



همه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی (یا استاد یا اساتید 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.



دانشکده علوم
گروه زمین‌شناسی

پایان نامه:

برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی زمین‌شناسی (گرایش مهندسی)

عنوان:

بررسی زمین‌شناسی مهندسی ساختگاه سد شنجور

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا خانلری

اساتید مشاور:

دکتر مجتبی حیدری
مهندس محمد نیکخواه

پژوهشگر:

یاسین عبدی لری

خرداد ۱۳۸۹



دانشکده علوم پایه
گروه زمین شناسی

جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد:
رشته زمین شناسی (گرایش مهندسی) یاسین عبدی لر

عنوان:

بررسی زمین شناسی مهندسی ساختگاه سد شنجور

به ارزش ۸ واحد در روز پنج شنبه ۸۹/۴/۳۰ ساعت ۸ الی ۱۰ در محل سالن آمفی تئاتر و با حضور اعضای هیئت داوران زیر برگزار گردید و با نمره ۱۸/۱۹ درجه عالی ارزیابی شد.

ترکیب اعضای هیئت داوران:

ردیف	سمت در هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبۀ علمی_گروه/دانشکده/دانشگاه	محل امضاء
۱	استاد راهنما	غلامرضا خانلری	دانشیار_ زمین شناسی/علوم/بوعلی	
۲	استاد مشاور	مجتبی حیدری	استادیار_ زمین شناسی/علوم/بوعلی	
۳	استاد مدعو	محمد حسین قبادی	دانشیار_ زمین شناسی/علوم/بوعلی	
۴	استاد مدعو	سید داوود محمدی	استادیار_ زمین شناسی/علوم/بوعلی	

اللَّهُمَّ كُنْ لِوَلِيِّكَ الْحُجَّةِ بْنِ الْحَسَنِ صَلَواتِكَ عَلَيْهِ وَعَلى آبائِهِ فى
هذهِ السَّاعَةِ وفى كُلِّ سَاعَةٍ وِلياً وَحَافِظاً وَقائِداً وَناصِراً وَدَليلاً وَعَينا
حَتّى تُسَكِنَهُ أَرْضَكَ طَوْعاً وَتُمَتِّعَهُ فىها طَويلاً.

امید است تا این رساله با نور الوهیت مخزن دانش اولیا الله مزین گردد و
پشتیبانی ها و توجهات آن حضرت شامل حال دوستدارانش قرار گیرد،
باشد تا این رساله با عطر دستان صاحب عصر عطر آگین گردد تا شاید گامی
باشد برای اعتلای خاک عزیزم ایران.

تقدیم به پیام رسانان علم الهی،

که رسالتشان رسالت انبیا و توشه ی راهشان شاگردانی است که روزی همان رسالت بزرگ را بر دوش خواهند کشید، رسالت بیان زیباییهای آفرینش، چشمان زیبا بینتان را می ستایم و دستان تلاشگرتان را می بوسم، استادتان افتخارم و هم صحبتیتان را موهبتی از جانب پروردگارم می دانم.

امیدوارم تا همیشه افتخار استادتان را به من مبذول دارید.

تقدیم به آنان که برایم بهترین هستند،

پدر عزیزم که سرچشمه خلوص است و استقامت، که سنبیل امید است و خوش قلبی،
او که با اندرزهایش ایستادگی و پشتکار را به من آموخت و دعایش همواره بدرقه راه
من بوده و است.

مادر فداکارم که گنجینه محبت است و فداکاری، که آموزگار صداقت است و وفا،
فرشته مهربانی که لحظه لحظه زندگی و دوران تحصیل من آکنده از مهر و محبت‌های
بی دریغ او بوده است.

و خواهران عزیز و برادران دوست داشتنی‌ام که یاران صمیمی و همدمان همیشگی
لحظه‌های شادی و اندوه من بودند.

