

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۱۳۵۲۱



دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

مقایسه مقاومت سنگ با بتن حاصل از همان سنگ با
استفاده از روش انتقال اصطکاک

نگارش :

سید محمود علائی ورکی

استاد راهنما :

جناب آقای دکتر محمود نادری

۱۳۸۸ / ۳ / ۳۱

رساله (پایان نامه) برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی عمران - سازه

اسفند ماه ۱۳۸۷

معاونت خدمات مدرک علمی بزرگ
تمت به درک

۱۱۳۵۲۱



دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

مقایسه مقاومت سنگ با بتن حاصل از همان سنگ با
استفاده از روش انتقال اصطکاک

نگارش :

سید محمود علائی ورکی

استاد راهنما :

جناب آقای دکتر محمود نادری

رساله (پایان نامه) برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران - سازه

اسفند ماه ۱۳۸۷

بسمه تعالی



دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
معاونت آموزشی دانشگاه - مدیریت تحصیلات تکمیلی
(فرم شماره ۲۶)

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب سید محمدعلی... دانشجوی رشته ... مقطع تحصیلی ... در اینجانب بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه / تز تحصیلی خود، با عنوان ... اعلام می نمایم که تمامی محتوی آن حاصل مطالعه، پژوهش و تدوین خودم بوده و به هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر یا منبع دیگری، اعم از داخلی، خارجی و یا بین المللی، نبوده و تعهد می نمایم در صورت اثبات عدم اصالت آن و یا احراز عدم صحت مفاد و یا لوازم این تعهد نامه در هر مرحله از مراحل منتهی به فارغ التحصیلی و یا پس از آن و یا تحصیل در مقاطع دیگر و یا اشتغال و ... دانشگاه حق دارد ضمن رد پایان نامه نسبت به لغو و ابطال مدرک تحصیلی مربوطه اقدام نماید. مضافاً اینکه کلیه مسئولیت ها و پیامدهای قانونی و یا خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو

امضاء و تاریخ

سید محمدعلی

۱۳۸۸، ۲، ۶

بسمه تعالی
وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری
دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

صورت جلسه دفاع از پایان نامه

جلسه دفاع از پایان نامه آقای سید محمود علائی ورکی دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش سازه در تاریخ ۱۳۸۷/۱۲/۱۰ در محل آمفی تئاتر دانشکده معماری دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) برگزار گردید و این پایان نامه مورد تأیید نهایی هیئت داوران قرار گرفت.



۱- استاد راهنما : آقای دکتر محمود نادری

عضو هیئت علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)



۲- داور خارجی : آقای دکتر حسن صادقی

عضو هیئت علمی دانشگاه امام حسین (ع)

۸۸/۱/۲۸



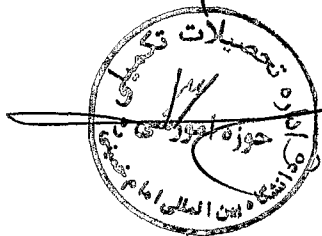
۳- داور داخلی : خانم دکتر فرزانه حامدی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)



۴- نماینده تحصیلات تکمیلی : آقای مهندس محمد حسین پروین نیا

عضو هیئت علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)



تقدیم به زیباترین نامهای جهان

پدر و مادر

با سپاس فراوان از :

جناب آقای **دکتر محمود نادری** که همواره در طول انجام این رساله و در تمام مدت تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد ، راهنمای من بودند.

سرکار خانم **دکتر حامدی** که در طول دوره کارشناسی ارشد ، از ایشان بسیار فرا گرفتم.

جناب آقای **دکتر آسیابانها** از گروه زمین شناسی که در طول انجام این رساله بارها راهگشای نکات مبهم بودند.

