیته ۷/۷..... ۱۳۶		
جدول ۵-۲۱: محاسبه ثابت سرعت انحلال نمونه‌های آبشینه با استفاده از رابطه وایت در اسیدیته ۷/۷ با حضور اکسید آهن..... ۱۳۶		

جدول ۵-۲۲: مشخصات نمونه‌های انتخاب شده جهت انجام مطالعات انحلال پذیری و آزمون آبگذری.....	۱۴۲
جدول ۵-۲۳: مقادیر دبی اولیه و تغییرات دبی در اسیدیته‌های متفاوت در طول هفته‌های سوم، پنجم و هفتم در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد.....	۱۴۹

شکل ۲-۱: راه‌های دسترسی به محل نمونه برداری سنگ آهک‌های منطقه قهاوند، مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰.....	۱۰
شکل ۲-۲: نقشه واحدهای زمین‌شناسی موجود در محل نمونه برداری از آهک‌های منطقه قهاوند، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰.....	۱۲
شکل ۲-۳: راه‌های دسترسی به محل نمونه برداری سنگ آهک‌های منطقه کبودر آهنگ،.....	۱۵
شکل ۲-۴: نقشه زمین‌شناسی واحدهای موجود در محل نمونه برداری از آهک‌های منطقه کبودر آهنگ، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.....	۱۷

- شکل ۲-۵: نقشه راه‌های دسترسی به محل‌های نمونه برداری از آهک‌های منطقه همدان، مقیاس ۵۰۰۰۰:۱. ۲۲.....
- شکل ۲-۶: نقشه واحدهای زمین شناسی موجود در محل نمونه برداری از آهک‌های منطقه همدان، مقیاس ۱۰۰۰۰:۱. ۲۵.....
- شکل ۳-۱: تصویر میکروسکوپی در نور xpl از سنگ آهک همه-کسی متشکل از بلورهای کلسیت شفاف و اسپارایتی (C)، فسیل میوژپسینا (M)، فسیل نومولیت (N)، و تخلخل حفره‌ای (P). ۳۱.....
- شکل ۳-۲: تصویر میکروسکوپی در نور xpl از سنگ آهک علیصدر متشکل از بلورهای کلسیت شفاف و قطعات کوارتز (Q). ۳۲.....
- شکل ۳-۳: تصویر میکروسکوپی در نور xpl از سنگ آهک آبشینه متشکل از بلورهای کلسیت شفاف و اسپارایتی (C) و تخلخل حفره‌ای (P) و فسیل گلوبیئرینا (F). ۳۲.....
- شکل ۳-۴: نتیجه آنالیز XRD مربوط به سنگ آهک محل معدن سنگ همه‌کسی. ۳۴.....
- شکل ۳-۵: نتیجه آنالیز XRD مربوط به سنگ آهک غار علیصدر. ۳۴.....
- شکل ۳-۶: نتیجه آنالیز XRD مربوط به سنگ آهک سد آبشینه. ۳۵.....
- شکل ۳-۷: ارتباط چگالی خشک و تخلخل در سنگ آهک همه‌کسی. ۴۳.....
- شکل ۳-۸: ارتباط چگالی خشک و تخلخل در سنگ آهک علیصدر. ۴۳.....
- شکل ۳-۹: ارتباط چگالی خشک و تخلخل در سنگ آهک محل سد آبشینه. ۴۳.....
- شکل ۳-۱۰: ارتباط تخلخل و شاخص جذب آب در سنگ آهک همه-کسی. ۴۴.....
- شکل ۳-۱۱: ارتباط تخلخل و شاخص جذب آب در سنگ آهک علیصدر. ۴۵.....
- شکل ۳-۱۲: ارتباط تخلخل و شاخص جذب آب در سنگ آهک آبشینه. ۴۵.....
- شکل ۳-۱۳: نمودار مقایسه شاخص دوام و ارفتنگی سنگ آهک‌های مورد مطالعه. ۴۷.....