بارالها

تقدیرم را چنان زیبا نگار تا همه بدانند که من که را به خدایی خود برگزیدم و لیک
مشیتت را چنان نگار که خود خواهی چرا که می دانم که توجز زیبایی برای من نخواهی و
جز عشق باری بر دوشم ننهی، کمک کن آن چه را که تو دیر می خواهی من زود نخواهم و
آنچه را که تو زود می خواهی من دیر نخواهم، صنما لحظه های جداییت را با حس بودنت
بر من آسان گردان و مرا همیشه راضی به رضای خود دار، نگذار تا دلنگرانی ها شادی
دقایقم را مهو گرداندو از لذت یک روز دیگر زنده بودنم بکاهد، سختی راه را بر من سهل
گردان و نا موافقانم را با من همراه کن، شادیم را با دوستانت تقسیم کن و غمم را با
بودنت التیام بخش، رؤیاهایم را تو راهبر باش و امید هایم را تومدد، و مرا توفیق شکر
نفس هایی که بر من ارزانی داشتی ده تا سهمی را که برایم مقدر داشتی به پایان رسانم

و در آخر نصیبم دان نگاه مهربانت را

تقدیر و تشکر:

اکنون که با استعانت از الطاف بیکران خداوند متعال مرحله دیگری از تحصیل را به پایان رسانده‌ام بر خود لازم می‌دانم از اساتید بزرگوار و دوستان گرامی که در طول تحصیل و زندگی، افتخار حضور در محضر پربرکتشان را داشته‌ام، صمیمانه قدردانی و تشکر نمایم.

انجام این پژوهش مرهون راهنمایی‌های بسیار ارزنده و گرانقدر استاد عزیزم، جناب آقای دکتر غلامرضا خانلری می‌باشد که همواره در طی این دوره از تحصیل مشوق من بوده‌اند. لیکن بدینوسیله از زحمات بی‌دریغشان تشکر و سپاسگذاری نموده و موفقیت و سلامتی ایشان را در تمامی مراحل زندگی از خداوند بزرگ خواستارم.

از اساتید مشاور مهربان و دلسوزم جناب آقای دکتر مجتبی حیدری و جناب آقای مهندس محمد نیکخواه بخاطر مساعدت‌های فراوانی که در طول مدت تحصیل در دوره کارشناسی ارشد و بالاخص در طی مراحل انجام این پژوهش نسبت به من داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی نموده و سرافرازی و موفقیت ایشان را از خداوند منان خواهانم.

از اساتید محترم آقایان دکتر علی اصغر سپاهی گرو، دکتر بهروز رفیعی، به خاطر راهنمایی‌ها و کمک‌های ارزنده‌شان در امر پژوهش صمیمانه سپاسگزارم همچنین بر خود لازم می‌دانم از زحمات جناب آقای دکتر محمد حسین قبادی بخاطر زحماتشان در طی دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

در پایان لازم می‌دانم از تمامی دوستان دوران تحصیل تشکر نمایم و موفقیت ایشان را در تمامی مراحل زندگی از خداوند بزرگ خواستارم.



دانشگاه بوعلی سینا
مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

بررسی زمین شناسی مهندسی ساختگاه سد شنجور

نام نویسنده: یاسین عیدی لر

نام استاد/اساتید راهنما: دکتر غلامرضا خانلری

نام استاد/اساتید مشاور: دکتر مجتبی حیدری- مهندس محمد نیکخواه

دانشکده : علوم

گروه آموزشی: زمین شناسی

رشته تحصیلی: زمین شناسی

گرایش تحصیلی: مهندسی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد

تاریخ تصویب: ۸۷/۰۳/۱۱

تاریخ دفاع: ۸۹/۰۴/۳۰

تعداد صفحات: ۱۵۲

چکیده:

هدف از انجام این پژوهش بررسی ویژگی‌های زمین شناسی مهندسی ساختگاه سد شنجور می‌باشد. این سد که از نوع سنگریزه‌ای با هسته رسی می‌باشد، بر روی رودخانه زهتران احداث خواهد شد و هدف اصلی از احداث آن تامین نیازهای آبی نیروگاه همدان می‌باشد. ساختگاه سد شنجور در ۹۵ کیلومتری شمال شرق شهر همدان و در ۲۰ کیلومتری شرق شهرستان رزن قرار دارد. ساختگاه این سد از لحاظ زمین شناسی بر روی واحدهای دگرگونی از نوع شیست و فیلیت های همدان با سن ژوراسیک زیرین قرار دارد که بخش فوقانی آن‌ها با آبرفت های کواترنر پوشانده شده است. حداکثر ضخامت رسوبات آبرفتی در این منطقه تقریباً ۲۰ متر است. مطالعات درزه‌نگاری چهار دسته درزه را نشان می‌دهد. همچنین طبق بررسی های انجام شده، جهت حرکت آب زیرزمینی با یک شیب ملایم از تکیه گاه‌ها به سمت رودخانه بوده و هیچ گونه شرایط غیر عادی در وضعیت آب زیرزمینی مشاهده نشده است.

