

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

خط ۴ متروی تهران مروری بر طراحی و اجرا

تدوین

مهندسين مشاور گنو



عنوان و نام پدیدآور	: خط ۴ متروی تهران: مروری بر طراحی و اجرا/ تدوین مهندسين مشاور گنو.
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایستایس، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۲۲۲ ص: مصور، جدول، نمودار؛ ۲۲ × ۲۲ س.م.
شابک	: ۷۰۰۰۰ ریال: ۱- ۰۴۰-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: مترو -- ایران -- تهران -- طرح و ساختمان
شناسه افزوده	: مهندسين مشاور گنو
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰ / ۶ / TF۸۴۵
رده بندی دیویی:	: ۶۲۵/۴۲۰۹۹۵۱۲۲۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۵۷۲۱۵۰

خط ۴ متروی تهران مروری بر طراحی و اجرا



تدوین	: مهندسين مشاور گنو
مدیر تولید	: رضا کرمی شاهنده
حروفچینی و صفحه آرایی	: واحد تولید انتشارات فدک ایستایس (مریم یوزباشی)
ویراستار ادبی	: صفیه فیروزی مهر
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۰
تیراژ	: ۱۰۰
چاپ و صحافی	: گنج شایگان
قیمت	: ۷۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۱- ۰۴۰-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به مهندسين مشاور گنو می باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از مهندسين مشاور گنو ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایستایس

پیشگفتار

مدیریت نوین، امروزه به بخشی جدایی ناپذیر از انجام کلیه پروژه‌ها بدل گردیده است. از این رو مدیران و کارشناسان حوزه‌های مختلف باید برای پیشبرد امور تخصصی خود، با دانش مدیریت پروژه آشنا باشند. در سازمان‌ها و البته پروژه‌ها، دانش مدیریت پروژه، کیفیت‌های غیر ملموسی مانند: دانش، مهارت و خبرگی، توانایی و خلاقیت کارکنان را از جمله سرمایه‌های این سازمان‌ها بر می‌شمارد. جایگزین شدن نیروهای مجرب سازمان‌ها با نیروهای جوان‌تر، به همراه افزایش فوق‌العاده حجم اطلاعات، برنامه‌ریزی‌های پاسخگو و متناسب را به منظور ارتقاء کیفیت کار در سازمان اجتناب‌ناپذیر می‌کند.

داده‌ها، حتی پس از تبدیل شدن به اطلاعات کاربردی نخواهند شد. ادامه فرآیند تبدیل اطلاعات به دانش است که می‌تواند اتخاذ تصمیم و سپس اقدام را در پی داشته باشد. از طریق دانش است که داده‌های خام و اطلاعات ارزش کاربردی پیدا می‌کنند. مدیریت دانش فرآیندی است که به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد تا اطلاعات و مهارت‌های ارزشمندی را که بخشی از حافظه جمعی سازمان محسوب می‌شوند و عموماً بصورت مدیریت نشده و پراکنده در سازمان وجود دارد شناسایی، سازماندهی و مستندسازی کنند. این امر، چگونگی حل مسائل، یادگیری، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های مدیران و کارشناسان سازمان‌ها را به طور قابل توجهی موثرتر خواهد کرد.

کمبود اطلاعات و دانش مستند، و نیز مطالعات و طراحی‌های ناقص را می‌توان یکی از علل عدم تکمیل پروژه‌های عمرانی کشور در زمان و با بودجه پیش‌بینی شده و نیز کیفیت مورد نظر دانست. این موضوع، اغلب خود را به صورت عدم مدیریت دانش و مستندسازی مراحل مختلف پروژه‌هایی که قبلاً به بهره‌برداری رسیده‌اند و یا در دست اجرا هستند، نشان می‌دهد. همواره در حین کار تجربیات ارزشمندی توسط افراد درگیر در پروژه کسب می‌شود که در صورت توجه صحیح شرکت‌ها و سازمان‌ها به این موضوع، می‌توان از طریق انتقال تجارب کسب شده، علاوه بر آموزش نیروهای جدید، فرآیند اجرای پروژه‌ها را بهبود بخشید و از بروز مشکلات مشابه و دوباره کاری‌ها پرهیز کرد. بدین طریق سازمان

قادر خواهد بود فرایند تصمیم‌گیری و توان اجرایی مدیران خود را تقویت کرده، بهبود بخشد.

