

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



### خدمات گروه مهندسی فراعمان

✓ تولید محتوا و مرجع دانلود رایگان کتاب، جزوه و پروژه های درسی

✓ آموزش تخصصی نرم افزارهای GeoStudio ، Abaqus و ...

✓ مشاوره انجام پایان نامه و پروژه های دانشجویی با کادری مجرب





# گزارش کار آموزی

**استاد راهنما:**

مهندس محمد حسین متین پور

**محل و عنوان کار آموزی:**

شرکت فنی مهندسی آذرپینار - عملیات روسازی راه آهن خطوط رفت و برگشت  
فاز ۳ خط یک قطار شهری تبریز

**سرپرست کار آموزی:**

مهندس حسن جلالی

**تهیه کننده (کار آموز):**

سالار صابر - ۹۲۰۴۸۶۰۴۷

[Salar7saber@yahoo.com](mailto:Salar7saber@yahoo.com)

تابستان ۱۳۹۶

## فهرست مطالب

۵	.....	مقدمه
۷	.....	۱. درباره مترو
۹	.....	۱-۱. پیشتازان مترو در جهان
۱۰	.....	۱-۲. مترو در ایران
۱۰	.....	۱-۳. مترو برای غیر مسافر
۱۰	.....	۱-۴. مترو؛ جان پناه
۱۰	.....	۱-۵. ایستگاه‌های مترو
۱۱	.....	۱-۶. مترو چگونه کار می‌کند
۱۲	.....	۱-۷. دلایل ساخت مترو
۱۳	.....	۱-۸. تاریخچه‌ی احداث مترو در جهان
۱۴	.....	۲. آشنایی با مکان کارآموزی
۱۵	.....	• نقشه کلی خطوط متروی تبریز
۱۶	.....	۲-۱. موقعیت جغرافیایی تبریز
۱۶	.....	۲-۲. تبریز و آب و هوای آن
۱۷	.....	۲-۳. تاریخچه متروی تبریز
۱۸	.....	۲-۴. کلیات متروی تبریز
۲۵	.....	۲-۴. ویژگی‌های متروی تبریز
۲۵	.....	۲-۵. تاسیسات ایستگاه‌ها و تونل
۲۶	.....	۳. ارزیابی بخش‌های مرتبط با مترو
۲۷	.....	۳-۱. ایمنی
۲۷	.....	○ اقدامات پیشگیرانه
۲۸	.....	۳-۲. تهویه
۲۹	.....	۳-۳. سیستم نگهداری
۲۹	.....	۳-۴. روشهای حفاری تونل
۳۰	.....	۳-۵. آبکشی
۳۱	.....	۳-۶. سیستم روشنایی
۳۱	.....	۳-۷. هوای فشرده

۳۲	.....	۳-۸. ژئوتکنیک
۳۲	.....	۳-۸-۱. بررسی‌های زمین شناسی
۳۳	.....	۳-۸-۲. بررسی‌های ژئوتکنیکی
۳۴	.....	۳-۸-۳. بررسی‌های نقشه برداری
۳۵	.....	۳-۹. روشهای حفاری تونل توسط TBM
۳۵	.....	۳-۹-۱. مفاهیم اساسی در خصوص ماشین حفاری TBM و ماشین پشتیبان SM
۳۹	.....	۳-۹-۲. انواع ماشین‌های سپردار
۳۹	.....	○ ماشین‌های پشتیبان آبکی ( سیال )
۴۰	.....	○ EPB- ماشین‌های تعادل فشار خاک
۴۱	.....	۳-۹-۳. محیط پیرامون پروژه
۴۲	.....	۳-۹-۴. کارکرد TBM و طبقه بندی توده سنگ
۴۳	.....	۳-۹-۵. استفاده از ماشین حفار شیلد
۴۳	.....	۳-۹-۶. استفاده از روش اتریشی
۴۴	.....	۳-۹-۷. ماشین حفار Zokor
۴۶	.....	۳-۱۰. مدیریت پشتیبانی و نگهداری خطوط
۴۶	.....	۳-۱۰-۱. معرفی شرح وظایف این مدیریت
۴۶	.....	○ رییس تعمیر و نگهداری خطوط ریلی
۴۷	.....	○ سرپرست تعمیر و نگهداری خطوط ریلی
۴۸	.....	○ مسئول تعمیر و نگهداری خطوط ریلی
۴۹	.....	○ کاردان مکانیک ناظر تعمیر و نگهداری خطوط
۵۰	.....	○ تکنسین تعمیرات و نگهداری
۵۰	.....	○ متصدی توزیع ، کنترل و هماهنگی
۵۱	.....	۳-۱۰-۲. چارت‌های سازمانی
۵۲	.....	۳-۱۰-۳. آشنایی با نحوه و روند برآورد میزان هزینه تعمیر و نگهداری
۵۲	.....	○ پیمان و شرایط عمومی پیمان
۵۳	.....	○ ضرایب پیمان
۵۳	.....	○ قیمت پایه کار
۵۳	.....	○ مدت پیمان
۵۳	.....	○ پیمانکار
۵۴	.....	○ کارفرما
۵۴	.....	○ ضریب پیشنهادی
۵۴	.....	○ صورت وضعیت

۵۵	.....	○ دستگاه نظارت
۵۵	.....	● حدود و وظایف
۵۵	.....	● ناظر مقیم
۵۵	.....	● ذی‌حسابی
۵۶	.....	○ خدمات تعمیر و نگهداری شبکه خطوط و سوزن ها
۵۷	.....	○ تعهدات پیمانکار
۵۷	.....	○ شرح خدمات فنی پیمانکار
۵۸	.....	○ بخشی از تعهدات کارفرما
۵۸	.....	○ شرح خدمات دستگاه نظارت
۵۹	.....	○ خدمات بازرسی فنی خطوط و سوزن
۵۹	.....	○ خدمات تعمیرات و نگهداری شبکه خطوط و سوزن
۶۰	.....	- نمونه ای از گزارش فعالیت روزانه برای دستگاه نظارت
۶۱	.....	۴-۱۰-۳) دستورالعمل عمومی بهره برداری و تعمیر و نگهداری خطوط و نقاط تلاقی
۶۱	.....	○ برنامه بازرسی خطوط
۶۲	.....	○ برنامه بازرسی نقاط تلاقی
۶۲	.....	○ روغن کاری سوزن ها
۶۳	.....	○ نقاط تلاقی خطوط - گزارش بازرسی
۶۴	.....	<b>۴. شرح وظایف عوامل پیمانکار</b>
۶۵	.....	۴-۱. مدیریت فنی
۶۵	.....	۴-۱-۱. کنترل پروژه
۶۵	.....	۴-۱-۲. دفتر فنی
۶۷	.....	۴-۱-۳. نظارت و کنترل امور اجرایی
۶۸	.....	۴-۲. مدیریت اجرایی
۶۹	.....	۴-۳. مدیر پروژه
۷۰	.....	۴-۴. دفتر مدیر پروژه
۷۱	.....	۴-۵. انباردار و کمک انبارداران
۷۲	.....	۴-۶. شرح وظایف عوامل نگهداری پروژه
۷۳	.....	۴-۷. مدیر اداری
۷۳	.....	۴-۸. دبیر خانه
۷۳	.....	۴-۹. کارگزینی
۷۴	.....	۴-۱۰. خدمات
۷۴	.....	۴-۱۱. امور داخلی

۷۵ ..... **۵. تشکرات**

۷۶ ..... **۶. منابع**

# مقدمه

امروزه صنعت حمل و نقل ریلی به علت مقرون به صرفه بودن و آلایندگی کمتر محیط زیست به عنوان یکی از راهکارهای اساسی برای جابجایی و انتقال بار و مسافر در دنیا به شمار می رود. در این میان علی رغم پیشرفت فنی و تکنولوژیکی و به وجود آمدن خطوط مغناطیسی، خطوط ریلی به خاطر اقتصادی و سهل الوصول بودن و همچنین قابلیت اجرای آسان نسبت به انواع دیگر همواره مد نظر قرار گرفته است. از دیگر دلایل گرایش به این سیستم ایمنی بالای بار و مسافر می باشد.

پیش از اینکه یک فضای زیر زمینی در دل سنگ ایجاد گردد در هر نقطه از این مقطع به حالت بکر و دست نخورده در حال تعادل می باشد. هنگامی که یک فضای زیر زمینی مانند یک تونل در داخل توده ی سنگ حفر می شود لایه توده سنگهای همجوار آن تونل دیگر به حالت اولیه نخواهد بود زیرا:

۱- سنگهای سقف تونل تکیه گاه زیرین خود را از دست داده اند.

۲- سنگهای تحتانی (کف تونل) دیگر تحت بار داده از بالا قرار نخواهند داشت و بنابراین در سنگهای محیطی تمایل به تغییر شکل به سمت داخل پیدا خواهد شد و زمان ریزش سنگها یعنی زمان ایستایی به خواص سنگ و شرایط محلی دارد.

نگهداری عبارت از عملی است که رفتار توده ی سنگ را در انتقال از یک حالت تعادلی به حالت تعادلی دیگر مورد مطالعه قرار می دهد. این علم زمینه لازم برای طراحی اقتصادی و ایمنی سیستم نگهداری به منظور جلوگیری از ریزش یا گسیختگی سقف - کف و یا دیواره های جانبی را فراهم می آورد. ساده ترین راه برای حفظ تعادل اولیه ساختمان عبارت است از قرار دادن یک وسیله ی نگهداری محکم بلافاصله بعد از حفاری به نحوی که امکان هر گونه



تغییر شکل از سنگهای جانبی سلب گردد. از سوی دیگر می توان وسایل نگهداری قابل انعطاف که در برابر تغییر شکل سنگهای جانبی مقاومت نشان نداده و امکان جابجایی را به طور مداوم فراهم می کنند به کار گرفت .

ما بین این دو حد انواع بیشماری از سیستم های نگهداری وجود دارد که هر کدام یک حالت جدید تعادلی برای سیستم ایجاد می کند . بنابراین مسئله سیستم نگهداری عبارت خواهد بود از : "تعیین بهترین روش سیستم نگهداری از نظر ایمنی و اقتصادی"

شرایط زمین از نظر زمین شناسان روابط عملی و اجرایی تونل روش ساخت و نوع پوشش تونل را تعیین می کند . طراحی باید مطمئن ترین و ایمنی ترین پوشش تونل با هزینه کمتر برای نگهداری و بیشترین دوام را انتخاب کند .

در این مجموعه سعی شده است تا با قسمتهای مختلف خطوط در حال کار مترو که در آینده ای نزدیک به پایان می رسد آشنا شویم .

در این دوره سعی بر آن بوده است تا در کنار آشنایی با فعالیتهای بخش پشتیبانی و نگهداری خطوط مترو، با توجه به اهمیت جلوگیری از کاهش ضریب ایمنی مجموعه خطوط پر سرعت و پرتردد به بررسی روشهای علمی و عملی جهت کنترل عوامل تخریبی در روسازی پرداخته شود .

# ۱. درباره مٹرو



## پیشگفتار

مترو قابلیت جابه‌جایی مسافران زیادی را دارد. یکی از مهم‌ترین محاسن مترو، جدا بودن آن از سایر مسیرهای شهری است. به این ترتیب ترافیک مسافران مترو با ترافیک شهری گره نمی‌خورد و در حقیقت مترو باری را از دوش خیابان‌های شهر بر می‌دارد و به زیر زمین می‌برد.

خطوط مترو باید چند خصوصیت داشته باشند: «در یک منطقه شهری با انرژی برق کار کنند، کامل از خطوط

ترافیکی دیگر مستقل باشند و مسافران را در کمترین زمان به مقصد برسانند.»

مترو هم می‌تواند از روی زمین رد شود و هم از زیر زمین. اما معمولاً در مرکز شهرها از زیر زمین رد می‌شود و در حومه از روی زمین.

به دلیل حجم بالای مسافری که با مترو جابه‌جا می‌شود، مترو پایه سیستم حمل‌ونقل شهری در شهرهای بزرگ قرار می‌گیرد و از سیستم‌های حمل‌ونقل دیگر مانند اتوبوس و تاکسی برای تکمیل خدمات‌رسانی مترو استفاده می‌شود. در طی سال‌های گذشته ایجاد خطوط مترو در شهرهای جهان سرعت گرفته است. این روزها در بسیاری از شهرهای جهان شهروندان سفر درون شهری خود را با هر وسیله‌ای که آغاز کنند، بالاخره در یک مرحله از مترو استفاده می‌کنند.



## ۱-۱. پیشتازان مترو در جهان

قدیمی ترین سیستم متروی جهان متعلق به شهر لندن، پایتخت انگلستان است که در سال ۱۸۶۳ میلادی افتتاح شد. مترو لندن در عین حال وسیع ترین متروی جهان است.

از کشورهای پیشرفته در زمینه راه اندازی خطوط مترو می توان به آمریکا، فرانسه، ژاپن و آلمان اشاره کرد.

این همه در حالیکه بزرگترین و طولانی ترین خط متروی شهری در جهان متعلق به مترو نیویورک است که با داشتن ۴۶۲ ایستگاه و طول ۱۳۵۵ کیلومتر و دارا بودن ۲۶ مسیر، در جهان بی همتا است. در عین حال دو سوم مردمی که در آمریکا از مترو استفاده می کنند در شهر نیویورک زندگی می کنند.

همچنین شلوغ ترین متروهای قاره اروپا مترو مسکو و مترو پاریس هستند.

آن گونه که در دانشنامه اینترنتی ویکی پدیا آمده است، ۱۶۲ شهر در جهان در حال حاضر مترو دارند و طول خطوط متروی جهان در حدود هشت هزار کیلومتر است و هفت هزار ایستگاه در بر دارد. ۲۵ شهر هم ایجاد چنین سیستمی را در دستور کار دارند.

## ۱-۲. مترو در ایران

اولین کار مطالعاتی بر روی مترو در ایران از سال ۱۳۵۰ آغاز شد و در سال ۱۳۵۶ عملیات اجرایی آن در شهر تهران پی گرفته شد. اما بدلیل وقوع جنگ تحمیلی این عملیات سال ها متوقف شد. همزمان با خاتمه جنگ و آغاز دوره سازندگی در ایران، عملیات ساخت مترو نیز روند پر شتابی را در تهران و چند شهر بزرگ ایران دنبال کرد، بطوریکه ظرف ۱۰ سال گذشته مترو توانسته به میزان چشمگیری از بار نفسگیر ازدحام ترافیک ابر شهر تهران بکاهد. طی همین مدت عملیات راه اندازی خطوط مترو در شیراز، مشهد، اصفهان و تبریز به سرعت دنبال شد.



### ۱-۳. مترو برای غیر مسافر

هرچند در اغلب شهرهای جهان از مترو برای جابه‌جایی مسافر استفاده می‌شود اما برخی شهرها هم هستند که مترویشان نه برای مسافر، که برای نامه و بسته طراحی شده است.

یکی از این شهرها لندن است. سیستم زیرزمینی پست لندن شامل خطوط ریلی می‌شد که چند ایستگاه پست را به هم متصل می‌کردند. این خط در سال ۱۹۲۷ راه‌اندازی شد و تا سال ۲۰۰۳ فعال بود.

### ۱-۴. مترو؛ جان پناه

کاربرد تونل‌های مترو به همین جا ختم نمی‌شود. تونل‌های مترو به درد زمان جنگ هم می‌خورند. روسیه در متروی دو شهر مسکو و سن‌پترزبورگ تونل‌های مخفی را احداث کرده که مجهز به سیستم آب و تهویه هوا هستند تا در زمان خطر مردم بتوانند در آن پناه گیرند. در روسیه سیستم مترو جزو اماکن نظامی محسوب می‌شود و عکسبرداری در آن ممنوع است.

### ۱-۵. ایستگاه‌های مترو

ایستگاه‌های مترو معمولاً ویتروینی از پیشرفت‌های اقتصادی، اجتماعی و تکنولوژیک یک ملت است. این ماجرا در کشوری چون شوروی سابق بیشتر به چشم می‌خورد.

ایستگاه‌های متروی مسکو و سن‌پترزبورگ جزو زیباترین ایستگاه‌های متروی جهان هستند که سالانه گردشگران زیادی را به خود جلب می‌کنند. دیوارهای مرمرین دارند با کفی پوشیده از سنگ‌های گرانیت براق و کاشی‌هایی پرزرق و برق.

هرچند دلیل اولیه‌ای که برای ساخت ایستگاه‌های اینچنینی در روسیه آورده شد، آوردن هنر به میان مردم به



جای محدود کردن آن به ثروتمندان بود، اما دلیل دیگری هم پشت آن نهفته بود و آن ترغیب مردم به استفاده از مترو بود.

ایستگاه های مترو در تهران نیز جلوه ای از معماری ایرانی - اسلامی را در منظر مسافران قرار می دهد. مردمی که از خیابانهای شلوغ وارد این ایستگاه ها می شوند با دیدن نقوشی که بر روی دیوارها و ستون ها حک شده برای دقایقی حال و هوای آرام و دل انگیزی را تجربه می کنند.