چکیده:

امروزه روشهای بسیاری در تعیین مقاومت در جای بتنی و سنگ وجود دارد. جامع بودن، خرابی کم و سهل الاجرا بودن روشهای مذکور تماما کنار هم جمع نمی شود. هر روش مزایا و معایب خاص خود را داراست. در این رساله روش انتقال اصطکاک به عنوان روشی نیمه مخرب در تعیین مقاومت بتن و سنگ با مزایایی چون هزینه کم، اجرای ساده، عدم نیاز به تخصص و پرسنل ماهر، جامعیت و عمومیت داشتن نتایج و درصد خطای کم برگزیده شده است. انواع سنگها شامل ۶ گروه و در سه شرایط رطوبتی مختلف مورد بررسی قرار گرفت. هم چنین سنگدانه های حاصل از همان سنگها بصورت شن در ساخت بتن برای انجام آزمایشات مد نظر قرار گرفته است. برای بررسی نتایج و انجام مقایسه علاوه بر روش انتقال اصطکاک، از روش آزمایش مقاومت فشاری تک محوره نیز استفاده گردیده است. در پایان نیز یکی از کاربردهای روش انتقال اصطکاک یعنی بدست آوردن پارامترهای چسبندگی (C) و زاویه اصطکاک داخلی (ϕ) مورد بررسی قرار گرفته و با روش عمومی هوک^۱ براون^۲ مقایسه گردیده است.

در تمام موارد بالا دقت نتایج به گونه ایست که می توان گفت، می شود از روش انتقال اصطکاک به عنوان روشی مفید در تعیین مقاومت فشاری تک محوره به کمک منحنی های کالیبراسیون و به عنوان یک روش نیمه مخرب و دقیق نام برد.

¹ Hoek

² Brown

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل ۱: روشهای آزمایشگاهی تعیین مقاومت بتن	۲
۱-۱- مقاومت فشاری نمونه استوانه ای بتن	۳
۲-۱- آزمون مقاومت فشاری استوانه های بتنی در جا ریخته شده	۷
۳-۱- آزمایش فشاری نمونه مکعبی	۱۱
فصل ۲: روشهای تعیین مقاومت در جای بتن در محل سازه	۱۳
۱-۲- روشهای آزمون موجود	۱۴
۲-۲- مقاومت درجا نسبت به نمونه های استاندارد	۱۶
۳-۲- روشهای عددی در تفسیر تغییر پذیری نتایج	۱۷
۴-۲- کالیبره کردن و کاربرد نتایج آزمون	۱۸
۵-۲- استفاده از نتایج آزمون درجا در مورد تطابق مشخصات	۱۹
فصل ۳: آزمونهای نیمه مخرب و غیر مخرب	۲۱
۱-۳- آزمون مقاومت در برابر نفوذ سنج	۲۲
۲-۳- روش بیرون کشیدن	۲۵
۱-۲-۳- روشهای از قبل برنامه ریزی شده	۲۶
۲-۲-۳- روشهای ایجاد سوراخ در بتن سخت شده	۲۹
۳-۳- روشهای جداکردن	۳۲
۱-۳-۳- روش جداکردن بلفاست	۳۲
۴-۳- روشهای قطع کردن	۳۳
۱-۴-۳- روش نروزی	۳۳

۳۴	۵-۳- روش غیر مخرب "چکش اشمیت"
۳۴	۱-۵-۳- چکش اشمیت نوع N
۳۶	۲-۵-۳- بررسی نتایج چکش اشمیت
۳۸	فصل ۴: روش مغزه گیری
۳۹	۱-۴- روش کلی برای مغزه گیری و آزمون آن
۳۹	۱-۱-۴- محل و اندازه مغزه
۴۰	۲-۱-۴- مغزه گیری
۴۱	۳-۱-۴- آزمون
۴۳	۲-۴- تفسیر نتایج مغزه
۴۳	۱-۲-۴- عوامل موثر بر اندازه گیری مقاومت فشاری مغزه
۴۵	۲-۲-۴- تخمین مقاومت مکعب
۴۸	۳-۲-۴- حدود اعتبار، محدودیتها و کاربردها
۵۰	فصل ۵: روش آزمون انتقال اصطکاک
۵۶	فصل ۶: مکانیک سنگ
۵۷	۱-۶- رفتار مکانیکی سنگها
۶۰	۲-۶- سنگدانه ها
۶۱	۱-۲-۶- طبقه بندی کلی سنگدانه ها
۶۱	۲-۲-۶- طبقه بندی سنگدانه های طبیعی
۶۲	۳-۲-۶- مقاومت سنگدانه ها
۶۴	فصل ۷: رده بندی توده سنگ
۶۵	۱-۷- ماده سنگ
۶۷	۱-۱-۷- همگنی و ناهمگنی
۶۷	۲-۱-۷- رده بندی ماده سنگ

