



بهینه سازی مقطع (گاباری) تونل های فطوط مترو

تعیین موقعیت نهائی واگنها، کفسازی، زیرسازی، روسازی، سیستم زهکشی تونل و سایر تاسیسات و تجهیزاتی که باید در داخل تونل مترو قرار گیرد از اهمیت بسزای برخوردار و ارتباط تنگاتنگی با گاباری قطار دارد. لذا در این مقاله، ضمن تعریف مفاهیم اساسی مرتبط با گاباری، نظر تعدادی از مراجع معتبر در زمینه حداقل ابعاد مورد نیاز به منظور تأمین ایمنی سیر و حرکت در فطوط ریلی بیان خواهد شد و در نهایت با جابجایی خط پروژه (TOR) نسبت به مرکز تونل گاباری بهینه‌ای جهت مقاطع فطوط مترو تهران ارائه می‌گردد. قابل ذکر است، گاباری طراحی شده برای اولین بار در این فطوط ارائه گردیده که ضمن تأمین نیازهای بهره‌برداری و الزامات شرکت راه آهن شهری تهران (مترو) و برطرف کردن برفی مشکلات در دیگر فطوط و همچنین صرفه جویی ریالی قابل توجه، مورد تأیید آن شرکت قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: مقطع تونل، گاباری، خط پروژه (TOR)، مرکز تونل

مقدمه:

در دو سمت محور فطوط ریلی، فضایی جهت ایمنی سیر و حرکت وسایل نقلیه ریلی در نظر گرفته می‌شود که به آن گاباری (قواره) می‌گویند. به عبارت دیگر، گاباری قواره ممدوده ای را مشخص می‌کند که نباید هیچ گونه عوارض فیزیکی یا تاسیسات دیگری به جز خود وسیله نقلیه ریلی، در آن قرار داشته باشد [5]. گاباری قطار معمولاً توسط شرکت سازنده به طراح و پیمانکار داده می‌شود تا بتواند مقطع تونل را بر اساس آن نهایی کرده و کلیه تاسیسات و تجهیزات لازم را در تونل جانمایی کند. شایان ذکر است مشخصات تاسیساتی که میبایست در داخل تونل قرار گیرند با توجه به نیازهای بهره‌برداری و شرکت قطار شهری تهران تعیین و مشخص خواهد شد.

1 - گاباری (قواره) [5]

به طور کلی می‌توان انواع گاباری در فطوط ریلی درون شهری را در چهار مورد خلاصه و بررسی نمود:

- گاباری سافتمان
- گاباری دینامیکی
- گاباری در ایستگاهها (گاباری استاتیکی)
- فاصله بین دو خط مجاور

آیین‌نامه TCRP رابطه کلی (1) را جهت مناسبه گاباری را در فطوط قطار سبک شهری ارائه نموده است [1]:

بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل



$$CE = VDE + ST + C \& S + RC$$

رابطه (1)

ST : رواداری‌های ساخت و نگهداری سازه‌های جانبی مسیر خطوط

CE: گاباری

ریلی

RC : فضای مورد نیاز جهت حرکت وسایل نقلیه ریلی

VDE: گاباری (قواره) دینامیکی

C&S: اثرات امنیتی (قوس) و برابندی مسیر

در واقع CE گاباری نهایی شامل گاباری استاتیکی، دینامیکی (در مسیر مستقیم یا قوس)، گاباری سافتمانی

به علاوه رواداری‌های مجاز بین سازه‌های مجاور و گاباری سافتمان است.

1 - 1 گاباری سافتمان

گاباری سافتمان، عبارت است از حداقل فاصله بین محور خط تا هر نقطه مشخصی از سازه‌های اطراف آن به

لحاظ محاسباتی و بر اساس ضوابط آیین‌نامه TCRP مقدار این گاباری از مجموع مقدار حاصل از رابطه (2) و

رواداری‌های سافتمانی به دست می‌آید. بدین ترتیب رابطه (2) را می‌توان ارائه نمود [1]:

$$SG = CE + SC + ST + AA$$

رابطه (2)

CE : گاباری حاصل از رابطه (1)

SG: گاباری سافتمان

SC: فضای مورد نیاز جهت امداد تأسیسات و سازه‌های جانبی خط ریلی (در صورت وجود - مانند ستون میان

ST: رواداری‌های ساخت مربوط به سازه‌های جانبی خط

دو خط در شبکه بالاسری)

ریلی

AA: فاصله مجاز با در نظر گرفتن ضوابط مربوط به کنترل آلودگی صوتی

معمولاً مقدار کل 50 تا 150 میلی‌متر به عنوان حداقل فضای مورد نیاز جهت ساخت سازه‌های جانبی خط ریلی،

در نظر گرفته می‌شود. در نهایت این که ضوابط آیین‌نامه TCRP جهت در نظر گرفتن مسایل مربوط به کنترل

آلودگی صوتی در زمان مال یا آینده، فقط فاصله مجازی برابر با 50 تا 75 میلی‌متر را مناسب می‌دانند [1].

