



تجهیز تخصصی کارگاه و مونتاژ دستگاه حفاری

EPB TBM S-525

پروژه خط A مترو قم

مؤلفین:

مهندس محمدرضا هادی

مهندس داریوش جوادیان

مهندس سید محمد هاشمی

قرارگاه سازندگی نوح (ع)

مؤسسه حرا



فرارگاه سازندگی خاتم النبیین قرب نوح

برشته: هادوی، محمدرضا

عنوان و نام مؤلفین: تجهیز تخصصی کارگاه و مونتاژ دستگاه حفاری EPB TBM S-525 - مهندس محمدرضا هادوی -

مهندس داریوش جوادیان - مهندس سید محمد هاشمی.

مشخصات نشر: تهران، سیاه پاسداران انقلاب اسلامی، فرارگاه سازندگی خاتم النبیین (ص)، قرب نوح (ع)، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری: ۳۱۰ ص، مصور (رنگی)، جدول.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۹۷۴-۵۵-۳

وضعیت فهرست نویسی: فیبای مختص.

موضوع: مونتاژ دستگاه حفاری.

شناسه افزوده: سیاه پاسداران انقلاب اسلامی، فرارگاه سازندگی خاتم النبیین (ص)، قرب نوح (ع)، مؤسسه حرا.

شماره کتاب شناسی ملی: ۳۸۱۶۳۲۶

نام کتاب: تجهیز تخصصی کارگاه و مونتاژ دستگاه حفاری EPB TBM S-525

مؤلفین: مهندس محمدرضا هادوی - مهندس داریوش جوادیان - مهندس سید محمد هاشمی

ویراستار فنی: مهندس امیر حسین ابوطالبی - مهندس علی ابرجی

ناشر: فرارگاه سازندگی خاتم النبیین (ص) - قرب نوح (ع)

صفحه بندی و ویرایش: سعید فراشانی - جعفر شعبانی مقدم

طرح جلد: محمدرضا علیمردانی

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

تاریخ انتشار: ۱۳۹۴

قیمت: ۲۵۰,۰۰۰ ریال

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

تهران - بزرگراه شهید عباس دوران - جنب ستاد نیروی دریایی سیاه - فرارگاه سازندگی نوح (ع)

تلفن: ۳۳۲۱۹۲۳۴-۳۵ - شماره پست الکترونیکی: ۳۳۲۱۹۲۳۴ - E-mail: Nooh@Khatam.net

پیش‌گفتار

از آنجا که در پروژه‌های عمرانی، دانش تخصصی و تجربه‌های ارزشمندی وجود دارد که در حین اجرا قابل احصاء می‌باشند، توجه به این یافته‌ها و درس‌آموخته‌های دانشی و ثبت آنها نقش راهبردی و اساسی در کامیابی هر سازمانی خواهد داشت و روشن است که استفاده از تجربه‌های قبلی موجب جلوگیری از بسیاری از نارسایی‌ها و دوباره‌کاری‌ها در پروژه‌های آتی خواهد شد. از این رو استفاده مستمر از سیستمی مانند "مدیریت دانش" که به شکل فرآیندی به ثبت تجربیات و دانش فنی می‌پردازد، همواره مد نظر قرارگاه سازندگی نوح(ع) بوده است.

طراحی، ساخت، تأمین، نصب و راه‌اندازی تجهیزات و ناوگان، آموزش و بهره‌برداری آزمایشی یک ماهه و تعمیر و نگهداری یک ساله خط A قطار شهری قم در سال ۱۳۹۰ طی مناقصه به قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیا(ص) - قرب نوح(ع) و مؤسسه حرا به عنوان پیمانکار واگذار گردید. در حفاری تونل از دو روش سنتی و حفاری با استفاده از دستگاه تمام مقطع تمام مکانیزه استفاده شد. با توجه به دانش و توان متخصصان و نیروهای توانمند قرارگاه سازندگی کلیه عملیات تجهیز کارگاه، مونتاژ دستگاه TBM و همچنین عملیات حفاری با دستان توانمند پرسنل زحمت‌کش مؤسسه حرا و بدون متخصصان و نیروهای خارجی انجام گرفته است.

