

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

صفحه تصویب پایان نامه کارشناسی ارشد

موضوع :

بررسی تخریب پذیری تکیه گاهها و پی سنگ ساختگاه شیواشان

توسط :

یاشار پور رحیمیان

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی معدن گرایش مکانیک سنگ

از این پایان نامه در تاریخ ۸۲/۶/۹ در مقابل هیأت داوران دفاع بعمل آمده
و مورد تصویب قرار گرفت .

محل امضاء



سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده :

مدیر گروه آموزش : دکتر احمد جعفری

استاد راهنما : دکتر عباس مجدی

استاد راهنما : —

استاد مشاور : مهندس حمید باقری

داور مدعو : دکتر سیاوش لیتکوهی - دکتر عبدالهادی قزوینیان

داور داخلی :

۴۸۷۳۳



بنام خدا
دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه آموزشی مهندسی معدن

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیات داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقای : یاشار پور رحیمیان
در رشته مهندسی معدن
با عنوان "بررسی تزریق خوری تکیه گاهها و پی سنگ ساختگاه سد شیواشان"
را در تاریخ ۸۲/۶/۹

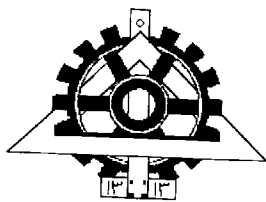
به عدد به حروف با

نمره نهایی :

و درجه : ارزیابی نمود.

ردیف	مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما استاد راهنمای دوم (حسب مورد):	دکتر عباس مجدی	استادیار	دانشگاه تهران	
۲	استاد مشاور	مهندس حمید باقری		شرکت مشاورین	
۳	استاد مدعو (یا استاد مشاور دوم)	دکتر عبدالهادی قزوینیان	استادیار	دانشگاه مدرس	
۴	استاد مدعو	دکتر سیاوش لیتکوهی		شرکت خدمات مهندسی مکانیک خاک	
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی :	دکتر احمد جعفری	استادیار	دانشگاه تهران	

تذکر: این برگه پس از تکمیل توسط هیات داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.



دانشگاه تهران
دانشکده فنی



بررسی تزریق پذیری تکیه گاه ها و پی ساختگاه سد شیواشان سردشت

نگارش:

یاشار پوررحیمیان

استاد راهنما:

دکتر عباس مجدی

استاد مشاور:

مهندس حمید باقری

۶۳۸۲ / ۷ / ۱۰

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

مهندسی معدن - گرایش مکانیک سنگ

شهریورماه ۱۳۸۲

مرکز اطلاع رسانی و آرشیو علمی
دانشگاه تهران
شهریورماه ۱۳۸۲

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

به آنانکه:

سفید موی گشتند تا سفیدروی بمانم و خمیده قامت گشتند تا راست قامت
بمانم و همواره دریای آبی قلبشان سرشار از مهربانیهاست و لحظات زیبای ما
آنها بودن، در را به روی غمهایم می بندد و بلندای طبع واستواری، ادب و
محبت بی مانندشان همواره سرمشق من خواهد بود.

چکیده:

تزریق عبارتست از راندن و نهشته کردن مواد سیال در توده سنگ درزه دار بعنوان پرکننده خلل و فرج ناپیوستگی ها. تزریق در توده سنگ ضمن تبدیل یک محیط متخلخل و ناپیوسته به یک محیط پیوسته موجب افزایش مقاومت، ظرفیت باربری، کاهش تغییر شکل پذیری و کاهش تراوایی می گردد. با توجه به رشد سریع علم تزریق و تبدیل آن بعنوان وسیله ای برای برطرف نمودن مشکلات مهندسی زمین، باید قبل از آغاز پروژه بررسی های لازم در مورد مشخصات طبیعی زمین به منظور پیش بینی موارد تکنیکی و توجیه فنی و اقتصادی پروژه، انجام گیرد.

علیرغم اینکه در گذشته تزریق در کارهای موقت و دائمی مورد استفاده قرار می گرفت، امروزه کاربرد های فراوانی پیدا کرده است.

در این پایان نامه سعی شده است تزریق پذیری و میزان خوردن در لایه های سنگ اسلیت درزه دار ساختگاه سد شیواشان سردشت واقع در شمالغرب ایران مورد بررسی قرار گیرد و در پایان با ارائه مدل ریاضی جدیدی چگونگی میزان خوردن در سنگ هایی که هنوز تزریق در آنها اجرا نشده مورد بررسی قرار گرفته است.

