مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
کتابخانه مدارک

دانشگاه تهران

۱۳۷۹ /۷/ ۱۰

دانشکده فنی

پایان نامه کارشناسی ارشد

رفتارسنجی و تحلیل پایداری توده سنگهای پیرامون تونلهای آب بر نیروگاه، سد کارون ۳

7679

استاد راهنما: دکتر مهدی موسوی

استاد مشاور: دکتر احمد جعفری

نگارش: رضا تابان راد

جمهوری اسلامی ایران
دانشگاه تهران
دانشکده فنی

بهار ۷۹

۲۱۲۶۱

تقدیم به

پدر و مادرم

شمعهای فروزان زندگیم

دوستان دوران تحصیلم که رشته محبت بینمان هرگز گسسته نخواهد شد.

جناب مهندس فرگاه، مهندس اعتمادنیا، مهندس امین زاده

و تمامی پاکی سرشتانی که مرا در طریق کسب علم و معرفت یاری نمودند

۳۱۲۶۱

تقدیر و تشکر

در اینجا بر خود لازم می دانم از زحمات بی شائبه استاد راهنمای محترم پروژه، جناب دکتر موسوی که با شکیبایی تمام در تمامی مراحل حقیر را راهنمایی فرمودند تشکر و قدردانی نمایم، همینطور از مشاور محترم پروژه جناب دکتر جعفری بواسطه فراهم نمودن امکانات لازم و جناب دکتر معارف وند بدلیل راهنماییهای ارزشمند ایشان در زمینه نرم افزار *UDEC* تشکر می نمایم. همچنین بر خود لازم می دانم از تمامی افراد تلاشگر کارگاه خصوصاً جناب مهندس مهین راد سرپرست دستگاه نظارت مقیم، آقایان یانگ و سولیمار متخصصین شرکت *ACRES* (بدلیل همکاری بی شائبه و ارائه اطلاعات اولیه مورد نیاز) مهندس بهادری کارشناس بخش ژئوتکنیک کارفرمای محترم پروژه، مهندس نوری مسؤول بخش زیرزمینی مشاور، مهندس ربیع زاده و مهندس هزارخوانی از بخش ابزار دقیق مشاور، مهندس عسگری کارشناس محترم شرکت دانش و فن، آقایان اسماعیل زاده و صدرزاده تکنسینهای خدوم و فهیم مشاور، مهندس ثامنی از بخش ژئوتکنیک مشاور، آقای جهانبانی آقای پناهی و تمامی دوستانیکه بنحوی حقیر را یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

در پایان از زحمات مهندس سناجیان مسؤول محترم مرکز کامپیوتر دانشکده معدن سپاسگزاری می نمایم.