مجموعه اقدامات ارزشمند اجرا شده کارگاه در زمینه تجهیز تخصصی کارگاه و نیز نحوه مونتاژ و اورهال و راه‌اندازی دستگاه خریداری شده TBM می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در این زمینه به کارشناسان و علاقه‌مندان منتقل نماید. با این امید که این کتاب بتواند علاوه بر ثبت تجربیات، دید کلی و جامعی را در اختیار دست‌اندرکاران در پروژه‌های عمرانی مشابه گذاشته و به انضباط بیش از پیش در طرح‌ریزی، احداث و راهبری این قبیل پروژه‌ها در ایران اسلامی بیانجامد.

نکته حائز اهمیت آن است که در مدیریت اجرایی پروژه‌ها هر اندازه پروژه وسیع‌تر و دارای فعالیت‌های متنوع‌تر باشد، فرآیند مدیریت یکپارچه به عنوان یکی از مهمترین حوزه‌های مدیریتی پروژه محسوب می‌شود. رعایت این فرآیند در تجهیز کارگاه‌های حفاری مکانیزه، به‌ویژه در پروژه‌های طرح و ساخت ضروری بوده و می‌تواند کمک شایانی به سهیم‌بندی مسئولیت‌ها و وظایف ارکان اجرای کار و تسهیل عملکردهای برنامه‌ای هر یک داشته باشد.

این نوشتار در پنج فصل تهیه شده است. در **فصل اول** پروژه متروی قم و روش اجرای آن به اجمال معرفی شده است. در **فصل دوم** اجزای اصلی تجهیز کارگاه مکانیزه بر اساس

عملکرد کلی آن تفکیک شده و جزئیات اجرایی هر یک تشریح گردیده است. **فصل سوم** به معرفی دستگاه خریداری شده TBM این پروژه و همچنین سیستم‌ها و اجزای تشکیل دهنده آن به طور مبسوط پرداخته است. در **فصل چهارم** همه اقدامات انجام شده در زمینه تعمیر، اورهال و مونتاژ قسمت‌های مختلف دستگاه به همراه تمهیدات و الزامات مورد نیاز انجام آن تشریح و تبیین گردیده است. به لحاظ سهولت بهره‌برداری و اثر بخشی بیشتر کتاب، تلاش شده است تا دانش‌آموخته‌ها، تجربیات و خلاقیت‌های به کار گرفته شده در انجام فعالیت‌ها به صورت تیتروار در **فصل پنجم** به طور مجزا منعکس شود.

با توجه به همکاری و مساعدت متخصصان زحمت‌کش مهندسين مشاور ساحل در این پروژه و همکاری این عزیزان به منظور جمع‌آوری اطلاعات، تشکر و قدردانی ویژه خود را نثار این عزیزان 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 مصطفی متدین، مهندس کریم گنجه، مهندس امیرمنصور عبداللہی، مهندس علی حبیبی، مهندس سید مرتضی حسینی، مهندس امیرحسین ابوطالبی و مهندس علی ایرجی کمال تشکر را داشته باشم.