بررسی های زمین شناسی مهندسی انجام شده در ساختگاه سد شنجور شامل حفر گمانه‌های اکتشافی، تهیه لاگ‌های حفاری، آزمایش‌های نفوذپذیری (لوژن و لفران) و انجام آزمایش‌های مکانیک خاک و مکانیک سنگ می‌باشد.

نتایج آزمایشات لوژن (WPT) نشان می‌دهند که پی سنگ فیلیتی سد شنجور از نفوذپذیری بسیار کمی برخوردار است.

در این پژوهش طبقه‌بندی‌های RMR، DMR و Q برای توده سنگ انجام شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهند که وضعیت توده سنگ ضعیف تا بسیار ضعیف است. همچنین پارامترهای مقاومتی، ظرفیت باربری و مدول تغییر شکل‌پذیری پی سنگ برآورد شده است. برای آبرفت نیز پتانسیل آب‌گونی، تورم و واگرایی محاسبه شده‌اند.

پیشنهاد می‌شود که در اعماق کمتر از ۲۰ متر پی سنگ سد شنجور علاوه، بر انجام عملیات تزریق و بهسازی، آزمایش‌های نفوذپذیری

بیش‌تری برای ارزیابی وضعیت بهسازی صورت پذیرد. همچنین به علت درزه‌داری بالای توده سنگ در این اعماق، جهت حداکثر نفوذ دوغاب بهتر است که تزریق با نسبت‌های رقیق مثلاً با نسبت آب به سیمان ۳ به ۱ آغاز گردد.

واژه‌های کلیدی: زمین‌شناسی مهندسی، ساختگاه سد، سد شنجور، پی سنگ، فیلیت

فصل اول: کلیات

۲	۱-۱- مقدمه:
۲	۱-۲- اهداف و اهمیت طرح:
۳	۱-۳- موقعیت جغرافیایی سد شنجور:
۴	۱-۴- راه های دسترسی:
۴	۱-۴-۱- مسیر اول از سمت جاده رزن- همدان:
۴	۱-۴-۲- مسیر دوم از سمت جاده ساوه- همدان:
۵	۱-۵- مطالعات انجام شده:
۵	۱-۶- مشخصات سد شنجور:
۵	۱-۷- آب و هوای منطقه:
۶	۱-۷-۱- بارندگی:
۶	۱-۷-۱-۱- بارندگی سالانه، فصلی و ماهانه:
۷	۱-۷-۲- درجه حرارت:
۷	۱-۷-۳- تعداد روز های یخبندان:
۸	۱-۸-۱- بررسی آبدهی سالانه، فصلی و ماهانه:
۹	۱-۹- روش تحقیق:
۹	۱-۹-۱- مطالعات دفتری:
۹	۱-۹-۲- مطالعات صحرایی:
۱۰	۱-۹-۳- مطالعات آزمایشگاهی:
۱۰	۱-۹-۴- تجزیه و تحلیل نتایج:

فصل دوم: زمین شناسی عمومی و لرزه زمین ساخت منطقه

۱۳	۲-۱- مقدمه:
۱۳	۲-۲- زمین شناسی ناحیه ای:
۱۳	۲-۲-۱- بخش آبگرم:
۱۳	۲-۲-۲- بخش رزن:
۱۴	۲-۳- زمین ریخت شناسی:
۱۵	۲-۴- سنگ چینه شناسی:

۱۵	..... سازند لالون	۱-۴-۲
۱۶	..... سازند شمشک	۲-۴-۲
۱۶	..... شیست های همدان	۳-۴-۲
۱۷	..... واحد های مربوط به کرتاسه	۴-۴-۲
۱۷	..... آهک اوریتولین دار:	۱-۴-۴-۲
۱۷	..... شیل های مارنی و آهکی:	۲-۴-۴-۲
۱۸	..... آهک کرتاسه فوقانی:	۳-۴-۴-۲
۱۸	..... واحدهای مربوط به ائوسن:	۵-۴-۲
۱۸	..... لایه های توف:	۱-۵-۴-۲
۱۸	..... واحد داسیتی و اندزیتی:	۲-۵-۴-۲
۱۹	..... سازند قم:	۶-۴-۲
۱۹	..... واحدهای مربوط به کواترنری:	۷-۴-۲
۲۰	..... زمین شناسی ساختگاه سد	۵-۲
۲۰	..... زمین ریخت شناسی:	۱-۵-۲
۲۰	..... سنگ چینه شناسی:	۲-۵-۲
۲۱	..... آبرفت های عهد حاضر:	۳-۵-۲
۲۱	..... آبرفت های بستر (Qal) :	۴-۵-۲
۲۱	..... پادگانه های آبرفتی (Qt) :	۵-۵-۲
۲۲	..... نهشته های آبرفتی دشت:	۶-۵-۲
۲۲	..... آبرفت های رودخانه ای (Qf):	۷-۵-۲
۲۲	..... واریزه های دامنه ای (Qs):	۸-۵-۲
۲۳	..... زمین ساخت	۶-۲
۲۴	..... چین خوردگی ها:	۱-۶-۲
۲۴	..... گسل ها	۲-۶-۲
۲۵	..... زمین لرزه های طراحی	۷-۲
۲۵	..... سطح مبنای طراحی (DBL)	۱-۷-۲
۲۶	..... سطح بیشینه طرح (MDL)	۲-۷-۲
۲۷	..... سطح بیشینه مقدار قابل پیش بینی (MCL)	۳-۷-۲
۲۷	..... تحلیل خطر زمینلرزه	۸-۲

فصل سوم: مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی

۳۱	..... مقدمه	۱-۳
۳۱	..... مطالعات صحرایی	۲-۳

۳۱	..... مطالعه ناپیوستگی‌ها	۱-۲-۳
۳۳	..... ویژگی‌های کلی ناپیوستگیها در محل محور سد:	۱-۱-۲-۳
۳۷	..... وضعیت سطح آب زیرزمینی	۲-۲-۳
۳۷	..... حفر گمانه‌های اکتشافی	۳-۲-۳
۳۸	..... آزمایش فشار آب (WPT)	۴-۲-۳
۴۱	..... بررسی نفوذپذیری و رفتارنگاری توده‌سنگ فیلیتی	۱-۴-۲-۳
۴۳	..... مطالعات آزمایشگاهی	۳-۳
۴۴	..... بررسی پتروگرافی و پتروفابریک سنگ فیلیت	۱-۳-۳
۴۵	..... خواص فیزیکی سنگها	۲-۳-۳
۴۵	..... چگالی و جرم خصوص	۱-۲-۳-۳
۴۱	..... تخلخل	۲-۲-۳-۳
۴۷	..... ارتباط چگالی با تخلخل	۳-۲-۳-۳
۴۹	..... شاخص پوکی	۴-۲-۳-۳
۵۱	..... شاخص دوام پذیری	۵-۲-۳-۳
۵۳	..... خواص مکانیکی سنگها	۳-۳-۳
۵۳	..... مقاومت تراکمی تک محوره	۱-۳-۳-۳
۵۶	..... مدول تغییر شکل پذیری استاتیکی	۲-۳-۳-۳
۵۷	..... مقاومت بارنقطه‌ای	۳-۳-۳-۳
۶۱	..... بررسی ناهمسانگردی با استفاده از نتایج مقاومت بارنقطه‌ای:	۱-۳-۳-۳-۳
۶۲	..... مقاومت کششی غیر مستقیم	۴-۳-۳-۳
۶۴	..... تعیین سرعت امواج اولتراسونیک در سنگ فیلیت	۶-۳-۳-۳
۶۶	..... برش مستقیم	۸-۳-۳-۳
۶۷	..... مطالعات بخش آبرفتی ساختگاه سد:	۴-۳
۶۸	..... مطالعات صحرایی	۱-۴-۳
۶۸	..... آزمایش SPT	۱-۱-۴-۳
۷۳	..... آزمایش لوفران	۲-۱-۴-۳
۷۶	..... مطالعات آزمایشگاهی	۲-۴-۳
۷۶	..... تعیین G_s	۱-۲-۴-۳
۷۶	..... تعیین حدود آتربرگ	۲-۲-۴-۳
۸۰	..... آزمایش هیدرومتری دوگانه (SCS):	۳-۲-۴-۳
۸۶	..... دانه بندی و طبقه بندی خاک:	۴-۲-۴-۳
۸۷	..... آزمایش سه محوری خاک	۵-۲-۴-۳
۸۹	..... آزمایش تحکیم	۶-۲-۴-۳
۸۹	..... آزمایش های شیمیایی خاک	۷-۲-۴-۳

