



مهندسين
مشاور پژوهش

ITA TUNNELLING
AWARDS 2023
9TH EDITION
INDIA



فصلنامه
تخصصی قطار شهر

شماره ۴ - پاییز و زمستان ۱۴۰۲



مهندسين
مشاور پژوهش



پژوهشگران

مهندس نیما سلحشور (قائم مقام مدیر عامل)
دکتر سید حسام موسوی (مدیر دپارتمان ناوگان و تجهیزات)
مهندس سید نوید قائمی (مدیر دپارتمان سازه)
مهندس لیلا توانا (مدیر دپارتمان شهرسازی)
مهندس علیرضا زمانی (مدیر دپارتمان مکانیک)
دکتر صادق آمون (کارشناس دپارتمان سازه)
مهندس اشکان قاجاریه (کارشناس دپارتمان معماری)

طراحی گرافیک و صفحه آرایی

مهندس سجاد محمودی (کارشناس دپارتمان ناوگان و تجهیزات)

ویراستار

سرکار خانم زهره استادولی



غلامرضا منیری تکمه داش
مدیر عامل



پیشگفتار

مهندسین مشاور پژوهش قصد دارد تجارب و دانش بدست آمده در خلال پروژه‌های در دست کار خود را در قالب این فصلنامه در اختیار همکاران و جامعه مهندسین کشور قرار دهد. سعی بر آن است که بتوانیم این مجلد را بصورت منظم منتشر کرده و گامی در مدیریت و مستندسازی دانش در حوزه خدمات مهندسین مشاور برداریم. ارائه تجربیات و نقد صادقانه آن‌ها، همچنین خلاصه و مفید بودن مطالب از اهداف اصلی در نگارش متون است و امید است مورد قبول خواننده قرار گیرد. ما را از نظرات خود با خبر سازید.

info@pajoohesh.ir

فهرست مطالب

۱ مقالات

- ۲ اهداف مطالعات شهری در طرح ریزی خطوط قطار شهری
- ۸ بازآفرینی پهنه جامانده شهری King's Cross
- ۱۸ طراحی معماری ایستگاه‌های قطار شهری - ویژگی‌های طرح خوب در یک نگاه
- ۲۴ معرفی دستگاه شبیه‌ساز تولید فوم حفاری مکانیزه
- ۲۸ معرفی نرم افزار SES و شناخت قابلیت‌ها و نقاط ضعف در انجام شبیه‌سازی تک بعدی تهویه تونل در پروژه‌های زیرزمینی با بهره‌برداری برقی در تونل
- ۳۳ معرفی معماری دو ایستگاه از خطوط متروی پاریس
- ۴۳ معرفی پروژه‌ها
- ۴۴ ایستگاه مشترک مترو و راه آهن شهری
- ۴۹ تدوین ضوابط
- ۵۰ ضابطه شماره ۲-۸۰۴ - ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه (جلد دوم - ضوابط سازه)
- ۵۳ اخبار پروژه



از اهداف دپارتمان تحقیق و توسعه در مهندسين مشاور پژوهش، حمايت از پروژه‌ها و تحقيقات بروز در زمينه‌هاي مرتبط با فعاليت‌هاي شرکت است. در اين راستا بسياري از همکاران علاوه بر فعاليت در بخش تخصصي مربوطه با حمايت شرکت، حضوري فعال در عرصه‌هاي تحقيقاتي و آزمایشگاهی دارند.

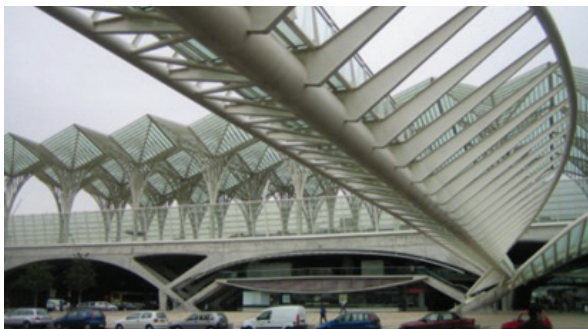
از دستاوردهاي دپارتمان تحقیق و توسعه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- همکاري با سازمان برنامه و بودجه کشور در راستای تدوين نشریات تخصصي؛
- حمايت از کنگره‌ها و جلسات تخصصي؛
- چاپ کتاب در زمينه‌هاي تخصصي؛
- چاپ مقاله در مجلات معتبر بين‌المللي و يا کنفرانس‌هاي معتبر خارجي و داخلي.