پروژه خط ۴ متروی تهران از جمله پروژه‌های عمده عمرانی دارای اولویت در شهر تهران می‌باشد که با بهره‌برداری کامل از این سامانه روزانه بیش از ۱/۵ میلیون سفر، از طریق آن در تهران انجام خواهد شد. بدین ترتیب یکی دیگر از شریان‌های اصلی حیات حمل و نقلی این شهر به جریان می‌افتد. در طی مدت طراحی و اجرای این پروژه که شامل اجزای مختلفی چون ایستگاه، تونل، هواکش میان تونلی و... می‌باشد، تجربیات با ارزش و دانش ارزنده‌ای به‌دست آمده است که مستندسازی و مدیریت آنها، برای مدیران و کارشناسان کشور بسیار با ارزش می‌باشد.

در راستای تهیه مجموعه حاضر، کلیه گزارش‌های مربوط به پروژه، اعم از گزارش‌های ماهانه مدیریت طرح، گزارش‌های طراحی مشاوران، گزارش‌های پیمانکاران و... مورد بررسی قرار گرفته و از جمع‌بندی این مطالب، آنچه مباحث اصلی در طراحی اجزای مختلف یک خط مترو به شمار می‌رود، تشریح گردیده است. همچنین در تالیف مقالات این مجموعه، از دانش کارشناسان و دیگر منابع مرتبط با طراحی و احداث سازه‌های زیرزمینی استفاده شده است. از جمله این منابع می‌توان به وبسایت شرکت راه آهن شهری تهران و حومه (مترو) اشاره کرد که اطلاعات جامع و به روزی از وضعیت و مشخصات خطوط در دست بهره‌برداری ارائه می‌دهد.

در اینجا لازم است از مدیریت شایسته مدیران و همکاران خود در شرکت راه آهن شهری تهران و حومه، همکارانمان در مهندسین مشاور گنو و نیز تمامی مشاوران و پیمانکاران فعال در طراحی و عملیات اجرایی این خط که تلاش فراوانشان، تحقق این پروژه را مقدور ساخت، قدردانی نمایم.

درخاتمه از کوشش‌های بی‌دریغ سرکار خانم مهندس افلیا فصیحی، کارشناس ارشد این مهندسین مشاور، که جمع‌آوری مطالب، تهیه مقالات و تدوین این مجموعه را بر عهده داشته‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

مهندسین مشاور گنو

پاییز ۱۳۹۰

فهرست مطالب

۱	فصل ۱	مترو در جهان
۲	۱.۱	توکیو
۳	۲.۱	لندن
۴	۳.۱	مسکو
۵	۴.۱	نیویورک
۷	۵.۱	پاریس
۹	فصل ۲	تاریخچه قطار شهری
۱۳	فصل ۳	ضرورت و چگونگی طراحی شبکه حمل و نقل ریلی شهر تهران
۱۶	۱.۳	مراحل طراحی
۱۶	۱.۱.۳	شناسایی و تعیین اهداف و استراتژی‌های طرح برای یک زمان مشخص
۱۷	۲.۱.۳	بهینه‌سازی زیرساخت‌های موجود
۱۷	۳.۱.۳	طراحی شبکه موردنیاز آینده
۱۷	۴.۱.۳	انتخاب بهترین گزینه برای شبکه حمل و نقل ریلی
۱۷	۵.۱.۳	تدقیق گزینه نهایی
۱۷	۶.۱.۳	سامانه حمل و نقل ریلی تهران
۱۹	۲.۳	دستیابی به یک شبکه ریلی کارآمد
۲۲	۳.۳	مشخصات کلی هر خط
۲۳	۱.۳.۳	سرویس‌دهی ساعت پیک و ابعاد تجهیزات متحرک
۲۳	۲.۳.۳	مشکلات احداث
۲۶	۳.۳.۳	تخمین هزینه‌های سرمایه‌گذاری

۲۷	خطوط ریلی بهره‌برداری شده/ در دست احداث	۴.۳
۲۷	خطوط اکسپرس	۱.۴.۳
۲۸	خطوط شهری جدید	۲.۴.۳
۲۸	اتصال‌پذیری شبکه	۳.۴.۳
۲۹	پشتیبانی سازمان شهری	۴.۴.۳
۲۹	پوشش‌دهی شهر و اتصال‌پذیری شبکه	۵.۴.۳
۳۰	دسترسی به شهرک‌های اقماری و اتصال به پایانه‌های مسافربری	۶.۴.۳
۳۱	نتیجه‌گیری	۵.۳