۶۷	۲-۷- شاخص کیفیت سنگ.....
۶۷	۱-۲-۷- شاخص کیفیت سنگ (RQD).....
۷۲	۳-۷- تئوری بار سنگ ترزاقی.....
۷۲	۱-۳-۷- رده های سنگی.....
۷۲	۲-۳-۷- فاکتور بار سنگ.....
۷۶	۳-۳-۷- محدودیتها.....
۸۰	۴-۷- امتیاز توده سنگ (RMR).....
۷۵	۱-۴-۷- گرد آوری داده های صحرایی.....
۸۰	۵-۷- تخمین RMR.....
۸۶	۶-۷- کاربردهای RMR.....
۸۷	۷-۷- رابطه بین RMR و Q.....
۸۸	فصل ۸: آزمایشهای معمول در اندازه گیری مقاومت سنگ.....
۸۹	۱-۸- آزمایش سنجش مقاومت فشاری یک محوره.....
۹۰	۱-۱-۸- عواملی که بر نتایج آزمایش تاثیر می گذارند.....
۹۶	۲-۸- آزمایش مقاومت بار نقطه ای.....
۹۸	۳-۸- آزمایش مقاومت فشاری سه محوره.....
۱۰۱	۴-۸- آزمایش های مقاومت کششی.....
۱۰۱	۱-۴-۸- آزمایش کشش مستقیم.....
۱۰۲	۲-۴-۸- آزمایش برزیلی.....
۱۰۳	۵-۸- آزمایشهای مقاومت برشی.....
۱۰۳	۱-۵-۸- آزمایش برش مستقیم.....
۱۰۴	۲-۵-۸- آزمایش سه محوره.....
۱۰۹	فصل ۹: معیار گسیختگی هوک - براون.....

۱۱۰	۱-۹- توسعه تاریخی.....
۱۲۰	فصل ۱۰: برنامه ریزی برای تحقیق و آزمایش.....
۱۲۱	۱-۱۰- خلاصه بررسی و مقایسه روشهای موجود.....
۱۲۱	۱-۱-۱۰- خلاصه بررسی روش بیرون کشیدن.....
۱۲۱	۲-۱-۱۰- خلاصه روش قطع کردن.....
۱۲۲	۳-۱-۱۰- خلاصه روش بلفاست.....
۱۲۳	۴-۱-۱۰- مقایسه روشهای فوق و روش مغزه گیری با روش انتقال اصطکاک.....
۱۲۷	۲-۱۰- برنامه ریزی برای تحقیق و آزمایش.....
۱۳۰	فصل ۱۱: تهیه مصالح و آماده سازی نمونه ها.....
۱۳۱	۱-۱۱- تهیه مصالح.....
۱۳۱	۱-۱-۱۱- سنگ.....
۱۳۱	۲-۱-۱۱- سیمان.....
۱۳۱	۳-۱-۱۱- شن.....
۱۳۱	۴-۱-۱۱- ماسه.....
۱۳۱	۵-۱-۱۱- آب.....
۱۳۱	۶-۱-۱۱- آماده سازی دریل برای مغزه گیری از نمونه ها.....
۱۳۲	۷-۱-۱۱- سرمته مغزه گیری.....
۱۳۲	۸-۱-۱۱- دستگاه اعمال نیرو.....
۱۳۳	۲-۱۱- تهیه و آماده سازی نمونه ها.....
۱۳۳	۱-۲-۱۱- اطلاعات مورد نیاز برای طرح اختلاط.....
۱۳۳	۲-۲-۱۱- طرح اختلاط بتن برای نمونه های مکعبی و مغزه ها.....
۱۳۴	۳-۲-۱۱- بتن ریزی نمونه های مکعبی.....
۱۳۵	۴-۲-۱۱- تهیه مغزه ها.....