اهداف مطالعات شهری در طرح‌ریزی خطوط قطار شهری مهندس نیما سلحشور



برنامه‌ریزی برای جانمایی و مکان‌یابی ایستگاه‌ها در مقیاس کلان حاصل مطالعات طرح جامع ترافیک می‌باشد. بنابر عوامل ترافیکی در محورهای مختلف شهر، کریدور و به تبع آن موقعیت ایستگاه‌ها در مقیاس کلان (عموماً ۱/۲۰۰۰۰) تعیین می‌گردد. گام بعدی جهت مکان‌یابی ایستگاه‌ها در مقیاس خرد و تدقیق موقعیت ایستگاه حاصل مطالعات شهرسازی و ابنیه است که با سنجش شرایط بستر طرح بهترین موقعیت برای طرح ایستگاه در چارچوب موقعیت پیشنهادی مطالعات ترافیکی فرادست، انتخاب می‌گردد. در این بین مطالعات شهری بیشترین نقش در مکان‌یابی را دارد و درصدد است با بررسی شرایط محیطی (مصنوع و طبیعی) مقیاس کلان برنامه‌ریزی ترافیکی کریدور را به مقیاس خردتر تا سطح مطالعات سازماندهی فضای شهری پیرامون ایستگاه (عموماً ۱/۱۰۰۰۰) و مکان‌یابی ایستگاه‌ها (۱/۲۰۰۰) پیش برد. در گام‌های بعدی و در مطالعات طراحی شهری ورودی ایستگاه‌ها در مقیاس ۱/۵۰۰ و در مطالعات فاز یک و دو طراحی ایستگاه موقعیت آن تا حد مقیاس ۱/۱۰۰ تدقیق می‌گردد. آنچه در این مقاله مورد توجه قرار دارد، تعیین اهداف در مطالعات شهری خطوط قطار شهری می‌باشد. اهدافی که براساس آنها و بواسطه ضوابطی که آن اهداف را محقق می‌سازند، مکان‌یابی ایستگاه از مقیاس کلان (۱/۲۰۰۰۰ مطالعات ترافیک) به مقیاس خردتر (۱/۲۰۰۰ مطالعات شهری) راهبری می‌گردد.



شکل ۱- لیسبون - ایستگاه Orient (ایستگاه به مثابه شکل‌گیری فضای شهری)

- به طور کلی اهداف مطالعات شهری در پیرامون ایستگاه‌ها در دسته‌های زیر قابل ارائه می‌باشد:
- هماهنگی موقعیت و طرح ایستگاه با نظام حرکت پیاده و سواره در وضع موجود و طرح‌های آینده شهر
 - شناسایی مخاطب غالب ایستگاه و تامین الزامات و نیازمندی‌های آن
 - شناسایی تعداد و تراکم مخاطبین ایستگاه
 - جلب رضایت و تامین جذابیت سفر با وسائل حمل و نقل عمومی
 - امکان ایجاد توسعه
 - تعامل با سایر وسائل حمل و نقل عمومی و ایجاد شبکه انتقال مسافر
 - ارتباط با نقاط مولد سفر
 - حفظ امنیت
 - هماهنگی فضای شهری پیرامون ایستگاه و برجسته نمودن قابلیت‌های سایت

۱- هماهنگی موقعیت و طرح ایستگاه با نظام حرکت پیاده و سواره در وضع موجود و طرح‌های آینده شهر



شکل ۲- هماهنگی نظام حرکتی داخل و خارج از ایستگاه

ضوابط شهری که این هدف را محقق می‌سازند مسیرهای داخلی فضای ایستگاه را ادامه پیاده‌روها و مسیرهای در سطح شهر تصور نموده و نظام حرکتی داخل ایستگاه را به سان یک توسعه یا گشایش در مسیرها و راه‌های پیاده‌روی شهر قلمداد می‌کنند و از این منظر در جانمایی موقعیت ایستگاه و نحوه طراحی آن همچنین نحوه مرزبندی میان فضای داخل و خارج موثر می‌باشند. به بیان دیگر ایستگاه باید در موقعیتی جانمایی گردد که مسیرهای موجود در شهر ظرفیت گشایش فضایی و توسعه را داشته باشد و بخش توسعه یافته (محورهای داخلی ایستگاه) امکان حفظ یکپارچگی نظام حرکتی را بوجود آورد.