چکیده

امروزه ابزاربندی به جهت مزایای فراوان آن یکی از اجزاء لاینفک فعالیتهای زیرزمینی محسوب می گردد. یکی از مزایای عمده آن تحلیل پایداری و بهینه سازی سیستم نگهداری فضاهای زیرزمینی می باشد. در این پایان نامه تحلیل پایداری تونلهای آب بر فوقانی نیروگاه سد کارون ۳ با استفاده از نتایج طرح ابزاربندی مورد بررسی قرار گرفت. طرح ابزاربندی این تونلها در دو مقطع ذر محل انشعاب و شامل سه اکستنسومتر و سلول بار می باشد. جهت نیل به اهداف پایان نامه، مراحل کار به شرح ذیل انجام گرفت. ابتدا تونلها از لحاظ موقعیت و وضعیت زمین شناسی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. سپس به منظور تعیین ویژگیهای مقاومتی و تغییر شکل پذیری از نتایج ازمایشات آزمایشگاهی نظیر مقاومت فشاری تک محوری و سه محوری و آزمایشات برجا نظیر برش مستقیم و جک تخت بهره گرفته شد و مشخص گردید توده سنگهای دربرگیرنده تونلها در این منطقه ضعیف می باشند. سپس منطقه از نظر ناپیوستگیها مورد بازدید قرار گرفت و ناپیوستگیهای برداشت شده با نرم افزار *DIPS* تحلیل گردید. پس از تحلیل ناپیوستگیها در این نرم افزار وجود دسته درزه های متقاطع و بلوک ساز در تصاویر استریوگرافیک مشخص گردید. به همین دلیل فضا توسط نرم افزار *UnWedge* مورد تحلیل بلوکی قرار گرفت و حجم و ابعاد بلوکها تعیین شد. پس از اعمال طرح نگهداری ذر حال اجرا، مشخص گردید این بلوکها کاملاً پایدار می باشند. سپس توده سنگهای دربرگیرنده توسط روشهای طبقه بندی مهندسی Q و *RMR* مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص گردید بر طبق طبقه بندی *RMR* توده سنگهای دربرگیرنده تونلها در رده ضعیف و بر اساس طبقه بندی Q در رده سنگهای خیلی ضعیف قرار گرفت و با توجه به مجموع پیشنهادهای ایندو سیستم، یک روش نگهداری ارائه گردید که از طرح نگهداری در حال اجرا اندکی کمتر بود. در مرحله بعدی جهت تحلیل عددی تونلها به دلیل هندسه خاص سه بعدی آنها از روشی که توسط *Laas (1998)* پیشنهاد گردیده است، بهره گرفته شد. طبق این روش ابتدا تونلها توسط نرم افزار سه بعدی الاستیک (در این تحقیق توسط نرم فزر *Examine 3D*) تحلیل و تنش خارج از صفحه تعیین و در مدل دو بعدی غیرالاستیک (در این تحقیق در نرم افزار *UDEC*) قرار داده شد و بدین ترتیب حالت سه بعدی در مدل غیر الاستیک مشابه سازی گردید. سپس جهت تعیین دقیق پارامترهای ژئومکانیکی، پارامترهای ورودی مدل توسط نرم افزار *UDEC* و به روش مستقیم مورد تحلیل برگشتی قرار گرفتند. همچنین کمینه سازی خطا میان مدل و برزار نیز به روش حداقل مربعات انجام پذیرفت. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده از مدل عددی، تحلیل پایداری به روش پیشنهادی توسط *Sakurai* موسوم به تکنیک کنترل مستقیم کرنش *(DSCT)* انجام پذیرفت و طرح نگهداری موقت بهینه که اندکی کمتر از طرح در حال اجرا می باشد، پیشنهاد گردید.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	۱
۱-فصل اول	۲
۱-۱-مقدمه	۵
۱-۲-معرفی کلی طرح کارون ۳	۱۱
۲-فصل دوم- زمین شناسی منطقه	۱۲
۱-۲- زمین شناسی منطقه	۱۲
۱-۳- زمین شناسی سنگ بستر و مورفولوژی	۱۸
۲-۳- زمین شناسی ساختمانی	۲۰
۲-٤- ناپیوستگیها	۲۵
۲-۵- هوازدگی و کارست	۲٦
۳- فصل سوم- تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگ	۲۷
مقدمه	۲۷
۳-۱- ویژگیهای ژئومکانیکی مواد سنگی	۲۸
۳-۲- آزمایشهای انجام شده در طرح کارون ۳	۲۹
۳-۳- مشخصات ناپیوستگیها	۳٦
٤- فصل چهارم- طبقه بندی مهندسی توده سنگها در تونلهای آبگیر و آب بر	۳۷
- مقدمه	۳۷
٤-۱- روشهای طبقه بندی مهندسی سنگ	٤٤
٤-۲- معادل سازی پارامترهای ملاک شکست موهر-کلمب و هوک-براون	٤٦
٤-۲-۱- بکارگیری الگوریتم بالمر در تونلهای آبگیر و آب بر	۵۱
۳-٤- مروری بر توصیه وسایل نگهداری تونلها با استفاده از روشهای طبقه بندی RMR و Q	۵۵
٤-۳-۱- جمع بندی توصیه های وسایل نگهداری در دو روش RMR و Q	