تجربه نشان داده که ایستگاه های متروی زیباتر، مسافران بیشتری را هم به خود جلب می کنند. بسیاری از شهرها که استفاده از ماشین های شخصی در آنها رواج دارد برای ترغیب مردم به استفاده از سیستم های حمل و نقل عمومی به زیباسازی ایستگاه های مترو روی آورده اند.

## ۱-۶. مترو چگونه کار می کند

مترو با نیروی الکتریسیته پیش می رود. این نیرو اغلب از طریق ریل سوم به آن منتقل می شود. اگر در طول خطوط مترو تونل کم باشد از سیم های برق بالای واگن هم استفاده می شود.

قطارهای مترو به خدمه اندکی برای کار کردن احتیاج دارند و حتی امروزه قطارهایی هستند که کاملاً خودکار و از راه دور کنترل می شوند. با این حال معمولاً یک راننده در واگن اول مترو سکان هدایت آن را به عهده دارد.

## ۱-۷. دلایل ساخت مترو

افزایش روز افزون مسافرت‌های شهری که به نوبه‌ی خود افزایش وسایل نقلیه را به دنبال دارد، از طرفی مسئله آسفتگی شهری و از طرف دیگر آلودگی بیش از حد هوای شهر را سبب گشته است.

با توجه به افزایش چشمگیر جمعیت تبریز وضعیت سیستم‌های خدماتی از قبیل تلفن و سیستم‌های حمل و نقلی، این شهر نیز از زیانهای فوق در امان نبوده است. آمارهای موجود بیانگر این واقعیت هستند که روزانه صد ها هزار نفر در تبریز جابجا می‌شوند که از این تعداد شرکت واحد ۲۳٪ کل افراد، مینی بوس‌ها معادل ۱۳٪، تاکسی‌ها به میزان ۲۰٪، اتوبوس سرویس ۴٪، موتورها ۱۲٪ و کل افرادی که توسط اتومبیل شخصی جابجا می‌شوند ۲۸٪ هستند.

علاوه بر خساراتی که ناهنجاری ترافیک در تبریز از طریق تصادفات، تاخیر سفرها به جای می‌گذارد، زیانهای زیست محیطی حاصل از آن نیز خطری است جدی که هنوز به طور کامل توسط کارشناسان به مردم شناسانده نشده است. به هر حال آن چه مسلم است این است که تمام این مشکلات مواجه بوده‌اند و آنها مترو را به عنوان یک راه حل برگزیده‌اند وجود دلایلی که در زیر مطرح خواهد شد و همچنین مطالبی که در بالا به آن اشاره شد باعث ساخت مترو شد که روز به روز به مرحله جدی تری می‌رسد.

۱- ترافیک سنگین شهری که با راههای زیر زمینی مترو این مشکل حل می‌گردد.

۲- اتلاف وقت حدود ۱۵ ساعت برای هر نفر (برای جمعیت ۲ میلیونی تهران، ۳ میلیون ساعت در روز)

۳- موتور مترو برقی است و به دلیل توانایی متخصصین ایرانی در به هم بستن و تعمیر آن، هیچ گونه وابستگی‌ای به وجود نمی‌آورد.

۴- به دلیل برقی بودن مترو، آلودگی محیط کمتر است.

۵- به علت دقیق بودن زمان حرکت و توقف مترو، وجود آن باعث افزایش وقت شناسی می‌گردد.

۶- مترو سوختی مصرف نمی‌کند و به ازای هر نفر از اسراف ۷٪ لیتر سوخت جلوگیری می‌کند.



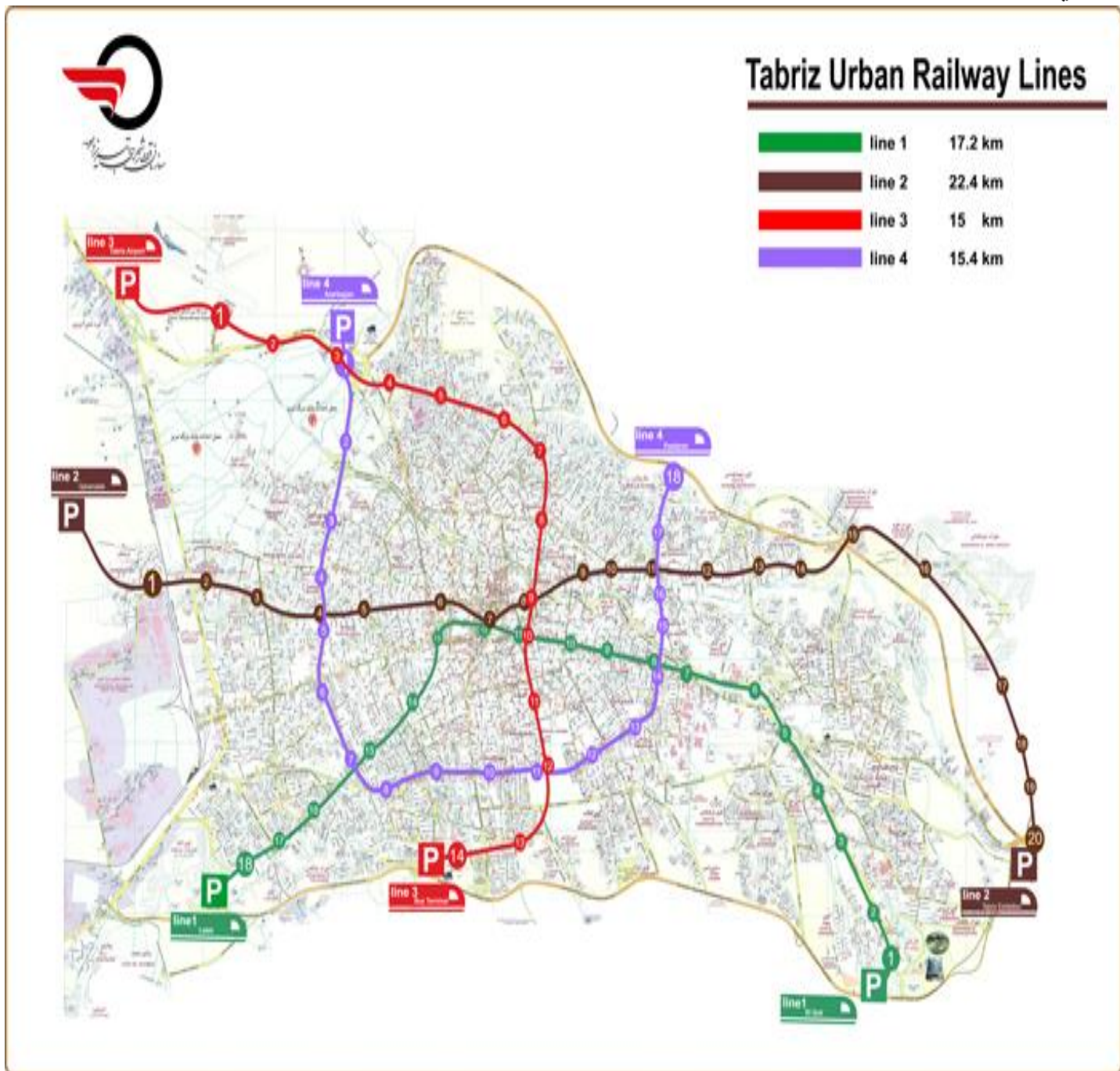
## ۸-۱. تاریخچه‌ی احداث مترو در جهان :

راه آهن زیر زمینی که در بسیاری از نقاط جهان به **Under Ground** یا مترو معروف می‌باشد یک سیستم حمل و نقل سریع السیر زیرزمینی یا رو باز است که از طریق چندین ایستگاه امکان جابجایی مسافران را در داخل شهر فراهم می‌سازد .

مبتکر مترو در جهان آندوه فالدنژ فرانسوی است .طبق نقشه او خیابانها تا عمق ۱۰ متری کنده می‌شدند که کالسکه از زیر خیابانها عبور می‌کرد . بعد از او فرانسوی دیگری به نام دوبا که به آمریکا مهاجرت کرده بود ،امتیاز ایجاد متروی نیویورک را بدست آورد . اولین قطار زیرزمینی در سال ۱۸۶۳ میلادی در لندن بکار رفت ولی به علت دود ناشی از سوخت ذغال سنگ هوای تونل آلوده می‌شد . در سال ۱۹۰۰ اولین متروی پاریس ساخته شد . اما جنگ جهانی ساخت آن را متوقف کرد و تا پس از جنگ جهانی دوم چندان توسعه نیافت . اما بعد از آن به دنبال پیدایش تحولات صنعتی و دگرگونی های تکنولوژی در امر حفاری پیشرفت مترو آغاز شد . در نگاهی به متروهای موجود در شهرهای بزرگ جهان در می‌یابیم که متروی لندن قدیمی ترین ، متروی نیویورک طولانی ترین و متروی مسکوزیباترین و پرمسافرترین متروهای جهان اند .

# ۲. آشنایی با

# مکان کار آموزی



نقشه کلی خطوط متروی تبریز





## ۲-۱. موقعیت جغرافیایی تبریز

تبریز در غرب استان آذربایجان شرقی و در منتهی‌الیه مشرق و جنوب‌شرق جلگهٔ تبریز قرار گرفته‌است. این شهر از سمت شمال به کوه‌های پکه‌چین و عون بن علی، از سمت شمال‌شرق به کوه‌های گوزنی و باباباگی، از سمت شرق به گردنهٔ پایان و از سمت جنوب به دامنه‌های رشته‌کوه سه‌هند محدود شده‌است.

تبریز از سمت شمال، جنوب و شرق به کوهستان و از سمت غرب به زمین‌های هموار دشت تبریز و شوره‌زارهای تلخه‌رود (آجی‌چای) محدود شده و به شکل یک چالهٔ نسبتاً بزرگ یا یک جلگهٔ بین‌کوهی درآمده‌است. ارتفاع این شهر از سطح دریا از ۱۳۴۸ متر در سهراهی مرند تا ۱۵۶۱ متر در محلهٔ زعفرانیه متغیر بوده و شیب عمومی زمین‌های تبریز به سمت مرکز شهر و سپس به سمت مغرب است مسافت جاده‌ای بین این شهر تا اردبیل ۲۱۹ کیلومتر، تا زنجان ۲۸۰ کیلومتر، تا ارومیه ۳۰۸ کیلومتر و تا تهران ۵۹۹ کیلومتر است.

## ۲-۲. تبریز و آب و هوای آن

آب و هوای تبریز استپی خشک با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد است. سرمای زمستانی، تأثیرپذیرفته از ارتفاع بالا و توپوگرافی کوهستانی منطقه‌است. آب و هوای این شهر در تابستان‌ها خشک و گرم است؛ اگرچه حرارت به دلیل نزدیکی به کوه سه‌هند و وجود باغ‌های زیادی در پیرامون شهر تعدیل می‌گردد میانگین دمای تبریز در تیرماه (گرم‌ترین ماه سال) ۲۵٫۴ درجهٔ سانتی‌گراد، در دی‌ماه (سردترین ماه سال) ۲٫۵- درجهٔ سانتی‌گراد، در فروردین‌ماه ۱۰٫۵ درجهٔ سانتی‌گراد و در مهرماه ۱۴٫۱ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین سالانهٔ دما ۱۱٫۹ درجهٔ سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالیانهٔ تبریز مانند بیش‌تر شهرهای ایران بسیار اندک و در حدود ۳۳۰٫۱ میلی‌متر در سال است. معمولاً در طول فصل تابستان، میزان بارندگی بسیار ناچیز بوده و به ندرت بارش رخ

می‌دهد

## ۲-۳. تاریخچه متروی تبریز

پیشینه استفاده از شکل نخستین قطار شهری در تبریز به بیش از یک صدای پیش برگشته و این شهر در آن زمان شاهد راه‌اندازی نخستین تراموا کشور برای جابه‌جایی مسافران بود. قاسم خان والی، نخستین شهردار تبریز که فارغ‌التحصیل مدرسه نظامی سن-سیر بود به دلیل آشنایی با جامعه آن روز اروپا می‌خواست تبریز را نیز وارد جهان مدرن کند، از این رو وی ۷۴ سال پس از تأسیس نخستین تراموا در اتریش در سال ۱۸۲۷، تراموا تبریز را در سال ۱۹۰۱ میلادی به کار انداخت. این وسیله نقلیه که در بدو تأسیس با عاریت گرفتن از کشورهای اروپایی با نام «تراموا» آغاز به کار کرد، پس از اشغال آذربایجان از سوی نیروها تزاری در ۱۲۸۸، «قونقا» نامیده شد و میدان محل استقرار آن تا امروز قونقا باشی نامیده می‌شود. «قونقا» یا تراموا از ۱۲۸۰ تا ۱۳۲۰ به مدت ۴۰ سال در تبریز، مردم را در فاصله ایستگاه راه‌آهن این شهر تا قونقا باشی جابه‌جا می‌کرد. نیروی محرکه واگن‌های تراموا یا قونقا، اسب‌ها بودند که واگن را روی ریل به حرکت درمی‌آوردند

موضوع مطالعه و احداث قطار شهری تبریز، برای نخستین بار در دی ماه سال ۱۳۶۹ توسط نمایندگان تبریز در مجلس شورای اسلامی مطرح گردید و در نهایت قرار شد، احداث قطار شهری تبریز در برنامه کاری مسئولان قرار گیرد. سپس طی حکمی از سوی استاندار وقت، مسئول مطالعات و مجری قطار شهری تبریز انتخاب شده و در محل شهرداری مستقر گردید. اما به دلیل عدم امکان استفاده از بودجه شهرداری و نیز عدم وجود منابع دیگر برای تأمین هزینه‌های احداث قطار شهری، موضوع مسکوت ماند. در سال ۱۳۷۵ مجدداً موضوع احداث قطار شهری تبریز قوت گرفته و مذاکراتی توسط استاندار وقت با شرکت اتریشی «اشکودا» انجام شده و مقرر شد که اطلاعات مربوط به حجم ترافیک خیابان‌های اصلی شهر به نمایندگان شرکت مذکور تحویل داده شود که بررسی‌های لازم کارشناسی را انجام دهند؛ ولی به علت مسائل سیاسی فی‌مابین مجدداً پی‌گیری طرح قطار شهری تبریز به حالت رکود بازگشت

مترو تبریز مجموعه قطار شهری و تراموا در شهر تبریز است که مطالعات آن در ۱۳۸۰ و عملیات اجرایی نیز از ۱۳۸۴ آغاز شده و در ۱۳۹۴ بخشی از آن گشایش یافت. پیشنهاد نخستین احداث مترو در تبریز در ۱۳۶۹ مطرح شده بود که بنا به دلایلی، تا ۱۳۷۹ منتفی ماند. مترو تبریز از ۵ خط (شامل ۴ خط اصلی و ۱ خط حومه) به طول کلی ۱۰۰ کیلومتر تشکیل شده است بخشی از این مجموعه شامل تراموا به درازا کلی ۵۰ کیلومتر خواهد بود که مطالعات آن از ۱۳۹۴ آغاز شده است. در حال حاضر فاز ۱ و ۲ خط ۱ متروی تبریز به طول ۱۱ کیلومتر از ایستگاه متروی ایل‌گلی تا ایستگاه میدان ساعت در حال بهره‌برداری است.

## ۲-۴. کلیات متروی تبریز

در سال ۱۳۷۹، شهرداری تبریز مطالعات جامع ترافیکی شهر تبریز را به مشاور «سبزینه راه» واگذار نمود. مشاور مذکور در مطالعات امکان‌سنجی به این نتیجه رسید که سه کریدور مسافر خیز از ظرفیت قطار شهری برخوردار است. با توجه به رشد روزافزون سفرهای درون شهری در تبریز و ضرورت استفاده از سامانه حمل‌ونقل ریلی در راستای کاهش مشکلات ترافیکی، مطالعات خطوط قطار شهری تبریز انجام و شبکه قطار شهری تبریز شامل ۴ مسیر، جمعاً به طول ۶۰ کیلومتر و ۶۳ ایستگاه به علاوه مسیر حومه به سه‌سند طراحی گردید

متروی تبریز به صورت رسمی از ۵ شهریور ۱۳۹۴ با راه‌اندازی فاز نخست خط ۱، در حد فاصل ایستگاه ائل‌گلی تا ایستگاه استاد شهریار به بهره‌برداری رسید. فاز دوم این خط نیز در حد فاصل ایستگاه استاد شهریار تا ایستگاه میدان ساعت در ۲۸ بهمن ۱۳۹۵ راه‌اندازی شد.

«سازمان قطار شهری تبریز» در سال ۱۳۸۰ خورشیدی تأسیس و راه‌اندازی شده‌است. هیئت مدیره این سازمان از ۵ نفر اصلی و یک نفر علی‌البدل شامل شهردار، مدیر سازمان قطار شهری، معاون عمرانی استاندار و ۳ نفر صاحب‌نظر تشکیل پیدا کرده‌است. شورای سازمان قطار شهری تبریز نیز متشکل از استاندار، شهردار و یک نفر کارشناس می‌باشد. در حال حاضر «محمدصادق پشمینه آذر»، مدیرعامل این سازمان است.