مطالعات شهری در حوزه ضوابطی که این هدف را دنبال می‌کنند بیشتر پیرامون موارد زیر تمرکز دارد:

- شناسایی نظام حرکت سواره و پیاده در وضع موجود و شناخت کاراکتر و کیفیت مسیرهای منتهی به ایستگاه در جهت حفظ و توسعه قابلیت‌های وضع موجود
- ایجاد خوانایی در معابر و هندسه شهر با تقویت حس جهت‌یابی در فضای شهری
- حفظ استمرار فضایی در معابر شهر که به مسیرهای داخلی ایستگاه منتهی می‌گردند و یا مسیرهایی که از داخل ایستگاه به سطح شهر می‌رسند بدون ایجاد گسست فضایی و در ضمن حفظ تنوع و پویایی فضای شهر
- جلوگیری از ایجاد اختلال بین حرکت سواره و پیاده
- ایجاد انعطاف در نظام حرکتی مسافران در داخل و خارج از ایستگاه و ایجاد تنوع در انتخاب مسیر بین دو نقطه مبدا و مقصد

۲- شناسایی مخاطب غالب ایستگاه و تامین الزامات و نیازمندی‌های آن

این دسته از ضوابط با تاکید بر شناسایی زیرساخت‌های جذب مخاطب بر مکان‌یابی ایستگاه به گونه‌ای که امکان بوجود آمدن زیرساخت مورد نظر در موقعیت جانمایی ایستگاه وجود داشته باشد، تاثیرگذار است. در این مطالعات ابتدا بنابر موقعیت بستر طرح و امکانات و شرایط موجود مخاطب ایستگاه از مقیاس کلان (سواره و پیاده) تا مقیاس خرد (سن مسافران، بار همراه مسافران و...) شناسایی شده سپس الزامات و تسهیلات جذب مخاطب تدوین می‌گردد. برای مثال در صورتی که یک ایستگاه در مجاورت بزرگراه قرار گرفته باشد امکان دسترسی پیاده به آن وجود ندارد و مخاطب اصلی ایستگاه سواره است؛ لذا تامین تسهیلاتی نظیر پارک سوار در این ایستگاه الزامی است و در غیر این صورت اساساً ماهیت وجودی ایستگاه از بین می‌رود و یا ایستگاه در حین بهره‌برداری، شهر را دچار مشکل می‌سازد. این دسته از ضوابط مانند مثال فوق با مشخص نمودن الزامات و تسهیلات جذب مخاطب بر طراحی و جانمایی ایستگاه تاثیرگذار می‌باشند.

۳- شناسایی تعداد و تراکم مخاطبین ایستگاه

این دسته از ضوابط به الزامات و نیازمندی‌های ابعاد فضا جهت تامین ظرفیت مناسب عبوری می‌پردازند و با تعیین سطح سرویس‌دهی LOS مناسب از سطح سرویس‌دهی A تا E نظام آسایش و یا مواردی نظیر سرعت حرکت عابرین را برنامه‌ریزی می‌کنند. این ضوابط بیشتر در طراحی فضا موثر می‌باشند اما گاهی نیز با بررسی ظرفیت پذیرش عابر در پیاده‌روهای اطراف ایستگاه، در جانمایی موقعیت ایستگاه نیز تاثیرگذار هستند.