عنوان **صفحه**

۵- فصل پنجم- تحلیل بلوکی تونلهای آبگیر و آب بر در محل انشعاب ۵۶
۵-۱- مقدمه ۵۷
۵-۲- انواع بلوکها ۵۸
۵-۳- مکانیزم شکست در حفره های زیرزمینی ۵۹
۵-٤- نرم افزار *UNWEDGE* ۶۱
٦- فصل ششم- توصیف ابزاربندی تونلهای آبگیر و آب بر ۷۲
٦-۱-۱- تعریف ابزاربندی ۷۳
٦-۱-۲- علت استفاده از ابزاربندی ۷۳
٦-۱-۳- اهداف ابزاربندی ۷٤
٦-۱-٤- ویژگیهای یک طرح ابزاربندی ۷۵
٦-۱-۵- سیستمهای رفتارسنجی ۷۵
٦-۱-۵-۱- مشخصات کلی سیستمهای رفتارسنجی ۷۵
٦-۱-۵-۲- مکانیزم کار سیستمهای رفتارسنجی ۷۷
٦-۱-٦- معرفی ابزارهای مورد استفاده در مقاطع ابزار دقیق ۷۸
٦-۱-٦-۱- اکستنسومترها ۷۸
٦-۱-٦-۲- سلولهای بار (بار سنج) ۷۸
٦-۲- توصیف طرح ابزاربندی در تونلهای آبگیر و آب بر فوقانی ۸۲
٦-۳- پردازش و تفسیر نتایج بدست آمده از ابزاربندی تونلهای اب بر فوقانی ۸۵
۷- فصل هفتم- مدلسازی عددی با استفاده از نرم افزارهای *Examine 3D* و *UDEC* ۹٦
۷-۱- مقدمه ۹۷
۷-۱-۱- روش المان مرزی ۹۸
۷-۱-۲- روش المان مجزا ۹۹
٦-۲- شیوه بکاربرده شده جهت تحلیل ۹۹
٦-۲-۱- مدلسازی با نرم افزار *Examine 3D* ۱۰۰
٦-۲-۱-۱- کالیبراسیون مدل *Examine 3D* توسط یک مدل راه حل فرم بسته ۱۰۰

صفحه

عنوان

۱۰٤ ٦-۲-۲- مدلسازی با نرم افزار دو بعدی غیرالاستیک *UDEC*

۱۰٤ ٦-۲-۲-۱- شیوه محاسباتی نرم افزار *UDEC*

۱۰٥ ٦-۲-۲-۲- معرفی نرم افزار *UDEC*

۱۰٦ ٦-۲-۲-۳-نتایج بدست آمده از تحلیل اولیه با نرم افزار *UDEC*

۱۱۲ ۸- فصل هشتم- تحلیل برگشتی و تصحیح پارامترهای ورودی با استفاده ار نتایج ابزار دقیق