۳-۴-۲-۸- نتایج آزمایش شیمیایی بر روی آب ۹۱

فصل چهارم: ارزیابی ژئوتکنیکی ساختگاه سد شنجور

۹۴	۱-۴- مقدمه
۹۴	۲-۴- پی سنگ
۹۴	۱-۲-۴- رده بندی تک پارامتری (RQD)
۹۸	۲-۲-۴- رده بندی چند پارامتری
۹۸	۱-۲-۲-۴- رده بندی ژئومکانیکی توده سنگ (RMR)
۱۰۲	۲-۲-۲-۴- رده بندی Q
۱۰۴	۳-۲-۲-۴- رده بندی DMR
۱۰۷	۴-۲-۴- تخمین پارامترهای مقاومتی توده سنگ
۱۰۷	۱-۴-۲-۴- معیار هوک و براون
۱۰۹	۲-۴-۲-۴- استفاده از رده بندی RMR
۱۰۹	۵-۲-۴- ارزیابی کیفی مدول دگرشکلی برجای سنگ
۱۱۰	۶-۲-۴- تخمین ظرفیت باربری پی سنگ:
۱۱۱	۱-۶-۲-۴- بر اساس مقدار RMR
۱۱۱	۲-۶-۲-۴- بر اساس معیار هوک و براون
۱۱۲	۳-۴- آبرفت
۱۱۲	۱-۳-۴- بررسی پتانسیل تورم آبرفت
۱۱۳	۱-۱-۳-۴- مقدار PH
۱۱۳	۲-۱-۳-۴- روش های غیر مستقیم
۱۱۳	۲-۳-۴- واگرایی
۱۱۷	۳-۳-۴- پتانسیل روانگرایی
۱۱۸	۱-۳-۳-۴- ارزیابی وقوع روانگرایی بر اساس نتایج آزمون SPT

فصل پنجم: ارزیابی تزریق پذیری ساختگاه سد شنجور

۱۲۶	۱-۵- مقدمه
۱۲۶	۲-۵- معیارهای انجام تزریق در سنگ
۱۲۶	۱-۲-۵- معیار لوژن
۱۲۶	۲-۲-۵- معیار هولزبی
۱۲۷	۳-۲-۵- معیار کوتزرنر
۱۲۷	۵-۳-۵- ارزیابی تزریق پذیری توده سنگ سد شنجور
۱۲۹	۱-۵-۳-۵- تفسیر نتایج با استفاده از دیاگرامهای SPI

- ۱۳۱ SPI با استفاده از نتایج SPI ۲-۵-۳-۵
- ۱۳۲ ارزیابی قطعه آسیب دیده بر اثر پدیده شکست هیدرولیکی ۳-۵-۳-۵
- ۱۳۳ ارزیابی تزریق پذیری توده سنگ ساختگاه بر اساس SPI: ۴-۵-۳-۵
- ۱۳۴ ارتباط شاخص نفوذپذیری ثانویه با عمق: ۵-۵-۳-۵
- ۱۳۵ مقایسه ارتباط RQD با SPI در گمانه‌های مختلف: ۶-۵-۳-۵
- ۱۳۷ بهسازی زمین با استفاده از نتایج SPI و RQD: ۷-۵-۳-۵

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۱۴۱ نتیجه گیری
- ۱۴۴ پیشنهادات
- ۱۴۸ منابع