- شکل ۳-۱۴: نمودار ارتباط سرعت موج فشاری و درصد تخلخل در سنگ آهک‌های مورد مطالعه ۵۵
- شکل ۳-۱۵: مقاومت تراکمی تک محوری نمونه‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون بار نقطه‌ای ۵۹
- ۳-۱۶: مقاومت کششی نمونه‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون برزیلی ۶۱
- شکل ۳-۱۷: نمودار مقاومت برشی سنگ آهک همه‌کسی ۶۵
- شکل ۳-۱۸: نمودار مقاومت برشی سنگ آهک علیصدر ۶۶
- شکل ۳-۱۹: نمودار مقاومت برشی سنگ آهک محل سد آبشینه ۶۶
- شکل ۴-۱: تصویر شماتیک دستگاه سیرکولاسیون انحلال مدل ۱۹۷۸ جیمز و لاپتون ۷۵
- شکل ۴-۲: دستگاه سیرکولاسیون انحلال ۱۹۸۱ جیمز و لاپتون ۷۶
- شکل ۴-۳: دستگاه سیرکولاسیون انحلال ۱۳۶۶ قبادی ۷۷
- شکل ۴-۴: دستگاه سیرکولاسیون بهسازی شده در این پژوهش ۸۱
- شکل ۴-۵: نمودار تغییر غلظت یون کلسیم با گذشت زمان برای سنگ آهک آبشینه در اسیدیته ۷/۷ بدون حضور اکسید آهن در آب ۸۲
- شکل ۴-۶: نمودار تغییر غلظت یون کلسیم با گذشت زمان برای سنگ آهک آبشینه در اسیدیته ۷/۷ با حضور اکسید آهن در آب ۸۲
- شکل ۵-۱: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان سنگ همه‌کسی در اسیدیته ۶/۷ ۱۰۷
- شکل ۵-۲: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان در سنگ آهک همه‌کسی در اسیدیته ۷/۲ ۱۰۷
- شکل ۵-۳: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان در سنگ آهک همه‌کسی ۷/۷ ۱۰۸
- شکل ۴-۵: نمودار ستونی ثابت سرعت انحلال‌های بدست آمده در اسیدیته‌های متفاوت ۱۱۶
- شکل ۵-۵: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان سنگ آهک علیصدر در اسیدیته ۶/۷ ۱۱۸
- شکل ۵-۶: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان در سنگ آهک علیصدر در اسیدیته ۷/۲ ۱۱۸

شکل ۵-۷: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان در سنگ آهک علیصدر ۷/۷.....	۱۱۹
شکل ۵-۸: نمودار ستونی ثابت سرعت انحلال‌های بدست آمده برای سنگ آهک علیصدر در اسیدیتته‌های متفاوت.....	۱۲۵
شکل ۵-۹: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان در سنگ آهک آبشینه در اسیدیتته ۶/۷.....	۱۲۷
شکل ۵-۱۰: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان در سنگ آهک آبشینه در اسیدیتته ۷/۲.....	۱۲۷
شکل ۵-۱۱: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان در سنگ آهک آبشینه در اسیدیتته ۷/۷.....	۱۲۸
شکل ۵-۱۲: تغییرات غلظت یون کلسیم نسبت به زمان در سنگ آهک آبشینه در اسیدیتته ۷/۷ با حضور اکسید آهن ۱۲۸	
شکل ۵-۱۳: نمودار ستونی ثابت سرعت انحلال‌های تعیین شده برای سنگ آهک آبشینه (Ab) در اسیدیتته‌های متفاوت..	۱۳۷
شکل ۵-۱۴: نحوه نصب نمونه‌های سنگ آهک در دستگاه سیرکولاسیون بهسازی شده.....	۱۴۱
شکل ۵-۱۵: نمودار آبگذری در نمونه های سنگ آهک همه‌کسی ۱۴۵	
شکل ۵-۱۶: نمودار آبگذری در نمونه های سنگ آهک علیصدر.....	۱۴۶
شکل ۵-۱۷: نمودار آبگذری در نمونه های سنگ آهک آبشینه.....	۱۴۶
شکل ۵-۱۸: نمودار تغییرات عرض درزه ها در نمونه های سنگ آهک همه کسی.....	۱۴۷
شکل ۵-۱۹: نمودار تغییرات عرض درزه ها در نمونه های سنگ آهک علیصدر.....	۱۴۷
شکل ۵-۲۰: نمودار تغییرات عرض درزه ها در نمونه های سنگ آهک آبشینه.....	۱۴۸

فصل اول:

کلمات