



کتابخانه
وزارت راه و ترابری
قرب

اجرای تونل انتقال آب زاگرس

(با نتایج بر حفاری مکانیزه قطعه ۱-الف)

مؤلفین:

مهندس محمد حواد رستمی

مهندس محمد سانی خانلی

مهندس اسماعیل فضلی

قرب نوح (ع)

مؤسسه حرا



مرکز اسناد و کتابخانه ملی قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا قرب نوح

سرشناسه: رستمی، محمد جواد

عنوان و نام مؤلفین: اجرای تونل انتقال آب زاگرس - مهندسین محمد جواد رستمی - محمد سانی خانی -

اسماعیل فضلی دون

مشخصات نشر: تهران، سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ع)، قرب نوح (ع)

مشخصات ظاهری: ۲۴۸ ص

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۲۴-۵۹-۱

وضعیت فهرست نویسی: جیپا

موضوع: تونل‌های آبی - ایران - زاگرس

رده‌بندی کنگره: ۳۱۳۹۵ الف در ۱۷/۱۷۱ TC

رده‌بندی دیوپی: ۶۲۴/۱۹۴۰۹۵۵

شماره کتاب‌شناسی ملی: ۴۲۱۲۶۹۷

نام کتاب: اجرای تونل انتقال آب زاگرس

مؤلفین: مهندسین محمد جواد رستمی - محمد سانی خانی - اسماعیل فضلی دون

ویراستار فنی: مهندسین سید مرتضی حسینی - علی حبیبی

ناشر: قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ع) - قرب نوح (ع)

صفحه‌بندی و ویرایش: سعید فراشیانی - جعفر شعبانی مقدم

طرح جلد: محمدرضا علیمردانی

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

تاریخ انتشار: ۱۳۹۵

قیمت: ۲۰۰,۰۰۰ ریال

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری و سایر موارد برای قرب نوح (ع) محفوظ است
(نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است).

تهران - بزرگراه شهید عباس دوران - جنب ستاد نیروی دریایی سپاه - قرب نوح (ع)

تلفن: ۳۳۲۱۹۲۳۴-۳۵ - نمابر: ۳۳۲۱۹۲۳۴ - پست الکترونیکی: e-mail: Nooh@Khatam.net

پیش‌گفتار

در دنیای کنونی یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که توجه زیاد محققین را به خود جلب نموده است، مباحث مربوط به آب به عنوان حیاتی‌ترین موضوع در ارتباط با توسعه پایدار است. در شرایط کنونی و با توجه به رشد جمعیت و تغییر الگوی مصرف به‌ویژه از بعد شرب و بهداشت و در نتیجه کمبود منابع آب در دسترس باید گفت آینده از آن کشورهایی است که از منابع غنی آب و مدیریت کارآمد، نسبت به دیگر کشورها برخوردار باشند. در نتیجه برنامه‌ریزی مطلوب در استحصال و بهره‌وری بهینه از این منابع خدادادی، از مهم‌ترین برنامه توسعه هر کشوری قلمداد می‌شود.

در هر پروژه عمرانی می‌توان دنیایی از اطلاعات را کسب کرد، این هنر ماست که این اطلاعات را جمع‌آوری و تحلیل نماییم و آن را به صورت دانش در اختیار دیگران قرار دهیم. مدیریت دانش در راستای رسالت خویش سعی دارد دانش موجود در اجرای هر پروژه را استخراج نماید و آن را در اختیار دست‌اندرکاران این حوزه قرار دهد تا از بسیاری از تکرارهای بیهوده و مشکلات جلوگیری شود. در همین راستا مدیریت دانش گروه تخصصی نوح (ع) و مؤسسه حرا با تمامی توان، تلاش خود را در راستای انجام این مسئولیت به کار گمارده است. پروژه احداث تونل انتقال آب زاگرس بخشی از طرح انتقال آب به دشت‌های گرمسیری غرب کشور است که آب منحرف شده از رودخانه کارون را به پایین دست منتقل کرده و وظیفه آن کنترل و تنظیم آب‌های سطحی منطقه وسیعی از غرب کشور و انتقال آن به دشت‌های زراعی منطقه می‌باشد. نظر به ابعاد وسیع طرح و با هدف تحلیل مودن هر چه سریع‌تر آن، مطالعات کل طرح توسط کارفرمای محترم پروژه (شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران) به چهار پروژه تقسیم شده است. کل تونل دارای طولی بالغ بر ۴۸/۷ کیلومتر است که در استان کرمانشاه واقع شده است. ورودی تونل در ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان پاوه و در مجاورت روستای هیروی و خروجی آن نیز در مجاورت روستای ازگله در ۶۰ کیلومتری شهرستان سرپل ذهاب قرار گرفته است. اجرای تونل حداقل مره‌خیل تحت عنوان قطعه ۱- الف به طول حدود ۱۴ کیلومتر به قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء (ص)، گروه تخصصی نوح (ع)، مؤسسه حرا واگذار گردید.