۱۳۶	۱۱-۲-۵- تهیه مغزه های جزئی.....
۱۳۶	۱۱-۲-۶- کلاهک زدن.....
۱۳۷	فصل ۱۲: انجام آزمایشها.....
۱۳۸	۱۲-۱- دستگاه مورد استفاده در تعیین مقاومت فشاری.....
۱۴۰	۱۲-۲- تعیین مقاومت فشاری نمونه های مکعبی و مغزه های سنگ.....
۱۴۱	۱۲-۳- انجام آزمون انتقال اصطکاک.....
۱۴۲	فصل ۱۳: نتایج و تحلیل نتایج.....
۱۸۵	فصل ۱۴: نتیجه گیری.....
۱۸۹	پیشنهاداتی برای ادامه کار.....
۱۹۰	منابع و مراجع.....

فهرست اشکال

شماره صفحه

- شکل ۱-۱- نمونه فک بالایی دستگاه اعمال فشار..... ۴
- شکل ۲-۱- انواع شکست..... ۶
- شکل ۳-۱- طرح مجموعه قالب استوانه ای آزمون نمونه در جا ریخته..... ۱۰
- شکل ۱-۲- رابطه بین مقاومت‌های نمونه استاندارد و مقاومت‌های درجا..... ۱۷
- شکل ۲-۲- ضرایب تغییر آزمون نسبت به مقاومت بتن..... ۱۸
- شکل ۱-۳- حباب تراکم فشار..... ۲۳
- شکل ۲-۳- نمودار کالیبراسیون مقاومت نمونه در توان پایین..... ۲۴
- شکل ۳-۳- زانده آزمون لاک..... ۲۶
- شکل ۴-۳- نمودار کالیبراسیون آزمون لاک..... ۲۷
- شکل ۵-۳- زانده آمریکایی..... ۲۸
- شکل ۶-۳- آزمون شکست داخلی..... ۳۰
- شکل ۷-۳- نمونه ای از منحنی کالیبراسیون مقاومت فشاری - پیچش..... ۳۰
- شکل ۸-۳- مقایسه منحنی های کالیبراسیون..... ۳۱
- شکل ۹-۳- آزمون دسته باز شونده اسکات..... ۳۱
- شکل ۱۰-۳- روش جدا کردن-سطح شکست و مغزه گیری جزئی..... ۳۲
- شکل ۱۱-۳- نمونه ای از رابطه جدا کردن-مقاومت..... ۳۳
- شکل ۱۲-۳- روش قطع کردن..... ۳۴
- شکل ۱۳-۳- چکش اشمیت..... ۳۵
- شکل ۱۴-۳- عدد بر جهندگی..... ۳۶
- شکل ۱-۴- آزمون بار نقطه ای..... ۴۳
- شکل ۲-۴- تاثیر نسبت طول به قطر..... ۴۶