محمد رضا هادوی

صفحه	عنوان
۲۱	۱- کلیات طرح
۲۱	۱-۱- معرفی طرح
۲۲	۲-۱- روش اجرای تونل خط A مترو قم
۲۵	۳-۱- مطالعات ژئوتکنیک مسیر حفاری تونل مترو قم
۲۵	۱-۳-۱- زمین‌شناسی عمومی گستره طرح
۲۶	۱-۱-۳-۱- شرایط آب زیرزمینی
۲۶	۲-۱-۳-۱- تفکیک واحدهای زمین‌شناسی مهندسی
۲۷	۲-۳-۱- اهمیت مطالعات ژئوتکنیکی
۲۷	۳-۳-۱- مطالعات ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی مترو قم
۳۱	۲- تجهیز کارگاه حفاری مکانیزه
۳۱	۱-۲- مقدمه
۳۱	۲-۲- رفع معارضین در محدوده کارگاه حفاری مکانیزه
۳۳	۳-۲- تجهیز تخصصی کارگاه
۳۳	۱-۳-۲- آماده‌سازی و تجهیز پرتال
۳۳	۱-۱-۳-۲- حفاری و تحکیم ترانشه
۳۴	۲-۱-۳-۲- اجرای سازه نگهبان ورودی تونل مکانیزه
۳۷	۳-۱-۳-۲- کف‌سازی ترانشه
۳۹	۴-۱-۳-۲- اجرای سازه نشیمنگاه سیستم پشتیبان جهت آغاز مونتاز دستگاه حفاری
۴۱	۵-۱-۳-۲- نصب جرثقیل دروازه‌ای ۱۵ تن
۴۲	۶-۱-۳-۲- احداث و تجهیز انبار پایکار TBM و کارگاه‌های مکانیک و هیدرولیک
۴۲	۷-۱-۳-۲- مونتاز و نصب خشاب و نوار نقاله پرتال
۴۳	۸-۱-۳-۲- احداث مسیر ریلی جهت انتقال سگمنت
۴۵	۲-۳-۲- احداث و تجهیز کارخانه سگمنت
۴۵	۱-۲-۳-۲- احداث کارخانه
۴۶	۲-۲-۳-۲- تجهیز کارخانه سگمنت

۵۴	۳-۳-۲- بچینگ گروت
۵۵	۴-۳-۲- کفسازی محوطه
۵۶	۱-۴-۳-۲- کفسازی دیو موقت سگمنت
۵۷	۲-۴-۳-۲- کفسازی محوطه اطراف کارخانه و سایر فضاهاى عملیاتی
۵۸	۳-۴-۳-۲- کفسازی دیو دائم سگمنت
۵۹	۵-۳-۲- انبار اختصاصی گمرک
۵۹	۶-۳-۲- تأمین انرژی
۶۰	۱-۶-۳-۲- تأمین برق شهری
۶۱	۲-۶-۳-۲- تأمین گاز
۶۲	۳-۶-۳-۲- تأمین آب
۶۶	۴-۲- تجهیز عمومی کارگاه
۶۶	۱-۴-۲- ساختمان مرکزی پروژه
۶۷	۲-۴-۲- انبار مرکزی کارگاه
۶۸	۳-۴-۲- کفسازی و فضای سبز محوطه ورودی کارگاه
۶۸	۴-۴-۲- حصارکشی و حفاظت فیزیکی محوطه کارگاه
۷۳	۳- معرفی دستگاه EPB TBM S-525 و اجزای تشکیل دهنده آن
۷۳	۱-۳- مقدمه
۷۴	۱-۱-۳- دستگاه‌های حفاری مکانیزه با سپر نگهدارنده
۷۴	۱-۱-۱-۳- دستگاه حفاری با سپر تکی
۷۵	۲-۱-۱-۳- دستگاه حفاری با سپر دوگانه
۷۶	۳-۱-۱-۳- دستگاه حفاری با سپرهای دوغابی
۷۸	۴-۱-۱-۳- دستگاه حفاری سپری متعادل کننده فشار زمین (EPB)
۸۰	۵-۱-۱-۳- دستگاه حفاری با سپرهای ترکیبی
۸۰	۲-۳- دستگاه‌های حفاری مناسب برای حفر تونل خط A مترو قم
۸۳	۱-۲-۳- دستگاه حفاری
۸۴	۲-۲-۳- نحوه عملکرد ماشین
۸۶	۳-۲-۳- مشخصات فنی دستگاه