حفاری این بخش با توجه به طول زیاد تونل، زمین‌شناسی مهندسی منطقه (وجود گازها و منابع آب‌های زیرزمینی) و زمان‌بر بودن روش سنتی در اجرای حفاری این تونل به‌جای حفاری سنتی، از روش حفاری مکانیزه به دلیل سرعت عمل زیاد، امکان کار در شرایط مختلف زمین و همچنین دارا بودن امکان نصب پوشش سگمنتی، در دستور کار این پیمانکار قرار گرفت.

با توجه به همکاری و مساعدت متخصصان زحمتکش مهندسين مشاور ساحل در اين پروژه و همکاری اين عزيزان به منظور جمع‌آوری اطلاعات، تشکر و قدردانی ویژه خود را نثار اين عزيزان می‌نمایم.

در پایان لازم است از کلیه عزیزانی که ما را در تهیه این کتاب یاری نموده و تمام تجربیات ارزشمند خود را بی هیچ چشم‌داشتی ارائه نموده‌اند به خصوص آقایان مهندس حسن درگاهی، مهندس حسینعلی امینی، مهندس مصطفی متدین، مهندس کریم گنجه، مهندس سلمان اخلاقی، مهندس مجتبی قنبریان، مهندس علی حبیبی، مهندس سید مرتضی حسینی، مهندس محمد سابی زاء، مهندس فرشید ترابی مهر، مهندس قاسم تسمی، مهندس امیر حسین ابوطالبی، مهندس علی ایرجی، مهندس میلاد گودرزی و مهندس مصطفی شهبانی که مال تشکر را داشته باشیم.

همچنین از حمایت‌ها و پیشنهادهای مدیران ارشد کارگاه تونل انتقال آب زاگرس به ویژه آقایان احمد حلاج بیدگلی، مهندس حسن رهنما، مهندس عباس روستایی، مهندس منوچهر دوستی، مهندس مهدی امینی و مهندس ارشاد تانزی که در تمامی مراحل تهیه این نوشتار ما را یاری نموده‌اند نهایت تشکر و قدردانی را داشته‌ایم.

محمد جواد رستمی

۱۰ بهشت ماه ۹۵

۱- کلیات پروژه	۲۵
۱-۱- تاریخچه طرح	۲۵
۱-۲- مطالعات انجام شده	۲۵
۱-۲-۱- مطالعات مرحله اول	۲۵
۱-۲-۲- مطالعات مرحله دوم	۲۶
۱-۳- سیمای کلی طرح	۲۷
۱-۴- معرفی طرح	۲۸
۱-۴-۱- قطعه ۱- الف	۲۸
۱-۴-۲- قطعه ۱- ب	۲۹
۱-۴-۳- قطعه ۲	۲۹
۱-۵- اجزا پروژه قطعه ۱- الف	۲۹
۱-۵-۱- بخش راه دسترسی به پروژه (قسمت مر خیل و هیروی)	۲۹
۱-۵-۲- بخش تونل و بند مره خیل	۳۰
۱-۵-۳- سامانه انتقال آب و سد هیروی	۳۱
۲- بررسی وضعیت زمین شناسی مسیر تونل	۳۵
۲-۱- مراحل و روش های انجام کار	۳۶
۲-۱-۱- بررسی های مقدماتی	۳۶
۲-۱-۲- بررسی های میدانی (صحرایی)	۳۶
۲-۲- زمین شناسی عمومی منطقه	۳۷
۲-۲-۱- زمین شناسی مسیر حفاری شده	۳۷
۲-۲-۲- ۱- پهنه زاگرس شمالی و کمربند چین خورده - رانده زاگرس	۳۸
۲-۲-۲- ۲- چینه شناسی	۳۸
۲-۲-۲- ۱- واحدهای سنگی کمربند چین خورده - رانده زاگرس	۳۹