۳۳

فصل ۴ خط ۴ متروی تهران

۳۵	نظام مدیریتی و اجرایی پروژه	۱.۴
۳۶	مدیریت طرح بخش سیویل	۱.۱.۴
۳۶	مدیریت طرح بخش تجهیزات	۲.۱.۴
۳۷	برنامه‌ریزی اجرایی خط ۴ متروی تهران	۲.۴
۴۰	نوآوری‌های خط ۴ متروی تهران	۳.۴
۴۱	آمارهای شاخص در بخش ساختمانی خط ۴ (ایستگاه ارم سبز تا ایستگاه شهید کلاهدوز)	۱.۳.۴
۴۲	تجهیزات شبکه متروی تهران	۴.۴
۴۲	تجهیزات متحرک	۱.۴.۴
۴۴	تجهیزات ثابت	۲.۴.۴
۴۴	منابع تغذیه (پست‌های برق فشار قوی)	۱.۲.۴.۴
۴۵	شبکه‌های توزیع	۲.۲.۴.۴
۴۶	سامانه کنترل و فرمان	۳.۲.۴.۴

۴۹

فصل ۵ چگونگی طراحی و کنترل مسیر

۵۰	پلان	۱.۵
۵۰	نیمرخ یا پروفیل طولی	۲.۵
۵۱	نیمرخ یا پروفیل عرضی	۳.۵
۵۱	سرعت	۴.۵
۵۱	قوس افقی	۵.۵
۵۲	قوس قائم	۶.۵
۵۲	شیب و فراز طولی مسیر	۷.۵

۵۲ ۱.۷.۵ ضوابط مورد استفاده

۵۵ **فصل ۶ اتصالات شبکه**

۵۶ ۱.۶ ایستگاه‌های انتقالی

۵۷ ۲.۶ ایستگاه‌های تقاطعی اصلی

۵۹ ۳.۶ سازه سه راهی و تونل ارتباطی خطوط

۶۱ **فصل ۷ طراحی معماری ایستگاه‌های مترو**

۶۳ ۱.۷ عوامل تأثیرگذار در طراحی ایستگاه‌های مترو

۶۳ ۲.۷ اقلیم و تأثیر آن بر طراحی ایستگاه

۶۳ ۳.۷ بررسی و تجزیه و تحلیل محدوده ایستگاه

۶۳ ۱.۳.۷ تأثیر خطوط قطار بر حیات شهر

۶۴ ۲.۳.۷ نقش ایستگاه مترو بر کالبد شهر

۶۵ ۴.۷ روش اجرای ایستگاه و تأثیر آن بر طراحی

۶۶ ۵.۷ معرفی فضاهای تشکیل دهنده ایستگاه

۶۶ ۱.۵.۷ ورودی

۶۷ ۲.۵.۷ فضاهای ارتباطی ایستگاه

۶۸ ۳.۵.۷ سالن فروش بلیت (فضاهای کنترل شده و کنترل نشده)