۱۱۳ ۸-۱- مقدمه

۱۱٥ ۸-۲- تعیین خصوصیات توده سنگ منطقه با استفاده از تحلیل برگشتی به روش مستقیم

۱۲۳ ۸-۳- تحلیل پایداری و پیشنهاد طرح نگهداری موقت بهینه

۱۲۸ ۹- فصل نهم- نتیجه گیری و پیشنهادات

منابع و مآخذ

فهرست اشکال

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱-۱ - نمودار روند انجام مراحل مختلف پایان نامه ٤
شکل ۱-۲- موقعیت طرح کارون ۳ ٦
شکل ۱-۳- راههای ارتباطی طرح کارون ۳ ٦
شکل ۱-٤- پلان جانمایی کلی فضاهای زیرزمینی و روباز مجموعه کارون ۳ ۷
شکل ۱-٥- نمای سه بعدی جانمایی کلی فضاهای زیرزمینی ۸
شکل ۱-٦- پلان تونلهای آبگیر و آب بر و محل انشعاب ۹
شکل ۱-۷- پروفیل طولی تونلهای آبگیر و آب بر ۱۰
شکل ۲-۱- نمای کلی مرز میان سازندها همراه با جانمایی کلی مجموعه کارون ۳ ۱٤
شکل ۲-۲- مرز میان واحدهای مختلف سازندهای آسماری و پابده ۱٥
شکل ۲-۳- موقعیت تاقدیس کیف مالک، تونلهای آب بر و بدنه سد در یک نمای سه بعدی ۱۹
شکل۲-٤- نتایج پردازش ناپیوستگیها در محل ساختگاه، فراوانی ۲۳
شکل ۲-٥- - نتایج پردازش ناپیوستگیها در محل ساختگاه، سطح معادل ۲٤
شکل ۳-۱- دامنه روشهای مختلف تعیین مدول در مقایسه با دامنه فرکانس موج برشی ۲۸
شکل ۳-۲- نتایج پردازش ناپیوستگیهای برداشت شده در انشعاب ۱- فراوانی ۳۱
شکل ۳-۳- نتایج پردازش ناپیوستگیهای برداشت شده در انشعاب ۱- سطح معادل ۳۲
شکل ۳-٤- نتایج پردازش ناپیوستگیهای برداشت شده در انشعاب ۲- فراوانی ۳۳
شکل ۳-٥- نتایج پردازش ناپیوستگیهای برداشت شده در انشعاب ۲- سطح معادل ۳٤
شکل ۳-٦- نتایج پردازش ناپیوستگیهای برداشت شده در انشعاب ۲- قطب ۳٥
شکل ٤-۱- مقادیر پارامترهای حاصل از الگوریتم بالمر در انشعاب ۲ ٤۷
شکل ٤-۲- مقادیر پارامترهای حاصل از الگوریتم بالمر در انشعاب ۱ ٤۸
شکل ٤-۳- مقادیر پارامترهای حاصل از الگوریتم بالمر در انشعاب ۱ ٤۹
شکل ٤-٤- الگوریتم بالمر جهت تخمین پارامترهای موهر-کلمب و هوک-براون ٥۰

عنوان شکل **صفحه**

شکل ٤-٥- سیستم نگهداری توصیه شده در روش Q ٥٢

شکل٤-٦- برآورد میزان فشار تگهداری با توجه به سیستم طبقه بندی Q ٥٣

شکل ٥-١- انواع مختلف بلوکها در اطراف فضای حفاری ٥٩

شکل ٥-٢- شرایط سقوط گوه های سقف همراه با تصویر استریوگرافیکی صفحات متقاطع ناپیوستگی ٦٠

شکل ٥-٣- شرایط لغزش گوه های سقف همراه با تصویر استریوگرافیکی صفحات متقاطع ٦١

شکل ٥-٤- تصویر استریوگرافیکی گوه پایدار ٦١

شکل ٥-٥- تصویر استریوگرافیکی صفحات متقاطع ناپیوستگی در انشعاب ١ ٦٣

شکل ٥-٦- تصویر بلوکهای تشکیل شده در انشعاب ١ ٦٤

شکل ٥-٧- تصویر ابعاد بلوک تشکیل شده در انشعاب ١ ٦٥

شکل ٥-٨- تصویر پایدار سازی بلوک تشکیل شده در انشعاب ١ ٦٦

شکل ٥-٩- تصویر استریوگرافیکی صفحات متقاطع ناپیوستگی در انشعاب ٢ ٦٧

شکل ٥-١٠-تصویر گوه های تشکیل شده در جهات مختلف فضایی در انشعاب ٢ ٦٨

شکل ٥-١١- تصویر بحرانیترین بلوک تشکیل شده در سقف انشعاب ٢ ٦٩

شکل ٥-١٢- تصویر ابعاد و حجم بلوک تشکیل شده در انشعاب ٢ ٧٠

شکل ٥-١٣- تصویر پایدارسازی بلوک تشکیل شده در انشعاب ٢ ٧١

شکل ٦-١- دو نوع اکستنسومتر چند نقطه ای با دو طریقه نصب و قرائت ٧٩

شکل ٦-٢- نحوه نصب بارسنج صفحه ای ٨٠

شکل ٦-٣- بخشهای مختلف سنول بار مکانیکی ٨١

شکل ٦-٤- بخشهای مختلف سنول بار هیدرولیکی ٨١

شکل ٦-٥- الف) پلان تونلهای آب بر و مقاطع ابزار دقیق ٨٣

شکل ٦-٥- ب) مقطع ابزار دقیق در محل انشعاب ٨٣

شکل ٦-٦- نمودار تغییرات جابجایی مطلق و بار وارده نسبت به زمان در سقف انشعاب ١ ٨٦

شکل ٦-٧- نمودار تغییرات جابجایی مطلق و بار وارده نسبت به زمان در دیواره چپ انشعاب ١ ٨٧