۴۲	 واحد ^۱ J _{kh} ۱-۱-۲-۲-۲
۴۲	 واحد ^۲ J _{kh} ۲-۱-۲-۲-۲
۴۳	 واحد ^۳ J _{kh} ۳-۱-۲-۲-۲
۴۴	 آهکی ^۴ J _{kh} ۴-۱-۲-۲-۲
۴۶	 واحد ^۵ J _{kh} ۵-۱-۲-۲-۲
۴۷	 واحد ^۶ J _{kh} ۶-۱-۲-۲-۲
۴۷	 واحد Kbg ۷-۱-۲-۲-۲
۴۸	 وادهای سنگی پهنه زاگرس شمالی ۲-۲-۲-۲
۴۸	 واحد ^{۱,۲} MZ ۱-۲-۲-۲-۲
۴۹	 واحد ^{۲R} M ۲-۲-۲-۲-۲
۵۰	 پوشش‌های سحر ۳-۲-۲
۵۰	 پادگانه‌های ابرنی قدیم (Qplc) ۱-۳-۲-۲
۵۰	 پادگانه‌های آبرفتی قدیم رودخانه سیروان (Qplc) ۱-۱-۳-۲-۲
۵۱	 پادگانه‌های آبرفتی قدیم رودخانه مره‌خیل ۲-۱-۳-۲-۲
۵۲	 تراس‌های آبرفتی عهد حاضر (Qr) ۲-۳-۲-۲
۵۲	 رسوبات واریزه‌ای (Qsc) ۳-۳-۲-۲
۵۳	 نهشته‌های تراورتنی ۴-۲-۲
۵۳	 ژئومرفولوژی ۵-۲-۲
۵۴	 تخت‌گاه‌ها ۱-۵-۲-۲
۵۴	 زمین‌شناسی ساختمانی ۳-۲
۵۴	 گسل‌های موجود در گستره پرتال مره‌خیل ۱-۳-۲
۵۴	 مطالعات زلزله ۴-۲
۵۶	 مناطق گازدار تونل ۵-۲
۵۷	 مناطق آبدار تونل ۶-۲
۵۹	 جمع‌بندی ۷-۲

۶۳	۳- حفاری مکانیزه
۶۴	۳-۱- دستگاه‌های حفاری مکانیزه با سپر نگهدارنده
۶۴	۳-۱-۱- دستگاه حفاری با سپر تکی
۶۵	۳-۱-۲- دستگاه حفاری با سپر دوگانه
۶۶	۳-۱-۳- دستگاه حفاری با سپرهای دوغابی
۶۸	۳-۱-۴- دستگاه حفاری سپری متعادل کننده فشار زمین (EPB)
۷۰	۳-۱-۵- دستگاه حفاری با سپرهای ترکیبی
۷۰	۳-۲- دستگاه حفاری D.S. TBM S-357
۷۱	۳-۲-۱- مشخصات فنی دستگاه
۷۳	۳-۲-۱-۱- کاتر
۷۵	۳-۲-۱-۱-۱- ابزارهای حفاری
۷۵	۳-۲-۱-۱-۲- دریچه‌های تخلیه خاک
۷۵	۳-۲-۱-۱-۳- صفحه‌های ضدسایش
۷۵	۳-۲-۱-۲- نازل
۷۵	۳-۲-۱-۳- دریچه بازدید کاتر
۷۶	۳-۲-۲- توان کاتر و واحد محرک
۷۷	۳-۲-۳- آب‌بندی و بیرینگ اصلی
۷۸	۳-۲-۴- سپرها
۷۸	۳-۲-۴-۱- سپر جلویی
۷۹	۳-۲-۴-۲- سپر تلسکوپی
۷۹	۳-۲-۴-۳- الف- سیلندرهای تراست (اصلی)
۸۰	۳-۲-۴-۳- ب- سیلندرهای تلسکوپی
۸۰	۳-۲-۴-۳- سپر گریپر
۸۱	۳-۲-۴-۳- الف- کفشک‌ها و سیلندرهای گریپر
۸۲	۳-۲-۴-۳- ب- سیلندرهای تراست کمکی
۸۳	۳-۲-۴-۳- ج- حفاری پیشرو