۶۹ ۴.۵.۷ کیوسک‌های اطلاع‌رسانی

۶۹ ۵.۵.۷ خرید بلیت

۶۹ ۶.۵.۷ سکو

۷۰ ۷.۵.۷ فضاهای اداری

۷۱ ۸.۵.۷ فضاهای تجاری

۷۲ ۹.۵.۷ فضاهای تاسیساتی و فنی

۷۲ ۶.۷ الزامات طراحی ایستگاه برای معلولین

۷۳ ۷.۷ مصالح و پوشش نهایی

۷۳ ۱.۷.۷ مصالح مورد استفاده در ایستگاه‌ها

۷۴ ۱.۱.۷.۷ فضاهای عمومی

۷۵ ۲.۱.۷.۷ فضاهای جنبی

۷۵ ۳.۱.۷.۷ فضاهای تاسیساتی

۷۵ ۲.۷.۷ مصالح پیشنهادی

۷۶	استانداردها و مراجع	۸.۷
۷۷	الزامات استاندارد NFPA 130	۱.۸.۷

۷۹

فصل ۸ پایانه

۸۰	قسمت‌ها مختلف پایانه	۱.۸
۸۰	محوطه	۱.۱.۸
۸۰	برج مراقبت (علامت‌دهی)	۲.۱.۸
۸۰	مرکز مخابرات و سیگنالینگ	۳.۱.۸
۸۰	محوطه تصفیه فاضلاب	۴.۱.۸
۸۱	سالن تعمیرات موقتی و ادواری و سالن تعمیرات و تنظیم استاتیک	۵.۱.۸
۸۱	سالن شستشوی واگن	۶.۱.۸
۸۱	سالن بازرسی قطار و بار کینگ واگن	۷.۱.۸
۸۱	اتاق کمپرسور هوا	۸.۱.۸
۸۱	تعمیرگاه عمومی	۹.۱.۸
۸۲	قسمت الکترومکانیکی	۱۰.۱.۸
۸۲	کیوسک حراست	۱۱.۱.۸
۸۲	کارگاه تغذیه نیروی برق	۱۲.۱.۸
۸۲	کارگاه آزمایش رانندگی	۱۳.۱.۸
۸۲	انبار مواد قابل احتراق	۱۴.۱.۸
۸۲	حمام	۱۵.۱.۸
۸۲	سالن بادگیری	۱۶.۱.۸
۸۳	ایستگاه تقلیل فشار گاز	۱۷.۱.۸
۸۳	پمپ گازوئیل	۱۸.۱.۸
۸۳	اتاق ایمنی	۱۹.۱.۸
۸۴	ساختمان آتش نشانی	۲۰.۱.۸
۸۴	درمانگاه	۲۱.۱.۸

۸۵

فصل ۹ طراحی سازه‌ای ایستگاه‌ها و تونل‌های مترو

۸۶	موقعیت و هندسه ایستگاه	۱.۹
۸۶	اجزاء سازه‌ای ایستگاه	۲.۹
۸۶	اجزاء اصلی	۱.۲.۹

۸۷	اعضای فرعی	۲.۲.۹
۸۷	عمر مفیدسازه	۳.۹
۸۸	مصالح مصرفی	۴.۹
۸۸	سیستم سازه	۵.۹
۸۹	سیستم اسکلت فلزی کامل	۱.۵.۹
۸۹	سیستم اسکلت بتن مسلح درجا	۲.۵.۹
۹۰	اسکلت بتن مسلح پیش ساخته	۳.۵.۹
۹۱	ترکیب اسکلت فلزی با اسکلت بتن مسلح	۴.۵.۹
۹۱	گزینه بهینه	۵.۵.۹
۹۱	میانی بارگذاری	۶.۹
۹۲	بار مرده	۱.۶.۹
۹۲	وزن خاک	۲.۶.۹
۹۲	بار زنده	۳.۶.۹
۹۲	تیغه‌ها و حائل‌های ساختمانی	۴.۶.۹
۹۲	سکوها و سالن فروش بلیط (TICKET HALL)	۵.۶.۹
۹۳	فضاهای تجاری	۶.۶.۹
۹۳	فضاهای تاسیساتی	۷.۶.۹
۹۳	بار ناشی از عبور ترافیک بر ایستگاه	۸.۶.۹
۹۳	وزن وسایل نصب شده‌ی ثابت	۹.۶.۹
۹۳	زیرسازی ریل	۱۰.۶.۹
۹۴	بار ناشی از تردد قطار	۱۱.۶.۹
۹۴	بارهای جانبی ناشی از فشار خاک	۱۲.۶.۹
۹۵	بار ناشی از مستحذات	۱۳.۶.۹
۹۶	بارهای ناشی از تغییرات درجه حرارت	۱۴.۶.۹
۹۶	بررسی اثر زلزله	۱۵.۶.۹
۹۸	بررسی کلی اثرات خاک بر سازه	۷.۹
۹۹	زمین شناسی	۸.۹
۹۹	ژئوتکنیک	۹.۹
۱۰۰	هیدرولوژی	۱۰.۹
۱۰۰	جلوگیری از نفوذ آب‌های سطحی	۱۱.۹
۱۰۱	مواد ترموپلاستیک مانند PVC	۱.۱۱.۹
۱۰۱	اندوذهای نفوذناپذیر	۲.۱۱.۹
۱۰۱	سیستم زهکشی دائم و موقت	۳.۱۱.۹