- ۳-۳- حمل دستگاه از بندر به کارگاه و تخلیه آنها در کارگاه ۹۰
- ۴-۳- اجزاء تشکیل دهنده قسمت حفار ماشین ۹۱
- ۳-۴-۱- کاترهد ۹۳
- ۳-۴-۱-۱- ابزارهای برشی ۹۴
- ۳-۴-۱-۲- محل های تزریق آب و فوم (نازل) ۹۹
- ۳-۴-۱-۳- صفحات و جوش های ضد سایش ۱۰۲
- ۳-۴-۲- سپر جلویی ۱۰۴
- ۳-۴-۲-۱- درایو اصلی دستگاه ۱۰۵
- ۳-۴-۲-۲- اتاقک اختلاط یا چمبر ۱۰۶
- ۳-۴-۲-۳- نقاله ماریچ ۱۰۷
- ۳-۴-۲-۴- همزن های ثابت در اتاقک حفاری ۱۱۳
- ۳-۴-۲-۵- دریچه های دسترسی به اتاقک حفاری ۱۱۳
- ۳-۴-۲-۶- اتاقک های تعادل فشار ۱۱۴
- ۳-۴-۲-۷- سیستم رانش دستگاه ۱۱۶
- ۳-۴-۲-۸- سیستم مفصل بندی ۱۱۹
- ۳-۴-۲-۹- تکیه گاه ارکتور ۱۲۰
- ۳-۴-۲-۱۰- سلول های فشارسنج ۱۲۱
- ۳-۴-۲-۱۱- نقاط تزریق بنتونیت واقع در اطراف سپر ۱۲۱
- ۳-۴-۲-۱۲- نقاط نمونه گیری یا تزریق اطراف سپر جلویی ۱۲۲
- ۳-۴-۳- سپر انتهایی ۱۲۳
- ۳-۴-۱- نصاب سگمنت ۱۲۳
- ۳-۴-۲- سیستم آب بندی سپر دنباله و خطوط تزریق گریس انتهایی ۱۳۰
- ۳-۴-۳- خطوط تزریق گروت در سپر انتهایی ۱۳۲
- ۳-۴-۴- جک های ترپلینگ ۱۳۳
- ۳-۵- اجزاء تشکیل دهنده سیستم پشتیبانی ۱۳۴
- ۳-۵-۱- سیستم برق دستگاه ۱۳۵
- ۳-۵-۱-۱- تابلوهای MDB1 و MDB2 ۱۴۵

- ۱۴۸..... ۳-۶- سیستم هیدرولیک دستگاه
- ۱۴۸..... ۳-۶-۱- پاورپک هیدرولیکی مربوط به کاترهد و نوار نقاله ماریچ
- ۱۴۹..... ۳-۶-۲- سیستم تأمین قدرت کاترهد
- ۱۵۱..... ۳-۶-۳- انباره روغن پاورپک (اکومولاتور)
- ۱۵۲..... ۳-۶-۴- پاورپک هیدرولیکی مربوط به بقیه قسمت‌های هیدرولیکی دستگاه از جمله جک‌های تراست، جرتقیل حمل سگمنت (سگمنت کربن)، نصاب سگمنت (ارکتور) و غیره
- ۱۵۴..... ۳-۶-۵- مخزن هیدرولیکی
- ۱۵۵..... ۳-۶-۶- سیستم خنک کننده روغن
- ۱۵۶..... ۳-۶-۷- فیلترهای تصفیه هیدرولیک
- ۱۵۷..... ۳-۷- سیستم بهسازی خاک
- ۱۵۷..... ۳-۷-۱- انواع افزودنی‌ها
- ۱۵۷..... ۳-۷-۱-۱- دوغاب بنتونیت
- ۱۵۸..... ۳-۷-۱-۲- فوم
- ۱۵۸..... ۳-۷-۱-۳- پلیمر
- ۱۶۴..... ۳-۸- سیستم آب
- ۱۶۴..... ۳-۸-۱- سیستم آب باز
- ۱۶۵..... ۳-۸-۲- سیستم آب بسته
- ۱۶۶..... ۳-۸-۳- سیستم دی واترینگ (آب‌زدایی)
- ۱۶۸..... ۳-۹- سیستم بنتونیت
- ۱۶۸..... ۳-۹-۱- سیستم بنتونیت مربوط به بهسازی زمین
- ۱۷۰..... ۳-۹-۱-۱- طرز کار تثبیت کننده دبی فشار هوای تزریق بنتونیت
- ۱۷۱..... ۳-۹-۲- سیستم بنتونیت مربوط به تزریق اطراف سپر
- ۱۷۴..... ۳-۱۰- سیستم تزریق گروت
- ۱۷۸..... ۳-۱۱- سیستم تزریق سیلیکات سدیم
- ۱۸۰..... ۳-۱۲- سیستم هوای فشرده
- ۱۸۰..... ۳-۱۲-۱- سیستم هوای فشرده پرفشار صنعتی
- ۱۸۴..... ۳-۱۲-۲- سیستم هوای فشرده کم فشار
- ۱۸۶..... ۳-۱۳- سیستم تهویه