تشکر و قدردانی

پروردگار یکتا را سپاس می‌گوییم که توفیق انجام این مهم بر من میسر نمود. در این مرحله بر خود لازم می‌دانم از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر عباس مجدی به سبب رهنمودهای دلسوزانه و ارزشمندی که در مراحل مختلف انجام این پایان‌نامه ارائه فرمودند و نیز جناب آقای مهندس حمید باقری که مشاورت این پایان‌نامه را متقبل گردیدند، کمال تشکر را داشته باشم.

از تمامی همکارانم در شرکت مهندسی خاور تونل که مرا در این راه یاری دادند، قدردانی می‌نمایم. همچنین از تمامی مهندسیین بخش زمین‌شناسی تخصصی و ژئوتکنیک شرکت مشانیر بالاخص جناب آقای مهندس حمید باقری سرپرست گروه زمین‌شناسی مهندسی و امور تخصصی ژئوتکنیک، که در فراهم آوردن امکانات لازم جهت انجام این پایان‌نامه همت بسیار گماردند و نهایت همکاری را با اینجانب مبذول داشتند، کمال سپاس را دارم. در پایان از تمامی اساتیدم در گروه مهندسی معدن دانشکده فنی دانشگاه تهران که در طول مدت تحصیل همواره مشوق و یاریگر من بودند، سپاسگزارم.

فصل اول: پیشگفتار

۲	..... مقدمه
۳	..... مراحل انجام پایان نامه

فصل دوم: کلیات

۶	..... ۱-۲- دربارۀ تزریق
۱۶	..... ۲-۲- طرح بر قابی شیواشان
۱۷	..... ۱-۲-۲- زمین شناسی عمومی ساختگاه سد
۱۸	..... ۳-۲-۲- ویژگی های زمین ریخت شناسی ساختگاه سد
۱۹	..... ۴-۲-۲- ویژگی های سنگ شناسی
۱۹	..... ۱-۴-۲-۲- سنگ بستر
۱۹	..... ۲-۴-۲-۲- روباره
۲۰	..... ۵-۲-۲- ویژگی های زمین شناسی مهندسی ساختگاه سد
۲۱	..... ۲-۵-۲-۲- تکیه گاه راست
۲۱	..... ۲-۵-۲-۲- تکیه گاه چپ
۲۲	..... ۳-۵-۲-۲- بستر رودخانه

فصل سوم: میسرهای آب بر و تزریق آنها

۲۴	..... ۱-۳- کلیات
۲۴	..... ۲-۳- درزه ها
۲۵	..... ۳-۳- بازشدگی درزه ها
۲۷	..... ۴-۳- زبری درزه ها
۲۸	..... ۵-۳- فاصله داری درزه ها
۳۰	..... ۶-۳- خمرداری
۳۱	..... ۷-۳- عوامل تکتونیکی

فصل چهارم : تراوایی و تزریق پذیری

۳۵	۱-۴- کلیات آزمایش فشار آب
۳۷	۲-۴- نحوه اعمال فشار
۳۹	۳-۴- مدت زمان آزمایش
۴۰	۴-۴- کاربردهای آزمایش فشار آب
۴۰	۱-۴-۴- ارزیابی‌های حاصل از آزمایش فشار آب
۴۷	۲-۴-۴- سایر کاربردهای آزمایش فشار آب
۵۳	۳-۴-۴- کاربرد نتایج لوژان در تشخیص لزوم آب‌بندی در سنگ

فصل پنجم: نقش فشار در عملیات تزریق

۵۷	۱-۵- کلیات
۵۸	۲-۵- شیوه‌های تعیین فشار تزریق
۵۸	۱-۲-۵- انتخاب فشار تزریق براساس قواعد تجربی
۶۲	۲-۲-۵- انتخاب فشار تزریق با توجه به عوامل زمین‌شناسی
۶۷	۳-۵- پارامترها و عوامل مؤثر بر فشار تزریق
۷۵	۴-۵- چگونگی اعمال فشار تزریق
۷۶	۵-۵- تفسیر فرآیند تزریق براساس مقادیر فشار

فصل ششم : آمیزه تزریق و ویژگی‌های آن

۸۱	۱-۶- دسته‌بندی و کاربرد مایع تزریق
۸۵	۲-۶- ویژگی‌های حالت سیال مایع تزریق
۸۵	۱-۲-۶- نفوذ کنندگی
۸۸	۲-۲-۶- آب‌اندازی
۹۰	۳-۲-۶- رئولوژی آمیزه‌های سیمانی
۹۳	۴-۲-۶- اثر دما
۹۴	۵-۲-۶- ته‌نشست و صاف شدن تحت فشار