پیوست

چکیده انگلیسی

شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی محل پروژه سد شنجور	۴
شکل ۲-۱: نوسانات بارندگی ماهانه	۶
شکل ۳-۱: متوسط درجه حرارت ماهانه	۷
شکل ۴-۱: توزیع ماهیانه آبدهی در محل سد مخزنی شنجور	۹
شکل ۱-۲: نقشه زمین شناسی و ساختگاه سد بر اساس عکس هوایی	۲۳
شکل ۲-۲: تصویر کلی از گسل‌های ساختگاه سد شنجور	۲۶
شکل ۱-۳: نمودار تمرکز دسته درزه ها	۳۴
شکل ۲-۳: نمودار گل سرخی دسته درزه ها	۳۴
نمودار ۲-۳-الف: مشخصات فاصله درزه‌ها برای چهار دسته درزه ساختگاه سد شنجور	۳۵
نمودار ۲-۳-ب: مشخصات بازشدگی دسته درزه‌های ساختگاه سد شنجور	۳۶
نمودار ۲-۳-ج: مشخصات طول دسته درزه‌های ساختگاه سد شنجور	۳۶
شکل ۴-۳: فیلیت با بزرگنمایی ppl-5x	۴۴
شکل ۵-۳: فیلیت با بزرگنمایی ppl-5x	۴۵
شکل ۶-۳: رابطه بین چگالی و تخلخل فیلیت‌های ساختگاه سد شنجور	۴۸
شکل ۷-۳: رابطه بین تخلخل و جذب آب فیلیت‌های ساختگاه سد شنجور	۴۸
شکل ۸-۳: نمودار مربوط به آزمایش هیدرومتری مضاعف گمانه SH7	۸۰
شکل ۹-۳: نمودار مربوط به آزمایش هیدرومتری مضاعف مربوط به نمونه SH104	۸۰
شکل ۱۰-۳: میزان فراوانی انواع خاک بر حسب ضخامت	۸۲
شکل ۱۱-۳: منحنی دانه بندی خاک‌های حساس به ترک خوردگی	۸۵
شکل ۱۲-۳: منحنی تحکیم نمونه آزمایش شده گمانه SH4	۸۸
شکل ۱۳-۳: نمودار بدست آمده از انجام آزمایش XRD برای آبرفت سد شنجور	۹۱
شکل ۱۴-۳: جانمایی حدود آتربرگ نمونه‌های خاک ساختگاه در دیاگرام هولتز و کوکس	۹۲
شکل ۱-۴: محاسبه پارامترهای مقاومتی توده‌سنگ ر با استفاده از Roclab	۱۰۸
شکل ۲-۴: نمودار ارزیابی میزان واگرایی از آزمایش‌های شیمیایی	۱۱۶
شکل ۳-۴: نمودار ارزیابی روانگرایی با استفاده از SPT تصحیح شده	۱۲۰
شکل ۱-۵: انواع مختلف نمودارهای SPI	۱۳۰
شکل ۲-۵: بررسی نتایج ارتباط عمق با SPI	۱۳۲

