

۱۳۹۹

الله أكبر

۹۹۱۸۲



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی معدن گرایش مکانیک سنگ

تحلیل پایداری و نگهداری ستون سنگی مغار سد سیاه بیشه

مجید میراحمدی شلمزاری

استاد راهنما:

دکتر مرتضی احمدی

اساتید مشاور:

دکتر کامران گشتاسبی گوهرریزی

مهندس رضا شاهرودیلو

اطلاعات ارائه شده
توسط مرکز

۱۳۸۷ / ۱۵ / ۲۵

بهمن ۸۶

۹۹۱۸۳

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

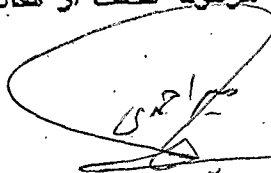
ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشند. تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه / رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.


 ۸۷/۲/۲

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته _____ است
که در سال _____ در دانشکده _____ دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر _____ مشاور سرکار خانم / جناب آقای دکتر _____ و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر _____ از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تادیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالعه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهند به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب _____ دانشجوی رشته _____ مقطع _____ تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

کارشناس ارشد

۱۱۸۷ / ۱۵ / ۲۵

نام و نام خانوادگی

تاریخ و امضاء: ۸۶ / ۱۲ / ۲۵

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر

از زحمات استاد گرانقدر و عزیز جناب آقای دکتر مرتضی احمدی که راهنمایی این پایان نامه را بر

عهده داشتند و مرا در مسیر صحیح این هدف راهنمایی کردند، صمیمانه تشکر می کنم.

از استاد عزیز جناب آقای دکتر گشتاسبی که به عنوان مشاور در انجام این پایان نامه مرا یاری

کردند، سپاسگذارم.

از جناب آقای مهندس شاهوردیلو که به عنوان مشاور با نقطه نظرات سازنده خود به من کمک

کردند، کمال تشکر را دارم.

از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر قزوینیان که در طول دوران تحصیل درست اندیشیدن را به من

آموختند، قدردانی می کنم.

از کمک مهندسین محترم شرکت مشانیر صمیمانه تشکر می کنم.



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان

آقای مجید میراحمدی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان تحلیل پایداری و نگهداری ستون سنگی مغار سد سیاه بیشه در تاریخ ۱۳۸۶/۱۱/۲۹ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی معدن - مکانیک سنگ پیشنهاد می کنند.

امضا	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیات داوران
	استادیار	دکتر مرتضی احمدی	استاد راهنما
	استادیار	دکتر کامران گشتاسبی گوهرریزی	استاد مشاور
		دکتر رضا شاهوردیلو	استاد مشاور
	استادیار	دکتر عبدالهادی قزوینیان	استاد ناظر
	استادیار	دکتر حسین سالاری	استاد ناظر
	استادیار	دکتر عبدالهادی قزوینیان	مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)



چکیده

هدف از این تحقیق، استفاده از روش عددی جهت بررسی رفتار و تحلیل پایداری مغار نیروگاه سیاه-بیشه می باشد. سیستم نگهداری اجرا شده در این مغار بر اساس تحلیل های تجربی (طبقه بندی Q و RMR) و تحلیل عددی دوبعدی به صورت پیوسته (Phase2) می باشد. داده های حاصل از نصب مقاطع ابزار بندی حاکی از وجود ناپایداری در قسمتی از این مغار می باشد و نیاز به بررسی مجدد پایداری می باشد. برای نیل به این هدف از روش عددی المان مجزا (نرم افزار دو بعدی UDEC) جهت مدلسازی محیط به صورت ناپیوسته و مقایسه با نتایج ابزاربندی استفاده شده است. ابتدا مغارهای نیروگاه با توجه به سیستم نگهداری نصب شده مدلسازی شدند و مناطق ناپایدار مشخص شدند. با توجه به نتایج تحلیل عددی ستون سنگی بین مغار اصلی و گالری دريچه دارای شرایط بحرانی می باشد. در مرحله بعد با تحلیل آرایش های مختلف سیستم نگهداری، سیستم نگهداری بهینه طراحی شد. سپس وضعیت جابجایی ها در حالتی که سیستم نگهداری پیشنهادی در پایان حفاری نصب شود با حالتی که این نگهداری در مراحل حفاری نصب شود مقایسه شد. نتایج تحلیل ها نشان می دهد به علت وجود لایه های ضعیف و زون برشی، درزه هایی با پارامترهای مقاومتی پایین بوجود آمده است که باعث بازشدگی درزه ها و افزایش ناپایداری شده اند.