۱۰۲	بررسی اثر نشست	۱۲.۹
۱۰۲	نشست زمین و ساختمان‌های اطراف	۱.۱۲.۹
۱۰۲	نشست‌های ناشی از خاکبرداری	۲.۱۲.۹
۱۰۳	مدلسازی و آنالیزه سازه	۱۳.۹
۱۰۴	نرم‌افزارهای مورد استفاده	۱۴.۹
۱۰۴	معیارها، استانداردها و آیین‌نامه‌های مورد استفاده	۱۵.۹

۱۰۵

فصل ۱۰ طراحی تأسیسات مکانیکی ایستگاه‌ها و تونل‌های مترو

۱۰۷	وضعیت آسایش در داخل ایستگاه‌ها	۱.۱۰
۱۰۹	کیفیت هوای داخل	۱.۱.۱۰
۱۰۹	بو	۲.۱.۱۰
۱۰۹	آلودگی ناشی از گازها	۳.۱.۱۰
۱۰۹	سرعت هوا	۴.۱.۱۰
۱۱۰	فشارهوا	۵.۱.۱۰
۱۱۰	وضعیت اضطراری	۲.۱۰
۱۱۰	درجه حرارت هوا	۱.۲.۱۰
۱۱۰	سرعت هوا	۲.۲.۱۰
۱۱۰	کیفیت هوا	۳.۲.۱۰
۱۱۱	تهویه و تهویه مطبوع ایستگاه و تونل در حالت متعارف	۳.۱۰
۱۱۲	بارهای گرم‌زای حاصل ترمزکننده	۱.۳.۱۰
۱۱۲	بارهای گرم‌زای حاصل از شتاب گرفتن قطار	۲.۳.۱۰
۱۱۲	بارهای متفرقه	۳.۳.۱۰
۱۱۳	توزیع مکانی بارهای گرم‌زا	۴.۳.۱۰
۱۱۵	ضوابط و استانداردها	۴.۱۰
۱۱۶	استانداردها	۱.۴.۱۰
۱۱۶	ایستگاه‌های مترو	۲.۴.۱۰
۱۱۶	مسیر خط	۳.۴.۱۰
۱۱۷	قطارها	۴.۴.۱۰
۱۱۷	مدیریت بحران: مدیریت شرایط اضطراری	۵.۴.۱۰
۱۱۸	تهویه و تخلیه هوا در حالت اضطراری	۵.۱۰
۱۲۰	استفاده از نرم‌افزارها	۶.۱۰
۱۲۱	تهویه فضاهای ایستگاه‌های مترو	۷.۱۰

۱۲۲	سرمایش و گرمایش فضاهای داخل ایستگاه	۱.۷.۱۰
۱۲۲	سرمایش و گرمایش اتاق‌های اداری	۲.۷.۱۰
۱۲۳	آب مصرفی	۸.۱۰
۱۲۳	فاضلاب	۹.۱۰
۱۲۳	آتش نشانی	۱۰.۱۰

فصل ۱۱ سیستم ابرواشر و هواکش میان تونلی ۱۲۵

۱۲۸	هواکش میان تونلی	۱.۱۱
۱۲۹	چگونگی قرارگیری هواکش میان تونلی	۱.۱.۱۱
۱۳۰	پلکان اضطراری	۲.۱۱
۱۳۰	روش اجرا	۳.۱۱
۱۳۱	معیارها و ضوابط بهسازی هواکش‌های مترو و پلکان اضطراری	۴.۱۱
۱۳۱	شکل و فرم	۱.۴.۱۱
۱۳۲	رنگ	۲.۴.۱۱
۱۳۲	مصالح	۳.۴.۱۱
۱۳۲	بافت	۴.۴.۱۱
۱۳۲	تصاویری از هواکش میان تونلی	۵.۱۱

فصل ۱۲ طراحی سیستم‌های الکتریکی ایستگاه‌ها و تونل‌های مترو ۱۳۷

۱۳۸	سیستم محرک قطارها	۱.۱۲
۱۴۰	سیستم تغذیه برق قطارها	۲.۱۲
۱۴۳	سیستم‌های جانبی و کنترل حرکت قطارها	۳.۱۲
۱۴۴	تاسیسات برقی تونل‌ها	۴.۱۲
۱۴۴	توزیع برق در ایستگاه‌ها	۵.۱۲
۱۴۵	تاسیسات برقی ایستگاه‌ها	۶.۱۲
۱۴۵	روشنایی	۱.۶.۱۲
۱۴۶	پریزهای برق	۲.۶.۱۲
۱۴۶	سیستم تصویری	۳.۶.۱۲
۱۴۶	سیستم‌های پیام رسان و تلفن	۴.۶.۱۲
۱۴۶	سیستم اعلام و اطفاء حریق	۵.۶.۱۲
۱۴۷	کابل کشی‌ها	۶.۶.۱۲