فهرست جداول

- جدول ۱-۲: مشخصات چشمه‌های زمینلرزه‌های اصلی اطراف ساختگاه سد شنجور ۵۲
- جدول ۲-۲: حداکثر شتاب افقی و قائم در سه سطح طراحی در ساختگاه سد شنجور ۲۸
- جدول ۳-۲: نتایج برآورد بیشینه شتاب افقی در اثر رویداد گسل ازناپ ۲۹
- جدول ۱-۳: موقعیت ناپیوستگی‌های ساختگاه سد شنجور ۳۳
- جدول ۲-۳: وضعیت پرشدگی، زبری و هوازگی درزه‌های ساختگاه سد شنجور ۳۵
- جدول ۳-۳: سطح آب زیرزمینی در گمانه‌های حفاری شده در ساختگاه سد شنجور ۳۸
- جدول ۴-۳: مشخصات و موقعیت گمانه‌های اکتشافی سد شنجور ۳۹
- جدول ۵-۳: توصیف نفوذپذیری سنگ بر حسب واحد لوژن ۴۰
- جدول ۶-۳: نتایج آزمایش لوژن ۴۲
- جدول ۷-۳: طبقه‌بندی چگالی خشک و تخلخل سنگها بر اساس IAEG ۴۷
- جدول ۸-۳: خصوصیات فیزیکی نمونه‌های سنگ فیلیت ساختگاه سد شنجور ۵۰
- جدول ۹-۳: میانگین خصوصیات فیزیکی سنگهای فیلیتی ساختگاه سد شنجور ۵۰
- جدول ۱۰-۳: رده‌بندی سنگها بر اساس شاخص دوام‌پذیری ۵۱
- جدول ۱۱-۳: نتایج آزمایش تعیین شاخص دوام‌پذیری فیلیتهای سد شنجور ۵۲
- جدول ۱۲-۳: میانگین شاخص دوام‌پذیری فیلیت‌های سد شنجور ۵۲
- جدول ۱۳-۳: رده‌بندی‌های مختلف برای ارزیابی مقاومت تراکمی تک‌محوری ۵۳
- جدول ۱۴-۳: نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک‌محوری ۵۵
- جدول ۱۵-۳: میانگین نتایج آزمایش مقاومت فشاری تک‌محوری ۵۶
- جدول ۱۶-۳: مقادیر مدول یانگ و ضریب پواسون در حالت خشک و مرطوب ۵۷
- جدول ۱۷-۳: طبقه بندی پیشنهاد شده برای ناهمسانی مقاومت بارنقطه‌ای ۵۹
- جدول ۱۸-۳: نتایج آزمایش مقاومت بارنقطه‌ای سنگهای فیلیتی سد شنجور ۶۱
- جدول ۱۹-۳: وضعیت ناهمسانگردی توده سنگ فیلیتی ساختگاه سد شنجور ۶۲
- جدول ۲۰-۳: نتایج آزمایش مقاومت کششی برزیلی فیلیت سد شنجور ۶۳
- جدول ۲۱-۳: تغییرات سرعت امواج طولی و برشی در سنگهای فیلیتی سد شنجور ۶۵
- جدول ۲۲-۳: نتایج برآورد ثابتهای الاستیک پویا برای نمونه‌های فیلیت سد شنجور ۶۶
- جدول ۲۳-۳: نتایج آزمایش برش مستقیم فیلیت‌های سد شنجور ۶۷
- جدول ۲۴-۳: ضخامت آبرفت و سنگهای هوازده در ساختگاه سد شنجور ۶۸
- جدول ۲۵-۳: ارتباط بین سفتی خاکهای رسی و عدد نفوذ استاندارد ۷۰