- ۸۳ ۳-۲-۱-۴- سپر عقبی
- ۸۴ ۳-۲-۱-۵- نصاب سگمنت
- ۸۵ ۳-۲-۱-۶- جابه‌جایی سگمنت
- ۸۶ ۳-۲-۱-۷- نوارنقاله TBM
- ۸۷ ۳-۲-۱-۸- تجهیزات الکتریکی
- ۸۷ ۳-۲-۱-۹- تجهیزات سیستم پشتیبان
- ۸۷ ۳-۲-۱-۱۰- تجهیزات کمکی
- ۸۷ ۳-۲-۱-۱۱- کابین کنترل اپراتور
- ۸۹ ۳-۲-۱-۱۲- غبارگیر
- ۸۹ ۳-۲-۱-۱۳- بکشی از تونل
- ۹۰ ۳-۲-۱-۱۴- سیستم آب صنعتی
- ۹۰ ۳-۲-۱-۱۵- آتش‌نشانی اطفاء حریق و سیستم های هشدار دهنده
- ۹۱ ۳-۲-۱-۱۶- تجهیزات بالابرند
- ۹۱ ۳-۲-۱-۱۷- قرقره‌های شیلنگ
- ۹۱ ۳-۲-۱-۱۸- سایر سرویس‌ها
- ۹۲ ۳-۲-۱-۱۹- سیستم هوای تازه
- ۹۲ ۳-۲-۱-۲۰- قرقره کابل فشار قوی
- ۹۳ ۳-۲-۱-۲۱- تزریق پی‌گراول
- ۹۴ ۳-۲-۱-۲۲- سیستم تزریق
- ۹۴ ۳-۲-۱-۲۳- سیستم هوای فشرده
- ۹۵ ۳-۲-۱-۲۴- ناهارخوری
- ۹۵ ۳-۲-۱-۲۵- فضای کارگاهی
- ۹۵ ۳-۲-۱-۲۶- تمیز کردن کف تونل
- ۹۵ ۳-۲-۱-۲۷- پمپ آبکشی تقویتی یدک
- ۹۶ ۳-۲-۱-۲۸- سیستم آبکشی اضطراری
- ۹۶ ۳-۲-۱-۲۹- سیستم تصویری