۱۴۷	تابلوهای برق	۷.۶.۱۲
۱۴۷	سیستم زمین	۸.۶.۱۲
۱۴۷	حفاظت و پایش شبکه برق مترو	۷.۱۲

فصل ۱۳ پست فشار قوی برق ۲۰/۶۳

۱۴۹	قسمت‌های مختلف پست فشارقوی	۱.۱۳
۱۴۹	سالن کنترل	۱.۱.۱۳
۱۵۰	سالن GIS	۲.۱.۱۳
۱۵۰	اتاق ۲۰KV	۳.۱.۱۳
۱۵۰	اتاق L.V	۴.۱.۱۳
۱۵۱	باتری خانه	۵.۱.۱۳
۱۵۱	محوطه بیرونی	۶.۱.۱۳
۱۵۱	طبقه کابل‌ها	۷.۱.۱۳
۱۵۲	اتاق‌های اداری	۸.۱.۱۳
۱۵۲	محوطه نصب ترانسفورماتورهای قدرت اصلی	۹.۱.۱۳

فصل ۱۴ روش‌های حفاری ایستگاه‌ها و تونل‌های مترو

۱۵۴	حفاری ایستگاه‌ها	۱.۱۴
۱۵۴	روش ریب‌های بتنی (Concrete Arch Pre-supporting System)	۱.۱.۱۴
۱۵۸	روش حفاری روباز	۲.۱.۱۴
۱۶۲	حفاری تونل‌ها	۲.۱۴
۱۶۲	روش نوین اتریشی	۱.۲.۱۴
۱۶۴	روش مشاهده‌ای (Observational Method) و طراحی تونل به روش NATM	۲.۲.۱۴
۱۶۹	روش Forepolling	۳.۲.۱۴
۱۷۰	حفاری تونل به صورت تمام مقطع به وسیله ماشین‌آلات اختصاصی (ماشین حفار زوکور)	۴.۲.۱۴
۱۷۳	سیستم حفار	۱.۴.۲.۱۴
۱۷۶	شیلد	۲.۴.۲.۱۴
۱۷۸	مرکز توزیع نیرو Power Pack	۳.۴.۲.۱۴
۱۷۹	الکتروموتورها و پمپ‌ها	۴.۴.۲.۱۴
۱۸۰	سیستم خنک‌کننده روغن هیدرولیک	۵.۴.۲.۱۴
۱۸۰	کنترل راهبری دستگاه حفار	۶.۴.۲.۱۴

۱۸۱	۷.۴.۲.۱۴ پوش جک‌ها
۱۸۱	۸.۴.۲.۱۴ جک‌های محافظ سینه Breast Plate
۱۸۱	۹.۴.۲.۱۴ صفحات محافظ سر
۱۸۱	۱۰.۴.۲.۱۴ جک‌های تصحیح حرکت Roll fin
۱۸۲	۱۱.۴.۲.۱۴ دستگاه نصب قطعات پیش ساخته بتنی (ارکتور)
۱۸۲	۱۲.۴.۲.۱۴ دستگاه حمل قطعات بتنی (وینچ)
۱۸۲	۱۳.۴.۲.۱۴ نوار نقاله
۱۸۳	۱۴.۴.۲.۱۴ راندمان ساخت تونل به‌وسیله دستگاه حفار زوکور
۱۸۵	۱۵.۴.۲.۱۴ دمونتاز دستگاه حفار زوکور

۱۸۷ **فصل ۱۵** عملیات ریل‌گذاری

۱۸۸	۱.۱۵ ریل
۱۸۸	۲.۱۵ ریل پیوسته جوشی (Continuous welded rail)
۱۸۹	۳.۱۵ تراورس (Sleeper)
۱۹۳	۱.۲.۱۵ نگهداری از ریل در خطوط ریلی
۱۹۴	۳.۱۵ عملیات ریل‌گذاری در خط ۴ متروی تهران (Track Laying)

۱۹۹ **فصل ۱۶** شناسایی قنات‌های موجود در مسیر و تمهیدات لازم در برخورد با آن

۲۰۹ **فصل ۱۷** هنر و ایستگاه‌های مترو