1 - 2 گاباری دینامیکی

به معنی بیشترین فضایی است که احتمال اشغال آن توسط وسیله نقلیه ریلی پیش‌بینی شده برای مسیر

مورد نظر می‌رود. موارد مهمی که در ارزیابی قواره دینامیکی وسیله نقلیه مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، عبارتند از:

• ابعاد استاتیکی وسیله نقلیه

• حرکت دینامیکی (roll) سیستم تعلیق بوژی وسیله نقلیه

بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل



- بازی جانبی سیستم تعلیق و سائیدگی قطعات
- سائیدگی قائم و شعاعی بانداژ پرچ
- مداخلت حرکت وسیله نقلیه به دور محور طولی فود
- مداخلت بار مسافری
- فرای سیستم تعلیق وسیله نقلیه

مماسبه و برآورد گاباری (قواره) دینامیکی وسیله نقلیه ریلی بر عهده طراح آن می‌باشد. یکی از مواردی که در برآورد گاباری (قواره) دینامیکی وسیله نقلیه باید مد نظر قرار گیرد، مقادیر رواداری‌های نگهداری وسیله نقلیه ریلی می‌باشد.

از گاباری دینامیکی وسیله نقلیه معمولاً جهت تعیین گاباری سافتمان و تمامی معارض موجود در طول مسیر استفاده می‌شود. استفاده از گاباری استاتیکی وسیله نقلیه به سکوی ایستگاه‌ها و معارض موجود در محدوده ایستگاه مسافری محدود می‌شود.

1 3 - رواداری‌های سافت و نگهداری سازه‌های جانبی مسیر فطوط ریلی

آییننامه TCRP درفصوص رواداری‌های سافت و نگهداری سازه‌های جانبی مسیر فطوط ریلی ضوابط زیر را پیشنهاد می‌نماید [1]:

- رواداری نگهداری جانبی فط: در فطوط بالاستی 25 میلی‌متر و در فطوط با دال بتنی 13 میلی‌متر
 - رواداری نگهداری تراز قائم فط: 13 میلی‌متر
 - تغییرات تراز عرضی: در فطوط بالاستی 25 میلی‌متر و در فطوط با دال بتنی 13 میلی‌متر
- رواداری تراز عرضی فط، دوران وسیله نقلیه را باعث می‌گردد. تأثیر آن بر گاباری (قواره) دینامیکی مشابه تأثیر بر بلندی فط بر وسیله نقلیه ریلی می‌باشد که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

1 4 - اثرات امننا (قوس) و بر بلندی مسیر

اثرات بر بلندی و تراز عرضی فط باید به صورت جداگانه بر گاباری (قواره) وسیله نقلیه ریلی مدنظر قرار گیرد. در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌آهن ایران (نشریه شماره 288 سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) نیز گاباری (قواره) دینامیکی وسیله نقلیه ریلی در دو حالت فط مستقیم و فط درون قوس ارائه گردیده است [4]. بنابراین پیشنهاد می‌شود، در قطار شهری تأثیرات امننا و بر بلندی نیز به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. آیین‌نامه TCRP در این زمینه ضوابط زیر را ارائه نموده است [1]:



✚ اثرات انمنا (قوس)

علاوه بر مرکبات دینامیکی که در بخش‌های قبلی به آن‌ها اشاره شد، تغییر مکان بدنه وسیله نقلیه ریلی در قوس نیز باید مدنظر قرار گیرد. برای مقاصد طراحی، تاب خوردن وسط بدنه وسیله نقلیه ریلی به سمت داخل قوس از یک سو و تاب خوردن قسمتهای انتهایی بدنه وسیله نقلیه ریلی به سمت خارج قوس از سوی دیگر، باید مد نظر قرار گیرند.

به منظور مناسبه دقیق، استاندارد UIC505-5 [2] دو رابطه (3) و (4) را به ترتیب جهت مناسبه حرکت وسیله نقلیه ریلی به سمت داخل و خارج قوس ارائه می‌نماید. در این روابط فرض شده است که واگن دارای دو بوژی دو محوره می‌باشد.

$$M_o = \frac{(L_r/2)(L + L_r/2) - (P^2/4)}{2R} \quad \text{رابطه (3)}$$

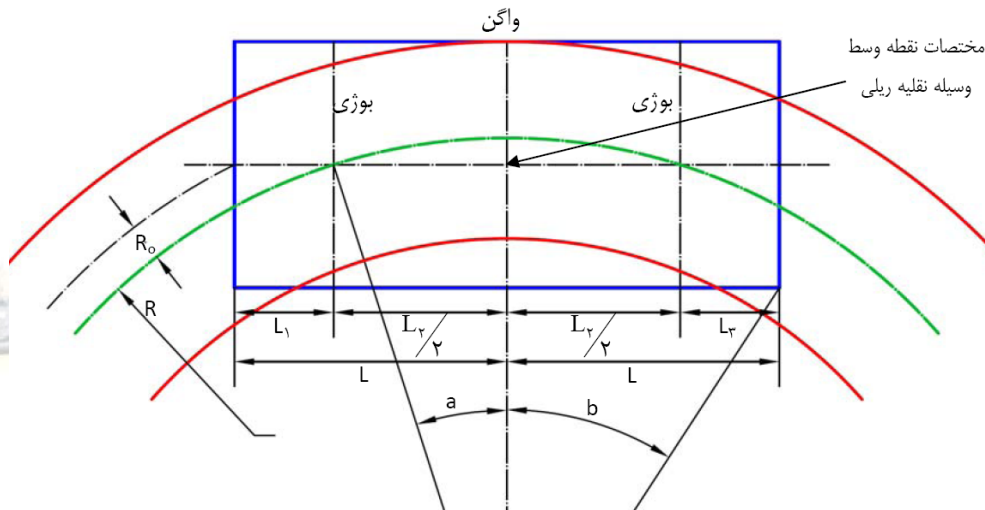
$$E_o = \frac{(L_r/2)(L - L_r/2) - (P^2/4)}{2R} \quad \text{رابطه (4)}$$

در روابط (3) و (4)، P فاصله بین محوره‌های وسیله نقلیه ریلی می‌باشد. در وسایل نقلیه ریلی تک محوره مقدار P برابر صفر منظور می‌گردد.