شکل ٦-٨- نمودار تغییرات جابجایی مطلق و بار وارده نسبت به زمان در دیواره راست انشعاب ١ ٨٨

عنوان شکل **صفحه**

شکل ٦-٩- نمودار تغییرات جابجایی مطلق و بار وارده نسبت به زمان در سقف انشعاب ۲ ۹۰

شکل ٦-١٠- توالی و ترتیب زمانی حفاری در انشعاب ۲ ۹۱

شکل ٦-١١- نمودار تغییرات جابجایی مطلق و بار وارده نسبت به زمان در دیواره چپ انشعاب ۲ ۹۲

شکل ٦-١٢- نمودار تغییرات جابجایی مطلق و بار وارده نسبت به زمان در دیواره راست انشعاب ۲ ۹۳

شکل ۷-۱- نحوه المان بندی یک بعدی و دو بعدی در روش اجزاء مرزی ۹۸

شکل ۷-۱- نحوه المان بندی یک بعدی و دو بعدی در روش اجزاء مرزی ۹۸

شکل ۷-۳- تنش اصلی حداکثر در استوانه سه بعدی ۱۰۱

شکل ۷-٤- تنش خارج از صفحه در نرم افزار *Examine 3D* در انشعاب ۲ ۱۰۲

شکل ۷-٥- نمای تونلهای آبگیر و آب بر مدلسازی شده توسط نرم افزار *Examine 3D* ۱۰۳

شکل ۷-٦- چرخه محاسباتی نرم افزار *UDEC* ۱۰٤

شکل ۷-۷- ترتیب و توالی مراحل مختلف حفاری ۱۰۷

شکل ۷-۸- نمودار تعادل مدل ۱۰۸

شکل ۷-۹- شکل هندسی فضا همراه با ناپیوستگیها ۱۰۹

شکل ۷-۱۰- جابجایی قائم در انشعاب ۲ ۱۰۹

شکل ۷-۱۱- جابجایی افقی در انشعاب ۲ ۱۱۰

شکل ۷-۱۲- تنش اصلی حداکثر در انشعاب ۲ ۱۱۰

شکل ۷-۱۳- تنش اصلی حداقل در انشعاب ۲ ۱۱۱

شکل ۷-۱٤- ضریب ایمنی بر اساس ملاک موهر-کلمب ۱۱۱

شکل۷-۱٥- جابجایی قائم در انشعاب ۱ ۱۱۲

شکل ۷-۱٦- جابجایی افقی در انشعاب ۱ ۱۱۲

شکل ۷-۱۷- تنش اصلی حداکثر در انشعاب ۱ ۱۱۳

شکل ۷-۱۸- تنش اصلی حداقل در انشعاب ۱ ۱۱۳

شکل ۸-۱- نمودار جابجایی قائم نقاط اندازه گیری در دیواره راست مدل ۱۱٦

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۸-۲- نمودار جابجایی افقی نقاط انداره گیری در دیواره راست مدل ۱۱۷

شکل ۸-۳- نمودار جابجایی قائم نقاط انداره گیری در دیواره چپ مدل ۱۱۷

شکل ۸-٤- نمودار جابجایی افقی نقاط انداره گیری در دیواره چپ مدل ۱۱۸

شکل ۸-۵- نمودار سه بعدی کمینه سازی تابع خطا مربوط به مدول الاستیک و چسبندگی ۱۱۸

شکل ۸-٦- نمودار سه بعدی کمینه سازی تابع خطا مربوط به سختی برشی و چسبندگی ۱۱۹

شکل ۸-۷- نمودار سه بعدی کمینه سازی تابع خطا مربوط به مدول الاستیک و سختی ۱۱۹
عمودی

شکل ۸-۸- نمودار سه بعدی کمینه سازی تابع خطا مربوط به مدول الاستیک و سختی ۱۲۰
برشی