۹۶	..... ۳-۶ مقاومت
۹۸	..... ۴-۶ تراوانی
۹۸	..... ۵-۶ انقباض

فصل هفتم: مدل‌های پیش‌بینی کننده خوردند

۱۰۱	..... ۱-۷ کلیات
۱۰۱	..... ۲-۷ مدل‌های پیش‌بینی خوردند
۱۰۱	..... ۱-۲-۷ مدل I
۱۰۳	..... ۲-۲-۷ مدل II
۱۰۵	..... ۳-۲-۷ مدل II
۱۰۸	..... ۳-۷ جریان در درزه‌ها
۱۱۲	..... ۴-۷ ارایه یک رابطه جدید برای محاسبه حجم تزریق خوری توده سنگ
۱۲۶	..... ۱-۴-۷ حالت اول: محاسبه حجم تزریق خوری در مقطع تزریق تک درزه
۱۲۶	..... ۲-۴-۷ حالت دوم: تعمیم رابطه ارائه شده برای چند درزه
	..... ۳-۴-۷ حالت سوم: محاسبه حجم تزریق خوری در توده سنگ
۱۲۸	..... بین دو درزه
۱۳۳	..... ۴-۴-۷ حالت چهارم: محاسبه حجم تزریق خوری در توده سنگ خرد شده

فصل هشتم: بررسی نفوذپذیری و تزریق خوری سنگ‌های ساختگاه شیواشان

۱۳۸	..... ۱-۸ کلیات
۱۳۸	..... ۲-۸ میدروژئولوژی
۱۳۸	..... ۱-۲-۸ نرخ تغییرات تراز آب زیرزمینی در گمانه‌های اکتشافی
۱۴۱	..... ۱-۱-۲-۸ تراز آب زیرزمینی در شیب دامنه ساحل راست
۱۴۱	..... ۲-۱-۲-۸ تراز آب زیرزمینی در شیب دامنه ساحل چپ
۱۴۱	..... ۳-۱-۲-۸ شیب هیدرولیکی آب زیرزمینی
۱۴۲	..... ۳-۸ ارزیابی تغییرات مکانی نفوذپذیری توده سنگ
۱۴۲	..... ۱-۳-۸ ساحل راست

۱۴۳	..... ۸-۳-۲- ساحل چپ
۱۴۳	..... ۸-۳-۳- بستر رودخانه
۱۴۴	..... ۸-۴- نفوذپذیری در محدوده محور سد
۱۴۵	..... ۸-۵- بررسی رابطه مقادیر RQD و نتایج آزمایشهای نفوذپذیری لوژان
۱۴۹	..... ۸-۶- تحلیل نمودارهای هم مقدار آزمایش لوژان در محل ساختگاه سد شیواشان
۱۴۹	..... ۸-۷- هدف تزریق آزمایشی
۱۵۱	..... ۸-۸- آرایش گمانه‌های تزریق آزمایشی
۱۵۱	..... ۸-۹- آزمایش نفوذپذیری
۱۵۲	..... ۸-۱۰-۱- تزریق آزمایشی
۱۵۲	..... ۸-۱۰-۱- روش اجرا
۱۵۲	..... ۸-۱۰-۲- فشار تزریق
۱۵۳	..... ۸-۱۰-۳- ترکیب مایع تزریق
۱۵۴	..... ۸-۱۱- نتایج آزمایشهای فشار آب
۱۵۵	..... ۸-۱۲-۱- ارزیابی تزریق آزمایشی
۱۵۵	..... ۸-۱۲-۱- سیمان خوری
۱۵۶	..... ۸-۱۲-۲- مقایسه تراوایی و سیمان خوری
۱۶۰	..... ۸-۱۳- تزریق آزمایشی در گرده سنگی ساحل راست

فصل نهم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۶۲	..... نتیجه گیری
۱۶۴	..... پیشنهادات
۱۶۶	..... منابع و مراجع