- شکل ۳-۴- اثر روش محاسبه..... ۴۸
- شکل ۱-۷- روش اندازه گیری و محاسبه RQD..... ۶۹
- شکل ۲-۷- مفهوم بار-سنگ تریزاقی در تونلها..... ۷۴
- شکل ۱-۸- رابطه بین چگالی و مقاومت یک محوره فشاری..... ۹۱
- شکل ۲-۸- رابطه مقاومت فشاری یک محوره با روزنه داری برای سنگهای کریناته..... ۹۲
- شکل ۳-۸- رابطه مقاومت فشاری یک محوره با روزنه داری برای سنگهای کوارتزی..... ۹۲
- شکل ۴-۸- تاثیر محدود کردن دوسر نمونه در تنش و تغییر شکل حاصل از آزمایش یک محوره فشاری..... ۹۳
- شکل ۵-۸- شکست مخروطی در نمونه ای که تحت فشاری یک طرفه آزمایش شده است..... ۹۳
- شکل ۶-۸- رابطه بین مقاومت فشاری یک محوره و حجم در نمونه های مکعبی سنگهای مختلف..... ۹۵
- شکل ۷-۸- شکل نمونه مورد آزمایش..... ۹۷
- شکل ۸-۸- سلول سه محوره هوک و فرانکلین..... ۱۰۰
- شکل ۹-۸- نحوه بارگذاری و طریقه انجام آزمایش تست کشش مستقیم..... ۱۰۳
- شکل ۱۰-۸- نمای شماتیک آزمایش برزیلی..... ۱۰۳
- شکل ۱۱-۸- وسایل آزمایش برش مستقیم برای نمونه کوچک..... ۱۰۴
- شکل ۱۲-۸- اصول تعیین مقاومت برشی با آزمایش سه محوره..... ۱۰۵
- شکل ۱۳-۸- پوش مقاومت کولن..... ۱۰۶
- شکل ۱۴-۸- پوشش منحنی شکل موهر با پارامترهای مقاومت برشی نظیر..... ۱۰۶
- شکل ۱-۱۳- نتایج آزمایش انتقال اصطکاک روی نمونه های سنگ برای شرایط محیطی..... ۱۴۷
- شکل ۲-۱۳- نتایج آزمایش انتقال اصطکاک روی نمونه های سنگ برای شرایط اشباع با سطح خاک..... ۱۴۷
- شکل ۱-۱۳- نتایج آزمایش انتقال اصطکاک روی نمونه های سنگ برای شرایط کاملا خشک..... ۱۴۸
- شکل ۴-۱۳- مقایسه نتایج آزمایش انتقال اصطکاک برای سنگهای مختلف در شرایط عمل آوری متفاوت..... ۱۴۸
- شکل ۵-۱۳- نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوره بر روی نمونه های سنگ در شرایط رطوبت محیطی..... ۱۴۹
- شکل ۶-۱۳- نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوره بر روی نمونه های سنگ در شرایط اشباع با سطح خشک..... ۱۴۹

- شکل ۱۳-۷- نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوره بر روی نمونه های سنگ در شرایط کاملاً خشک..... ۱۵۰
- شکل ۱۳-۸- مقایسه نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوره برای سنگهای مختلف در شرایط محیطی متفاوت..... ۱۵۰
- شکل ۱۳-۹- نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوره بر روی نمونه های بتنی با سنگدانه های مختلف..... ۱۵۹
- شکل ۱۳-۱۰- نتایج آزمایش انتقال اصطکاک بر روی نمونه های بتنی با سنگدانه های مختلف..... ۱۵۹
- شکل ۱۳-۱۱- مقایسه آزمایش مقاومت فشاری تک محوره بر روی نمونه های بتنی با سنگدانه های مختلف..... ۱۶۰
- شکل ۱۳-۱۲- مقایسه آزمایش انتقال اصطکاک بر روی نمونه های بتنی با سنگدانه های مختلف..... ۱۶۰
- شکل ۱۳-۱۳- مقایسه منحنی های عبوری از نقاط لنگر پیچشی اعمالی حاصل از آزمایش انتقال اصطکاک و مقاومت فشاری تک محوره..... ۱۶۱
- شکل ۱۳-۱۴- ۱۶۲
- شکل ۱۳-۱۵- ۱۶۳
- شکل ۱۳-۱۶- ۱۶۳
- شکل ۱۳-۱۷- ۱۶۴
- شکل ۱۳-۱۸- ۱۶۴
- شکل ۱۳-۱۹- ۱۶۵
- شکل ۱۳-۲۰- ۱۶۵
- شکل ۱۳-۲۱- ۱۶۶
- شکل ۱۳-۲۲- ۱۶۶
- شکل ۱۳-۲۳- ۱۶۷
- شکل ۱۳-۲۴- ۱۶۷
- شکل ۱۳-۲۵- ۱۶۸
- شکل ۱۳-۲۶- ۱۶۸
- شکل ۱۳-۲۷- ۱۶۹
- شکل ۱۳-۲۸- ۱۶۹