- ۹۶ ۳-۲-۱۰-۲۰- مانیتورینگ گاز
- ۹۷ ۳-۲-۱۰-۲۱- سرویس بهداشتی
- ۹۷ ۳-۲-۱۰-۲۲- محفظه امن
- ۱۰۱ ۴- مونتاز دستگاه TBM و سیستم پشتیبان
- ۱۰۲ ۴-۱- عملیات اجرایی حفر ترانشه خروجی در کارگاه مره خیل
- ۱۰۲ ۴-۱-۱- مبانی طراحی ترانشه خروجی دستگاه در کارگاه مره خیل
- ۱۰۲ ۴-۱-۲- عملیات اجرایی احداث ترانشه شمالی پرتال
- ۱۰۵ ۴-۱-۳- مشخصه‌های هندسی ترانشه پرتال مره خیل
- ۱۰۶ ۴-۱-۴- مشخصه‌های سیستم نگهداری ترانشه‌ها
- ۱۰۶ ۴-۱-۴-۱- شاکریت
- ۱۰۶ ۴-۱-۴-۲- راک بولد
- ۱۰۷ ۴-۱-۵- طرح زهکشی ترانشه
- ۱۰۹ ۴-۱-۶- مشخصه‌های هندسی تاج و بنش سنتی
- ۱۱۰ ۴-۲- مراحل انتقال TBM به سینه که به منظور حفاری تونل
- ۱۱۰ ۴-۲-۱- آماده‌سازی محل مونتاز
- ۱۱۴ ۴-۲-۲- کف‌سازی
- ۱۱۵ ۴-۲-۳- طرح پوشش ابتدایی تونل
- ۱۱۵ ۴-۲-۴- طراحی تکیه‌گاه‌های فلزی
- ۱۱۶ ۴-۲-۵- حمل دستگاه و سیستم پشتیبانی از بندر به کارگاه
- ۱۱۶ ۴-۳- مراحل نصب و راه‌اندازی TBM (کاترهد، سپر جلویی، سپر تلسکوپی و گریدر سیل)
- ۱۱۶ ۴-۳-۱- تهیه نقشه‌های دستگاه و نقشه سایت مونتاز
- ۱۱۷ ۴-۳-۲- استقرار سپرها در محل مورد نظر
- ۱۱۸ ۴-۴- مراحل مونتاز سیستم پشتیبانی
- ۱۲۲ ۴-۴-۱- سیستم برق دستگاه
- ۱۲۳ ۴-۴-۲- سیستم پنوماتیک دستگاه
- ۱۲۳ ۴-۴-۳- سیستم آب مصرفی و سیستم خنک کننده دستگاه

- ۴-۴-۴- سیستم هیدرولیک دستگاه ۱۲۴
- ۴-۴-۵- سیستم آب‌زدایی ۱۲۴
- ۴-۴-۶- سیستم تهویه ۱۲۵
- ۴-۵-۵- اصلاحات انجام شده در D.S. TBM S-357 و سیستم پشتیبانی آن ۱۲۶
- ۴-۵-۱- انجام تمهیداتی برای مقابله با هجوم آب به داخل دستگاه و سیستم پشتیبانی آن ۱۲۶
- ۴-۵-۱-۱- جابه‌جایی بلوک‌های شیر هیدرولیکی از پایین به بالا ۱۲۶
- ۴-۵-۱-۲- افزایش دبی انتقال آب توسط سیستم آب‌زدایی ۱۲۶
- ۴-۵-۲- بجا آوردن تمهیداتی برای مقابله با اثر تخریب گازهای مخرب ۱۲۶
- ۴-۵-۱-۲- نصب ماشین بر روی سیستم‌های الکتریکی ۱۲۶
- ۴-۵-۲-۲- رناب کردن و سندبلاست لوله‌های هوا ۱۲۷
- ۴-۵-۲-۳- تعویض و تراش تعداد برخی از سنسورهای گاز ۱۲۸
- ۴-۵-۲-۴- تهویه تابلوهای بین با هم‌ای تمیز ۱۲۸
- ۴-۵-۳- بازسازی کاترهد ۱۲۸
- ۴-۵-۱-۳- باز کردن قسمت‌های مختلف کاترهد ۱۲۹
- ۴-۵-۴- تعویض سپر دنباله ۱۳۰
- ۴-۵-۵- نصب آب‌بندهای دنباله سپر ۱۳۰
- ۴-۵-۶- نصب و راه‌اندازی سیستم PPS ۱۳۱
- ۵- تولید سگمنت (قطعات پیش ساخته بتنی) ۱۳۵
- ۵-۱- مشخصه‌های پوشش تونل و هندسه مقطع در بخش مکانیز ۱۳۵
- ۵-۱-۱- مشخصه‌های هندسی سگمنت‌ها ۱۳۶
- ۵-۱-۲- شیار آب‌بندی ۱۳۸
- ۵-۱-۳- رابط‌ها و المان‌های راهنما ۱۳۸
- ۵-۱-۴- نحوه اتصال قطعات ۱۳۹
- ۵-۱-۴-۱- استفاده از بولت ۱۳۹
- ۵-۱-۵- پین‌های راهنما ۱۴۰