کلمات کلیدی: سد سیاه بیشه، مغار، تحلیل پایداری، روشهای عددی، UDEC.

فهرست مطالب

فصل اول.....	مقدمه
۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- اهمیت تحقیق.....	۳
فصل دوم.....	معرفی نیروگاه تلمبه ذخیره ای سیاه بیشه
۱-۲- آشنایی با سد و نیروگاه سیاه بیشه.....	۷
۱-۱-۲- موقعیت جغرافیایی و اهداف طرح سد سیاه بیشه.....	۷
۲-۱-۲- مشخصات کلی طرح.....	۹
۱-۲-۱-۲- مشخصات فنی سد ها.....	۹
۱-۲-۲-۱-۲- فضاهای زیر زمینی نیروگاه.....	۱۱
۱-۲-۲-۱-۲- مغار اصلی نیروگاه.....	۱۱
۱-۲-۲-۲-۱-۲- مغار ترانسفورمر(مبدل).....	۱۲
۱-۲-۲-۳-۱-۲- مغار دریچه ها.....	۱۲
۲-۲-۲-۲-۲- مروری بر فضا های بزرگ زیرزمینی.....	۱۴
۱-۲-۲-۱-۲- مغار نیروگاه Xiaolangdi.....	۱۴
۲-۲-۲-۲-۲- مغار نیروگاه کاناکاوا.....	۱۷
۱-۲-۲-۲-۲- معرفی طرح.....	۱۷
۲-۲-۲-۲-۲- زمین شناسی.....	۱۷
۳-۲-۲-۲-۲- طراحی مغار.....	۱۹
۳-۲-۳-۲-۲- رفتار مغار در حین حفاری.....	۲۰
فصل سوم.....	روشهای تحلیل پایداری فضاهای زیر زمینی
۱-۳- مقدمه.....	۲۳
۲-۳- تحلیل پایداری تونلها به روش مستقیم.....	۲۵
۱-۲-۳- روشهای تجربی.....	۲۶
۲-۲-۳- روشهای مشاهده ای.....	۲۷
۳-۲-۳- روشهای تحلیلی.....	۲۷

۲۹.....	۱-۳-۲-۳ روشهای عددی
۲۹.....	۲-۳-۲-۳ مدلسازی مکانیک سنگی برای ساخت و ساز و طراحی مهندسی سنگ
۳۱.....	۳-۳-۲-۳ روشهای عددی برای مدلسازی توده سنگ پیوسته و ناپیوسته
۳۳.....	۱-۳-۳-۲-۳ روش تفاضل محدود (FDM)
۳۴.....	۲-۳-۳-۲-۳ روش المان محدود (FEM)
۳۵.....	۳-۳-۳-۲-۳ روش المان مرزی (BEM)
۳۶.....	۴-۳-۳-۲-۳ روش المان مجزا (DEM)
۳۷.....	۵-۳-۳-۲-۳ روش شبکه شکستگی مجزا (DFN)
۳۷.....	۶-۳-۳-۲-۳ روش تغییر شکل ناپیوستگی ها (DDA)
۴۴.....	۳-۳ معرفی نرم افزار مورد استفاده در این تحقیق
۴۴.....	۱-۳-۳ روش اجزاء مجزا
۴۴.....	۲-۳-۳ معرفی نرم افزار UDEC
۴۸.....	۱-۳-۳ مراحل مدل سازی در نرم افزار UDEC
	فصل چهارم.....زمین شناسی، پارامترهای ژئومکانیکی منطقه، ایزار بندی و سیستم نگهداری فضاهای زیرزمینی
۵۱.....	۱-۴ مقدمه
۵۳.....	۲-۴ وضعیت زمین شناسی منطقه
۵۳.....	۱-۲-۴ چینه شناسی
۵۴.....	۲-۲-۴ سنگ شناسی منطقه
۵۴.....	۱-۲-۲-۴ سنگ های رسوبی
۵۵.....	۲-۲-۲-۴ سنگ های آذرین
۵۶.....	۳-۲-۴ وضعیت زمین شناسی مغار
۵۷.....	۴-۲-۴ ناپیوستگی ها
۵۸.....	۳-۴ پارامترهای ژئومکانیکی سنگهای اطراف مغار
۵۹.....	۴-۴ تنش های برجا
۶۰.....	۵-۴ روش اجرای حفاری مغار نیروگاه
۶۱.....	۶-۴ سیستم نگهدارنده مغارها
۶۴.....	۷-۴ سیستم رفتار سنجی مغار