شکل ۳- دیترویت - ایستگاه Rosa Park (توجه به مسائل اقلیمی)

این دسته از ضوابط در مطالعات شهری با هدف جلب رضایت و ترغیب شهروندان به استفاده از وسائل حمل و نقل عمومی بر موارد زیر تاکید دارند و به این ترتیب در طراحی ایستگاه و محیط پیرامون آن موثر می‌باشند:

- طراحی شهری و بالا بردن کیفیت فضای شهری پیرامون ایستگاه جهت تشویق شهروندان به پیاده‌روی در معابر و عدم استفاده از اتومبیل شخصی
- ترغیب شهروندان به استفاده از دوچرخه با ایجاد زمینه حرکت ایمن دوچرخه در سطح شهر
- ایجاد تنوع در کاربری زمین‌های اطراف ایستگاه جهت حفظ پویایی شهر و افزایش جذابیت فضای شهری و همچنین برآورده ساختن نیازهای شهروندان در پیرامون ایستگاه‌ها
- ایجاد نقاط مکث و استراحت در طول مسیرهای حرکتی
- تاکید بر طراحی صحیح مبلمان شهری نظیر صندلی‌ها، سطل‌های زباله، کیوسک‌های تلفن، سرپناه‌ها و...
- توجه به مسائل اقلیمی در طراحی شهری

۵- امکان ایجاد توسعه

در جانمایی ایستگاه‌ها ضوابطی که توسعه و نوسازی شهر را حمایت می‌کنند تاثیرگذار است. جانمایی ایستگاه‌ها باید بتواند مطابق و هماهنگ با محورهای توسعه شهر گام بردارد و پتانسیلی که ایستگاه در توسعه شهر ایجاد می‌نماید هم‌جهت با توسعه برنامه‌ریزی شده در منطقه باشد. لذا در مطالعات شهری لازم است ضوابط سازماندهی فضایی و توسعه برنامه‌ریزی شده در منطقه شناسایی شده و مکان‌یابی ایستگاه (در مقیاس مطالعاتی ۱/۲۰۰۰) همسو با ضوابط فوق باشد.

۶- تعامل با سایر وسائل حمل و نقل عمومی

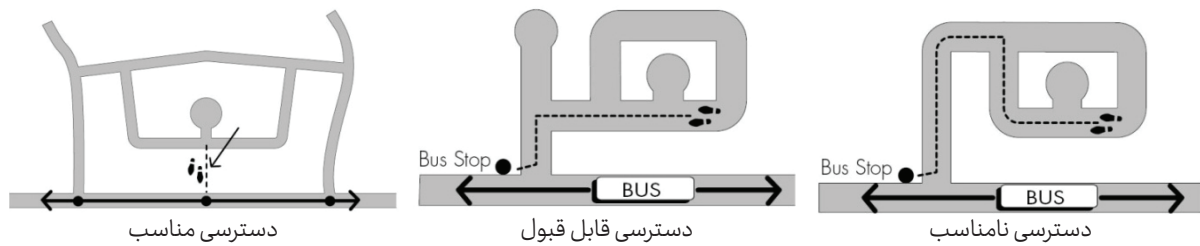


شکل ۴- تبادل سفر میان خطوط اتوبوسرانی و ایستگاه قطار شهری

این دسته از ضوابط با تاکید بر یکپارچگی خطوط حمل و نقل عمومی و ایجاد ارتباط بین خطوط قطار شهری، اتوبوس، تاکسی، پایانه‌های بین شهری و... در مکان‌یابی ایستگاه و طرح آن تاثیرگذار می‌باشند. این ضوابط به خصوص در مراکز شهرها که رفت و آمد و ارتباط با فضاهای اداری، تجاری کلان و دولتی بیشتر است جزء ضوابط اصلی و تعیین کننده موقعیت ایستگاه و طرح آن می‌باشند. ایجاد ارتباط حرکتی مستقیم و بی‌واسطه بین ایستگاه‌ها به گونه‌ای که اختلال در حرکت بوجود نیاید و نظام حرکتی خوانایی داشته باشد، اصلی‌ترین عامل در طراحی این گونه ایستگاه‌ها می‌باشد.