- ۱۴۰..... ۵-۱-۶- انتخاب رابط مناسب
- ۱۴۰..... ۵-۱-۷- حفره‌های داخل سگمنت
- ۱۴۰..... ۵-۱-۷-۱- حفره‌های بلند کردن مکانیکی سگمنت
- ۱۴۱..... ۵-۱-۷-۲- حفره‌های تزریق
- ۱۴۱..... ۵-۱-۷-۳- حفره‌های لازم برای پین‌های راهنما
- ۱۴۱..... ۵-۱-۸- قلاب نصب سگمنت
- ۱۴۲..... ۵-۱-۹- رواداری‌های مجاز ساخت و نصب سگمنت
- ۱۴۴..... ۵-۲- ترمیم سگمنت‌های بتنی در کارخانه سگمنت
- ۱۴۴..... ۵-۳- علل و انواع خرابی‌ها در سگمنت‌های بتنی
- ۱۴۴..... ۵-۳-۱- خرابی‌های نوع نور
- ۱۴۴..... ۵-۳-۲- خرابی‌های نوع درم
- ۱۴۴..... ۵-۳-۳- خرابی‌های نوع سوراخ
- ۱۴۵..... ۵-۴- ملات ترمیمی
- ۱۴۵..... ۵-۴-۱- اندود یا چسب
- ۱۴۵..... ۵-۴-۲- انواع مواد ترمیمی
- ۱۴۶..... ۵-۴-۲-۱- ملات‌ها یا بتن‌های با پایه سیمانی
- ۱۴۶..... ۵-۴-۲-۲- ملات‌ها یا بتن‌های با پایه اپوکسی
- ۱۴۷..... ۵-۴-۲-۳- مواد سیمانی بهبود یافته با پلیمرها
- ۱۴۷..... ۵-۵- ارزیابی قطعات تولید شده در کارخانه
- ۱۴۷..... ۵-۵-۱- مصالح ترمیم
- ۱۴۷..... ۵-۵-۲- طرز تهیه مواد ترمیمی
- ۱۴۸..... ۵-۵-۳- ملات ترمیمی
- ۱۴۸..... ۵-۵-۴- چسب
- ۱۴۸..... ۵-۶- ترمیم سگمنت‌های قابل تعمیر
- ۱۴۸..... ۵-۶-۱- تمیز کردن سطح ترمیم
- ۱۴۹..... ۵-۶-۲- برداشت بتن معیوب

- ۱۴۹ ۵-۶-۳- ترمیم کرموشدگی‌ها
- ۱۵۰ ۵-۶-۴- ترمیم ترک خوردگی‌ها
- ۱۵۰ ۵-۶-۴-۱- ترک‌های کم عمق
- ۱۵۰ ۵-۶-۴-۲- ترک‌های عمیق
- ۱۵۰ ۵-۶-۵- ترمیم لب‌پریدگی‌ها
- ۱۵۱ ۵-۷- عمل‌آوری
- ۱۵۱ ۵-۸- طرح اختلاط
- ۱۵۵ ۶- برآورد ضرورت استفاده از سیستم نوارنقاله و نکات ایمنی مربوط به آن
- ۱۵۵ ۶-۱- سیستم‌های ترابری مورد نظر برای این پروژه
- ۱۵۶ ۶-۱-۱- سیستم ترابری ریلی
- ۱۵۶ ۶-۱-۱-۱- ملزومات سیستم ترابری ریلی
- ۱۵۹ ۶-۱-۱-۲- مزایا و معایب سیستم ترابری ریلی
- ۱۶۰ ۶-۱-۲- سیستم ترابری ترکیبی نوارنقاله - ریلی
- ۱۶۰ ۶-۱-۲-۱- ملزومات سیستم ترابری نوارنقاله - ریلی
- ۱۶۳ ۶-۱-۲-۲- مزایا و معایب سیستم ترابری نوارنقاله - ریلی
- ۱۶۴ ۶-۲- لزوم استفاده از سیستم ترکیبی نوارنقاله - ریلی در پروژه تونل انتقال آب زاگرس
- ۱۶۶ ۶-۳- خطرهای مربوط به نوارنقاله و نکات ایمنی مربوطه
- ۱۶۶ ۶-۳-۱- خطرهای مربوط به کشیده شدن به داخل دستگاه
- ۱۶۷ ۶-۳-۱-۱- نکته‌های ایمنی خطرهای مربوط به کشیده شدن به داخل دستگاه
- ۱۶۸ ۶-۳-۲- خطر پرتاب اشیاء و مصالح
- ۱۶۸ ۶-۳-۲-۱- نکات ایمنی مربوط به خطر پرتاب اشیاء و مصالح
- ۱۶۸ ۶-۳-۳- خطر سقوط
- ۱۶۸ ۶-۳-۳-۱- نکات ایمنی مربوط به خطر سقوط
- ۱۶۸ ۶-۳-۴- معایب و خطاها
- ۱۶۸ ۶-۳-۴-۱- مراحل نکات ایمنی