فصل پنجم تحلیل عددی

۷۱-۱-۵- مقدمه..... ۷۱

۷۳-۲-۵- مدل‌سازی با نرم افزار UDEC..... ۷۳

۷۳-۱-۲-۵- شرایط مرزی و امان بندی..... ۷۳

۷۵-۲-۲-۵- تعیین پارامترهای ژئو مکانیکی مورد نیاز نرم افزار UDEC..... ۷۵

۷۸-۳-۲-۵- تعادل اولیه مدل ساخته شده..... ۷۸

۷۹-۴-۲-۵- مدل‌سازی مراحل حفاری و نصب نگهداری ها..... ۷۹

۸۰-۱-۴-۲-۵- مدل سازی سیستم نگهداری در نرم افزار UDEC..... ۸۰

۸۲-۱-۳-۲-۵- تقویت کننده ها..... ۸۲

۸۷-۲-۴-۲-۵- مدل‌سازی با نگهداری اولیه..... ۸۷

۹۶-۳-۴-۲-۵- مدل‌سازی با سیستم نگهداری اصلاح شده..... ۹۶

فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۰۴-۱-۶- نتیجه گیری..... ۱۰۴

۱۰۶-۲-۶- پیشنهادات..... ۱۰۶

۱۰۷- فهرست منابع..... ۱۰۷

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲ موقعیت جغرافیایی طرح..... ۹
- شکل ۲-۲ وضعیت قرارگیری فضا‌های زیرزمینی نسبت به هم..... ۱۳
- شکل ۳-۲ مقطع مغار نیروگاه..... ۱۵
- شکل ۴-۲ زون پلاستیک مشخص شده توسط نرم افزار UDEC..... ۱۶
- شکل ۵-۲ زون کششی مشخص شده در توده سنگ اطراف مغار توسط نرم افزار DIANA..... ۱۷
- شکل ۶-۲ وضعیت زمین شناسی منطقه..... ۱۸
- شکل ۷-۲ وضعیت تنش های برجای منطقه..... ۱۸
- شکل ۸-۲ آرایش نگهداری های انجام شده در مغار..... ۱۹
- شکل ۹-۲ یک مقطع جابجایی و توزیع کرنش..... ۲۰
- شکل ۱۰-۲ نمودار جابجایی های ایجاد شده بر اثر گذشت زمان..... ۲۱
- شکل ۱-۳ رابطه بین آنالیز معکوس و آنالیز معمولی..... ۲۴
- شکل ۲-۳ مقایسه بین (a) آنالیز معمولی و (b) آنالیز معکوس..... ۲۵
- شکل ۳-۳ توانایی توصیف ناپیوستگی های مکانیکی در مدل کامپیوتری..... ۲۹
- شکل ۴-۳ روشهای مختلف طراحی در مکانیک سنگ..... ۳۲
- شکل ۵-۳ مفهوم گسسته سازی سنگهای شکسته..... ۳۹
- شکل ۶-۳ وضعیتهای مختلف برای انتخاب روش عددی پیوسته یا ناپیوسته..... ۴۰
- شکل ۷-۳ مدل هیبرید، روش ترکیبی از دو یا چند روش عددی..... ۴۰
- شکل ۱-۴ قرار گیری دریاچه ها، تونل های انتقال آب و مغار های طرح سیاه بیشه..... ۵۲
- شکل ۲-۴ نقشه زمین شناسی دیواره پایین دست..... ۵۶
- جدول ۱-۴ مشخصات ناپیوستگی های منطقه..... ۵۷
- جدول ۲-۴ مشخصات ژئو مکانیکی سنگ های اطراف مغار..... ۵۹
- شکل ۳-۴ مراحل حفاری سقف مغار نیروگاه..... ۶۰
- شکل ۴-۴ مراحل حفاری کف مغار نیروگاه..... ۶۰
- شکل ۵-۴ مراحل حفاری مغارها..... ۶۱
- شکل ۶-۴ نمایی از نگهداری های اعمال شده روی مغار..... ۶۴
- شکل ۷-۴ نمایی از ابزار دقیق نصب شده در مغار..... ۶۵
- شکل ۸-۴ نمایی از ابزار دقیق نصب شده در مقطع سوم مغار..... ۶۶
- شکل ۹-۴ نمودار جابجایی نسبت به زمان در تراز ۱۸۶۶ دیواره پایین دست (DS) مغار نیروگاه..... ۶۶
- شکل ۱۰-۴ نمودار جابجایی نسبت به زمان در تراز ۱۸۵۴ دیواره پایین دست مغار نیروگاه..... ۶۷
- شکل ۱۱-۴ نمودار جابجایی نسبت به زمان در تراز ۱۸۴۳ دیواره پایین دست مغار نیروگاه..... ۶۷
- شکل ۱۲-۴ نمودار جابجایی نسبت به زمان در سقف مغار نیروگاه..... ۶۸
- شکل ۱۳-۴ نمودار بار وارد بر نگهداری در تراز ۱۸۶۶ دیواره پایین دست مغار اصلی..... ۶۸