۷- ارتباط با نقاط مولد سفر

ضوابطی که هدف فوق را دنبال می‌کنند در پی پیوند طرح ایستگاه با ساختار شهری پیرامون آن می‌باشند. ایستگاه باید بتواند به عنوان نقطه‌ای کلیدی و اصلی در محیط پیرامون با کاربری‌های عمده مراکز تجمع و مراکز محلات اطراف و... تعامل برقرار کند و لذا این ضوابط می‌توانند در جانمایی ایستگاه و طرح آن تاثیرگذار باشند. این ضوابط به کیفیت ایجاد ارتباط بین نقاط مولد سفر و ایستگاه نیز می‌پردازند. به خصوص در ایجاد ارتباط پیاده توجه این ضوابط بر هماهنگ کردن مسیرهای ارتباطی با توانایی‌های حرکتی عابرین است. مسائلی نظیر مستقیم بودن محورهای پیاده از مبدا تا ایستگاه، حذف موانع حرکتی، شیب مسیرهای پیاده و... از این دست موارد می‌باشند.



شکل ۵- امکان دسترسی آسان به نقاط مولد سفر

۸- حفظ امنیت

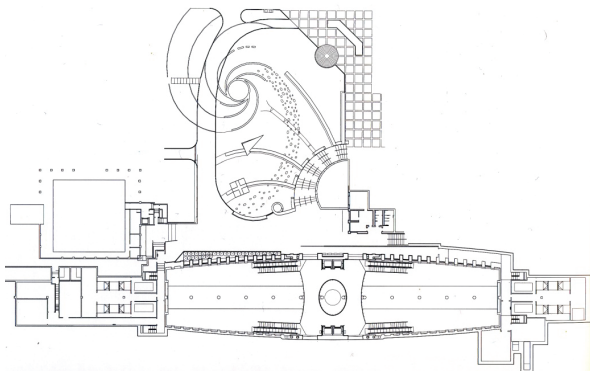
بخش عمده‌ای از ضوابط مکان‌یابی و طراحی ایستگاه قطار شهری جهت تأمین امنیت شهروندان تدوین می‌گردد که بنابر موقعیت ایستگاه در سطح شهر و مجاورت با شریان‌ها و کاربری‌های مختلف، نوع آن‌ها متغیر است. این دسته از طرح هندسه مسیر و ساماندهی خطوط دید یا حذف گوشه‌های پنهان تا حذف موانع حرکتی را شامل می‌گردد. بخشی از ضوابط تأمین‌کننده امنیت نیز به استفاده از ایستگاه در شیب می‌پردازند و بر نورپردازی صحیح ایستگاه و محیط پیرامون آن تأکید دارند. لذا این ضوابط بیشتر در نوع طراحی ایستگاه و محیط پیرامون آن موثر هستند تا مکان‌یابی آن؛ اما در شرایط خاص نظیر جانمایی ایستگاه در مجاورت شریان‌های بزرگراهی یا تعیین استراتژی کلان در تأکید بر استفاده از ایستگاه در هنگام شب می‌توانند در تدقیق موقعیت ایستگاه و مسیرهای ارتباطی آن تا حدودی تاثیرگذار باشند.



شکل ۶- ایستگاه (ایجاد امنیت با نورپردازی در شب)

۹- هماهنگی با فضای شهری پیرامون ایستگاه و برجسته نمودن قابلیت‌های سایت

این گروه از ضوابط طراحی با هدف بالفعل ساختن قابلیت‌های بالقوه محیط بنابر شرایط بستر طرح در موقعیت‌های مختلف متغیر است. اما تمامی آنها با شناسایی امکانات و ویژگی‌های (امکانات و محدودیت‌ها) فیزیکی-کالبدی، کارکردی و مفهومی سایت بر هماهنگی با آن تاکید دارند. رعایت این ضوابط موجب خوانایی و متمایز شدن طرح هر ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌های طول مسیر می‌گردد و کاملاً بر طراحی ایستگاه تاثیرگذار است. همچنین در تدقیق موقعیت مکانی ایستگاه نیز موثر است. ایستگاه باید به گونه‌ای جانمایی شود که زمینه‌های لازم جهت ایجاد یک مکان شهری بوجود آید و اساساً امکانات زیرساخت چنین فضایی در پیرامون ایستگاه فراهم گردد.