شکل (1) اثرات قوس‌های افقی را بر گاباری (قواره) دینامیکی وسیله نقلیه ریلی نشان می‌دهد.

✚ اثرات بر بلندی

اثرات بر بلندی فضا محدود به پرفش وسیله نقلیه ریلی حول محور طولی خود و ناشی از اختلاف ارتفاع تعبیه شده بین دو ریل در قوس‌های مسیر می‌باشد و معمولاً باید به صورت جداگانه در مناسبه گاباری آزاد (CE) وسیله نقلیه ریلی مورد استفاده قرار گیرد. بر بلندی فضا، شکل ظاهری وسیله نقلیه را دچار تغییر نمی‌نماید و تنها منجر به پرفش آن حول محور طولی به اندازه بر بلندی موجود در فضا می‌شود.





شکل شماره 1- اثرات قوسهای افقی بر گاباری دینامیکی وسیله نقلیه ریلی

1 5 - فضای مورد نیاز جهت حرکت وسایل نقلیه ریلی

در بمت فضای آزاد ایمن مورد نیاز وسیله نقلیه ریلی، حداقل فاصله بین وسیله نقلیه ریلی در حال حرکت و سایر وسایل نقلیه در خطوط مجاور و سازه‌های امداد شده در مجاورت خط نیز مطرح می‌گردد.

آیین‌نامه TCRP در این زمینه ضوابط زیر را ارائه نموده است [1]:

حداقل فاصله تا علائم، تابلوها و پایه‌های هشدار دهنده و سایر موارد سازه‌ای: 50 میلی‌متر

- حداقل فاصله آزاد تا جان‌پناه‌های اضطراری: میلی‌متر
- حداقل فاصله تا جان‌پناه‌های عرشه پل، دیوارها و تمامی اجزای سازه‌ای: 150 میلی‌متر
- حداقل فاصله تا سایر وسایل نقلیه ریلی: میلی‌متر

1 6 - فاصله بین خطوط مجاور

مطابق با ضوابط آیین‌نامه TCRP حداقل فاصله بین خطوط نیز به روشی مشابه با روش مورد استفاده در تعیین گاباری (قواره) آزاد خط برآورد می‌گردد [1]. با استفاده از روابط موجود در این آیین‌نامه گروه GSI در مورد فاصله بین خطوط در خط هفت متروی تهران، با تأکید بر استفاده از ناوگانی مشابه با خطوط 1 و 2، ضوابطی را ارائه نموده است که به طور خلاصه در جدول (1) به آن‌ها اشاره می‌شود [3].

جدول (1) - مقادیر فاصله بین خطوط در قسمت‌ها مختلف مسیر بر اساس ضوابط گروه GSI

افتلاف فاصله بین محور تونل و محور مجموعه دو خط (mm)	فاصله بین محور خط داخلی قوس تا محور تونل (mm)	فاصله بین محور خط بیرونی قوس تا محور تونل (mm)	فاصله بین خطوط (mm)	خط مستقیم یا قوس
0	1600	1600	3200	قسمت مستقیم
0	1600	1600	3200	$R > 1200 \text{ m}$

بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل



125	1750	1500	3250	$800 m < R \leq 1200 m$
150	1800	1500	3300	$400 m < R \leq 800 m$
175	1850	1500	3350	$290 m < R \leq 400 m$

2 - نمونه تعیین و بهینه سازی مقطع (گاباری) فضا 7 متروی تهران

تعیین موقعیت ابنیه و تجهیزات و تاسیسات در مقطع تونل بسیار مهم بوده بنموی که علاوه بر ایجاد سهولت در امر نگهداری و بهره برداری ، در طراحی ایستگاهها و سه راهی ها و سایر سازه های مرتبط با تونل نیز تاثیرگذار خواهد بود لذا با توجه به این مطلب که مفاری تونل فضا 7 متروی تهران بصورت مکانیزه و تمام مقطع انجام خواهد شد ، روش و شیوه تعیین وضعیت قرارگیری این تاسیسات و تجهیزات نیز با سایر فصول مترو که تاکنون اجراء شده متفاوت خواهد بود و باید براساس ضوابط و سیاستهایی که هم با تونل ایجاد شده که بصورت یک دایره کامل میباشد هماهنگی داشته باشد و هم ضوابط و الزامات مورد نیاز شرکت متروی تهران را نیز لحاظ نماید .

2-1- عوامل موثر بر تعیین مقطع تونل :