- شکل ۴-۱۴ نمودار بار وارد بر نگهداری در تراز ۱۸۴۳ دیواره پایین دست مغار اصلی ۶۹
- شکل ۴-۱۵ نمودار بار وارد بر نگهداری در تراز ۱۸۶۶ دیواره بالا دست مغار اصلی ۶۹
- شکل ۵-۱۰ مقطع زمین شناسی در متر از ۷۰ مغار اصلی ۷۲
- شکل ۵-۲ مدل اولیه ساخته شده در UDEC ۷۴
- شکل ۵-۳ ترتیب لایه ها در مدل ۷۵
- شکل ۵-۴ مقدار نیروهای نامتعادل کننده در حالت تعادل اولیه ۷۹
- شکل ۵-۵ محل نقاط کنترلی در مدل ۸۰
- شکل ۵-۶ مقدار نیروهای نامتعادل کننده گرهی برای مراحل حفاری ۸۸
- شکل ۵-۷ مدل حفر شده همراه با نگهداری اولیه ۸۹
- شکل ۵-۸ جابه جایی های رخ داده در جهت افقی پس از پایان حفاری ۹۰
- شکل ۵-۹ جابه جایی های رخ داده در جهت عمودی پس از پایان حفاری ۹۰
- شکل ۵-۱۰ نمودار جابجایی در جهت افقی در نقطه کنترلی اول در تراز ۱۸۴۳ ۹۱
- شکل ۵-۱۱ نمودار جابجایی در جهت عمودی در نقطه کنترلی اول در تراز ۱۸۴۳ ۹۲
- شکل ۵-۱۲ نمودار جابجایی در جهت افقی در نقطه کنترلی دوم در تراز ۱۸۵۴ ۹۲
- شکل ۵-۱۳ نمودار جابجایی در جهت عمودی در نقطه کنترلی دوم در تراز ۱۸۵۴ ۹۳
- شکل ۵-۱۴ نمودار جابجایی در جهت افقی در نقطه کنترلی سوم در تراز ۱۸۶۶ ۹۳
- شکل ۵-۱۵ نمودار جابجایی در جهت عمودی در نقطه کنترلی سوم در تراز ۱۸۶۶ ۹۴
- شکل ۵-۱۶ منطقه پلاستیک اطراف حفریات ۹۵
- شکل ۵-۱۷ مقدار نیروهای محوری وارد بر تاندون ها ۹۶
- شکل ۵-۱۸ مدل نهایی با اصلاح نگهداری ها ۹۷
- شکل ۵-۱۹ مقدار نیروهای نامتعادل کننده مدل با اصلاح نگهداری ۹۸
- شکل ۵-۲۰ منطقه پلاستیک اطراف حفریات پس از اصلاح نگهداری ها ۹۹
- شکل ۵-۲۱ جابه جایی های رخ داده در جهت افقی پس از اصلاح نگهداری ها در مرحله آخر ۱۰۰
- شکل ۵-۲۲ جابه جایی های رخ داده در جهت قائم پس از اصلاح نگهداری ها در مرحله آخر ۱۰۱
- شکل ۵-۲۳ گسترش منطقه پلاستیک اطراف حفریات در حالتی که نگهداری در حین حفاری نصب شود ۱۰۲
- شکل ۵-۲۴ جابه جایی های رخ داده در جهت افقی در حالتی که نگهداری پس از حفر اجرا شود ۱۰۲
- شکل ۵-۲۵ جابه جایی های رخ داده در جهت قائم در حالتی که نگهداری پس از حفر اجرا شود ۱۰۳