متروی تبریز از پنج خط (شامل چهار خط اصلی و یک خط حومه) به طول ۱۰۰ کیلومتر تشکیل شده‌است.

خط ۱: به طول ۱۷,۲ کیلومتر با ۱۸ ایستگاه از میدان ایل‌گلی آغاز و از طریق بلوار حمید باکری و ۲۹ بهمن، خیابان امام خمینی، چهارراه محقق، باغ گلستان و خیابان خیام به کوی لاله ختم می‌شود. حدود ۸ کیلومتر به صورت تونل عمیق طراحی شده و عملیات حفاری آن با دو دستگاه حفاری تونل در عمق حدود ۱۶ تا ۲۵ متری انجام گرفته‌است.

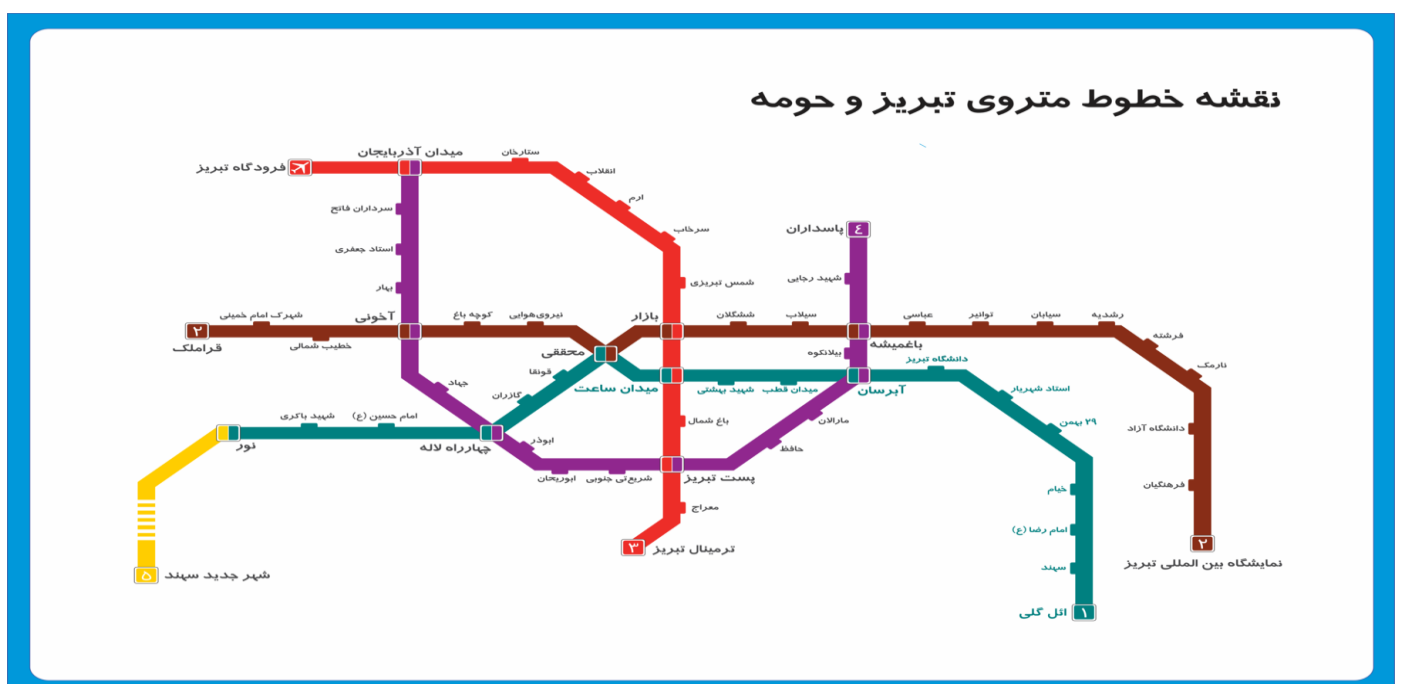
خط ۲: به طول حدود ۲۲,۴ کیلومتر شامل ۲۰ ایستگاه از محدوده زمین‌های قراملک (کارخانه کود آلی) شروع شده، از طریق خیابان وحدت و میدان قراملک (اولین ایستگاه) و پس از عبور از زیر خیابان آخونی، خیابان قدس، سه راه

امین، میدان دانشسرا، وارد خیابان عباسی شده و تا میدان شهید فهمیده امتداد یافته و در ادامه به سمت سه راهی ولیعصر، میدان استاد معین و در نهایت در میدان بسیج خاتمه می‌یابد.

خط ۳: به طول حدود ۱۵ کیلومتر و شامل ۱۴ ایستگاه از فرودگاه بین‌المللی شهید مدنی تبریز آغاز و با عبور از میدان بزرگ آذربایجان و خیابان انقلاب اسلامی، از طریق میدان دانشسرا و خیابان ارتش به پایانه بزرگ اتوبوس‌های بین شهری تبریز واقع در بزرگراه شهید کسائی ختم می‌شود.

خط ۴: به شکل تراموا و به طول ۱۵٫۴ کیلومتر شامل ۱۸ ایستگاه به شکل حلقوی از میدان آذربایجان شروع می‌شود و بعد از عبور از میدان جهاد و آبرسان از طریق بزرگراه کمربندی تبریز به بزرگراه پاسداران می‌رسد. این خط سه خط دیگر را به هم ارتباط می‌دهد.

خط ۵ تبریز-سهند: در محل ایستگاه ۱۸ با خط یک دارای ایستگاه مشترک بوده و با عبور از مقابل کارخانه تراکتورسازی به سمت سهند (شهر) ادامه خواهد یافت. جابجایی مسافران در این مسیر از طریق تراموا انجام خواهد گرفت. از میان این مسیرها در حال حاضر تنها بخشی از خط ۱ در حد فاصل ایستگاه ایل‌گلی و ایستگاه میدان ساعت در حال بهره‌برداری است.





قطارهای متروی تبریز با آرایش ۵ واگن، شامل سه واگن موتوردار و دو واگن تریلر، با طول ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده که طول سکوی سوار و پیاده شدن مسافرین نیز به همان طول ۱۰۰ متر احداث شده است. مشخصات واگن‌های متروی تبریز به شرح زیر است:

ظرفیت مسافر هر واگن	۱۷۲ نفر ایستاده، ۴۲ نفر نشسته. جمعاً ۲۱۴ نفر
ظرفیت مسافر قطار	۱۰۷۰ نفر به ازای ۵ نفر در هر متر مربع
تعداد درب هر واگن	۸ درب
حداکثر بار محوری	۱۲.۵ تن
حداقل شعاع قوس افقی در توقفگاه	۵۰ متر
حداقل شعاع قوس افقی در مسیر	۲۰۰۰ متر
طول هر واگن	۲۰ متر
عرض واگن	۲۶۰۰ میلی‌متر
ارتفاع واگن	۳۷۰۰ میلی‌متر
ارتفاع کف	۱۱۰۰ میلی‌متر
حداکثر شیب خط	۴,۸ درصد
حداکثر شتاب در هنگام حرکت	۱ متر بر مجذور ثانیه
حداکثر سرعت قطار	۸۰ کیلومتر در ساعت
سرعت متوسط	۳۲ کیلومتر در ساعت

تجهیزات سازمان قطار شهری تبریز شامل سیستم‌های OCS، مخابرات، پستهای برق، مکانیک و تأسیسات می‌باشد.

- سیستم سیگنالی‌نگ: این سیستم شامل تجهیزات کنار خط و نصب شده در onboard قطار بوده که از طریق کابل کشیهای انجام شده هماهنگی بین قطار و تجهیزات کنار خط را بر عهده دارد و اطلاعات خط از طریق کابل کشی به مرکز کنترل فرمان منتقل می‌گردد. از مزایای مهم این سیستم جلوگیری از برخورد قطارها و کاهش سرفاصله زمانی حرکت قطارها و اطمینان خاطر مسافر و پرسنل از وجود یک سیستم

ایمن و قابل اعتماد جهت هدایت قطار می باشد.

- سیستم OCS (برق بالاسری): سیستم OCS وظیفه انتقال مصرف برق قطارها را عهده دار می باشد. نوع سیستم شبکه بالاسری زنجیره ای بوده و دارای دوسیم حمال و دو سیم کنتاکت می باشد. حداکثر کشش در این سیمها 100N/ می باشد. ولتاژ شبکه بالاسری دهانه پانتوگراف 1500DC V می باشد. حداکثر توان انتقال انرژی شبکه بالاسری در 20 درجه سانتیگراد 2770 آمپر می باشد. فاصله حمایت های سقفی تونل در سقف حداکثر 25 متر و فاصله سیستم head span برای زیگزاگ حداکثر 50 متر می باشد. تیپ شبکه برای حداکثر سرعت 80 km/h طراحی شده است. حداکثر ارتفاع در مسیر تونلی از سطح ریل 4/4 متر و در مسرهای روباز 5 متر می باشد. سیستم مخابرات: این سیستم شامل پانزده، زیرسیستم به شرح ذیل می باشد.
    - 1) SDH (شبکه انتقال 2) شبکه ارتباط رادیویی 3) شبکه تلفن 4) شبکه دوربین مدار بسته 5) سیستم اعلان عمومی 6) سیستم دانش اطلاعات مسافران 7) سیستم توزیع ساعت 8) سیستم ضبط صدا 9) سیستم منبع تغذیه بدون وقفه 10) سیستم جمع آوری کرایه 11) سامانه اعلام حریق 12) سیستم حفاظت و ایمنی محلی و مرکزی 13) سیستم مدیریت ساختمان 14) سیستم کامپیوتری محلی و گسترده 15) سیستم اسکادا
  - سیستم برق: برق مصرفی قطار شهری تبریز از طریق پستهای اختصاصی 132 به 20 تأمین می شود. پستهای برق شامل پستهای RS و پستهای LPS می باشد. پستهای RS تأمین کننده برق بالاسری و نهایتاً برق کشی قطار بوده و پستهای LPS تأمین کننده روشنایی قطار و تونل و ساختمان بهره برداری می باشد.
  - سیستم مکانیک و تأسیسات: شامل سیستمهای تهویه و هواساز، اطفاء حریق، آسانسور، پله برقی و... بوده و سیستم تهویه جهت تأمین هوای مناسب داخل تونل و ایستگاهها هست. سیستم اطفاء حریق جهت جلوگیری از انتشار دود و آتش در موارد احتمالی می باشد. سیستمهای پله برقی و آسانسور نیز جهت رفاه حال مسافران بویژه سالمندان و معلولین مورد استفاده قرار می گیرد.
- قطار متروی تبریز در حال خروج از ایستگاه شهریار به طرف ایستگاه 29 بهمن. سیستم تغذیه انرژی قطارهای متروی تبریز از نوع شبکه بالا سری با ولتاژ 1500VDC از شرکت زیمنس آلمان خریداری شده است
- سیستم سیگنالینگ که عهده دار کنترل حرکتی قطارها می باشد و قابلیت حرکت قطارها بدون نیاز به دخالت راهبر (راننده قطار) را دارند برای HEAD WAY دو دقیقه (حداکثر زمان انتظار مسافر در ایستگاه) طراحی شده است. توسط این سیستم حرکت و توقف کلیه قطارها از طریق مرکز کنترل و فرمان قابل کنترل و هدایت خواهد بود
- اطلاعات کلیه تجهیزات نصب شده در مترو در اتاق مرکز کنترل و فرمان بر روی پانل های LCD قابل مشاهده می باشد. جهت صرفه جویی در مصرف انرژی امکان برگشت (Regeneration) در شبکه برق قطارها

حداکثر تا میزان ۳۰٪ پیش بینی شده است. تمهیدات لازم در صورت قطع برق در یکی از پستهای برق تغذیه کننده قطارها و پستهای تغذیه کننده ایستگاهها جهت جلوگیری از وقوع اختلال در حرکت قطارها و جذب مسافر در نظر گرفته شده است.

مجهز بودن به سیستم سیمولاتور (شبیه ساز) یکی از ویژگیهای مهم متروی تبریز است. استفاده از قطار شبیه سازی شده برای آموزش راهبران، به دلیل قرارگرفتن در محیط مجازی از هزینه اشغال خطوط ریلی و مصرف سوخت برای مقاصد آموزشی، کم کرده و با ارتقای سطح آموزش راهبران، بخشی از تاخیرها در راه اندازی قطارها کاهش می یابد و در نتیجه به افزایش بهره وری ناوگان منجر می شود. متروی تبریز با برخورداری از این امکان، علاوه بر آموزش تخصصی و فنی پرسنل قطار شهری تبریز، آموزش کارکنان متروی دو شهر اصفهان و شیراز را نیز در دستور کار خود قرار می دهد.

- کارخانه تولید قطعات بتنی (precast yard) در زمینی به مساحت ۹۰۰۰ متر مربع احداث شده است. سطح کل زیربنای بخشهای مختلف حدود ۵۲۰۰ متر مربع می باشد و قسمت دپو در حدود ۲۰۸۰۰ متر مربع وسعت دارد. این کارخانه از ساختمانها و تجهیزات و تأسیسات زیر تشکیل شده است.

(۱) موتور خانه و پست برق

(۲) ایستگاه تولید بتن

(۳) سالن تولید قطعات پیش ساخته

(۴) جرثقیل های دروازه ای برای انبار کردن قطعات (segments) در محوطه بیرونی

(۵) گاریهای ریلی

- موتورخانه و پست برق از ۲ دستگاه دیگ بخار دوگانه سوز به ظرفیت بخاردهی ۴۴۰۰ پوند بر ساعت برای تأمین بخار و ۳ دستگاه کمپرسور هوا به ظرفیت ۱۵ مترمکعب بر دقیقه برای تأمین هوای فشرده و ۲ دستگاه ترانس ۱۰۰ کیلوواتی و ۵۰۰ کیلووات برای تبدیل خط ورودی ۲۰ کیلووات به ۴۰۰ وات تشکیل یافته است
- بچینگ پلانت شامل قسمت تولید بتن با ظرفیت دیگ نیم متر مکعب و ۶ عدد سیلوی ۲۰۰ تنی سیمان و محوطه دپوی مصالح (شن و ماسه) پشت بچینگ در موتورخانه مجزا برای گرمایش مصالح دپو شده پشت بچینگ می باشد. بتن پیش ساخته توسط گاریهائی که بر روی ریل حرکت می کنند و bucket قرار گرفته بر روی آن، به محوطه داخل سالن تولید حمل می شوند. همچنین بتن عمل آوری شده در قالبها (segments) در دسته های سه تایی بر روی گاریهائی ریلی که مختص حمل قطعات به بیرون می باشند قرار گرفته به خارج از سالن منتقل می شوند.
- سالن تولید قطعات پیش ساخته به مساحت تقریبی ۵۲۰۰ متر مربع در چهار دهانه و همچنین چهار جرثقیل سقفی ۱۰ تن بوده و شامل ۷۲ قالب (۱۲ رینگ قالب) جهت تولید سگمنت می باشد. هر رینگ شامل ۱- A الی ۶- A می باشد که قطعه A1 به عنوان Key یا کلید استفاده می شود. عملیات عمل آوری بتن توسط بخار (steam curing) انجام می گردد.
- انبار روباز و دو دستگاه جرثقیل دروازه ای: جرثقیل های دروازه ای ۲۵ تن قطعات حمل شده در دسته های سه تایی را برداشته و در محوطه بیرونی سالن تولید انبار می کند. مساحت انبار قطعات در حدود ۲۰۸۰۰ مترمکعب می باشد که قابلیت توسعه نماینده شرکت CBE فرانسه آغاز گردید و در اولین روز ۳۶ سگمنت و با ۶ رینگ بتن ریزی گردید.
- گاریهائی ریلی (TROLLEY) جهت بارگیری و تخلیه بتن و همچنین حمل سگمنتی به خارج از سالن تولید بتن ساخته شده در بچینگ پلانت توسط گاریهائی که Bucket حمل بتن روی آن قرار گرفته است به وسیله دستگاه کشنده بر روی ریل حرکت کرده و به داخل سالن تولید حمل می شوند بتن ریخته شده توسط چادرهای مخصوص پوشانده شده و سپس عملیات عمل آوری بتن توسط بخار آغاز می گردد. بتن پیش ساخته (segment) در روز بعد توسط گیرنده مخصوص (clamp) از قالب جدا گشته و در قسمتی از سالن برای بیرون بردن به قسمت دپو قطعات ذخیره انتقال می یابند. عملیات بتن ریزی تا به حال تولید تجمعی کارخانه به ۸۹۵۰ رینگ رسیده است که تعداد کل رینگ مورد نیاز پروژه ۱۱۲۴۲ رینگ می باشد و با توجه به مقدار تولید شده، ۲۲۹۲ رینگ باقی مانده است.



شایان ذکر است که کارخانه با هدف تولید ۱۲ رینگ در روز طراحی گردیده است.