2-1-1 - مقطع لاینینگ

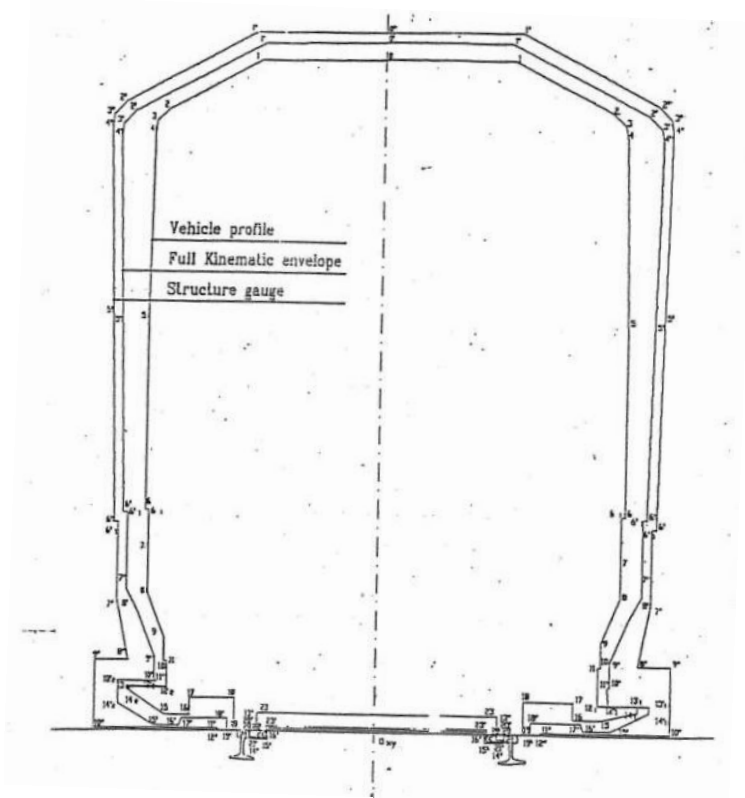
با توجه به مکانیزه بودن مفاری قطر مفاری 9/14 متر میباشد و پس از انجام لاینینگ قطر نهائی به 8/15 متر خواهد رسید.

2-1-2 - گاباری (ابعاد) واگنها :

براساس طراحی و گزارش ناوگان شرکت سیسترا ، مشخصات ناوگان تعیین شده بشرح زیر میباشد.

- طول واگن: 19/52 متر (با در نظر گیری طول قلابهای اتصال دو انتهای آن)
- عرض واگن: 2/6 متر (عرض متداول ناوگان مترو بین 2/6 تا 2/85 متر)
- حداکثر ارتفاع واگن: 3/70 متر
- فاصله بین مراکز بوژیها: 12/60 متر
- ارتفاع کف واگن از تراز سطح روی ریل (T.O.R) : 1/10 متر

بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل



شکل 2 - ابعاد پیشنهادی شرکت سیستم برای واگن (گاباری)

ابعاد فوق طی نامه ای به شرکت قطار شهری تهران ارسال شده و تأیید آن نیز اخذ گردیده است. در نتیجه پیرو ارسال نامه مذکور، کارفرمای محترم طی نامه ای ابلاغ نمودند تا ابعاد جانمایی در نظر گرفته شده برای تونل باید بنموی باشد که بزرگترین قطارهای موجود در خطوط متروی تهران بتواند در آن برامتی تردد نماید.

لذا با بررسی قطارهای موجود مشخص گردید تنها، قطارهای خط 2 تهران با داشتن زائده ای در قسمت بالائی واگنها، از گاباری ارائه شده توسط شرکت سیستم بزرگتر میباشد که این موضوع در نقشه های تهیه شده تأثیر داده شده است.

بنابر این کاملاً مشخص است که با این تمهیدات علاوه بر اینکه کلیه الزامات شرکت قطار شهری تهران تأمین شده، از ابعاد دقیق نهائی واگنها نیز استفاده شده است.

بهترین نرم افزار
بهترین حمل و نقل



جدول 2 - ابعاد پیشنهادی شرکت سیستم برای واگن

C/P	0	1	2	3	4	5	6	6 ₁	7	8	9
X	0.0	718.0	1220.0	1290.0	1300.0	1320.0	1320.0	1300.0	1300.0	1300.0	1205.0
Y	3705.0	3695.0	3320.0	3255.0	3200.0	2200.0	1175.0	1175.0	915.0	730.0	495.0
C/P	10	11	12 ₁	12 ₂	13 ₁	13 ₂	14 ₁	14 ₂	15	16	17
X	1205.0	1190.0	1190.0	1190.0	1401.0	1289.0	1401.0	1389.0	1200.0	1085.0	1065.0
Y	385.0	385.0	180.0	230.0	180.0	230.0	130.0	205.0	85.0	85.0	17
C/P	18	19	20	21	22	23					
X	815.0	815.0	713.5	713.5	680.0	680.0					
Y	175.0	0.0	0.0	-29.0	-29.0	95.0					

Table 5.2 Coordinate of full kinematic envelope

C/P	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	6' ₁	7'	8'	9'
X	0.0	699.0	1411.0	1478.0	1485.0	1481.0	1408.0	1415.0	1413.0	1349.0	1253.0
Y	3799.0	3789.0	3318.0	3246.0	3181.0	2179.0	1180.0	1180.0	743.0	823.0	390.0
C/P	10'	11'	12 ₁	12 ₂	13 ₁	13 ₂	14 ₁	14 ₂	15'	16'	17'
X	1253.0	1243.0	1251.0	1251.0	1462.0	1450.0	1462.0	1450.0	1255.0	1120.0	1105.0
Y	290.0	290.0	180.0	257.0	180.0	290.0	130.0	137.0	25.0	25.0	85.0
C/P	18'	19'	20'	21'	22'	23'					
X	854.0	854.0	713.5	713.5	625.0	625.0					
Y	85.0	0.0	0.0	-36.0	-36.0	25.0					

Table 5.3 Coordinate of structure gauge

C/P	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	6' ₁	7'	8'	9'
X	0.0	749.0	1461.0	1529.0	1508.0	1511.0	1488.0	1465.0	1463.0	1399.0	1575.0
Y	3749.0	3749.0	3268.0	3298.0	3231.0	2229.0	1110.0	1110.0	693.0	370.0	370.0
C/P	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'				
X	1575.0	904.0	904.0	717.5	717.5	615.0	615.0				
Y	10.0	10.0	0.0	0.0	-46.0	-46.0	15.0				