- شکل ۱۳-۲۹..... ۱۷۰.....
- شکل ۱۳-۳۰..... ۱۷۰.....
- شکل ۱۳-۳۱..... ۱۷۱.....
- شکل ۱۳-۳۲..... ۱۷۱.....
- شکل ۱۳-۳۳..... ۱۷۲.....
- شکل ۱۳-۳۴..... ۱۷۲.....
- شکل ۱۳-۳۵..... ۱۷۳.....
- شکل ۱۳-۳۶..... ۱۷۳.....
- شکل ۱۳-۳۷..... ۱۷۴.....
- شکل ۱۳-۳۸- دایره موهر..... ۱۷۶.....
- شکل ۱۳-۳۹- مقایسه نتایج پارامتر C و معیار عمومی هوک - براون..... ۱۷۹.....
- شکل ۱۳-۴۰- مقایسه نتایج زاویه اصطکاک داخلی و معیار عمومی هوک - براون..... ۱۷۹.....

فهرست جداول

- جدول ۱-۱- ضرایب تغییر نمونه های استوانه ای ۱۵۰ در ۳۰۰ میلی متر..... ۶
- جدول ۱-۲- روشهای اصلی تعیین مقاومت درجا..... ۱۴
- جدول ۲-۲- آزمونهای مقاومت - مزایای نسبی روشها..... ۱۵
- جدول ۳-۲- مقایسه مقاومتها در جا با مکعب استاندارد..... ۱۶
- جدول ۴-۲- ضرایب تغییر نتایج (C.V) آزمون و حداکثر دقت در پیش بینی مقاومت درجا در روشهای اصلی..... ۱۹
- جدول ۵-۲- مقادیر انحراف استاندارد مکعبهای کنترلی و بتن درجا..... ۲۰
- جدول ۱-۶- برخی از زمینه های مهم کاربرد مکانیک سنگ..... ۵۹
- جدول ۱-۷- رده بندی ماده سنگ بر اساس مقاومت تراکمی تک محوری..... ۶۷
- جدول ۲-۷- ارتباط بین RQD و کیفیت توده سنگ..... ۶۹
- جدول ۳-۷- طبقه بندی شمارش حجمی درزه..... ۷۱
- جدول ۴-۷- تعاریف رده های سنگی در تئوری بار سنگ ترزاقی..... ۷۳
- جدول ۵-۷- بار سنگ در تونلها با رده های سنگی متفاوت..... ۷۵
- جدول ۶-۷- مفهوم تعدیل یافته بار سنگ ترزاقی توسط دیر و همکاران..... ۷۸
- جدول ۷-۷- مقاومت سنگ بکر..... ۸۰
- جدول ۸-۷- شاخص کیفی سنگ RQD..... ۸۱
- جدول ۹-۷- فاصله نا پیوستگیها..... ۸۱
- جدول ۱۰-۷- وضعیت نا پیوستگیها..... ۸۲
- جدول ۱۱-۷- وضعیت آب زیرزمینی..... ۸۳
- جدول ۱۲-۷- جهت یابی نا پیوستگی..... ۸۴
- جدول ۱۳-۷- برآورد تاثیر جهت درزه روی تونلها..... ۸۴
- جدول ۱۴-۷- برآورد تاثیر روی پایداری پی سده..... ۸۴
- جدول ۱۵-۷- تعدیل برای جهت درزه..... ۸۴