بخشی از مجموعه قطار شهری تبریز را تراموا تشکیل خواهد داد که مراحل مطالعاتی آن در خط ۴ متروی تبریز از سال ۱۳۹۴ آغاز شده است. از تراموا برای جابجایی مسافران در سه مسیر زیر به طول کلی ۵۰ کیلومتر استفاده خواهد شد:

- خط ۴ متروی تبریز: این مسیر به صورت U-شکل، در دو مسیر رفت و برگشت و به طول ۱۶ کیلومتر از میدان آذربایجان آغاز شده و در امتداد بزرگراه آزادی (کمربندی) با عبور از نصف راه و آبرسان به یوسف آباد ختم می شود.
- خط ۵ متروی تبریز: حد فاصل تبریز و شهر جدید سهند.
- حد فاصل میدان راه آهن تا میدان ساعت.

بر اساس تفاهم نامه ای که میان شهرداری تبریز و شرکت آلمانی «اشلیگل» در ۷ اسفند ۱۳۹۳ امضا شد، مقرر شد، مدیریت، انتقال تکنولوژی و نظارت عالی بر جنبه های تجهیزاتی و عمرانی پروژه تراموای تبریز با برخورداری از استانداردهای اروپایی انجام می شود. همچنین بر اساس این تفاهم نامه قرار شد پروژه از لحاظ مالی، توسط گروه مالی ایرانی همکار شرکت اشلیگل آلمان حمایت شود.

طبق این تفاهم نامه، شرکت طرف قرارداد موظف شده تا در زمان ساخت، تکنولوژی آن را به کارخانه ماشین سازی و گسترش صنایع ریلی تبریز انتقال دهد. همچنین انتقال دانش مربوط به این سیستم به دانشگاه صنعتی سهند توسط این شرکت صورت خواهد گرفت. هزینه احداث تراموا در خط ۴ مترو، در حدود ۱۰۰ میلیون یورو برآورد شده است.



## ۲-۴. ویژگی‌های متروی تبریز

کار ساخت خط یک مترو تبریز در بعضی بخش‌ها به عنوان رکورد دار کارهای عمرانی در استان و کشور به شمار می‌آید، از جمله

- بزرگترین ایستگاه متروی ایران: ایستگاه لاله با ۲۱ طبقه بزرگترین ایستگاه مترو کشور ایران می‌باشد.
- بزرگترین مناقصه سال ۱۳۸۹ شهرداری تبریز: پروژه دپوی لاله به عنوان بزرگترین مناقصه عمران شهری سال ۱۳۸۹ در استان آذربایجان شرقی به ارزش ۳۳۰ میلیارد ریال
- سومین خطوط میان مترو کلانشهرهای کشور پس از تهران و کرج
- سریعترین رکورد در سگمنت گذاری در کشور ایران: سگمنت گذاری تونل‌های مترو کشور

## ۲-۵. تاسیسات ایستگاه‌ها و تونل؛

شامل :

- ۱- برق رسانی و روشنایی
- ۲- تهویه
- ۳- جمع آوری و دفع فاضلاب و آبهای سطحی
- ۴- اطفاء حریق
- ۵- سیستم آبرسانی

# ۳.۲. ارزیابی

## بخش‌های

## مرتبط با مترو



## ۱-۳. ایمنی

بعلت فقدان سطوح تقاطع و محدودیت ورود، ایمنی در تونلها بیشتر از مسیرهای باز است و مسافرتها ریلی ۴۵ برابر ایمن تر از سفرهای جاده‌ای است.

در تحقیقی که ۶۸۹ تونل را در چهار گروه اساسی (طول، قابلیت دسترسی، سطوح ترافیکی و ویژگی زیر ساخت ریل) تقسیم بندی کرده بودند، توصیه قرار گرفتن ۲۷۲ تونل در گروه A و ۳۰۷ تونل را در گروه B بر مبنای مشخص نبود مدیران می‌بایست هزینه و فوائد ممکنه بهسازی ۸۴ تونل را در گروه C بررسی می‌کردند. برای ۲۶ تونل در گروه D که اغلب آنها طولی بیش از ۳۰۰۰ متر دارند چندین روش بهسازی توصیه شده بود، که شامل: روشنایی بهتر، تهویه، علائمی برای خروجی‌های اضطراری، تاسیسات مخابراتی پیوسته و در مواردی تعبیه پناه رو بود. بعضی از این توصیه‌ها هم اکنون در حال اجرا است. اما بیشترین خطری که متروی ما را تهدید می‌کند وقوع آتش سوزی است که اقداماتی جهت پیشگیری آن ارائه می‌کنیم؛

### اقدامات پیشگیرانه

- ۱- پرسنل پیمانکار و غرفه داران ملزم به گذراندن آموزشهای ایمنی و اطفاء حریق می‌باشند.
- ۲- پرسنل ایستگاه باید با توجه به موقعیت غرفه‌ها و داکت هواسازها و فضای معماری ایستگاه بهترین وضعیت سه هوا ساز را تشکیل دهند.
- ۳- برای جلوگیری از حرکات پیستونی قطار و گسترش حریق در مواقع آتش سوزی بر طبق دستور العمل موجود تدابیری اندیشه شود.
- ۴- آموزشهای مستمر جهت پرسنل امور ایستگاهها در زمینه سیستم **Fire man box** تشخیص صحیح و فعال نمودن به موقع هواسازها.
- ۵- تا زمان حضور آتش نشانی و پرسنل ایمنی در ایستگاه در محل حادثه از ورود افراد متفرقه در محل جلوگیری کرده تا وضعیت باقیمانده دستخوش تغییرات نگردد.
- ۶- از دستکاری کابل برق در فضاهای موجود خودداری شود.



## ۲-۳) تهویه

در سیستم مترو منابع تولید حرارت عموماً تجهیزات الکتریکی و قطارها و افراد هستند، انرژی الکتریکی که جهت حرکت قطارها و کارکردن دستگاهها و روشنایی و غیره مصرف می‌شود.

در نهایت به صورت گرما به داخل ایستگاهها و تونل رها می‌گردد، گرما ممکن است به صورت جزئی یا تماماً به بیرون دفع شود و این دفع می‌تواند توسط دیوارها، سقف، کف ایستگاه و تونل باشد.

وقتی که درجه حرارت فضای داخل بیش از درجه حرارت هوای بیرون باشد و یا بوسیله تهویه طبیعی (جابجائی طبیعی هوا از طریق شفت‌های هوا مشابه عمل دودکش)

و یا بوسیله‌ی اثر پیستونی حرکت قطار باشد، دفع بیشتر گرما به بیرون علاوه بر روش‌های فوق بایستی توسط تهویه مکانیکی انجام شود تمام روشهای مذکور در مواقعی کاربرد دارد که هوای بیرون خنک‌تر از هوای داخل ایستگاه و تونل است. چنانچه درجه حرارت بیرون کمتر از درجه حرارت داخل نباشد و مجدداً نیاز به دفع گرما باشد، باید از دستگاههای سرد کننده استفاده نمود و اگر روشهای مذکور در دفع کامل گرما موثر واقع نشد درجه حرارت محیط داخل شروع به افزایش خواهد کرد. تعادل گرمایی وقتی حاصل می‌شود که مقدار گرمایی وارد شده به داخل برابر مقدار گرمای دفع شده باشد به هر حال قبل از اینکه بار گرمایی، سرمائی و تهویه بتوان حساب نمود لازم است رفتارهای دینامیکی کلیه پارامترها را تشخیص داد. پارامترهایی که شرایط محیط داخل و روشهای طراحی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و همچنین روابط فیما بین آنها را اصولاً مراحل هر سیستم گرمائی و سرمائی و تهویه سه عامل مورد توجه دارد؛

۱- معیار طراحی ۲- تجزیه و تحلیل ۳- کنترل

در تونل جهت تامین شرایط مناسب دمایی و رطوبتی از هواسازی و ایستگاهها و هواکش‌های میان تونلی استفاده می‌گردد.



### ۳-۳ سیستم نگهداری :

بدلیل شرایط مناسب زمین شناسی در قسمت انگلیسی برای نگهداری تونل‌های اصلی از سگمنت استفاده شده است ( بدون استفاده از راک بلت )

گرچه که نگهداری بخش‌های اصلی تونل‌های قسمت انگلیسی توسط سگمنت انجام شد اما برای دالانهای میانبر یا مجراهای رهایی فشار (plson RELIEF Ducts) از نگهداری فلزی استفاده شد .

### ۳-۴ روشهای حفاری تونل؛

- ۱- روش استفاده از ماشین آلات خاکبرداری ، تحت عنوان روش اتریشی یا ایرانی به شکل‌های box و یا نعل اسبی
  - ۲- استفاده از دستگاه زوکور که قابلیت حفاری ، خاکبرداری و نصب همزمان اجزای بتنی را دارا می‌باشد .
- کلیه دسترسی‌ها به تونل از دو طریق شفت عمومی shaft و رمپ Ramp با شیب ملایم می‌باشد ، حفاری در این مقطع کاری به روش کندن با لودر و ریگلاز گوشه‌های کار و سقف می‌باشد و بوسیله دست توسط کارگر انجام می‌شود .

### تونلهای ایرانی در ۶ مرحله انجام می شود ؛

مرحله اول ؛ قسمت فوقانی

مرحله دوم ؛ قسمت تحتانی

مرحله سوم ؛ آرماتورگذاری

مرحله چهارم ؛ قالب بندی فلزی

مرحله پنجم ؛ بتن ریزی

مرحله ششم ؛ داکتهای کف جهت تاسیسات شهری و خود مترو



روشهای حفاری با ماشین حفار نیز عملیات حفر تونل در عمق ۲۰ متری انجام می‌شود. حفاری در ماشین حفار توسط بیل و جکهای حرکت دهنده آن انجام می‌شود. بیل حفار با وزن حدود ۱۲۰ تن جزو ماشین‌های سنگین است و از قسمتهای اساسی زیر تشکیل شده است؛ (که هر یک تحت زاویه ۳۶۰ درجه دوران می‌کنند)

۱- جک بوم (Boom) بیل حفار

۲- جکهای دیپر (Dipper)

۳- جکهای حرکت طولی و انتقالی (Travel)

۳- باکت (Bucket)

### ۳-۵) آبکشی

یکی از مهمترین مشکلات در خاکبرداری و حفاری مسئله آبهای زیرزمینی و قنات‌ها می‌باشد هیچگاه نمی‌توان جلوی نفوذ آب را گرفت و باید با استفاده از روشهای مناسب آب را به محل‌های مورد نظر هدایت نمود، برای این منظور در اطراف ایستگاه لوله‌های زهکشی که بالای آنها سوراخ می‌باشد کار گذاشته می‌شود و به این ترتیب آبهای زیرزمینی به داخل لوله‌ها می‌ریزند و این لوله‌ها به فاضلاب شهری متصل می‌شود. در محل‌هایی که قنات وجود دارد اگر قنات مترو باشد آنرا کور می‌کنند و اگر قنات دارای آب باشد مسیر آن را تغییر می‌دهند.



## ۳-۶ سیستم روشنایی :

بدلیل آنکه در ایستگاههای زیرزمینی و تونل از نور طبیعی نمی توان استفاده کرد لذا روشنایی در ایستگاهها و تونل از اهمیت زیادی برخوردار بوده و به دو سیستم عادی و اضطراری تقسیم می شود :

الف ( روشنایی عادی ؛ در کلیه اماکن تجاری ، فنی ، عمومی ، زیر سکوها و بطور کلی از ورودی ایستگاه تا داخل تونل و پایین ترین نقطه ایستگاهها تا هواکش های میانی تونل از این نوع روشنایی استفاده شده است .

تجهیزات سیستم روشنایی عادی ؛

۱- تابلوی برق ۲- سیم ها و کابل های انتقال دهنده برق ۳- جعبه تقسیم و ترمینال ها ۴- قابها و لامپهای تامین کننده روشنایی .

ب) روشنایی اضطراری ؛ از این سیستم در زمان قطع برق روشنایی عادی جهت تامین روشنایی به منظور هدایت مسافری به خارج از ایستگاهها و یا سوار شدن مسافری به قطار در حد محدود استفاده می شود .

این روشنایی در شرایط عادی نیز زیر بار می باشد تا در مواقع اضطراری بدون فوت وقت (روشنایی دائم و پایدار) از این سیستم بهره برداری شود . تجهیزات سیستم روشنایی اضطراری ؛

۱- باتری های تامین کننده جریان مورد نیاز مستقر در باطریخانه ۲- دستگاه شارژر باتریها در حالت نرمال و همچنین تغذیه DC ورودی به اینورتر را تامین می نماید . ۳- اینورتر ؛ دستگاهی که ورودی DC به خود را به خروجی AC متناوب تبدیل می نماید .

## ۳-۷ هوای فشرده

در تونل حداقل میان دو ایستگاه هواکش هایی جهت تخلیه هوای داخل تونل به سطح خیابان قرار دارند و به نامهای  $Ve1$ ,  $Ve2$  معرفی می شوند .





## ۸-۳) ژئوتکنیک

واحد ژئوتکنیک مسئول انجام آزمایشات مختلف و مطالعات گوناگونی است که جهت آشنایی با فعالیت‌های واحد ژئوتکنیک شرح مختصری در مورد نحوه کار این واحد ارائه می‌گردد.

### ۱-۸-۳: بررسی‌های زمین‌شناسی

هدف از بررسی‌های زمین‌شناسی، شناخت لایه بندی، ترکیب و تنوع مطالعه آبرفتی تهران و تعیین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آن به عنوان شالوده سازه مترو نیز تا حدودی تشکیل دهنده‌ی اجزاء ساخت بتن می‌باشد. واحد ژئوتکنیک مترو از بدو تشکیل بر آن شده است تا به منظور راهگشای مجریان احداث تونلها و ایستگاهها با برنامه ریزی و تهیه دستورالعمل‌های مدون، اقدام به حفاریهای شناسی (به کمک ماشین حفار و یا روش مقنی گری) بنماید.

عملیات حفاری و نمونه گیری خاک زیر نظر زمین شناسان بخش کنترل گردیده و لاگ صحرائی چاهها تهیه می‌شود. نمونه‌های خاک عمدتاً در محل تغییرات لیتولوژیکی اخذ شده اند پس از بسته بندی به آزمایشگاه مرکزی جهت انجام آزمایشات شیمیایی و مکانیک خاک انتقال می‌یابد، لاگ (ستون زمین شناسی و ژئوتکنیکی) با جمع آوری مجموع اطلاعات حفاری در محل پروژه و نیز تابع آزمایشات آزمایشگاهی تهیه می‌گردد. در مرحله‌ی تکمیل گزارش عملیات شناسایی شرح موقعیت زمین شناسی طرح تفسیر ژئوتکنیکی لایه‌های خاک با استناد به آزمایشات و سپس نتیجه‌گیری و پیشنهادات لازم ارائه می‌شود.



## ۲-۸-۳: بررسی های ژئوتکنیکی :

به منظور برآورد پارامترهای مکانیکی خاک، مقاومت مجاز، شیب ایستایی ترانشه‌ها و... به شناخت خاک زمین مورد استفاده در هر پروژه نیاز می‌باشد لذا مطالعات لازم جهت شناسایی موارد فوق به شرح ذیل انجام می‌گردد:

### الف) انجام بررسی های اولیه

در این مرحله با توجه به شناخت اولیه از زمین منطقه و مشخصات سازه‌ی مربوطه (حداکثر ارتفاع - سطح باربر - میزان بارهای وارده و...) موقعیت و عمق گمانه‌های شناسایی جهت بررسی تعیین و در محل مشخص می‌گردد.

### ب) عملیات حفاری

پس از تعیین عمق و تعداد گمانه‌های شناسایی عملیات حفاری به ۲ روش دستی و ماشینی در محل انجام گردیده و نوع و جنس خاک و نحوه‌ی لایه بندی آن مشخص می‌گردد. جهت تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک نیز در محل یک سری آزمایشات صحرایی و همچنین از درون چاههای شناسایی نیز نمونه‌گیری به عمل می‌آید. بعد از عملیات حفاری و بعد از این که نوع و جنس خاک و نحوه‌ی لایه بندی آن مشخص گردید، گروه نقشه برداری برای مشخص کردن نقشه تونلهای مترو، شروع به کار می‌کنند که مسیرهایی که مترو باید از آنجا عبور کند و نیز مکان ایستگاهها را مشخص می‌کند و نقشه مربوط به آن را می‌کشند و بعد از اتمام این کارها و آماده شدن نقشه مربوط کار بعدی، احداث تونلهای مترو و ایستگاههای آن است که در بخش بعدی توضیح داده می‌شود.



### ۳-۸-۳: بررسی‌های نقشه برداری

گروه نقشه برداری در اوایل سال ۱۳۶۵ با تعداد چند نفر آغاز به کار نمود و به تدریج ۲۵ نفر که حداکثر ۲ نفر در کارگاه می‌باشد به کار ادامه داده و با استخدام سه مهندس نقشه بردار که سرپرستی و نظارت نقشه برداری کارگاهها را به عهده گرفتند نظم خاصی گرفت .