- ۱۶۹..... ۴-۶- تعمیرات
- ۱۶۹..... ۴-۱- تجهیزات الکتریکی نوارنقاله
- ۱۶۹..... ۴-۲- جوش کاری قوس الکتریکی و برش کاری با هواگاز
- ۱۶۹..... ۵-۶- بهره‌برداری
- ۱۶۹..... ۵-۱- نوارنقاله
- ۱۷۰..... ۵-۲- سیستم ذخیره نوار (خساب‌ها) و سیستم کنترل کشش (تاور)
- ۱۷۰..... ۵-۳- فعالیت‌های مربوط به نوارنقاله در سیستم پشتیبانی دستگاه
- ۱۷۰..... ۵-۴- آپارات
- ۱۷۱..... ۶-۶- نگهداری نوارنقاله
- ۱۷۱..... ۶-۱- کنترل و تمیزکاری نوارنقاله
- ۱۷۱..... ۶-۲- گریس کاری
- ۱۷۲..... ۶-۳- رول‌گیری و رگلاژ نوار
- ۱۷۲..... ۶-۱-۳- فرآیند رول‌گیری
- ۱۷۵..... ۷- تزریق‌های تماسی و تحکیمی در نوار
- ۱۷۶..... ۷-۱- تزریق تماسی پشت سگمنت
- ۱۷۷..... ۷-۲- تزریق تکمیلی تحکیمی در نواحی گسله و شکستگی‌ها
- ۱۷۷..... ۷-۳- دستورکار تزریق
- ۱۷۷..... ۷-۱-۳- تزریق نوع یک
- ۱۷۷..... ۷-۲-۳- تزریق نوع دو
- ۱۷۷..... ۷-۳-۳- تزریق نوع سه
- ۱۷۸..... ۷-۴- روند عملیات تزریق
- ۱۷۸..... ۷-۱-۴- ملات و بند کشی
- ۱۷۹..... ۷-۲-۴- گروه تزریق تماسی
- ۱۷۹..... ۷-۳-۴- گروه حفاری و تزریق تحکیمی
- ۱۷۹..... ۷-۴-۴- گروه پمپاژ و آبکشی
- ۱۸۰..... ۷-۵- عمق گمانه‌ها و فشار تزریق