- جدول ۷-۱۶- پارامتر های طراحی و خصوصیات مهندسی توده سنگ..... ۸۷
- جدول ۹-۱- مقادیر GSI..... ۱۱۶
- جدول ۹-۲- تخمین مقادیر ضریب آشفستگی..... ۱۱۷
- جدول ۹-۳- مقادیر ثابت m_i برای سنگ بکر..... ۱۱۸
- جدول ۹-۴- تخمین میزان مقاومت فشاری تک محوره بر اساس هوک-براون..... ۱۱۹
- جدول ۱۰-۱- مقایسه روشهای مغزه گیری و انتقال اصطکاک..... ۱۲۳
- جدول ۱۱-۱- طرح اختلاط بتن نمونه های مکعبی برای سنگ گرانیت..... ۱۳۴
- جدول ۱۲-۱- مقاومت فشاری نمونه مکعبی..... ۱۳۹
- جدول ۱۲-۲- مقاومت فشاری مغزه گرانیتی..... ۱۳۹
- جدول ۱۳-۱- نتایج آزمایش انتقال اصطکاک بر روی نمونه های نیم مغزه سنگ با قطر ۵ سانتیمتر در شرایط رطوبت محیطی..... ۱۴۳
- جدول ۱۳-۲- نتایج آزمایش انتقال اصطکاک بر روی نمونه های نیم مغزه سنگ با قطر ۵ سانتیمتر در شرایط اشباع با سطح خشک..... ۱۴۴
- جدول ۱۳-۳- نتایج آزمایش انتقال اصطکاک بر روی نمونه های نیم مغزه سنگ با قطر ۵ سانتیمتر در شرایط کاملا خشک..... ۱۴۴
- جدول ۱۳-۴- وزن مخصوص سنگها..... ۱۴۵
- جدول ۱۳-۵- نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوره بر روی نمونه های سنگ در شرایط رطوبت محیطی..... ۱۴۵
- جدول ۱۳-۶- نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوره بر روی نمونه های سنگ در شرایط اشباع با سطح خشک..... ۱۴۶
- جدول ۱۳-۷- نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوره بر روی نمونه های سنگ در شرایط کاملا خشک..... ۱۴۶
- جدول ۱۳-۸- سنگها بر حسب نوع تقسیم بندی کل سنگ..... ۱۵۵
- جدول ۱۳-۹- میانگین نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک محوره بر روی نمونه های بتنی..... ۱۵۷
- جدول ۱۳-۱۰- میانگین نتایج آزمایش انتقال اصطکاک بر روی نمونه های بتنی..... ۱۵۸

فهرست تصاویر

- تصویر ۵-۱-۵ وسایل آزمون انتقال اصطکاک..... ۵۱
- تصویر ۵-۲-۵- دستگاه مغزه گیر..... ۵۲
- تصویر ۵-۳-۵- روش انتقال اصطکاک..... ۵۳
- تصویر ۱۰-۱-۱- شرایط عمل آوری..... ۱۲۷
- تصویر ۱۰-۲-۱- شرایط نگهداری و عمل آوری..... ۱۲۸
- تصویر ۱۰-۳-۱- نیم مغزه های بتن حاصل از سنگها..... ۱۲۹
- تصویر ۱۰-۴-۱- نیم مغزه های سنگی..... ۱۲۹
- تصویر ۱۱-۱-۱- دستگاه مغزه گیر..... ۱۳۲
- تصویر ۱۱-۲-۱- دستگاه اعمال نیرو در روش انتقال اصطکاک..... ۱۳۲
- تصویر ۱۱-۳-۱- توزین مصالح به منظور طرح اختلاط..... ۱۳۴
- تصویر ۱۱-۴-۱- عمل مغزه گیری..... ۱۳۶
- تصویر ۱۲-۱-۱- دستگاه مورد استفاده در تعیین مقاومت فشاری..... ۱۳۸
- تصویر ۱۲-۲-۱- نمونه های شکسته..... ۱۳۹
- تصویر ۱۲-۳-۱- نمونه های بتن و سنگ در زیر دستگاه اعمال فشار..... ۱۴۰
- تصویر ۱۲-۴-۱- ایجاد نیم مغزه در نمونه های مکعبی بتنی و سنگی..... ۱۴۰
- تصویر ۱۲-۵-۱- اعمال لنگر پیچشی به نمونه ها..... ۱۴۱
- تصویر ۱۳-۱-۱- محیط نرم افزار ROCK LAB..... ۱۸۱
- تصویر ۱۳-۲-۱- محیط نرم افزار ROCK LAB..... ۱۸۲
- تصویر ۱۳-۳-۱- محیط نرم افزار ROCK LAB..... ۱۸۳
- تصویر ۱۳-۴-۱- محیط نرم افزار ROCK LAB..... ۱۸۴