وظایف واحد نقشه برداری به شرح ذیل خلاصه می‌شود :

- ۱- کنترل نقاط زمینی و کنترل محاسبات کلیه‌ی مسیرها و کارهای اجرایی در ارتباط با مسائل نقشه برداری .
- ۲- کنترل کلیه عملیات نقشه برداری کارگاهها .
- ۳- تعیین و اظهار نظر در مورد صلاحیت مشاورین نقشه برداری .
- ۴- کنترل کیفی کارهای ارجاعی به شرکتهای مشاور نقشه برداری .
- ۵- اظهار نظر درباره‌ی تهیه‌ی نقشه‌ها .
- ۶- تهیه برنامه نقشه برداری جهت کارهای اجرایی آینده .
- ۷- تحقیق و اجرای عملیات میکروژئولوژی در ارتباط با مسائل ژئوتکنیک .
- ۸- برآورد و تهیه‌ی تعرفه‌های نقشه برداری .

## ۳-۹ روشهای حفاری تونل توسط TBM

### ۱-۳-۹: مفاهیم اساسی در خصوص ماشین حفاری TBM و ماشین پشتیبان SM:

در تلاشی که هدف آن تسهیل و مکانیزه کردن بخشی از عملیات تونل سازی بود، صنعت مهندسی عمران شروع به تهیه و ساخت دستگاهها و ماشین آلاتی نمود که همانند ماشینهای تولیدی در عمل از سیستمهای مکانیزه و اتوماتیک بهره گیرند. در طول ۲۵ سال گذشته، این صنعت به طور مداوم محصولات و ساختههای خود را توسعه داده و دامنه فعالیتهای آنها را گسترش داده است به طور کلی، ماشینهای تونل سازی دواراند و این ماشینها از طریق دهانه برنده و یا چرخ و مته بران خود با کل مقطع تونل سازی دواراند و این ماشینها از طریق دهانه برنده و یا چرخ و مته بران خود با کل مقطع تونل در مواجهه می باشند و یا با بخشی از این سطح مقطع تونل را توسط تجهیزات مناسب حفاری می نمایند در طول مرحله حفاری، ماشین به طور مرتب و مستمر و یا به صورت افزایشی به سمت جلو پیش می رود. ماشین TBM (برای کار در صخره های سخت) و ماشین SM (برای خاک های نرم) هدف واحدی را دنبال می کنند و باید عوامل زیر همواره تحت مراقبت باشند.

- تضمین و مراقبت سیستماتیک و اتوماتیک از روند حفاری لایه های زیرین خاک

- فراهم کردن پشتیبانی موثر (سپر و پشتیبان) برای نیروی کار و کارگران در جبهه حفاری

- تثبیت و استحکام تونل در طول عملیات مربوط به بستن سریع سگمنتها

- انتقال نخاله ها و ضایعات حاصل از حفاری

در این گزارش بیشتر بحث پیرامون ماشین پشتیبان SM می باشد. محدودیت دیگری که وجود دارد مربوط به فن آوری موسوم به *Pipe jacking, Micro tunneling* (عموما با قطری کمتر از سه متر) می باشد که این موارد همان فن آوری اصلی است که به رغم این که در این گزارش سر و کاری با آنها نداریم ولی اهمیت خود را دارا می باشند.

بخش های اصلی سازه ماشین SM به قرار زیر است :

- قسمت جلویی ماشین ، که به وسیله ی آن خاک توسط ابزارهای مخصوصی حفاری می گردد.(سپر و یا منته برشی )
- سیستم هدایت به جلو به همراه موتورهای محرک برای حرکت جلو رونده
- مکانیزم کنترل برای کنترل کردن در مواقع انحراف و حرکت در قوس ها
- سیستم تخلیه برای حمل و نقل نخاله ها و ضایعات حاصل از حفاری از مابین ماشین به بخش تفکیک کننده یا مستقیما بر روی یک سیستم مستقل تخلیه و حمل
- تاسیسات پشتی ( بخش عقبی ) (اتاقک کار برای ایجاد امکان جهت بهبود و ارتقاء سطح کیفی خاک ؛مثلا با استفاده از پیچ و مهره کردن سنگ ها ، بتن پاششی یا تزریقی ) و یا جهت استفاده در کار بررسی و تحلیل های اولیه
- تاسیسات پشتیبانی در محدوده بخش های پشتیبانی عقبه ( بخش انتهائی TAIL ) سپر پشتیبان
- تزریق نهایی که در بخش عقبه پشتیبانی منتهی بود و بین آستر (پوشش تونل) و لایه زیرین خاک ایجاد می گردد.
- بخش آستر ( پوشش ) پشتیبانی که در داخل عقبه سپر پشتیبان بنا شده و از بخش های بتنی (از جنس بتن پیش ساخته ) با وزن تقریبا یک تن می باشد که قبل از این که به صورت داخلی به همدیگر متصل گردند نیازمند قرار گیری در محلشان به وسیله یک بازوی محرک می باشد . پشت سپر محافظ ، مصالح و نخاله های حاصل از حفاری از طریق کامیون ( با توجه به نوع مصالح ) یا با وسایل حمل و نقل ریلی (در تونل های قطور)، تسمه نقاله و یا پمپاژ از طریق لوله ها به بیرون انتقال می یابند . قسمت پشتیبان یا عقبه، بخشی از سیستم ها می باشد که زیر بنا و شالوده ی زیرزمینی لازم را با توجه به مسایلی از قبیل تهویه ، تامین برق ، تجهیزات حمل و نقل ، محل موقت نگهداری قطعات ، مصالح تزریقی و وسایل عملیات پشتیبانی و حفاظتی فراهم می سازد . در ماشین های SM آبی ( تعریف بخش ۲-۴ را ببینید ) ، مایع مورد نیاز را برابر ایجاد فشار نیز در منطقه آماده می گردد از نظر مشخصات فنی این ماشین ها برای تمامی نیازمندی ها مناسب نیستند .

بخشی از عوامل محدود کننده به قرار زیرند:

- انطباق پذیری: در بیشتر مواقع ماشین SM تا حد امکان با مشخصات زمینی که براساس اطلاعات فنی زمین شناسی جمع آوری شده‌اند گزینش می‌گردد. روند رو به رشد استفاده از ماشین‌های تونل سازی و پیشرفت‌های مستمر در تکنیک‌ها و روش‌های مختلف استخراج، منجر به پیدایش ماشین‌هایی شده است که امکان نفوذ بیشتر در زیر خاک‌های Heterenous را در محل کار خواهیم کرد و حتی انعطاف پذیری کم آنها را نیز افزایش داده است.
  - نصب: ماشین SM هزینه‌های بالایی را برای نصب و حمل و نقل به بار می‌آورد که این امر بیشتر به خاطر وزن و طولش که به ترتیب بالغ بر چند صد تن و صدها متر است، می‌باشد این ماشین باید به صورت تکه تکه و قطعات کوچکتر به محل مورد نظر حمل گردد. مونتاژ کردن ماشین هم نیازمند کار و فضای زیادی است
  - سرمایه گذاری: به خاطر هزینه‌های نسبتاً زیاد کار با این دستگاه تنها حفر تونل‌هایی با طول بیش از دو کیلومتر توجیه اقتصادی دارد.
  - زمان تحویل: سفارش دادن ماشین SM باید از قبل با برنامه‌ریزی خوبی انجام گرفته و مسائلی همچون شکل و پیکر بندی محصول آن و زمان‌های انتظار طولانی مدت در تحویل (بین ۶ ماه تا یک سال) باید مدنظر قرار گیرد.
- تمامی انواع ماشین‌های SM که در زمین‌ها و خاک‌های نرم به کار می‌روند سپردار می‌باشند به عنوان یک اصل، دو روش قابل اجرا در عملیات حفاری تونل در زمین‌های کم استحکام و بدون ثبات وجود دارد.
- الف) حفاری با سپر محافظ:
- در حالتی که مواد در برابر حفاری استحکام و ثبات لازم را ندارد می‌توان به وسیله‌ی سکوها و زره‌های سینه پوش محافظت شوند از این روش بیشتر در مواقعی استفاده می‌شود که حفاری مرحله به مرحله و به صورت بخش‌های مستقل اجرا گردد.

ب) حفاری توسط سپر حفاظتی جلویی کاملاً بسته (مته برشی ، دیسک ):

این روش بیشتر برای حفاری‌های تمم رخ به کار می‌رود . مصالح و مواد حاصل از حفاری از طریق منافذ وارد سپر شده و سپس به سمت عقب حمل می‌شوند . در هنگام حفاری در زمین‌هایی با خاک کاملاً اشباع شده از آب و حتی زیر سطح سفره آبهای زیرزمینی ، فشار مخالفی ( برعکسی ) باید ایجاد گردد تا از پر شدن محل‌های حفاری شده توسط خاک سیال و روان (خاک مایع ) در جبهه‌ی مقابل ممانعت به عمل آید . اگر کیفیت خاک مربوطه بالا نمی‌باشد ، خاک زیر سطحی باید ملات ریزی شده و به وسیله ویبراتور فشرده شده و عملیات تزریق یا انجماد انجام گیرد تا وضعیت خاک و زمین با مشخصات و ویژگی‌های فنی ماشین SM انطباق کامل داشته باشد . در مقایسه با روش‌های مرسوم حفاری (سوراخکاری یا انفجار) ، حفاری مکانیکی با SM منجر به میزان متوسط پیشرفت روزانه بالاتری ( بین ۱۰ تا ۴۰ متر ) می‌گردد به علاوه کار مستمر و مداومت بیشتری داشته و گرد و غبار کمتری ایجاد می‌نماید . پارازیت و سرو صدای آزار دهنده و لرزش‌ها و ارتعاشات نیز کمتر بوده و پشتیبانی بیشتری فراهم می‌آید . نیمرخ عرضی سطح مقطع (پروفیل عرضی) از دقت بیشتری برخوردار است ، مشروط بر این که ماشین SM در حوزه‌ی تلرانس عملکردی‌اش پیش رانده شود .



## ۲-۹-۳: انواع ماشین‌های سپردار :

به منظور درک بهتری از مشخصات کاری ماشین SM سعی می‌کنیم که تمایز بین سه نوع عمده‌ی این ماشین‌ها را بیان کنیم. فشار هوا: برای بخش جلویی ماشین SM از ابتدای ماشین تا اتاقک فرمان، قفل‌های هوا تعبیه شده که فشار هوای کافی برای نگهداشتن مایع جاری را تامین می‌نماید. این روش فقط برای اعماق آب حداکثر از ۳۰ تا ۵۰ متر که میزان فشار ۳ تا ۵ بار دارند امکان پذیر است. به علاوه لایه‌های زمین و خاک در بالای آب باید ضخامت کافی برای نگهداشتن دمنده‌های هوا را در سطح زمین داشته باشد. این نوع از ماشین‌های TBM دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و غالباً ماشین‌های توانمندتر و چند کاره که از عامل فشار هوا استفاده می‌نمایند جایگزین آن شده‌اند.

### - ماشین‌های پشتیبان آبی ( سیال ):

در این حالت زمین و خاک ناپایدار در بخش جلویی به وسیله مخلوط مایع تحت فشار افزایشی، که باعث ایجاد فشار معکوس می‌گردد پشتیبانی و حفاظت می‌گردد. صافی مابین زمین و مایع پشتیبان (برای مثال سوسپانسیون بنتونیت) مایع را از نفوذ و ناپدید شدن در زمین محافظت می‌کند. در ارتباط با میزان نفوذ پذیری خاک لایه زیرین، تراکم و سرعت می‌تواند متفاوت باشد، فشار نیز می‌تواند به وسیله کنترل سرعت پمپ‌های ورودی و خروجی تنظیم گردد. حفاری توسط مته برشی دوار انجام می‌گیرد. مواد حاصل از حفاری و مایع سوسپانسیون به وسیله انتقال هیدرولیکی از طریق لوله‌ها و در نهایت تفکیک نهایی دو ماده انجام می‌گیرد.



#### - EPB - ماشین‌های تعادل فشار خاک :

به جای سوسپانسیون هیدرولیکی بنتونیت، خاک حفاری شده به عنوان بخشی از مایع پشتیبان به کار رفته و یک زمین و خاک آبیکی ایجاد می‌نماید. این روش نیاز به خاکی دارد که هموژن، نرم و چسبنده باشد. اگر میزان آب خیلی کم بوده و یا اگر ذرات ریز در توزیع دانه بندی خاک موجود نباشد، باید به صورت مصنوعی (بنتونیت، پلیمرها و کف) اضافه گردد. در این مواقع سازگاری محیطی مصالح برای مقاصد و اهداف دفن زباله‌ها باید مدنظر قرار گیرند. استفاده و کاربرد روبه رشد ماشین‌های تونل سازی و پیشرفت‌های مستمر در روش‌های مختلف استخراج، منتج به ماشین‌هایی گردیده است که قابلیت نفوذ در زیر خاک‌های بسیار نامتجانس که مخلوطی از خاک‌های نرم و صخره‌های ناپایدار دارند.

تقاضا و نیاز جهانی برای قطار شهری با سرعت زیادی در حال رشد بوده و بسیاری از پروژه‌ها در شهرهایی واقع شده اند که شرایط خاک و زمین آنها به حد کافی مناسب نمی‌باشد. از آنجائی که زمینی که تونل از میان آن حفر می‌گردد مهمترین موضوع است لذا نقش تعیین کننده‌ای در مطالعات امکان سنجی، بخشی از بررسی های اولیه، طراحی، اتخاذ روش ساخت، میزان پیشرفت تخمینی، هزینه‌های کلی و نیز هزینه‌های مصالح، تجهیزات و مخاطرات مربوطه ایفا می‌کند.

ساخت و احداث تونل هم اینک بیش از گذشته از نظر فنی پرمخاطره است. این مساله بیشتر به خاطر دلایل زیر است. تمایل و گرایش به سمت تونل‌های با سطح مقطع بزرگتر؛ برای مثال بزرگراه‌های سه بانده مزاحمت بیشتری برای قطار شهری ایجاد می‌نماید. تونل‌ها اغلب با روبری ((over burden)) کمتری در نزدیکی سطح زمین (متروها، زیرگذرها، راه‌آهن‌ها، سیستم‌های فاضلاب) و زیر مناطق پرساخت و ساز ساخته می‌شوند و در نتیجه پیامدهای حاصل از شکست، صدمات بیشتری به بار می‌آورد.

تونل‌ها اغلب بخشی از یک پروژه بزرگتر می‌باشد ( شبکه حمل و نقل جدید و یا ارتقای شبکه‌های حمل و نقل قدیمی ) و فشار و اضطراب ناشی از هماهنگی با برنامه زمان بندی بخش‌های دیگر پروژه، تغییراتی در برنامه‌های پیش بینی شده به وجود می‌آورد. درحواشی و پیرامون محل احداث تونل، تنها تأثیرات و صدمات محدود و ناچیز قابل اغماض و تحمل می‌باشد ( نشست زمین، گرد و غبار، سرو صدا). به خاطر قرار داشتن کارگاه عملیات ساختمانی در بالای سطح زمین، غالباً کاربرد و به کارگیری تجهیزات مختلف با محدودیت روبرو می‌شود.

تراکم خاک زیرزمینی که اگر نگوئیم برای تونل‌ها، برای دهه‌های متمادی مورد استفاده قرار گرفته تا سال‌ها پس از استفاده از تونل همواره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

به خاطر پارامترها و عوامل درخواست شده نظیر حداقل قطر، حداقل شعاع قوس مسیر و حداکثر شیب مجاز و غیره، گذرگاه‌های فرعی و تقاطع‌های نامعلوم و موانع گزارش نشده، اجرای تونل عملاً غیر ممکن می‌گردد.



#### ۴-۹-۳ کارکرد TBM و طبقه بندی توده سنگ؛

خلاصه روشهای طبقه بندی کارکرد TBM تحت تاثیر مواد زیر مورد ارزیابی قرار می گیرند؛

۱- مقاومت فشاری تک محوری

۲- مقاومت بار نقطه‌ای

$$\frac{UCS}{I_{50}} \quad -3$$

۴- بار تیغه (F)

۵- جهت داری و امتداد درزه‌ها و بافت توده سنگ

۶- ناهمسانی  $I_{50}$

۷- فاصله داری درزه

۸- خصوصیات درزه (زبری ، پرشدگی )

به طور کلی حفاری در مترو به دو طریق انجام می پذیرد؛

۱- استفاده از ماشین حفاری شیلد ( با مارک zokor)

۲- استفاده از روش جدید اتریشی (اتریش - ایرانی ) (NATM)



### ۵-۹-۳) استفاده از ماشین حفار شیلد؛

برای اجرای قسمتی از درزه تهران در خیابانهای شلوغ و مرکز و هم چنین مناطقی که سطح سفره آب زیرزمینی بالا بوده از این روش استفاده شده است. مراحل اساسی ساختمان این روش به شرح زیر است:

#### ۱- حفر گودال

#### ۲- ساختمان محفظه جاگذاری ماشین حفار

#### ۳- پائین بودن و سوار کردن ماشین حفار

#### ۴- حفاری تونل و استخراج آن به موازات پیش روی کار پایدار کردن تونل دوغاب ریختن

از جمله کارگاههایی که به این روش حفاری شده است کارگاه قورخانه (میدان امام خمینی) می باشد. در حال حاضر از این ماشین در حفاری زیرزمینی استفاده نمی شود.