Note:

C__Coordinate
P__Point

2-1-3 - کفسازی

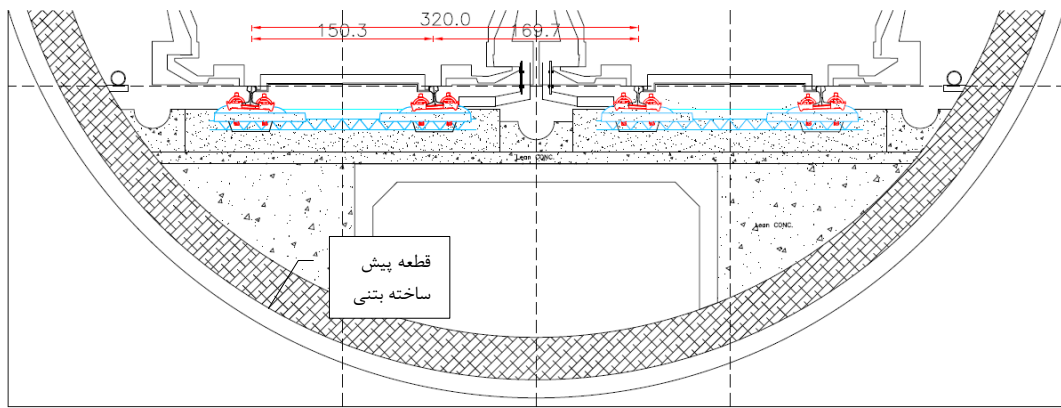
با توجه به استفاده بتن مگر در تونلهای مفر شده سنتی و امکان کاهش ضمامت زیرسازی (کف سازی) بدلیل نوع شکل این تونلها (نعل اسبی) و تفاوت عمده این نوع مفاری با مفاری مکانیزه

بهترین نرم افزار
بهترین حمل و نقل



تونل فط 7، بررسی های بیشتری انجام یافت تا در تونل های مکانیزه روشی منمصر به فرد طراحی گردد چراکه استفاده از نوع کفسازی در تونلهای سنتی مشکلاتی از قبیل عدم امکان اجرای عملیات غلتک زنی، کاهش سرعت در اجرا و افزایش هزینه را به همراه داشت. روش دیگر استفاده از قطعات پیش ساخته ای است که به تنهایی وظیفه کفسازی را به عهده دارد که این روش با توجه به سنگینی و بزرگ بودن قطعات و همچنین افزایش هزینه در جهت تولید، حمل و سفتی نصب در تونل به صرفه نمی باشد.

روش پیشنهادی استفاده از ترکیبی از دو روش می باشد، به نحوی که قطعات پیش ساخته به طور ساده تر و کوچکتری طراحی گردید و اطراف آن نیز با بتن مگر پر می گردد که این روش موجب سهولت اجرا، کاهش هزینه تولید و حمل و افزایش سرعت در اجرا می گردد.



شکل 3- کفسازی تونل فط 7 متروی تهران

2-1-4 زیرسازی و روسازی :

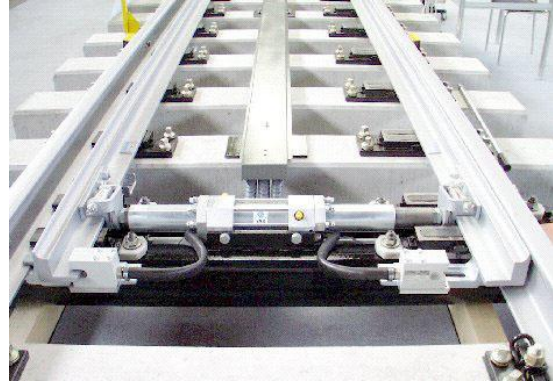
با توجه به کفسازی بتنی و جهت رگلاژ و تسطیح زیر لایه روسازی، از یک لایه بتن 10 سانتیمتری در زیرسازی استفاده خواهد شد (مطابق شکل 3).

لایه روسازی نیز شامل تراورسهای بتنی طرح رهدا به همراه ادوات مربوطه می باشد که بیشترین عرض مورد نیاز در حالت بمرانی جهت تأمین شرایط مناسب گاباری طول 6/15 متر می باشد.

2-1-5 جانمایی ماشین سوزن :

در فطوط 1 و 2 متروی تهران معمولاً ماشین سوزن در کناره فط جانمایی می گردد ولی این ماشین در فط 7 در وسط فط جانمایی گردیده تا موجب افزایش فاصله گاباری در گوشه های تونل گردد.

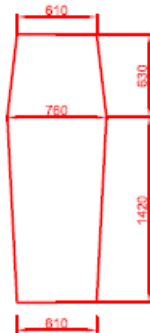
بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل



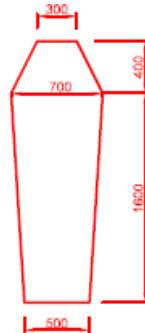
یاده روی تونل :

پیاده رو در تونل به منظور ایجاد محلی اضطراری در مواقع بروز حادثه به منظور هدایت مسافران به خارج از تونل می باشد که بایستی ارتفاع آن از TOR متناسب با ارتفاع کف واگن از TOR باشد تا مسافری به راحتی از واگن به آن تردد نمایند که این مقدار در تونل فضا 7 مترو تهران 27/5 متر در نظر گرفته شده است.