- جدول ۳-۲۶: سطح متوسط آب زیرزمینی در گمانه‌های اکتشافی ۷۱
- جدول ۳-۲۷: نتایج آزمون SPT و مقدار تقریبی q_u آبرفت سد خرم رود ۷۲
- جدول ۳-۲۸: نتایج آزمایش لوفران در آبرفت سد شنجور ۷۵
- جدول ۳-۲۹: تعیین وزن مخصوص بخش جامد (Gs) ۷۶
- جدول ۳-۳۰: نتایج آزمایش حدود آتربرگ ۷۸
- جدول ۳-۳۱: نتایج آزمایش هیدرومتری مضاعف برای آبرفت های سد شنجور ۷۹
- جدول ۳-۳۲: نتایج طبقه بندی آشتو و یونیفاید برای آبرفت های سد شنجور ۸۳
- جدول ۳-۳۳: میزان حساسیت نمونه های آبرفت ساختگاه سد شنجور ۸۴
- جدول ۳-۳۴: نتایج آزمایش سه محوری آبرفت های سد شنجور ۸۶
- جدول ۳-۳۵: نتایج مربوط به آزمایش سه محوری آبرفت سد شنجور ۸۷
- جدول ۳-۳۶: نتایج آزمایش تحکیم برای نمونه آزمایش شده گمانه SH4 ۸۸
- جدول ۳-۳۷: نتایج آزمایش های شیمیایی خاک و پارامترهای به دست آمده ۹۰
- جدول ۳-۳۸: نتایج آزمایش شیمیایی آب رودخانه شاهنجرین ۹۰
- جدول ۴-۱: مشخصات کیفی توده سنگ در ساختگاه سد شنجور ۹۶
- جدول ۴-۲: مقادیر مختلف پیشنهادی برای ارزیابی کیفی توده سنگ ۹۸
- جدول ۴-۳: رده بندی توده سنگ بر اساس مقادیر RMR ۹۹
- جدول ۴-۴: رده بندی RMR برای پی سنگ سد شنجور ۱۰۱
- جدول ۴-۵: مقادیر مختلف امتیازات توصیفی در رده بندی Q ۱۰۳
- جدول ۴-۶: نتایج طبقه بندی Q برای پی سنگ سد شنجور ۱۰۳
- جدول ۴-۷: محاسبه R_{SAT} بر طبق جهت یابی درزه ها ۱۰۵
- جدول ۴-۸: نتایج رده بندی DMR_{SAT} ساختگاه سد شنجور ۱۰۶
- جدول ۴-۹: ارزیابی میزان مسأله دار بودن پی سنگ با توجه به مقدار DMR_{SAT} ۱۰۶
- جدول ۴-۱۰: ارزیابی تزریق پذیری پی سنگ سد شنجور با توجه به RMR_{BD} ۱۰۷
- جدول ۴-۱۱: پارامترهای مقاومتی توده سنگ با استفاده از معیار هوک و براون (۲۰۰۲) ۱۰۸
- جدول ۴-۱۲: تعیین پارامترهای مقاومتی توده سنگ بر اساس مقادیر RMR ۱۰۹
- جدول ۴-۱۳: پارامترهای مقاومتی توده سنگ ساختگاه سد شنجور ۱۰۹
- جدول ۴-۱۴: محاسبه مدول تغییر شکل توده سنگ فیلیت ساختگاه سد شنجور ۱۱۰
- جدول ۴-۱۵: ظرفیت باربری بر اساس مقدار RMR ۱۱۱
- جدول ۴-۱۶: ظرفیت باربری بر اساس معیار هوک و براون ۱۱۱
- جدول ۴-۱۷: محاسبه ظرفیت باربری بروش کانادایی ۱۱۲
- جدول ۴-۱۸: رابطه پتانسیل تورم و PI ۱۱۴
- جدول ۴-۱۹: نتایج آزمون تورم آزاد برای نمونه خاک های رسی ساختگاه ۱۱۴

- جدول ۴-۲۰: پتانسیل واگرایی نمونه های خاک سد شنجور بر طبق معیار شرارد ۱۱۶
- جدول ۴-۲۱: نتایج بررسی واگرایی با استفاده از نتایج آزمون های شیمیایی ۱۱۷
- جدول ۴-۲۲: مقادیر ضریب تصحیح برای آزمایش SPT ۱۲۰
- جدول ۴-۲۳: حداکثر شتاب افقی و قائم در سه سطح طراحی در ساختگاه سد شنجور ۱۲۱
- جدول ۴-۲۴: وضعیت تراکمی آبرفتهای بستر سد شنجور ۱۲۲
- جدول ۴-۲۵: محاسبه $(N_1)_{60}$ با استفاده از نتایج آزمایش نفوذ استاندارد ۱۲۳
- جدول ۴-۲۶: محاسبه ضریب اطمینان در مقابل آبگونی ۱۲۳
- جدول ۵-۱: طبقه بندی توده سنگ براساس SPI و نیاز به بهسازی ۱۲۸
- جدول ۵-۲: توصیه بهسازی زمین با استفاده از SPI ۱۳۲
- جدول ۵-۳: تزریق پذیری ساختگاه سد شنجور بر اساس SPI برای اعماق کمتر از ۲۰ متر ... ۱۳۳
- جدول ۵-۴: تزریق پذیری ساختگاه سد شنجور بر اساس SPI برای اعماق بیشتر از ۲۰ متر .. ۱۳۴
- جدول ۵-۵: ارتباط بین درزه داری و SPI برای گمانه های مختلف ۱۳۶
- جدول ۵-۶: بهسازی ساختگاه سد شنجور بر اساس SPI برای اعماق کمتر از ۲۰ متر ۱۳۸
- جدول ۵-۷: بهسازی ساختگاه سد شنجور بر اساس SPI برای اعماق بیشتر از ۲۰ متر ۱۳۹