### ۶-۹-۳) استفاده از روش اتریشی:

این روش برای مواردی که سازه بالای آب زیرزمینی و یک پوشش ۷ الی ۱۶ متری خاک روی قسمت بالای قوس فوقانی نعل اسب مقطع تونل بخاطر جلوگیری از ریزش خاک تهران به جدار داخلی تونل بتن پاشیده می شود و در اثر آن از نفوذ رطوبت و هوا جلوگیری می شود. قدم بعدی نصب آرماتور مشبک و فولادی جهت جلوگیری از ریزش های بعدی می باشد بعد از آنکه عمل بتن پاشی شروع می شود و قطر این بتون پاش ۲ الی ۱۰ سانتی متر می رسد. در پایان عمل قالب بندی انجام می شود اگر احتمال ریزش وجود داشته کوتاه و بلندی بر جداره تونل نصب می شود. از جمله کارگاههایی که به این روش حفاری می شد کارگاه دردشت در پرونده خط ۳ متروی تهران می باشد.



## ۷-۹-۳) ماشین حفار Zokor

برای اجرای قسمتی از پروژه متروی تهران در خیابانهای پررفت و آمد مسیرهایی که از زیر ساختمانها عبور می کنند و مناطق با سطح حفره زیرزمینی بالا به کار برده شده است .

این ماشین ساخت کارخانه شیلد فرانسه بوده و از جمله خصوصیات این ماشین حفاری کاربرد در زمین های سست و غیر سنگی می باشد این ماشین که قطر حفاری برابر ۹ متر را دارا می باشد .

قسمت جلویی ماشین قسمت حفار ماشین می باشد و از یک رینگ فلزی تشکیل شده است که در مرکز آن یک بیل مکانیکی که قابلیت دوران در دو جهت عمودی را دارد ، نصب شده است .

این بیل که حکم خراشنده زمین را برعهده دارد خاک را کنده و خاک سست شده بوسیله تسمه نقاله به انتهای دستگاه هدایت می شود رینگ مذکور به منظور جلوگیری از ریزش خاک تازه طوری به داخل تونل طراحی شده است که در انتهای این رینگ محل برای نصب سکمنت های بتنی دیواره تونل تعبیه شده است قسمت میانی ماشین از یک تسمه نقاله برای هدایت خاک حفاری شده است به قسمت پشت ماشین تشکیل شده است و این تسمه نقاله از جلوی ماشین که ارتفاع آن در سطح کف پائین تونل قرار دارد شروع می شود و خاک را بعد از عبور دادن از قسمت حفار و موتور ماشین به ارتفاع ۵ الی ۶ متر می رساند قسمت انتهایی ماشین از دو قطار ۲ الی ۳ واگن با توجه به نیاز با ظرفیت ۳۵ تن خاک می باشد که بوسیله دو موتور که در دو انتهای قطار وصل شده است حرکت می کند و قابلیت حرکت در هر دو جهت مخالف را به قطار می دهند.

این قطارها برای انتقال سکمنت های بتنی پیش ساخته به داخل تونل هم استفاده می شود و بدین منظور بر روی این

قطارها علاوه بر واگن های حمل خاک، واگنی برای حمل سکمنت های به شکل کمای از دایره اضافه شده است

واگنهای مذکور محموله خاک خود را با چرخیدن حول محور طول واگن به یک جهت تخلیه می کنند . ایستگاه مذکور

با برق ۲۰ کیلووات کار می کند و برق مذکور از شبکه برق سراسری تامین می شود قطارها برخلاف خود ایستگاه غیر

برقی و سوخت آنها نفت سیاه بوده است پوشش داخل تونل از قطعات بتنی پیش ساخته تشکیل شده است و با

نصب این قطعات قطر داخل تونل به ۸,۱۵ متر تقلیل یافته است . با توجه به اینکه مقطع تونل دایره‌ای است یک حلقه کامل تونل از ۵ قطعه و یک کلید تشکیل شده است که بوسیله پیچ و مهره محکم می‌شوند ابعاد این قطعات تقریباً ۵ متر می‌باشد بروی هر یک از سگمنتها یک سوراخ برای بتن ریزی تعبیه شده است که بعد از اینکه دیوار پیش ساخته تونل متشکل شد از طریق این سوراخها فضاهای موجود بین این قطعات و زمین طبیعی بوسیله بتنی که با فشار تزریق می‌شود پر می‌شود نمای کلی و جزئیات این قطعات در زیر نشان داده شده است .

## ۱۰-۳ مدیریت پشتیبانی و نگهداری خطوط

### ۱۰-۳-۱) معرفی شرح وظایف این مدیریت

#### - رییس تعمیر و نگهداری خطوط ریلی :

مطالعه و بررسی نقشه ها ، کاتالوگ ها و کسب آگاهی از مشخصات و دستورالعمل های فنی تجهیزات ، خطوط و ماشین آلات

آگاهی از اهداف و برنامه های مدیریت متبوع و اهتمام در تحقق آنها

برنامه ریزی جهت انجام بازدیدهای دوره ای ، بازرسی فنی عملیات تعمیر و نگهداری ، نصب تجهیزات و ماشین آلات تهیه و تدوین برنامه های تعمیرات ، ساخت ، مرمت و بازسازی ، پیش بینی قطعات و ماشین آلات و مصالح مورد نیاز و اقدام در جهت تامین آنها

برنامه ریزی و بکارگیری منابع انسانی ، مادی و فیزیکی و اهتمام در جهت جلوگیری از اتلاف آنها ، استفاده بهینه از امکانات و ظرفیت های موجود

فراهم آوردن ترتیبات لازم جهت آموزش حین کار و ضمن خدمت کارکنان

فراهم آوردن ترتیبات لازم جهت ارتقای روحیه مشارکت در انجام امور محوله

فراهم آوردن تجهیزات لازم جهت برقراری شرایط ایمنی و نظارت بر حسن اجرای ضوابط

ایجاد هماهنگی بین گروههای تحت سرپرستی

بازدیدهای فنی از تجهیزات و ادوات ، نظارت بر حسن انجام عملیات تعمیر ، تعویض ، نصب و نگهداری

نظارت بر تهیه و تنظیم نوبت کاری

نظارت بر حسن اجرای مقررات و نظام اداری

نظارت بر حسن اجرای قرارداد با پیمانکاران ، بررسی ، تایید و امضای صورت وضعیتها

دریافت و بررسی لیست نواقص و معایب از واحد سرپرستی و اقدامات لازم



- سرپرست تعمیر و نگهداری خطوط ریلی :

مطالعه و بررسی نقشه ها ، کاتالوگ ها و کسب آگاهی از مشخصات و دستورالعمل های فنی تجهیزات ، خطوط و ماشین آلات

آگاهی از اهداف و برنامه های مدیریت متبوع و اهتمام در تحقق آنها

همکاری در برنامه ریزی جهت انجام بازدیدهای دوره ای ، بازرسی فنی عملیات تعمیر و نگهداری ، نصب تجهیزات قطعات و ماشین آلات

همکاری در برنامه ریزی و بکارگیری منابع انسانی ، مادی و فیزیکی و اهتمام در جهت جلوگیری از اتلاف آنها ، استفاده بهینه از امکانات و ظرفیت های موجود

همکاری در فراهم آوردن ترتیبات لازم جهت آموزش حین کار و ضمن خدمت کارکنان

همکاری در فراهم آوردن تجهیزات لازم جهت برقراری شرایط ایمنی و نظارت بر حسن اجرای ضوابط

سرکشی و بازدید از تجهیزات و فعالیتهای حوزه و هدایت و راهنمایی گروهها

نظارت بر حسن انجام عملیات

نظارت بر حسن اجرای قرارداد با پیمانکاران ، بررسی ، تایید و امضای صورت وضعیتها

هماهنگی با واحد فرمان ، انرژی ، علایم و مخابرات و وسایل نقلیه در مواقع تعمیرات و نوسازی

دریافت و بررسی لیست نواقص و معایب از واحدها و ارایه به مافوق

بررسی مشکلات و نارسایی های حوزه و حل و فصل مشکلات ، ارایه طرح ها و پیشنهادات و اهتمام در جهت بهبود

امور جاری و ارتقای کمی و کیفی سطح بهره وری و کارایی در واحد

بررسی درخواست های تدارکاتی و پشتیبانی واحدهای تحت نظر و اهتمام در جهت تامین آنها

تهیه گزارشات و آمارهای لازم و ارایه به مافوق

همکاری در تجهیز و سامان دهی گروههای تحت نظر در مواقع اضطراری و بروز حوادث

تهیه و ارائه مقالات در سمینارها و مجامع علمی





- مسئول تعمیر و نگهداری خطوط ریلی :

مطالعه و بررسی نقشه ها ، کاتالوگ ها و کسب آگاهی از مشخصات و دستورالعمل های فنی تجهیزات ، خطوط و ماشین آلات

برنامه ریزی بازدید های فنی و سرکشی روزانه

نظارت بر حسن انجام آزمایشات ، مطالعه وضعیت کنونی با وضعیت پروژه

نظارت بر حسن انجام کار و تکمیل چک لیست های بازدید و بازرسی

نظارت بر حسن انجام تعمیرات و تعویض

نظارت بر حسن انجام کار پیمانکار و ارائه به مقام مافوق جهت طی مراحل و پرداخت نهایی

نظارت بر حسن انجام کار در حوزه تحت سرپرستی

نظارت بر حسن انجام کار و رعایت مقررات منطبق با دستورالعمل

هماهنگی با واحد فرمان ، انرژی ، علایم و مخابرات و وسایل نقلیه در مواقع تعمیرات و نوسازی

برآورد و پیش بینی لوازم مورد نیاز

تقسیم کار بین کارکنان واحد تحت سرپرستی



## - کاردان مکانیک ناظر تعمیر و نگهداری خطوط:

مطالعه و بررسی نقشه ها ، کاتالوگ ها و کسب آگاهی از مشخصات و دستورالعمل های فنی تجهیزات ، خطوط و ماشین آلات

بازدید و تشخیص عیوب فنی خطوط ریلی و متعلقات و تکمیل چک لیست های مربوط به آنها و گزارش نواقص

نظارت و مشارکت در عملیات تعمیر و بازسازی بر اساس دستورالعمل ها و استانداردهای فنی

نظارت و کنترل کارهای انجام شده توسط پیمانکاران و ارائه گزارش به مافوق

نظارت و مشارکت در انجام آزمایشات فنی خطوط به منظور عیب یابی و حصول اطمینان از سلامت خطوط ریلی بر

اساس چک لیست ها و گزارشات فنی

انجام آزمایشات لازم بر روی قسمت های تعمیر و یا تعویض شده

کنترل سایش ریلها و کنترل وضعیت کنونی و حصول اطمینان از صحت کارکرد آنها

تهیه لیست قطعات و لوازم یدکی

مراقبت و نظارت بر مصرف صحیح قطعات یدکی و مواد مصرفی

مراقبت ، نگهداری و استفاده صحیح از ابزار ، ادوات و قطعات

راهنمایی و هدایت کارگران در انجام وظایف

تهیه آمار و گزارش جهت ارائه به مافوق



- تکنسین تعمیرات و نگهداری:

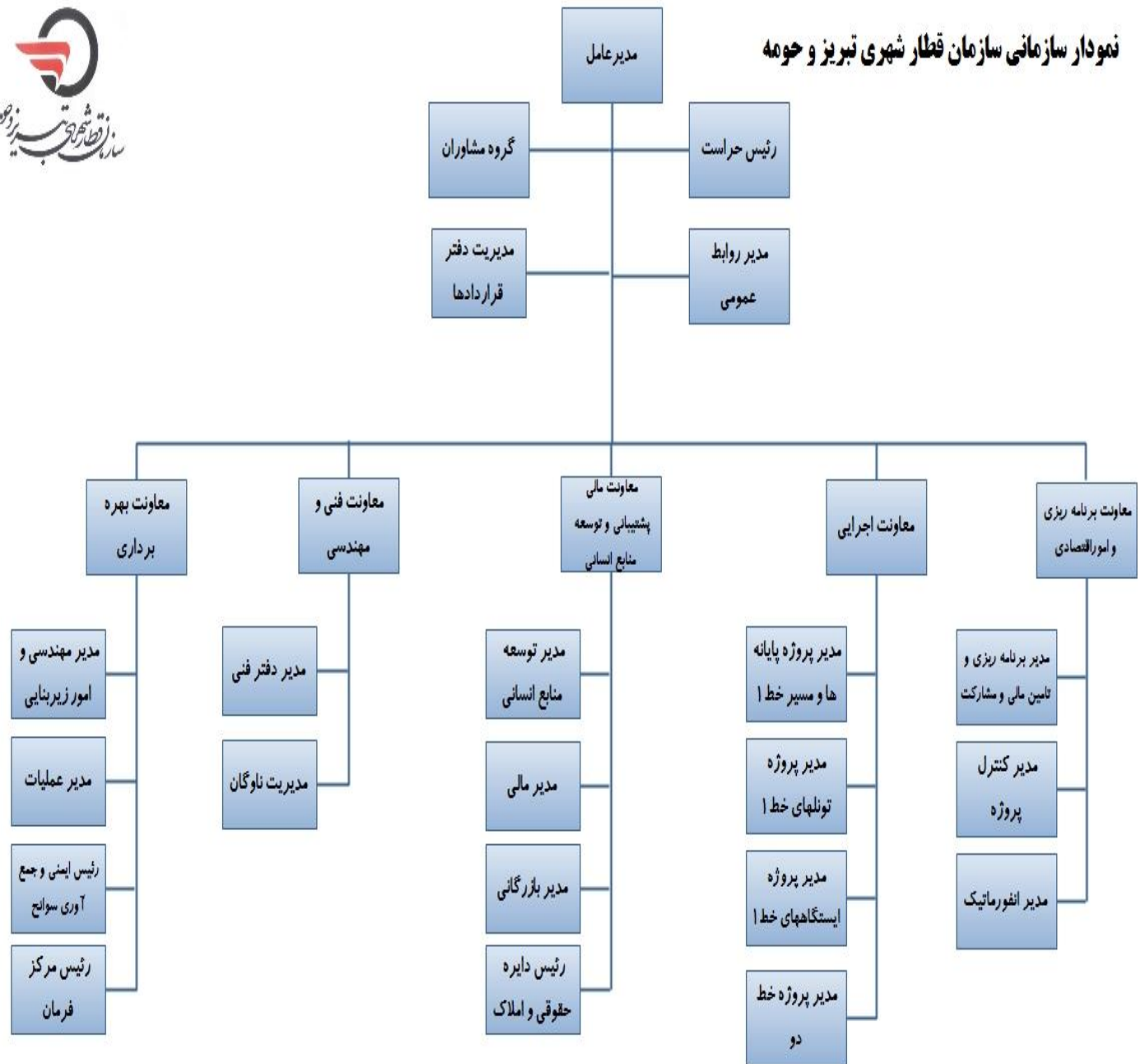
- مسئولیت برنامه ریزی ، سرپرستی و آموزش و نظارت بر کارکرد تعمیرکاران
- مسئولیت برنامه ریزی و سرپرستی تعمیرات کلی و موردی ماشین آلات راهسازی و ساختمانی
- مسئولیت اعزام گروههای تعمیراتی
- مسئولیت هماهنگی ماشین آلات تعمیراتی
- مسئولیت تایید فاکتورها به منظور پرداخت
- تنظیم لیست مصرف روزانه اجناس و اقلام و قطعات
- نگهداری ، نظارت و بهره برداری حداکثر از ماشین آلات و لوازم و پیشنهاد تعویض و نوسازی
- نظارت و کنترل کارهای تعمیراتی توسط تعمیرگاه های طرف قرارداد
- نظارت بر کارهای سرویس کاری ماشین آلات

- متصدی توزیع ، کنترل و هماهنگی :

- بازدید از محل و کارگاهها و تشخیص فنی وسیله مورد نیاز با توجه به مشخصات فنی کار و ارائه نظر در جهت شیوه انجام کار
- انجام هماهنگی با واحد تعمیرات در جهت استفاده مطلوب از ماشین آلات و نیروی انسانی
- نظارت بر میزان کارکرد ماشین و نیروی انسانی
- کنترل و نظارت بر کار ماشین آلات ساختمانی پیمانکاری طرف قرارداد
- توزیع ماشین آلات راهسازی در کارگاهها به حوزه اجرایی
- هماهنگی مستمر با واحدهای اجرایی



### نمودار سازمانی سازمان قطار شهری تبریز و حومه



### ۳-۱۰-۳) آشنایی با نحوه و روند برآورد میزان هزینه تعمیر و نگهداری

خدمات تعمیر ، نگهداری ، بهسازی و بازسازی خطوط متروی تبریز در دست شرکت های تعاونی فنی و مهندسی بوده و شرکت متروی تبریز به عنوان کارفرما و ناظر خدمات پیمانکاران می باشد.