پیوست ۱ : نمونه ای از منحنی های P - Q

پیوست ۲ : ارتباط بین مقادیر لوژان و RQD در برخی از گمانه ها

پیوست ۳ : ارتباط بین مقادیر لوژان و RQD با عمق در برخی از گمانه ها

پیوست ۴ : منحنی های هم مقدار لوژان

پیوست ۵ : برخی نقشه های مربوط به طرح برقابی رودخانه کلاس

فهرست جداول

۵۹.....	جدول ۱-۵- راهنمایی تعیین فشار تزریق
۶۳.....	جدول ۲-۵- فشارهای تزریق با توجه به شرایط زمین‌شناسی
۶۸.....	جدول ۳-۵- وزن واحد سیماناب‌ها
۸۴.....	جدول ۱-۶- ویژگی‌های آمیزه‌های سیمانی
۱۰۵.....	جدول ۱-۷- تخمین زاویه انشار α ، برای آب
۱۰۸.....	جدول ۲-۷- مقادیر پارامترهای زمین‌شناسی
۱۱۴.....	جدول ۳-۷- پارامترهای دخیل در تعیین شعاع نفوذ مایع تزریق
۱۱۶.....	جدول ۴-۷- مقادیر پارامترهای و روابط حاصل از آن‌ها
	جدول ۵-۷- تاثیر تغییرات فشار تزریق بر حجم تزریق خوری درزه به ازای مقادیر مختلف C
۱۲۰.....	(A, t_g, μ_g, γ_g ثابت نگهداشته شده اند)
	جدول ۶-۷- تاثیر تغییرات زمان تزریق بر حجم تزریق خوری درزه به ازای مقادیر مختلف C
۱۲۰.....	(A, μ, γ, P ثابت نگهداشته شده اند)
	جدول ۷-۷- تاثیر ویسکوزیته سوسپانسیون تزریق بر حجم تزریق خوری درزه به ازای مقادیر مختلف C (A, γ, t, P ثابت نگهداشته شده اند)
۱۲۰.....	
۱۴۰.....	جدول ۱-۸- مشخصات مختصاتی گمانه های ساختگاه سد شیواشان
۱۴۰.....	جدول ۲-۸- مشخصات گمانه های تکیه گاه راست
۱۴۱.....	جدول ۳-۸- مشخصات گمانه های تکیه گاه چپ
۱۴۱.....	جدول ۴-۸- مشخصات گمانه های بستر رودخانه
۱۴۲.....	جدول ۵-۸- درصد مقادیر نفوذپذیری برای گمانه‌های تکیه گاه راست
	جدول ۶-۸- نوع جریان حاصل از عکس‌العمل توده سنگ در مقابل فشار
۱۴۲.....	آب در تکیه گاه راست
۱۴۳.....	جدول ۷-۸- درصد مقادیر نفوذپذیری برای گمانه‌های ساحل چپ
	جدول ۸-۸- نوع جریان حاصل از عکس‌العمل توده سنگ در مقابل

۱۴۳	..... فشار آب در ساحل چپ
۱۴۴	..... جدول ۸-۹- درصد مقادیر نفوذپذیری برای گمانه‌های بستر رودخانه
	..... جدول ۸-۱۰- نوع جریان حاصل از عکس‌العمل توده سنگ در مقابل
۱۴۴	..... فشار آب در بستر رودخانه
۱۴۵	..... جدول ۸-۱۱- درصد مقادیر لوژان در محدوده محور سد
۱۵۲	..... جدول ۸-۱۲- بیشینه فشارهای پیشنهادی آزمایش فشار آب
۱۵۳	..... جدول ۸-۱۳- بیشینه فشار پیشنهادی تزریق آزمایشی
۱۵۳	..... جدول ۸-۱۴- نسبت وزنی مایع تزریق مصرفی
۱۵۴	..... جدول ۸-۱۵- مشخصات ترکیب آمیزه های تزریق
۱۵۴	..... جدول ۸-۱۶- تغییرات میانگین تراوایی نسبت به ژرفا (واحد لوژان)
۱۵۴	..... جدول ۸-۱۷- رفتار سنگ در برابر آزمایش فشار آب
۱۵۵	..... جدول ۸-۱۸- طبقه‌بندی بر پایه مقدار سیمان‌خوری (Deer 1982)
۱۵۶	..... جدول ۸-۱۹- تغییرات سیمان خوری نسبت به عمق (کیلوگرم بر متر)
۱۵۹	..... جدول ۸-۲۰- تغییرات مقادیر فشار