فهرست جداول

- جدول ۱-۲ مشخصات سدهای سیاه بیشه ۱۰
- جدول ۲-۲ ابعاد مغارهای نیروگاه سیاه بیشه ۱۳
- جدول ۳-۲ جابجایی های محاسبه شده در مدلسازی ۱۵
- جدول ۳-۴ نتایج حاصل از طبقه بندی مهندسی توده سنگ ساختار مغار ۶۲
- جدول ۴-۴ خواص فیزیکی نگهداری ها ۶۲
- جدول ۵-۴ مشخصات سیستم نگهداری مغار نیروگاه ۶۲
- جدول ۶-۴ مشخصات سیستم نگهداری مغار ترانسفورمر ۶۳
- جدول ۷-۴ مشخصات سیستم نگهداری مغار دریچه ها ۶۳
- جدول ۱-۵-۱ مقادیر مدول بالک و مدول برشی ماده سنگ ۷۸
- جدول ۲-۵-۲ مشخصات شاکریت ۸۱
- جدول ۳-۵-۳ مشخصات میل مهارهای تمام درگیر ۸۷
- جدول ۴-۵-۴ مشخصات میل مهارهای درگیر در انتها ۸۷
- جدول ۵-۵-۵ مقایسه جابجایی های محاسبه شده در مدل و داده های ابزاربندی ۹۴
- جدول ۶-۵-۶ مقدار جابجایی در حالتی که نگهداری در حین حفر یا پس از پایان حفر نصب می شود ۱۰۱

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

نیروگاه تلمبه ذخیره ای بعنوان یکی از مناسب ترین روش ها در جهت تنظیم بار شبکه برق می باشد. در یک شبکه که مقادیر مصرف انرژی در ساعتهای مختلف شبانه روز متفاوت است، نیاز به یک متعادل کننده مصرف مانند نیروگاه تلمبه-ذخیره ای وجود دارد. میزان مصرف انرژی برق در ساعتهای مختلف شبانه روز متفاوت است، بنابراین می بایست راهکارهایی انتخاب کرد که مولدهای انرژی، توانایی پاسخگویی میزان مصرف را در اوقات پربار و کم بار مصرف داشته باشند. تنها پاسخ، انتقال مقادیری از انرژی اضافی تولید شده در زمان مصرف انرژی کم به زمانهای اوج مصرف است که این کار از طریق پمپاژ آب ذخیره شده از سد پایین دست که در تراز پایین تر واقع شده به سد بالادست که در تراز بالاتر واقع شده میسر می باشد. در این روش انرژی برق اضافی و غیرقابل مصرف در شبکه جهت پمپاژ آب استفاده شده و به صورت انرژی پتانسیل در مخزن سد بالادست ذخیره می گردد. در طول ساعات روز زمانی که نیاز مصرف بسیار بیشتر از توان تولیدی نیروگاههای شبکه است توربینهای نیروگاه تلمبه ذخیره ای مانند نیروگاههای معمولی برق - آبی بکار گرفته می شوند و با

رها سازی آب ذخیره شده در مخزن واقع در تراز بالاتر، انرژی پتانسیل ذخیره شده را تبدیل به انرژی الکتریکی می نمایند. در عمل چنین سیستمی نیروگاه تلمبه-ذخیره ای نامیده می شود.

نیروگاه تلمبه ذخیره ای سیاه بیشه در ۱۲۵ کیلومتری تهران در نزدیکی روستای سیاه بیشه و در ۱۰ کیلومتری شمال تونل کندوان در مجاورت جاده چالوس واقع شده است. فاصله هوایی طرح از تهران حدود ۴۰ کیلومتر می باشد. ارتفاع ساختگاه طرح بین ۱۹۰۰-۲۴۰۰ متر از سطح دریا متغیر است.

این نیروگاه شامل سه فضای زیرزمینی اصلی می باشد. پس از حفر این فضاها ابزار دقیق در این حفريات نصب شده است. نتایج ابزارها نشان دهنده ناپایداری در ستون سنگی بین مغار اصلی نیروگاه (PHC) و گالری دریچه (GGC) می باشد. هدف از این تحقیق بررسی پایداری این منطقه می باشد [۱۰].

۱-۲- اهمیت تحقیق

در اکثر سازه های زیرزمینی نیروگاه های برق آبی، مغار نیروگاه یکی از بزرگترین و حساسترین سازه های حفر شده در مجموعه نیروگاه می باشد. با توجه به اهمیت وسایل و تجهیزاتی که در مغارها جای می گیرد، موضوع پایداری و نگهداری این نوع سازه ها از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد.