بر این اساس در ابتدا به آشنایی با برخی مفاهیم کلی پرداخته و سپس به بررسی تعهدات و شرح خدمات پیمانکار و دستگاه نظارت و همچنین کارفرما در بخش تعمیر و نگهداری خطوط ریلی می پردازیم .

#### پیمان و شرایط عمومی پیمان :

بر اساس قراردادی که بین پیمانکار و کارفرما منعقد می شود پیمانکار موظف به انجام کار مورد پیمان و کارفرما موظف به پرداخت هزینه کارهای انجام شده می گردد. به این ترتیب مراد از پیمان مجموعه اسناد و مدارکی است که کارفرما و پیمانکار با امضای آنها خود را ملزم به انجام تعهدات ذکر شده می نمایند. یکی از این اسناد و مدارک شرایط عمومی پیمان است که در آن وظایف ، مسئولیت ها و سایر موارد در رابطه با کارفرما ، مشاور و پیمانکار مشخص گردیده است .

شرایط خصوصی پیمان : شرایط خاصی است که به منظور تکمیل شرایط عمومی برای این پیمان و با توجه به وضعیت و ماهیت آن تنظیم شده است . موارد مندرج در شرایط خصوصی به هیچ گاه نمی تواند موارد شرایط عمومی را نقض کند.



## ضرایب پیمان:

۱ - ضریب بالاسری

۲ - ضریب تجهیز کارگاه (مبلغ علی الحساب برای فراهم سازی امکانات و متفاوت در هر قرارداد)

۳ - ضریب ارتفاع که در کارهای ابنیه منظور می گردد

۴ - ضریب منطقه ( بر اساس نزدیکی و دسترسی به مصالح)

۵ - ضریب مینوس و پولوس

۶ - ضریب صعوبت کار

۷ - ...

## قیمت پایه کار:

منظور قیمتی است که با توجه به مقادیر اقلام کار و قیمت های واحد فهرست بهای پایه بدون اعمال ضرایب قیمت بدست می آید.

## مدت پیمان:

مدتی است که پیمانکار تعهد می کند در طی آن کارگاه را تجهیز و عملیات مورد پیمان را اجرا می کند.

## پیمانکار:

شخص حقوقی یا حقیقی است که سوی دیگر امضا کننده پیمان است و اجرای موضوع پیمان را بر اساس اسناد و مدارک پیمان به عهده گرفته است . نمایندگان و جانشین های قانونی پیمانکار در حکم پیمانکار می باشند .

عبارتست از شخصیت حقوقی که طرف دیگر امضا کننده پیمان بوده و عملیات موضوع پیمان را بر اساس اسناد و مدارک پیمان به پیمانکار واگذار کرده است . نمایندگان و جانشین های قانونی کارفرما در حکم کارفرما می باشد.

#### ضریب پیشنهادی :

ضریب پیشنهادی یا ضریب قرارداد درصد تخفیف یا اضافه ای است که بر اساس پیشنهاد شرکت سازنده و یا برنده کار به قیمت مبنا اعمال می گردد.

#### صورت وضعیت :

مقدار کارکرد هر دوره یک ماهه پیمانکار یا مشاور است که در فرم های مخصوص درج و به تایید نمایندگان کارفرما و دستگاه نظارت رسیده و جهت دریافت وجه به کارفرما تحویل می گردد. مبلغ صورت وضعیت در صورت تایید پس از کسر کسورات قانونی پرداخت می گردد.



## دستگاه نظارت :

### حدود و وظایف :

- فرد یا گروه حقیقی یا حقوقی که از طرف کارفرما برای نظارت بر حسن اجرای عملیات انتخاب و به پیمانکار

معرفی می گردد به دستگاه نظارت معروف است . کارفرما می تواند مستقیماً نسبت به انجام نظارت اقدام نماید

### ناظر مقیم :

- عامل نظارت اعم از کارشناس ارشد و کارشناس و کاردان است که در محل کار به صورت دائم حضور داشته و

اجرای عملیات را پیگیری و مورد ارزیابی قرار می دهد . از وظایف ناظر مقیم تهیه صورت وضعیت در معیت نماینده

پیمانکار و تایید کار انجام شده از نظر کمی و کیفی ، درخواست صدور دستور کار ، درخواست تهیه جزئیات اجرایی و

تنظیم صورت مجلس انجام کار است .

### ذی حسابی :

- نماینده وزارت امور اقتصادی و دارایی در هر وزارتخانه یا اداره دولتی است که مشرف به همه مسائل مالی آن

بوده و کلیه پرداختها و دریافت های دستگاه اجرایی توسط وی انجام می گیرد.





حال به بررسی شرح خدمات و تعهدات در بخش تعمیرات و نگهداری می پردازیم:

### خدمات تعمیر و نگهداری شبکه خطوط و سوزن ها :

۱ - خدمات مستمر تعمیرات و نگهداری جاری خطوط و سوزن ها که طبق شرح خدمات و تعهدات اجرا توسط پیمانکار می باشد.

۲ - خدمات بهسازی و بازسازی خطوط و سوزن ها به صورت دوره ای یا مقطعی ، طبق تشخیص دستگاه نظارت و کارفرما و پیشنهاد پیمانکار و به صورت توافقی

## تعهدات پیمانکار

- ۱- آماده سازی شبکه و سوزن برای بهره برداری ناوگان با سرعت مقرر
- ۲- مسئولیت حفظ سلامت و ایمنی و هندسه خط
- ۳- تامین اکیپ تعمیر و نگهداری
- ۴- تامین ماشین آلات و تجهیزات
- ۵- تهیه و ارسال فهرست مصالح و قطعات جهت تعویض
- ۶- تهیه و ارسال گزارشات فنی و کیفی ماهیانه خطوط و سوزن
- ۷- پرداخت حقوق پرسنل
- ۸- تامین شابلون های کنترل
- ۹- تهیه و تامین کلیه مواد مصرفی و قطعات ماشین آلات
- ۱۰- پرداخت مبالغ آب و برق و تلفن
- ۱۱- پیمانکار در صورت عدم کیفیت خدمات تعمیر و نگهداری و پدید آمدن سوانحی همچون خروج از خط مسئول می باشد.

## شرح خدمات فنی پیمانکار

بازرسی های فنی پیمانکار به دو صورت اتفاقی و مقطعی و همچنین دوره ای می باشد.

- ۱- خدمات بازرسی فنی و کنترل و تهیه گزارشات فنی
- ۲- خدمات مستمر تعمیرات و نگهداری جاری خطوط و سوزن

## بخشی از تعهدات کارفرما

۱ - پرداخت به موقع صورت وضعیت های ماهیانه به دستگاه نظارت

۲ - اسکان پرسنل پیمانکار

۳ - تامین قطعات و مصالح مورد نیاز پیمانکار

۴ - فراهم نمودن زمان لازم جهت تعمیرات

...

## شرح خدمات دستگاه نظارت

۱ - نظارت بر اجرای عملیات تعمیرات و نگهداری جاری مستمر خطوط و سوزن

۲ - بازرسی فنی از خدمات فنی ، اجرای پیمانکار و تهیه گزارش کیفیت

۳ - بررسی معایب و صدور دستور کار به پیمانکار

۴ - بررسی نیروی انسانی ، تجهیزات و ارسال گزارش به کارفرما

۵ - بررسی کیفی خطوط و سوزن ها و دستور تقلیل سرعت تا رفع نقص

۶ - رسیدگی به صورت وضعیت های ماهیانه و مقدار عملیات اجرایی در بخش بهسازی یا بازسازی

۷ - اساس و مبنای رسیدگی حفظ کیفیت خط و بهره برداری با سرعت مقرر از شبکه خطوط و سوزن ها می باشد.

۸ - ناظر مقیم در محل به عنوان نماینده کارفرما محسوب می شود.

## خدمات بازرسی فنی خطوط و سوزن

- ۱ - کنترل و بازرسی هندسه خطوط و سوزن (سایش ، اضافه عرض خط ، دور ، تراز ، ...)
- ۲ - کنترل و بازرسی فنی مصالح روسازی خطوط و سوزن (جوش ، اتصالات ، سپر ، بستر ، قطعات ، ...)
- ۳ - اعلام معایب و نواقص و درخواست تجهیزات به کارفرما
- ۴ - اعلام کاهش سرعت در مواقع لزوم
- ۵ - حذف تقلیل سرعت پس از برطرف شدن عیب حاصله
- ۶ - تعمیرات ماشین و سوزن به همراه ناظر کارفرما

## خدمات تعمیرات و نگهداری شبکه خطوط و سوزن

- ۱ - بررسی ادوات اتصال و محکم نمودن پیچهای اتصال (آچارکشی یا تعویض)
- ۲ - بررسی تراورس و تعویض آن در صورت لزوم
- ۳ - بررسی زیرکوبی و اجرای مجدد در صورت لزوم
- ۴ - بررسی کیفی بالاست
- ۵ - دیلم کاری به منظور تنظیم راستای افقی و قائم سوزن
- ۶ - انجام تعمیرات کامل سوزن
- ۷ - بررسی و کنترل استحکام قطعات متعلقه سوزن
- ۸ - تمیزی صفحات لغزنده سوزن
- ۹ - ترمیم جوش
- ۱۰ - سنگ زنی
- ۱۱ - حذف و برش جوش
- ۱۲ - تامین نیروی انسانی جهت خدمات تعمیرات

بر اساس بررسی های شرکت های پیمانکاری رقم پیشنهادی ارائه شده و بر اساس توافقات و تعهدات عملیات بهسازی و بازسازی صورت می گیرد.

در این بخش نمونه ای از گزارش فعالیت روزانه برای دستگاه نظارت مقیم تنظیم شده است:

گزارش پیشرفت کار روزانه کارگاه روسازی (ایستگاه ۱۲ تا ۱۸)									
شماره :			وضعیت هوا :			کارفرما : سازمان قطار شهری تبریز و حومه			
تاریخ :			ردیف			دستگاه نظارت : مهندسین مشاور اور ریل بندر			
روز :			مقدار			پیمانکار : شرکت آذرپینار			
ساعت کارکرد کارگاه : روز : ۷:۳۰ - ۱۸:۰۰			ردیف			دمای هوا : حداکثر : °C - حداقل : °C -			
ماشین آلات و تجهیزات			شرح فعالیت			ردیف			
تعداد	نوع	ردیف	تعداد	شغل	ردیف				
	کانکس	۱		مدیر پروژه	۱				
	کانتینر	۲		رئیس کارگاه	۲				
	بابکت	۳		مهندس اجرا	۳				
	دیزل ژنراتور	۴		دفتر فنی	۴				
	موتور جوش سیار	۵		امور اداری	۵				
	تانکر آب و سوخت	۶		نقشه بردار	۶				
	وانت و خودروسواری	۷		کمک نقشه بردار	۷				
	تراک میکسر	۸		سرکارگر	۸				
	بچینگ	۹		اکسیپ درزانیسراط	۹				
	لودر	۱۰		آرماتوربند	۱۰				
	گریدر	۱۱		قالب بند و بتن کار	۱۱				
	بیل مکانیکی	۱۲		کارگر فنی	۱۲				
	تریلی کمپرسی	۱۳		کارگر ساده	۱۳				
	جرثقیل ریلی و لاستیکی	۱۴		آبدارچی	۱۴				
	ویراتور بتن	۱۵		نگهبان	۱۵				
	پمپ بتن	۱۶		برق کار و جوشکار	۱۶				
	کمپرسی ۱۰ چرخ	۱۷		اپراتور بچینگ	۱۷				
	تراکتور	۱۸		راننده	۱۸				
	نیسان وانت کمپرسی	۱۹		سرویسکار	۱۹				
	دستگاه پیش گرمایش	۲۰		تعمیرکار - مکانیک	۲۰				
	سیلو سیمان ۱۲۰ تنی	۲۱		تدارکات	۲۱				
	جمع			جمع					
مصالح وارده			مصالح پای کار			فعالیت روزهای آتی			
مقدار	شرح	ردیف	مقدار	شرح	ردیف				
	شن نخودی (تن)	۱۱		شن نخودی	۱				
	شن بادامی (تن)	۱۲		شن بادامی	۲				
	ماسه شسته (تن)	۱۳		ماسه شسته	۳				
	سیمان (تن)	۱۴		سیمان	۴				
	میلگرد نمره ۱۲ و ۱۰ (تن)	۱۵		میلگرد	۵				
		۱۶			۶				
مشکلات اجرایی و پیشنهادات									
پیمانکار :									
نظارت :									
نام و نام خانوادگی :			مدیر پروژه			نام و نام خانوادگی :			نظارت
تاریخ و امضاء						تاریخ و امضاء			
سرپرست کارگاه :			پیمانکار			تاریخ و امضاء			

برگ گزارش ماهیانه نیز به همین ترتیب تنظیم و مورد بررسی قرار می گیرد.



#### ۴-۱۰-۳) دستورالعمل عمومی بهره برداری و تعمیر و نگهداری خطوط و نقاط تلاقی

- ۱- خطوط و سوزن های مندرج در بازرسی هفتگی مورد آزمایش قرار گیرند. رئیس مسئول در صورت وجود نقص دستور توقف تردد و یا کاهش سرعت را اعلام نماید. در پاره ای موارد اصلاح تغییرات مربوط به خمش و یا تغییر شکل ریل می باشد.
- ۲- بازرسی ماهیانه نقاط تلاقی مندرج در برنامه بازرسی و تهیه گزارش بازرسی
- ۳- روغن کاری ماهیانه نقاط تلاقی ، گریس کاری صفحات لغزشی زیر زبانه های سوزن و روغن کاری لولاهای قطعات
- ۴- بازرسی قسمت های آسیب پذیر توسط اپراتور ها و ارائه گزارش

#### برنامه بازرسی خطوط

- ۱- بازرسی اشکالات وضعیت کناره مسیر و رفع سریع اشکالات موجود
- ۲- بازرسی ارتفاع سطوح خطوط
- ۳- بازرسی میزان شیب عرضی خط
- ۴- بازرسی شکستگی های احتمالی ریل
- ۵- بازرسی گاباری
- ۶- بازرسی اتصالات وصله خور مربوط به مهره های لق
- ۷- بازرسی بست ها از قبیل مهره های لق
- ۸- بازرسی تراورس ها
- ۹- بازرسی عملیات زیرکوبی
- ۱۰- بازرسی پروفیل بالاست
- ۱۱- بازرسی نبود موانع خارجی در مسیر
- ۱۲- بازرسی فرسودگی و خوردگی خطوط
- ۱۳- بازرسی اتصالات و مفاصل صفحات از نظر خمش و یا تغییر حالت
- ۱۴- بازرسی نصب صحیح گارد ریل ها

## برنامه بازرسی نقاط تلاقی

- ۱- نظارت بر دستگاه معکوس کننده
- ۲- بازرسی زبانه سوزن ها در وضعیت مربوطه
- ۳- بازرسی پیچ و مهره های تراورس
- ۴- بازرسی و تمیز کردن فضای میان زبانه سوزن ها و ریل ثابت و صفحات لغزشی زیر سوزن
- ۵- بازرسی زبانه سوزن ها در هنگام تجهیز سیستم روی صفحات لغزشی زیر تیغه سوزن
- ۶- بازرسی از نظر فرسودگی غیر عادی نوک سوزن قورباغه ای
- ۷- بازرسی اندازه های :
  - اتصال جلویی ریل ثابت سوزن
  - نوک زبانه سوزن
  - پاشنه زبانه سوزن
  - میان نقاط تلاقی
  - اتصال عقبی سوزن قورباغه ای
  - فاصله میان ریل ها و ریل های سوزنی
  - فاصله میان ریل و ریل ایمنی
  - فاصله میان ریل سوزنی و ریل ایمنی
- ۸- بازرسی فرورفتگی ها و حفره ها از نظر زیرکوبی
- ۹- بازرسی و روغن کاری صفحات زیر تیغه سوزن ها و زبانه سوزن

## روغن کاری سوزن ها

- ابتدا باید از تمیز بودن سطح قبل از روغن کاری اطمینان حاصل نمود.
- روغنکاری سطوح لغزشی زیر ریل و قطعات متحرک زبانه سوزن
  - روغنکاری سطوح لغزشی در قفل های مکانیکی زبانه سوزن
  - روغنکاری پین محور روی اهرم سوزن
  - روغنکاری بست پین روی زبانه های مفصل دار سوزن
  - صفحات یاتاقانی نباید روغنکاری شود.