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲- حوزه کاربرد تزریق در سنگ، تزریق پرده‌ای و تزریق تحکیمی..... ۱۱
- شکل ۲-۲- گمانه و تزریق اولیه و ثانویه و فاصله میان خطوط چال‌ها..... ۱۱
- شکل ۳-۲- روش‌های تزریق ۱۳
- شکل ۴-۲- وضعیت ارتباطی طرح شیواشان ۱۶
- شکل ۵-۲- نمای کلی از منطقه..... ۱۷
- شکل ۱-۳- چگونگی گسترش مسیرهای انتقال آب در سنگ..... ۲۴
- شکل ۲-۳- بازشدگی درزه در برابر مقدار لوژان ۲۶
- شکل ۳-۳- بازشدگی درزه در برابر مقدار لوژان ۲۷
- شکل ۴-۳- نسبت بازشدگی معادل به بازشدگی میانگین به صورت تابعی از زبری دیواره ۲۹
- شکل ۵-۳- فاصله‌داری سنگ‌های مختلف ۳۰
- شکل ۶-۳- تشریح گسترش مسیرهای اصلی آب بر توده سنگ گسل خورده ۳۲
- شکل ۷-۳- توزیع تنش در لایه‌ای که تحت نیروی فشاری موازی با آن قرار دارد ۳۳
- شکل ۱-۴- مجموعه آزمایش لوژان ۳۵
- شکل ۲-۴- مقادیر متفاوت لوژان ۳۶
- شکل ۳-۴- تصحیح مورد نیاز. هنگامیکه فشار در بالای گمانه ثبت می‌شود ۳۹
- شکل ۴-۴- افت فشار در لوله‌ها ۴۰
- شکل ۵-۴- Q جریان آب تزریق شده و P فشار ایستابی ۴۲
- شکل ۶-۴- کاربرد الگوهای راهنما برای تشخیص رخدادهای آزمایش آب ۴۳
- شکل ۷-۴- رده‌بندی نمودارهای $Q-P$ ۴۳
- شکل ۸-۴- فرسایش در آزمایش لوژان در یک ناپیوستگی که بخشی از آن یا خاک پر شده است... ۴۶
- شکل ۹-۴- رابطه میان جذب آب و ضریب تراوایی ۴۸
- شکل ۱۰-۴- نمودارهای ارزیابی نفوذپذیری در آزمایش لوژان ۵۰
- شکل ۱۱-۴- حالت یک بعدی که مساحت جریان مستقل از فاصله تا گمانه است ۵۱

- شکل ۴-۱۲- حالت دو بعدی که در آن مساحت جریان با افزایش فاصله تا گمانه
 به طور خطی افزایش می‌یابد..... ۵۱
- شکل ۴-۱۳- حالت سه بعدی که در آن مساحت جریان با مربع فاصله تا گمانه
 متناسب است ۵۱
- شکل ۴-۱۴- همگنی نسبی جریان در نمونه‌ای کوچک از جسم متخلخل ۵۲
- شکل ۴-۱۵- ناسازگاری شرایط هیدرولیکی در جریان شعاعی و آزمایش لوژان ۵۳
- شکل ۴-۱۶- معیار آب‌بندی براساس مقادیر جذب آب طبق پیشنهاد هیتفلد ۵۴
- شکل ۴-۱۷- گروه بندی روابط متفاوت میان مقادیر لوژان و خوردند مایع تزریق ۵۵
- شکل ۵-۱- فشارهای تزریق بکار رفته در تجربیات ایالات متحده ۶۰
- شکل ۵-۲- فشارهای تزریق بکار رفته در تجربیات تزریق سوئد ۶۱
- شکل ۵-۳- حداکثر فشار تزریق برحسب تزریق، برای سنگهای با مقاومت‌های متفاوت ۶۱
- شکل ۵-۴- روند متفاوت افزایش فشار تزریق ۶۳
- شکل ۵-۵- لایه‌های دوغاب سخت شده، در امتداد لایه‌بندی‌های عمودی، متقاطع با محور سد و
 مستعد شکست هیدرولیکی جای گرفته‌اند و می‌توانند احتمال شکست و افزایش نمایی تراوش
 را کاهش دهند ۶۵
- شکل ۵-۶- تعیین فشارهای تزریق با توجه به شرایط زمین‌شناسی برای استفاده در سنگ سخت
 تراوا به منظور آب‌بندی نمودن بهتر ۶۵
- شکل ۵-۷- تعیین فشار تزریق با توجه به شرایط زمین‌شناسی برای اجتناب از شکست هیدرولیکی
 با پیوستگی‌های مخفی که توسط فشارهای دوباره کنترل می‌شوند ۶۶
- شکل ۵-۸- تعیین فشار تزریق با توجه به شرایط زمین‌شناسی ۶۷
- شکل ۵-۹- محاسبه فشار تزریق ۶۸
- شکل ۵-۱۰- ارتباط میان ناپیوستگی‌ها و فشار تزریق ۶۹
- شکل ۵-۱۱- نمودار ایمنی - تنش اصلی موازی با محور گمانه ۷۰
- شکل ۵-۱۲- نمودار ایمنی - تنش اصلی موازی با سطح تقارن ۷۰
- شکل ۵-۱۳- نمودار ایمنی - تنش اصلی عمود بر سطح تقارن ۷۱
- شکل ۵-۱۴- توزیع فشار دوغاب در یک درزه ۷۱