امروزه با پیشرفت علوم کامپیوتر و ظهور و گسترش روشهای مبتنی بر محاسبات حجیم این امید به وجود آمده است که بتوان تا حدود زیادی بر پیچیدگی های رفتاری محیط های سنگی غلبه کرد. در این میان تعیین داده های ورودی برای مدل های عددی از اهمیت زیادی برخوردار است. البته

سیستم های تجربی طبقه بندی سنگ ابزار کارآمدی برای طراحی حفاری در سنگ و تعیین مقدار سیستم نگهداری مورد نیاز می باشند. همچنین با استفاده از این روشها خواص مکانیکی توده سنگ بدست آمده و بعنوان داده های ورودی در مدلسازی رفتار توده سنگ اطراف یک حفاری استفاده می شوند.

از مدل های عددی برای محاسبه زون اغتشاش اطراف حفاریات، مشخص کردن رفتار یک توده سنگ درزه دار در حالت های بدون نگهداری و با نگهداری و تعیین مقدار جابجایی های ایجاد شده در محل استفاده می شود.

همانطور که گفته شد سازه زیرزمینی سد سیاه بیشه شامل مغار اصلی نیروگاه (PHC)، مغار ترانسفورمر (TC) و گالری دریچه (GGC) می باشد. در هنگام طراحی اولیه این سازه از روش های مختلف عددی و تجربی استفاده شده است، که با توجه به اینکه هر یک از این تحلیل ها در مقاطع زمانی مختلف انجام شده است، داده های ورودی این روش ها با هم تفاوت زیادی دارند. با تکمیل حفاری های انجام شده اطلاعات ژئوتکنیکی کاملتری از منطقه به دست آمده است. همچنین با توجه به نصب ابزاربندی (Instrumentation) در مغار، اطلاعات بیشتری از وضعیت پایداری این سازه ها به دست آمده است، که این داده ها حاکی از ناپایداری در ستون سنگی بین مغار اصلی و مغار دریچه ها می باشد. لازم به ذکر است که در تحلیل های عددی انجام شده منطقه به صورت پیوسته فرض شده است که با توجه به وضعیت درزه های منطقه، تحلیل عددی به صورت ناپیوسته ضروری به نظر می رسد. در این تحقیق مدلسازی به صورت ناپیوسته انجام شده است و سپس نتایج مدلسازی با داده های ابزار بندی مقایسه شده و در مناطق بحرانی اصلاح نگهداری ها انجام شده است.

مجموعه مطالب فصول مختلف این تحقیق به شرح زیر می باشد :

- فصل دوم : در این فصل ابتدا موقعیت جغرافیایی پروژه سیاه بیشه و مشخصات کلیه فضاهای زیرزمینی طرح شرح داده شده است. سپس مشکلات پایداری و اهمیت تحقیق مورد نظر بیان شده است و مروری بر حفریات مشابه انجام شده است.
- فصل سوم : در این فصل ابتدا روشهای کلی تحلیل پایداری حفریات زیرزمینی بیان شده است. سپس روشهای عددی تحلیل پایداری به تفصیل شرح داده شده است.
- فصل چهارم : وضعیت زمین شناسی و سنگ شناسی پروژه سیاه بیشه، مشخصات ناپیوستگی های منطقه، خصوصیات ژئومکانیکی سنگ های منطقه، روش حفر مغارها، نگهداری های نصب شده و سیستم رفتار نگاری در این فصل شرح داده شده است.
- فصل پنجم : در این فصل مراحل مدلسازی مغارها و نتایج حاصل از مدلسازی اولیه آورده شده است، سپس به بررسی ناپایداری ها پرداخته و روش کنترل این ناپایداری ها ارائه شده است. ابتدا فضاهای زیر زمینی توسط نرم افزار UDEC VERSION 4.0 مدل شده و سپس محل ناپایداری مشخص شده است. و در نهایت روش اصلاح نگهداری ها برای بهبود وضعیت پایداری بررسی و بهترین روش از لحاظ پایداری و اقتصادی پیشنهاد شده است.
- فصل ششم : در این فصل نتایج نهایی تحقیق آورده شده است. نتایج نشان داده است که در هر دو دیواره مغار اصلی ناپایداری وجود دارد و این ناپایداری به علت وجود لایه های ضعیف و زون برشی می باشد و اصلاح نگهداری ها ضروری می باشد. سپس پیشنهاداتی برای ادامه تحقیق حاضر ارائه شده است.

فصل دوم

معرفی نیروگاه

تلمبه ذخیره ای

سیاه پسته