## نقاط تلاقی خطوط - گزارش بازرسی

موارد نیازمند به تنظیم به شرح زیر است :

-	- تبریز
-	- شماره محل تلاقی
-	- مشخصات
-	- مسیر تک خطه و...
-	- شعاع قوس
-	- شماره نقشه
-	- ملاحظات
-	- تاریخ بازرسی
-	- مسئول بازرسی
-	- تاریخ بازرسی

- ۱- دستگاه معکوس کننده
- ۲- زبانه ها ، صفحات لغزشی زیر تیغه سوزن ، اتصالات
- ۳- زبانه های تغییر شکل یافته
- ۴- پیچ و مهره های لق
- ۵- ریل های ثابت سوزن
- ۶- تقاطع ، ریل های شاخک دار
- ۷- عرض خط
- ۸- انحراف عمودی
- ۹- شیب عرضی خط
- ۱۰- تراورس ها
- ۱۱- زیرکوبی
- ۱۲- شکستگی ریل
- ۱۳- روغنکاری سطوح لغزشی زیر تیغه سوزن
- ۱۴- تمیز کردن فضای بین زبانه ها
- ۱۵- تکمیل تاج بستر بالاست
- ۱۶- ساب زدن زبانه ها
- ۱۷- ساب زدن ریل های ثابت سوزن
- ۱۸- ساب زدن نوک سوزن قورباغه ای
- ۱۹- ساب زدن ریل ها
- ۲۰- جوش کاری تکمیلی زبانه ها
- ۲۱- جوش کاری تکمیلی ریل های ثابت سوزن
- ۲۲- جوش کاری تکمیلی نوک سوزن قورباغه ای
- ۲۳- جوش کاری تکمیلی ریل های شاخک دار
- ۲۴- جوش کاری تکمیلی ریل ها



# ۴. شرح وظایف

## عوامل پیمانکار



## ۴-۱. مدیریت فنی :

### ۴-۱-۱. کنترل پروژه :

دریافت اطلاعات و مشخصات و برنامه زمانی برجه‌ها و محوطه پروژه و کنترل و گزارش پیشرفت پروژه

### ۴-۱-۲. دفتر فنی :

مطالعه نقشه‌های پروژه و ثبت شماره و تاریخ ابلاغ آنها در پرونده نقشه‌ها اعم از نقشه‌هایی که در بدو شروع پروژه به پیمانکار ابلاغ می‌شود و یا نقشه‌هایی که بعداً توسط مهندسین مشاور ابلاغ می‌گردد که ثبت و نگه‌داری تاریخ این چنین نقشه‌ها در تنظیم تأخیرات مجاز پروژه ضروری می‌باشد.

در مطالعه نقشه‌ها باید دقت بیشتری نموده و نقاط ضعف نقشه‌ها اعم از کمبودها- اشتباهات- احیاناً غیر قابل اجرا بودن آنها و یا هر اشتباه دیگری که ممکن است در نقشه‌ها پیش بیاید مشخص کرده و آنها را یادداشت نموده و به مهندسین مشاور و دستگاه نظارت منعکس نمایند البته در صورت امکان پیشنهاد اجرائی آنها را هم ارائه دهند.

تنظیم پرونده‌های مورد نیاز پروژه و اجرای مسائل مربوط به آنها

پرونده شاپ درایوینگ (نقشه‌های برای اجرا) نقشه قسمت‌هایی که شروع به اجرا می‌شود و تهیه آنها.

پرونده نامه‌های وارده از کارفرما و مطالعه دقیق آنها و یادداشت موارد مورد نیاز.

پرونده نامه‌های صادره به کارفرما و همکاری در تهیه و ارسال آنها با رئیس کارگاه.

پرونده نامه‌های وارده از مهندسین مشاور و مطالعه دقیق آنها یادداشت موارد مربوطه .

پرونده نامه‌های صادره به مهندسین مشاور و همکاری در تنظیم و ارسال آنها با رئیس کارگاه.

پرونده دستور کارها و تنظیم و به تصویب رسانیدن آنها با همکاری رئیس کارگاه.

پرونده صور تجلسه‌ها (و تنظیم و به تصویب رسانیدن آنها) با همکاری رئیس کارگاه.

پرونده تأخیرات پروژه و تنظیم موارد مربوطه به این مورد.



پرونده کلیم و کنترل قیمت‌ها (قیمت تمام شده با نرخ پیمان).

پرونده گزارشات روزانه کارگاه (پروژه) و تهیه آنها.

پرونده گزارشات هفتگی و ماهیانه پروژه و تهیه آنها.

پرونده نقشه‌های ازبیلت (عین ساحت) و تهیه آنها.

پرونده قیمت جدیدها و آنالیز بها و تنظیم آنها و به تصویب رساندن آنها.

بایگانی نسخه‌های قرارداد و نقشه‌های ابلاغی.

پرونده صورت وضعیتهای موقت و تهیه ماهیانه آنها به طور منظم.

پرونده صورت وضعیتهای قطعی و تهیه صورت وضعیتهای قطعی کارهای انجام شده و به اتمام رسیده و بایگانی آنها برای

صورت وضعیت قطعی نهائی.

پرونده مصالح پای کار و به روز نگه داشتن مصالح و داشتن لیست آنها و داشتن قیمت خرید و حمل و دپو کردن

مصالح یعنی قیمت تمام شده مصالح.

پرونده کنترل پروژه و همکاری در کنترل پروژه.

پرونده تعدیل صورت وضعیتهای؛ تعدیل موقت و قطعی.

پرونده بخشنامه‌ها با توجه به اهمیت بخشنامه‌ها.

پرونده تحویل موقت و جمع‌آوری اسناد مربوط به آن.



### ۳-۱-۴. نظارت و کنترل امور اجرایی :

- الف- نظارت بر نحو انجام کارهای اجرایی و یاد آوری و تذکر اشکالات و کنترل کیفی کار پیمانکاران و مدیریت اجرایی طی بازدید و از طریق آزمایش نمونه های بتن و کنترل مضاعف جوش
- ب- کنترل کمی کارهای اجرایی توسط رسیدگی به صورت وضعیت های ارسالی پیمانکاران از مدیریت اجرایی و ارسال آنها به مدیریت مالی جهت پرداخت
- ج- کنترل و رسیدگی گزارش کار روزانه و هفتگی پروژه و تایید و ارسال آن به دفتر مدیر عامل محترم و معاونت عمران و مسکن بنیاد .
- د- تهیه برآورد کارها و آماده کردن اسناد مناقصه و استعلام دعوت از پیمانکاران ابلاغ نقشه ها و مشخصات فنی و تهیه قراردادهای انجام کار با پیمانکارن جزء

## ۲-۴. مدیریت اجرایی :

۱. دریافت نقشه های اجرایی سازه ، معماری ، تاسیسات مکانیکی و برق بلوک های پروژه و مطالعه و بررسی آنها و اعلام اشکالات و ایرادات و کمبود های احتمالی و مجدداً دریافت نقشه اصلاح شده
۲. تعیین مسئول و مجری برای هر بلوک
۳. معرفی و در اختیارگزاردن پیمانکار و یا اکیپ امانی و پشتیبانی مجری بلوک
۴. تامین مصالح و نیازمندیهای ( آب ، برق ) اجرای کار و تحویل آنها در پای بلوک به پیمانکار و یا مجری مربوطه
۵. صدور دستور کار و دستور العمل های لازم براساس برنامه کاری و زمانی ابلاغی از مدیر پروژه به مجریان بلوکها
۶. نظارت و کنترل بر نحو انجام امور اجرایی و راهنمایی و یادآوری و تذکر نکات لازم به مجریان بلوک ها و سرپرستان کارگاه پیمانکار
۷. دریافت گزارش کار روزانه پیمانکاران و اکیپ های امانی از طریق مجریان بلوک ها و تهیه گزارش کار روزانه کلی پروژه و همینطور گزارش کار هفتگی جهت اعلام و ارسال به دفتر مدیر عامل محترم بنیاد
۸. پیگیری و ایجاد هماهنگی بین عوامل مختلف اجرایی
۹. تهیه متره مقادیر مصالح و کار اجرایی
۱۰. در خواست تهیه و خرید مصالح براساس برنامه زمانبندی و متره
۱۱. بررسی و اصلاح برنامه زمانبندی پیمانکاران به توجه به برنامه زمانی کلی
۱۲. پیگیری کلیه کارهای اجرایی اعم از فعالیتهای داخل کارگاه و یا ساخت اسکلت در کارخانه و حمل آنها به داخل کارگاه
۱۳. بازدید از ساخت و کنترل کیفیت جوش در محل کارخانه و پیگیری انجام آن
۱۴. در خواست مصالح و پیمانکار و نیروی انسانی جهت تکمیل پروژه



### ۳-۴. مدیر پروژه :

۱. تحویل گرفتن پروژه با دریافت طرح و برنامه کلی زمانی و نقشه های فنی و اجرایی ( سازه ، معماری ، محوطه ، تاسیسات مکانیکی و برقی )
۲. دریافت بودجه و تجهیز کارگاه
۳. استخدام و بکارگیری کارکنان اعم از اداری ، مالی ، پشتیبانی ، فنی ، اجرایی
۴. اداره و هدایت پروژه ( مدیریت ) شامل برنامه ریزی ، طرح ریزی ، سازماندهی ، کنترل و نظارت و پشتیبانی
۵. هماهنگی و نظارت بر انجام امور پروژه ( اداری ، مالی ، فنی ، اجرایی و تدارکاتی )
۶. کنترل و مدیریت هزینه ها
۷. تهیه و خرید مصالح و تجهیزات ( پشتیبانی )
۸. نظارت بر پیمانکاران و کیفیت پیشرفت امور
۹. هماهنگی با مشاورین و مهندسين
۱۰. کنترل دقیق و بموقع عملکرد همکاران و پیمانکاران
۱۱. ارائه گزارش بموقع از پیشرفت کار
۱۲. پیگیری انجام امور اجرایی و پشتیبانی و فنی براساس برنامه زمانبندی مصوب
۱۳. آماده سازی و تحویل پروژه



#### ۴-۴. دفتر مدیر پروژه :

۱. دریافت لیست آمار حضور و غیاب کارکنان
۲. دریافت نامه ها و گزارشات قسمتهای مختلف پروژه و پیمانکاران ، مشاورین و فروشندگان مصالح و کالا
۳. ابلاغ دستورات مدیر پروژه به قسمتهای مختلف
۴. انجام مکاتبات و بایگانی اسناد و مدارک و مکاتبات
۵. اداره دفتر و کنترل مراجعه کنندگان
۶. درخواست نیازمندیها دفتر مدیریت پروژه
۷. جلوگیری از ازدحام کارکنان در اتاق
۸. ایجاد آرامش و نظم دفتر
۹. نگهداری و مواظبت از وسایل و اموال دفتر
۱۰. برقراری ارتباطات مدیر پروژه و تشکیل جلسات



## ۴-۵. انباردار و کمک انبارداران :

۱. تحویل گرفتن و نگهداری انبار از لحاظ ساختمان ، مصالح ، وسایل ، تجهیزات و سایر اقلام موجود در داخل انبار و داخل محوطه پروژه
۲. ثبت و نگهداری دفتر انبار بطوریکه در هر زمان و هر لحظه مقدار کل اجناس و مصالح و تجهیزات وارده و مقدار مصرفی و موجودی بصورت مستند در آن نشان داده شود و آمار آن با کارتکس یکسان و هماهنگ باشد .
۳. دریافت مصالح ، وسایل ، ابزار آلات ، تجهیزات و ماشین آلات ارسالی و یا خریداری شده توسط مامورین خرید و صدور رسید انبار پس از رویت بازدید شمارش و کارشناسی فنی و کیفی و ثبت مشخصات آن در دفتر انبار
۴. تحویل مصالح ، وسایل ، ابزار آلات ، تجهیزات و ماشین آلات برای استفاده و مصرف در ساخت پروژه طی فرم درخواست مربوط و با تاییدی و امضای مسئولین مجاز پروژه
۵. تحویل موقت برخی از اقلام و وسایل بصورت کوتاه مدت و دریافت و نگهداری آنها در انبار پروژه
۶. گزارش ورود خروج مصالح ، وسایل و تجهیزات و ماشین آلات در پایان روز به سرپرست اجرایی و دفتر مدیر پروژه



## ۴-۴. شرح وظایف عوامل نگهداری پروژه:

۱. نگهداری و حراست دائم و مستمر از کلیه ساختمانها ، تاسیسات ، انبار و مصالح ، وسایل ، تجهیزات و ماشین آلات پای کار موجود در داخل و در کنار سایت پروژه ( کارگاه ) توسط حداقل یکی از عوامل نگهداری بصورت گشت زنی در داخل محوطه و پیرامون داخلی پروژه و یک نفر در داخل کیوسک نگهبان
۲. کنترل و ثبت ورود و خروج کارکنان پروژه اعم از کارکنان بنیاد و پیمانکاران و مصالح فروشان و سایر مراجعه کنندگان توسط عوامل نگهداری مستقر در کیوسک درب ورودی پروژه
۳. کنترل و ثبت ورود و خروج کلیه مصالح ، وسایل ، تجهیزات و ماشین آلات بنیاد و پیمانکاران توسط عوامل نگهداری مستقر در کیوسک درب ورودی پروژه
۴. روشن نگهداشتن چراغها و نورافکن درب ورودی و اطراف ساختمانها در هنگام تاریکی شب
۵. جلوگیری از ورود و خروج کارکنان و اشخاص از محلهایی به غیر از درب ورودی پروژه
۶. جلوگیری از هرگونه بی نظمی و درگیری و اغتشاش در داخل پروژه
۷. گزارش وقایع نگهداری و تردد کارکنان خودی و پیمانکار و ورود و خروج مصالح و ماشین آلات و سایر ارقام در فرم مربوط به مسئولین پروژه علاوه بر ثبت آنها در دفتر مخصوص نگهداری
۸. گزارش موارد اضطراری در طول شبانه روزه به صورتی که قبلاً توضیح داده شده است



## ۴-۷. مدیر اداری :

۱. کنترل و نظارت بر انجام امور اداری
۲. صدور دستورات لازم در خصوص انجام مکاتبات و بایگانی و نگهداری اسناد و مدارک
۳. کنترل و نظارت بر حضور کارکنان

## ۴-۸. دبیر خانه :

۱. دریافت و صدور نامه ها اسناد و مدارک
۲. نگهداری و بایگانی
۳. تایپ و آماده کردن مکاتبات
۴. ابلاغ و تحویل دستورات و برنامه ها و سایر اسناد و مدارک

## ۴-۹. کارگزینی :

۱. تامین نیروی انسانی مورد نیاز پروژه از طریق درج آگهی ، مصاحبه و عقد قرارداد
۲. تشکیل پرونده و نگهداری سوابق نیروی انسانی
۳. نگهداری آمار حضور و غیاب و تهیه لیست کارکرد عادی و اضافه کاری کارکنان
۴. تهیه لیست حقوق ماهیانه و پیگیری دریافت و پرداخت آن
۵. تامین نیازمندی های کارکنان و ثبت و نگهداری مطالبات آنها
۶. صدور حکم بکارگیری کارکنان براساس جدول سازمان و سمت و مسئولیت تعیین شده
۷. تامین استحقاقی کارکنان
۸. ابلاغ حکم و شرح وظایف کارکنان
۹. اجرای دستورات تنبیه و تشویق کارکنان
۱۰. ایجاد روابط انسانی



#### ۱۰-۴. خدمات :

۱- نظافت ساختمانها موقت پروژه و جمع آوری و رفع زباله اداره آبدارخانه و تامین غذای روزانه کارکنان و غذای نگهبانان

۲- تامین وسیله ایاب و ذهاب کارکنان به داخل شهر و داخل پروژه

#### ۱۱-۴. امور داخلی :

۱. نگهبان و حراست شبانه روزی از محل کارگاه ، ساختمانها و انبار ، وسایل و تجهیزات داخل کارگاه

۲. کنترل ورود و خروج مصالح ، کالا ، افراد و کارکنان

۳. فنس کشی و ایجاد مانع برای حراست از کارگاه و تعمیر و نگهداری آن

## ۵. تشکرات

۱. آقای مهندس متین پور (استاد راهنما)
۲. سازمان قطار شهری تبریز و حومه
۳. شرکت فنی مهندسی آذر پینار
۴. مهندسین مشاور ریل-بندر
۵. آقای مهندس محمد زاده (مدیر عامل شرکت آذر پینار)
۶. آقای مهندس جلالی (مدیر دفتر فنی - سرپرست مستقیم)
۷. آقای مهندس زکی (سرپرست پروژه)
۸. آقای مهندس راحت حق (مسئول اجزا)
۹. آقای مهندس عزتی (مسئول دفتر فنی)
۱۰. مهندس نوری (مسئول نقشه برداری)
۱۱. آقای مهندس فتحی (مهندس دفتر فنی)
۱۲. مهندس سلمانی (همراه و مشاور)
۱۳. خانواده عزیزم (حامی همیشگی)

## ۶ . منابع

- ۱ . [www.google.com](http://www.google.com)
- ۲ . <https://fa.wikipedia.org>
- ۳ . [/http://www.tabrizmetro.ir](http://www.tabrizmetro.ir)
- ۴ . [/http://metro.tabriz.ir](http://metro.tabriz.ir)
- ۵ . سایت های با مرتبط با مطالب گزارش
- ۶ . مطالب کانال ها و گروه های تلگرامی
- ۷ . مشاوره ها و کمک های اساتید و بزرگان
- ۸ . جزوات ، کتاب ها ، نشریات و مقاله ها درباره مترو