پیاده رو در خطوط مترو دیگر کشورهای ابعاد متفاوتی دارد که استاندارد معمول در ایران جهت استفاده در فضا 7 متروی تهران بر اساس الزامات گاباری و ضوابط طرح هندسی این فضا مناسب دیده شد.



NFPA130 GAUGE FOR EGRESS PATH



FRENCH GAUGE FOR EGRESS PATH



TEHRAN GAUGE FOR EGRESS PATH

این پیاده رو در دیواره تونل طراحی گردیده و در صورت استفاده کارگران جهت تعمیرات نردبانی تاشو به آن نصب گردیده که با گاباری فضا نیز هماهنگی کامل دارد.

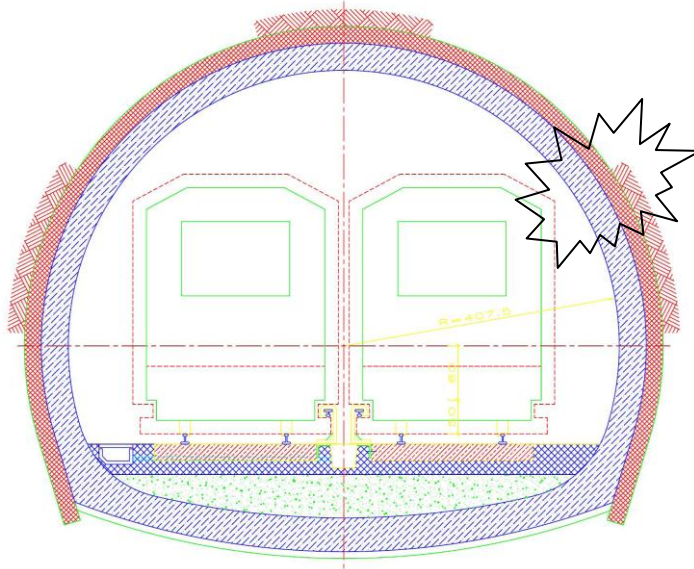
7-1-2 - نمونه تعیین موقعیت قطار :

در تونلهای با مقاطع نعل اسبی اصلاح شده که به روش NATM حفاری می گردد. بدلیل اینکه موقعیت قطار در تونل هرچه بیشتر به سمت بالا برود، کف مقطع نیز بالاتر خواهد رفت بنابراین این

بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل



امکان کاهش سطح مقطع مفاری و کمتر شدن حجم عملیات اجرایی آن وجود دارد ، بنابراین نقطه بحرانی طرمانی های داخل تونل (عایت مداقل فاصله بین گوشه بالائی قطار در بدترین حالت ممکن میباشد) (مطابق شکل 6)



شکل 5 - مقطع تونل در روش NATM

در روش مفاری فوق به جهت اینکه هرچه بتوان کف تونل را بالاتر برد تاثیر بسزائی در کاهش حجم عملیات فاسی و بتنی و همچنین کفسازی خواهد داشت ، بنابراین مداقل فاصله قطار را از بدنه تونل در گوشه بالائی قطار در نظر میگیرند و با توجه به این مطلب که مداقل فاصله ممکن بین مرکز تونل تا روی ریل $1/30$ متر میباشد ، این مقدار برای فطوطا قبلی ملاک کار قرار گرفته در حالیکه در مفاری به روش مکانیزه که نتیجه کار یک مقطع دایره ای لایننگ شده میباشد ما یک چنین محدودیتی را نخواهیم داشت و با پائین تر قرار دادن موقعیت واگنها در مقطع دایره فوق الذکر میتوان فاصله های بیشتر و ایمن تری را برای واگنها لحاظ نمود و این مطلب در شکل شماره 6 کاملاً مشهود است .

نتیجه گیری :

3 -

براساس مطالب گفته شده و با جابجائی موقعیت واگن و سایر تجهیزات و تاسیساتی که باید در تونل نصب و جانمانی شوند، بهترین و ایمن ترین مقطع از نظر شرکت مهندسی سپاسد نقشه حاصل از فاصله 2 متری مرکز تونل از روی ریل میباشد که شامل مزایای ذیل است :

کاهش هزینه کف سازی (در حدود 8 میلیارد تومان) که متره و برآورد مربوطه به پیوست ارائه می گردد.

بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل



افزایش فاصله در بالای واگنها جهت نصب تجهیزات و تأسیسات و راحتی جهت دسترسی به بالای واگن به منظور
تعمیرات

تهویه بهینه حرارت ناشی از ترمز قطار که در فطوط فعلی با توجه کمبود فضا در بالای قطار این موضوع محقق
نمی شود.

رعایت کلیه ضوابط آییننامه ای

جانمایی ریل سوم در وسط و کناره ها

عدم برخورد قطار در قوس به شعاع 300 متر با دیواره تونل

طراحی کلیه جانمایی ها اعم از تجهیزات برقی، مخابراتی، تأسیساتی، پیاده رو و نحوه دسترسی آن به خط و

موقعیت خط پروژه برای اولین بار در فطوط متروی تهران (فطوط با مفاری تمام مقطع)

انتقال ماشین سوزن از کناره به وسط فطوط

- انتقال کابل های 750 ولت DC ریل سوم به وسط تونل و در مجاورت ریل سوم و عدم انتقال آن از زیر تراورسها

- نصب چراغ سیگنال در موقعیت دید مناسب راهبر

- در نهایت متذکر می گردد مقطع (گاباری) طراحی شده مورد تأیید شرکت راه آهن شهری تهران (مترو) قرار گرفته
است.