- ۱۸۹-۱۴-۳- سیستم روانکاری ۱۸۹
- ۱۸۹-۱-۱۴-۳- سیستم روانکاری با استفاده از روغن روان کننده ۱۸۹
- ۱۹۳-۲-۱۴-۳- سیستم گریس کاری با استفاده از گریس های ماستیک و HBW و EP2 ۱۹۳
- ۱۹۹-۱۵-۳- سیستم هدایت دستگاه ۱۹۹
- ۲۰۰-۱-۱۵-۳- اجزای تشکیل دهنده سیستم هدایت دستگاه ۲۰۰
- ۲۰۴-۱۶-۳- سیستم ایمنی دستگاه ۲۰۴
- ۲۰۷-۱۷-۳- سایر اجزاء تشکیل دهنده سیستم پشتیبان ۲۰۷
- ۲۰۷-۱-۱۷-۳- سگمنت فیدر ۲۰۷
- ۲۰۹-۲-۱۷-۳- نوار نقاله ۲۰۹
- ۲۱۶-۱-۲-۱۷-۳- سنسور توزین مصالح عبوری از نوار ۲۱۶
- ۲۱۷-۲-۲-۱۷-۳- سنسور تشخیص فلزات عبوری از نوار ۲۱۷
- ۲۱۷-۳-۲-۱۷-۳- طناب اضطراری نوار ۲۱۷
- ۲۱۸-۳-۱۷-۳- اتاق استراحت کارکنان ۲۱۸
- ۲۱۹-۴-۱۷-۳- سازه شروع حرکت دستگاه ۲۱۹
- ۴- تعمیرات اساسی انجام گرفته روی دستگاه EPB TBM S-525 ۲۲۳**
- ۲۲۳-۱-۴- اقدامات انجام گرفته بر روی کاترهد ۲۲۳
- ۲۲۴-۱-۱-۴- مراحل آماده سازی کاترهد ۲۲۴
- ۲۳۰-۲-۱-۴- نحوه جوش کاری الکترودهای ضدسایش ۲۳۰
- ۲۳۱-۳-۱-۴- نحوه جوش دادن محل اتصال ۳ قطعه کاترهد به هم ۲۳۱
- ۲۳۱-۴-۱-۴- تعویض و ترمیم برخی از ابزارهای برشی ۲۳۱
- ۲۳۳-۵-۱-۴- نحوه تست PT ۲۳۳
- ۲۳۴-۶-۱-۴- نحوه مونتاژ سه قطعه کاترهد ۲۳۴
- ۲۳۸-۲-۴- اقدامات انجام گرفته بر روی سپرها ۲۳۸
- ۲۳۸-۱-۲-۴- جداسازی پلیت های خورده شده در محل ورودی اسکرو روی سپر جلویی و تعویض آنها با پلیت های ضد سایش ۲۳۸
- ۲۳۹-۲-۲-۴- اصلاح ترک ها و لبه های سپر جلویی ۲۳۹
- ۲۳۹-۳-۴- مراحل آماده سازی و تعمیر سپر انتهایی ۲۳۹