- ۱۸۱ ۷-۵-۱- تزریق تماسی
- ۱۸۱ ۷-۵-۲- تزریق تحکیمی
- ۱۸۱ ۷-۶- فشار تزریق در شرایط وجود آب آرتزین
- ۱۸۲ ۷-۷- عملیات تزریق
- ۱۸۲ ۷-۷-۱- تزریق نزولی
- ۱۸۲ ۷-۷-۲- تزریق صعودی
- ۱۸۴ ۷-۸- چگونگی انجام تزریق تماسی
- ۱۸۵ ۷-۸-۱- مرکب دوغاب تزریق تماسی
- ۱۸۵ ۷-۹- اجزای تشکیل دهنده دوغاب
- ۱۸۵ ۷-۹-۱- سیمان
- ۱۸۶ ۷-۹-۲- بنتونیت
- ۱۸۶ ۷-۹-۳- آب
- ۱۸۷ ۷-۹-۴- مواد افزودنی
- ۱۸۷ ۷-۱۰- آزمون‌های آزمایشگاهی و معیارها
- ۱۸۷ ۷-۱۰-۱- آب انداختگی
- ۱۸۸ ۷-۱۰-۲- حد روانی
- ۱۸۸ ۷-۱۰-۳- زمان ژل‌شدگی
- ۱۹۰ ۷-۱۰-۴- تعیین کیفیت دوغاب در آب
- ۱۹۱ ۷-۱۱- تزریق پشت پوشش سگمتی تونل
- ۱۹۴ ۷-۱۱-۱- تزریق در پشت سگمت کف
- ۱۹۶ ۷-۱۱-۲- تزریق مصالح سنگدانه‌ای پی گراول و دوغاب به صورت جداگانه
- ۱۹۶ ۷-۱۱-۳- ساخت مخلوط خشک و پمپاژ آن به محل تزریق و اضافه کردن آب در محل
- ۱۹۷ ۷-۱۱-۴- تزریق مخلوط تر (مورتار)
- ۱۹۷ ۷-۱۱-۵- تزریق در پشت سگمت دیواره و سقف
- ۱۹۸ ۷-۱۱-۶- تأثیر شرایط محیطی و آب زیرزمینی
- ۱۹۹ ۷-۱۲- ارائه روش تزریق و طرح اختلاط مناسب

- ۱۲-۷-۱- تزریق پرکننده پشت سگمنت کف ۱۹۹
- ۱۲-۷-۲- تزریق پرکننده پشت سگمنت‌های دیواره و سقف ۲۰۱
- ۸- شرحی بر مخاطرات و راهکارهای مقابله با آنها در پروژه تونل زاگرس ۲۰۵
- ۸-۱- برخورد به ناحیه گسلی و وقوع ریزش در کیلومتر ۷۲۴+۰ ۲۰۵
- ۸-۱-۱- برخورد به روانه گلی ۲۰۵
- ۸-۱-۲- برخورد به ناحیه گسلی و وقوع ریزش در تونل ۲۰۶
- ۸-۱-۳- شرحی بر اقدام‌های انجام شده ۲۰۷
- ۸-۱-۴- بررسی نرخ زمانی پیشرفت پروژه ۲۱۲
- ۸-۲- توقف سیلاب در اثر همگرایی رخ داده در کیلومتر ۸+۹۱۹ ۲۱۴
- ۸-۲-۱- مجموعه اقدامات جهت عبور دستگاه حفار از نواحی دارای خاصیت همگرایی ۲۱۷
- ۸-۲-۱-۱- عدم توقف دستگاه ۲۱۷
- ۸-۲-۱-۲- اعمال حالت فضا بالا در صورت گیر افتادن اولیه ۲۱۷
- ۸-۲-۱-۳- ایجاد دریچه مسیر فرعی در مسیر ۲۱۷
- ۸-۲-۲- زمین‌شناسی مسیر در محدوده مقعنه پدیده همگرایی ۲۱۸
- ۸-۲-۳- شرح اقدام‌های انجام گرفته جهت عبور دستگاه از نواحی دارای خاصیت همگرایی ۲۱۸
- ۸-۳- برخورد به ناحیه آبدار و هجوم آب به تونل در کیلومتر ۸+۹۹۰ ۲۲۴
- ۸-۳-۱- مشکلات به وجود آمده به سبب برخورد با ناحیه آبدار در کیلومتر ۸+۹۹۰ و اقدامات صورت گرفته جهت برطرف نمودن این مشکلات ۲۲۴
- ۸-۳-۲- بررسی نرخ زمانی پیشرفت پروژه ۲۲۵
- ۲۲۷ منابع