قدردانی و تشکر

از مدیریت محترم پروژه خط 7 متروی تهران و جناب آقای مهندس قرباغی و کارشناسان معاونت فنی مهندسی
که در تهیه این مقاله همکاری داشتند، قدردانی و تشکر می نمایم.

منابع و مراجع :

- 1 - Transit Cooperative Research Program (TCRP)
- 2 - Reference profile for the kinematic gauge, 2003, International Union of Railways (UIC505-5)
- 3 - مهندسین مشاور پژوهش، 1386، گزارش طرح هندسی ریلی خط 7 متروی تهران
- 4 - سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه شماره 288، 1383، آئیننامه طرح هندسی راه آهن
- 5 - مسینقلیان، محسن - قهرمانی، مسین ، 1377، ترجمه، مهندسی راه آهن



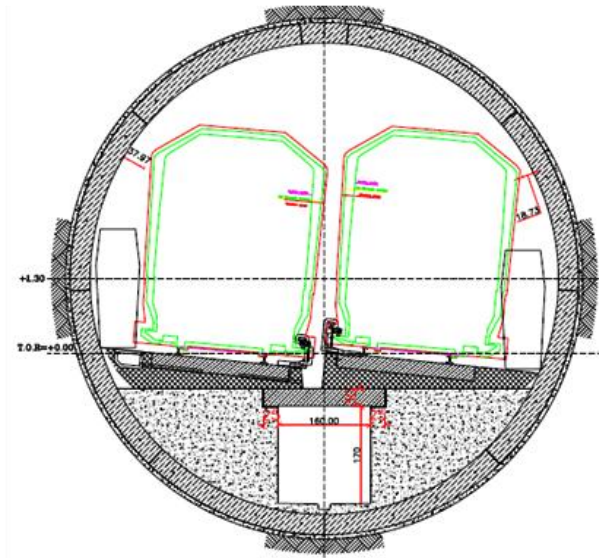
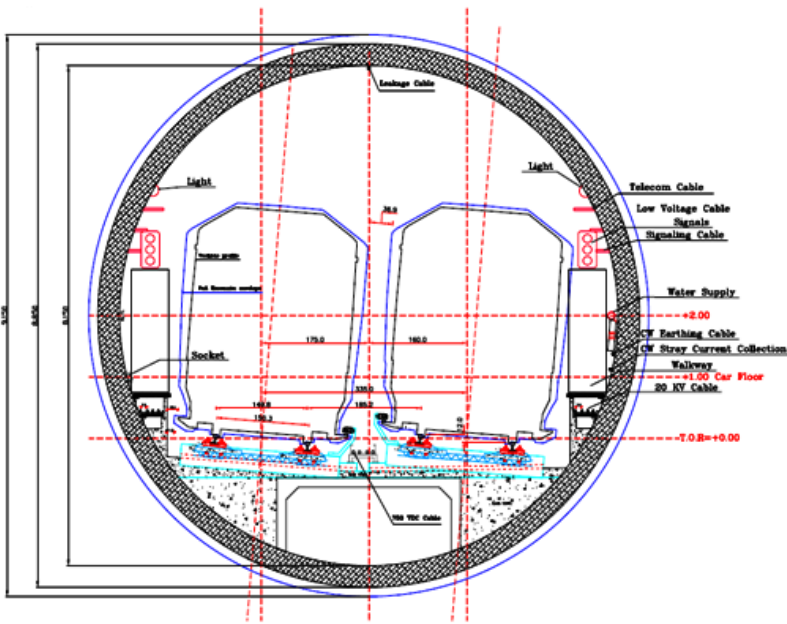
بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل



ب

الف

شکل 6- موقعیت قرارگیری خط پروژه در حالات مختلف

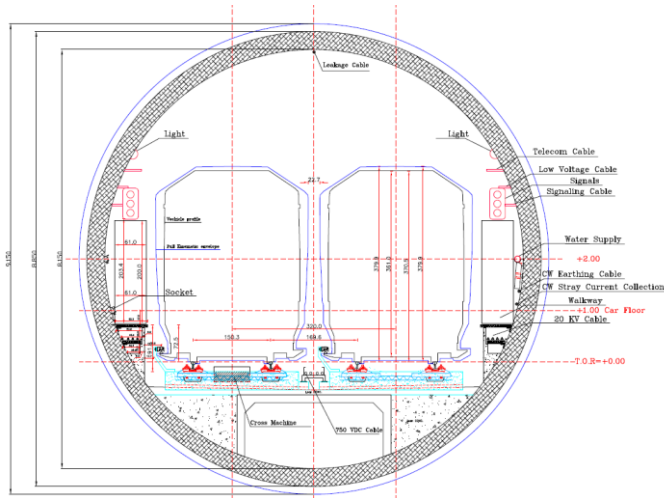
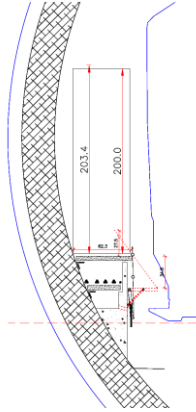
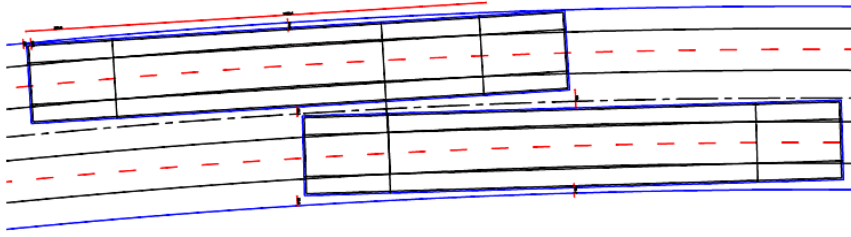


بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل



الف - مرکز تونل تا (TOR= 2متر) در حالت بصرانی

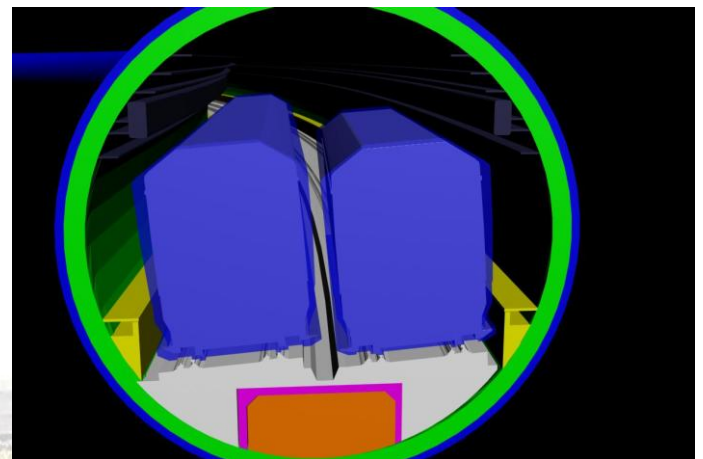
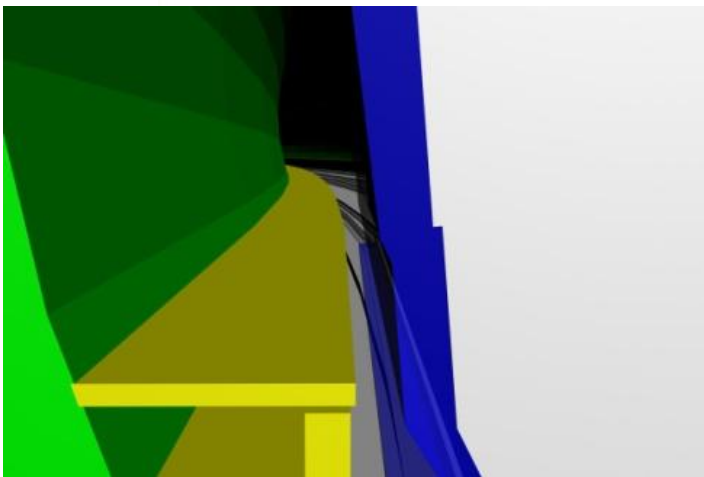
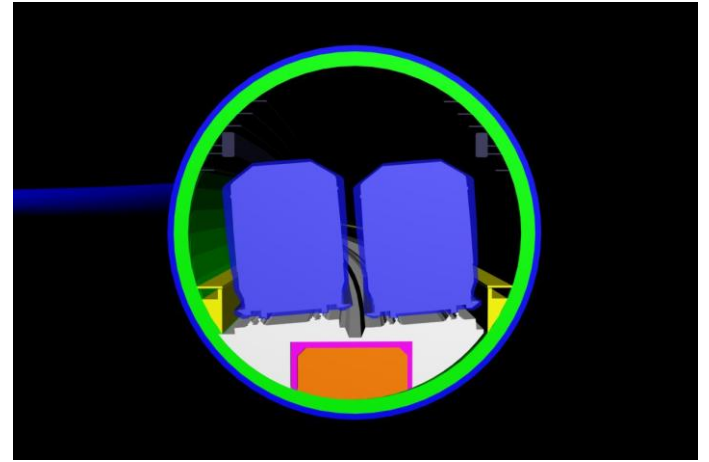
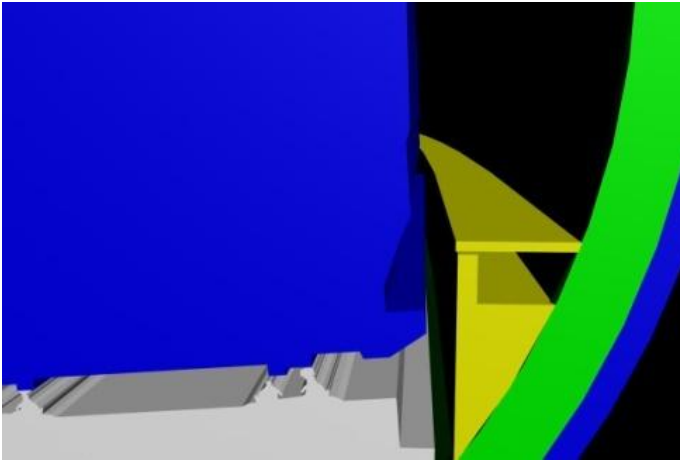
ب- مرکز تونل تا (TOR= 1/3 متر) در حالت بصرانی



بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل

طراحی و تولید: شرکت گسترش خدمات میثاق صبا (سهامی خاص) مامی انجمن مهندسی حمل و نقل ریلی ایران www.gmsco.

تفصی ترین تولید کننده نرم افزارهای صنعت حمل و نقل



بهترین نرم افزار بهترین حمل و نقل

طراحی و تولید: شرکت گسترش خدمات میثاق صبا (سهامی خاص) مامی انجمن مهندسی حمل و نقل ریلی ایران Miss@gh Company www.gmsco.

تفصی ترین تولید کننده نرم افزارهای صنعت حمل و نقل