- ۴-۴- اقدامات انجام گرفته بر روی سگمنت فیدر..... ۲۴۱
- ۴-۵- اقدامات انجام گرفته بر روی اسکرو..... ۲۴۴
- ۴-۵-۱- نحوه جوشکاری صفحات ضد سایش بر روی لبه داخلی پوسته اسکرو..... ۲۴۷
- ۴-۶- اقدامات انجام گرفته بر روی درایو اصلی..... ۲۴۹
- ۴-۶-۱- تعویض سیل آسیب دیده درایو اصلی دستگاه..... ۲۴۹
- ۴-۶-۲- فلاشینگ درایو اصلی..... ۲۴۹
- ۴-۷- فلاشینگ مخزن هیدرولیک..... ۲۵۰
- ۴-۸- اقدامات انجام گرفته بر روی پد ارکتور و جرثقیل حمل سگمنت..... ۲۵۱
- ۴-۹- مراحل آماده سازی سیستم پشتیبان..... ۲۵۳
- ۴-۱۰- الزامات و تجهیزات پیش از مونتاژ..... ۲۵۹
- ۴-۱۰-۱- لوازم و ابزارآلات..... ۲۶۰
- ۴-۱۰-۲- ماشین آلات..... ۲۶۳
- ۴-۱۰-۳- جرثقیل..... ۲۶۴
- ۴-۱۱- تهیه نقشه های ساخت..... ۲۶۵
- ۴-۱۲- تهیه نقشه ها و مراحل تخلیه قطعات دستگاه در محل انبار..... ۲۶۵
- ۴-۱۳- مونتاژ دستگاه حفاری و شروع حفاری مکانیزه..... ۲۶۶
- ۴-۱۴- نحوه مونتاژ دستگاه..... ۲۶۶
- ۴-۱۴-۱- مونتاژ سیستم پشتیبانی دستگاه..... ۲۶۷
- ۴-۱۴-۱-۱- ایجاد سازه نگهدارنده سیستم پشتیبان..... ۲۶۷
- ۴-۱۴-۱-۲- طبقه مونتاژ شاسی های گنتری ها..... ۲۶۸
- ۴-۱۴-۱-۳- مونتاژ گنتری اول..... ۲۷۱
- ۴-۱۴-۱-۴- مونتاژ گنتری دوم..... ۲۷۳
- ۴-۱۴-۱-۵- مونتاژ گنتری سوم..... ۲۷۴
- ۴-۱۴-۱-۶- نوار نقاله..... ۲۷۷
- ۴-۱۴-۱-۷- داکت تهویه هوا..... ۲۷۸
- ۴-۱۴-۲- مونتاژ سپرها و کاترهد..... ۲۷۹
- ۴-۱۴-۲-۱- نحوه مونتاژ سپرها..... ۲۷۹
- ۴-۱۴-۲-۲- نحوه مونتاژ ارکتور..... ۲۸۱

۲۸۲	۴-۱۴-۲-۳- نصب درایو اصلی
۲۸۳	۴-۱۴-۲-۴- نصب جک‌های جابجایی کاترهد
۲۸۴	۴-۱۴-۲-۵- نصب نیمه بالایی سپر جلویی
۲۸۷	۴-۱۴-۲-۶- نصب نقاله ماریج
۲۸۷	۴-۱۴-۲-۷- نصب کاترهد
۲۹۱	۴-۱۴-۲-۸- نصب سپر انتهایی
۲۹۴	۴-۱۴-۲-۹- اضافه کردن گنتری چهارم به سیستم پشیمانی
۲۹۵	۴-۱۴-۲-۱۰- سیستم کولینگ آب
۲۹۷	۴-۱۴-۲-۱۱- نصب نوار نقاله ماشین
۲۹۸	۴-۱۴-۲-۱۲- کشیدن سپر انتهایی به جلو
۲۹۸	۴-۱۴-۲-۱۳- نصب سایر اجزاء ریز باقیمانده و تکمیل مونتاژ
۲۹۹	۴-۱۴-۲-۱۴- رنگ کاری کامل دستگاه
۲۹۹	۴-۱۴-۲-۱۵- شروع حفاری
۳۰۵	۵- تجربیات و دانش آموخته‌های پروژه
۳۰۵	۵-۱- مقدمه
۳۰۵	۵-۲- تجهیز کارگاه
۳۰۷	۵-۳- تعمیر و مونتاژ
۳۰۹	منابع