شکل ۸-۹- نمودار سه بعدی کمینه سازی تابع خطا مربوط به زاویه اصطکاک و چسبندگی ۱۲۰

شکل ۸-۱۰- مقایسه نتایج مدل و ابزار دقیق در دیواره راست انشعاب ۲ ۱۲۱

شکل ۸-۱۱- مقایسه نتایج مدل و ابزار دقیق در دیواره چپ انشعاب ۲ ۱۲۱

شکل ۸-۱۲- مقایسه نتایج مدل و ابزار دقیق در دیواره راست انشعاب ۱ ۱۲۲

شکل ۸-۱۳- مقایسه نتایج مدل و ابزار دقیق در دیواره چپ انشعاب ۱ ۱۲۳

شکل ۸-۱٤- نمودار تعیین R_f ۱۲٤

شکل ۸-۱۵- نمودار جریان تکنیک کنترل مستقیم کرنش *(DSCT)* ۱۲۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱- واحدها و زیرواحدهای سنگ بستر ۱۷

جدول ۲-۲- مشخصات ناپیوستگیها در محل ورودی تونلهای آبگیر و آب بر ۲۱

جدول ۳-۱- خواص ژئومکانیکی مواد ۲۹

جدول ۳-۲- ناپیوستگیهای برداشت شده از محل تونلهای آبگیر و انشعاب ۳۰

جدول ٤-۱- سیستم امتیازدهی توده سنگ (*RMR*) ٤۱

جدول ٤-۲- نتایج برازش خطوط در الگوریتم بالمر ٤٦

جدول ٤-۳- طبقه بندی مهندسی توده سنگ بر اساس سیستم *RMR* ۵۱

جدول ٤-٤- طبقه بندی مهندسی توده سنگ بر اساس سیستم *Q* ۵۱

جدول ٤-٦- مشخصات تقریبی سیستمهای نگهداری مختلف نصب شده در تونلهای دایروی با قطرهای متفاوت ۵٤

جدول ٦-۱- زمان و موقعیت نصب ابزارها در تونلهای آب بر ۸٤

جدول ۷-۱- مقایسه نتایج مدل سه بعدی راه حل فرم بسته و مدل *Examine 3D* ۱۰۰

جدول ۷-۲- پارامترهای ورودی مدلهای عددی ۱۰۷

جدول ۸-۱- پارامترهای حاصل از تحلیل برگشتی در انشعاب ۲ ۱۱٦

جدول ۸-۲- نتایج تحلیل نگهداری موقت در دیواره راست انشعاب ۲ ۱۲٦

جدول ۸-۳- نتایج تحلیل نگهداری موقت در دیواره چپ انشعاب ۲ ۱۲٦

جدول ۸-٤- نتایج تحلیل نگهداری موقت بهینه در دیواره راست انشعاب ۲ ۱۲۷

جدول ۸-۵- نتایج تحلیل نگهداری موقت بهینه در دیواره چپ انشعاب ۲ ۱۲۷

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

علم مکانیک سنگ از بدو تولد تا کنون رشد بسیار زیادی داشته است، با این وجود، هنوز نسبت به پیش بینی های نظری و علمی در مورد رفتار توده‌های سنگی بدیده تردید نگریسته می شود. آنچه کار طراحی مهندسی در این شاخه از علم را مشکل، پیچیده و غیر قطعی نموده است، ماهیت موادی است که با آن سروکار دارد برخلاف اکثر رشته های علوم مهندسی که با مصالح مصنوعی و ساخته دست بشر سروکار دارند، مکانیک سنگ با ماده ای سرکار دارد که کاملاً بصورت طبیعی به وجود آمده و بشر هیچگونه نقشی در ایجاد آن نداشته است. لذا اطلاع در مورد قوانین و روابط حاکم بر رفتار سنگها در مقایسه با مصالح مصنوعی بسیار کم است، همچنین نامعلوم بودن نیروهای وارد بر سازه زیرزمینی و نامنظم و پیچیده بودن شکل هندسی سازه مشکلات این رشته را دو چندان نموده است.

ظهور و گسترش روشهای عددی مبتنی بر محاسبات حجیم رایانه ای این امید را بوجود آورد که بالاخره می توان بر پیچیدگیهای رفتاری سنگ غلبه نمود. در واقعیت نیز ، روشهای عددی باعث پیشرفتهای شگرفی در زمینه شناخت و شبیه سازی رفتار سنگها شدند. روشهای تحلیل عددی از قبیل المان محدود، المان مرزی، تفاضل محدود و المان مجزا، ابزارهای بسیار قدرتمندی برای تحلیل رفتار مکانیکی سنگها میباشند و دارای دقت قابل ملاحظه ای در محاسبات تنشها و جابجایی ها در سنگهای اطراف حفریات سطحی وزیرزمینی هستند. اما مشکلی که به خاطر ماهیت طبیعی سنگها یعنی پیچیدگی و غیر یکنواختی ترکیب و شرایط زمین شناسی آنها پدید می آید انتخاب ساختار زمین شناسی و پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگ بعنوان داده های ورودی مدلهای عددی می باشد. در حیطه مهندسی سنگ، تعیین داده های ورودی مدلهای عددی، از قبیل موقعیت گسلها نواحی برشی و دیگر ناپیوستگیها، ویژگیهای مکانیکی سنگها ، تنشهای برجا ، سطح آب زیر زمینی و نفوذ پذیری سنگها کاری بسیار مشکل می باشد. لذا همواره احتمال وجود خطاهای غیر قابل چشم پوشی و عدم قطعیت در داده های ورودی وجود دارد. بنابراین اگر رفتار واقعی توده سنگها با رفتار پیش بینی شده توسط مدلهای عددی، حتی در صورت انجام تحقیقات دقیق و مفصل ، یکسان نباشد چندان تعجب آور نیست .

برای غلبه به این مشکل می توان با استفاده از نتایج مشاهدات صحرایی انجام گرفته به هنگام ساخت طرح مهندسی، داده های ورودی بکار رفته در تحلیل اولیه را مجدداً مورد بررسی

قرار داد . به این روش در حالت کلی "روش مشاهده ای"[1] گفته می‌شود. در روش مشاهده ای به کمک ابزارها و وسایل مختلفی که برای مشاهده و ثبت واکنش توده سنگ در برابر حفاری به وجود آمده اند، رفتار توده سنگ در طی عملیات حفاری و پس از آن ثبت میشود. به عمل مشاهده و ثبت رفتار توده سنگ در طی عملیات حفاری و پس از آن "رفتارسنجی"[2] گفته می شود. به کمک نتایج حاصله از رفتار سنجی، می توان داده های ورودی مدل عددی را به نحوی تصحیح کرد که بتوان یک تحلیل عددی دقیقتر از مسأله اولیه را انجام داد و پس از آن تصحیحات ممکن را در طرح اولیه پدید آورد. روشهای مورد استفاده برای تصحیح مقادیر پارامترهای ورودی مدل عددی بعنوان روشهای تحلیل برگشتی[3] شناخته می شوند .

با هدف ارزیابی وضعیت پایداری و تعیین پارامترهای ژئو مکانیکی توده سنگ پیرامون تونلها طرح ابزار دقیق تونلهای آب بر فوقانی که شامل سه کشیدگی سنج ٤ نقطه ای و ۳ بار سنج در هر مقطع می باشد، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. هدف این پایان نامه استفاده از نتایج طرح ابزاربندی تونل جهت ارزیابی وضعیت پایداری تونل و تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگ میباشد. بدین منظور مراحل مختلفی برای انجام این پروژه طی شده‌است، که در قالب فصول مختلف پایان نامه ارائه گردیده است.

در فصل اول و دوم طرح کارون ۳ و موقعیت تونلهای آبگیر و آب بر همچنین وضعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه شرح داده شده است.

فصل سوم به چگونگی تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگ اختصاص داده شده است.

در فصل چهارم روشهای طبقه بندی مهندسی توده سنگ و طراحی تجربی نگهداری موقت تونل با استفاده از این روشها ارائه گردیده است.

فصل پنجم به تحلیل بلوکی منطقه با استفاده از نرم افزار *unwedge* پرداخته و روشهای پایداری سازی مورد بحث قرار گرفته است.

در فصل ششم ابزاردقیق مورد استفاده در طرح معرفی و نتایج حاصل از آن پردازش و تفسیر گردیده اند.

در فصل هفتم مدلسازی عددی با استفاده از نرم افزارهای *Examine-3D* و *UDEC* و نتایج حاصل از آنها ارائه گردیده است.

1-Observational Method
2-Monitoring
3-Back Analysis