شکل ۷- ایستگاه Modal Transit Station SanDiago



بازآفرینی پهنه جامانده شهری King's Cross مهندس لیلا توانا



۸

چکیده

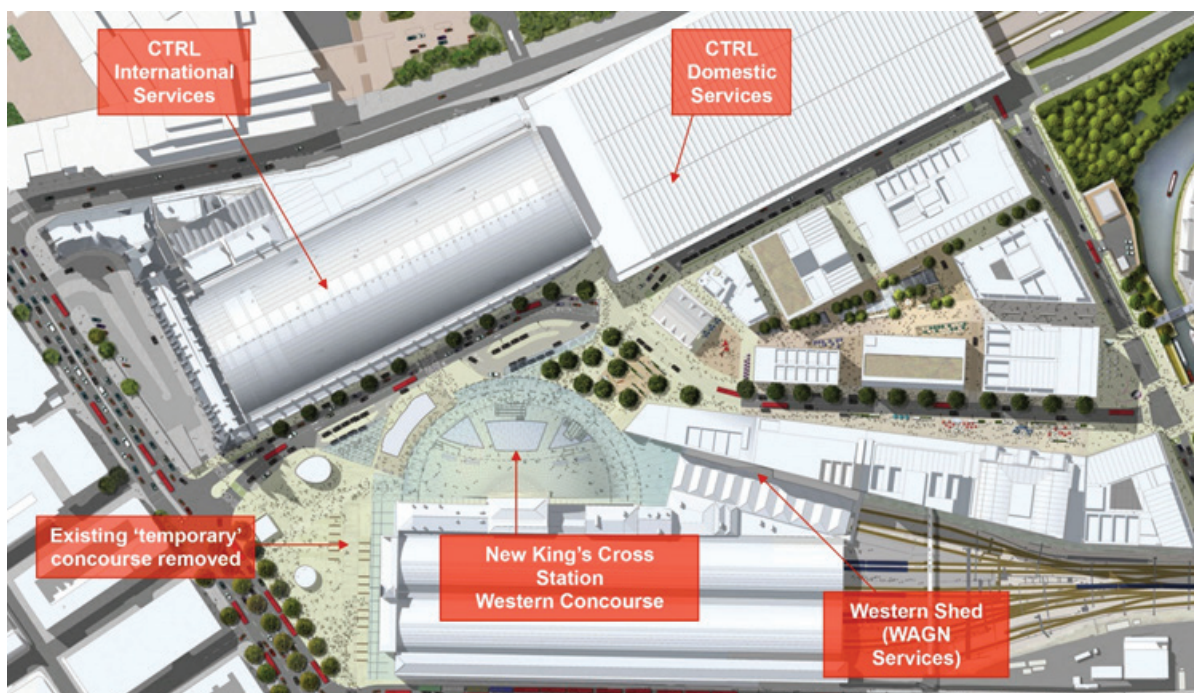
مقاله حاضر به بررسی طرح توسعه منطقه King's Cross، واقع در بخش شمالی لندن اختصاص دارد. بدین منظور در گام نخست، محدوده موردنظر به اختصار معرفی شده، سپس تاریخچه تکوین منطقه مورد کنکاش قرار گرفته است. در ادامه پس از بررسی روند توسعه منطقه و شناسایی دلائل افول آن، توضیحاتی درخصوص طرح بازآفرینی شهری منطقه ارائه شده است.

باز توسعه منطقه King's Cross را می‌توان از دو جریان متفاوت ولی درهم تنیده دانست؛ جریان نخست به توسعه حمل و نقل ریلی و نقش دو ایستگاه همجوار کینگز کراس و سنت پانکراس در زمان باز شدن تونل ریلی مربوط می‌شود و جریان دوم مربوط به طرح بازآفرینی شهری منطقه است که در راستای خلق یک محله شهری متراکم، جایگزین پهنه شهری جامانده از توسعه درحداصل ایستگاه‌های نامبرده، تهیه و اجرا شده است.



شکل ۱- سایت توسعه King's Cross

چیزی که این دو را بهم گره زده اینست که توسعه پروژه دوم یا همان طرح بازآفرینی به تصمیم برای اتصال تونل ریل آهن بستگی داشته و تونل ریلی در واقع عامل پیشران در ساخت منطقه King's Cross بوده است، منطقه‌ای که برای سال‌ها نیمه متروک باقی مانده بود.



شکل ۲- راه آهن بین‌المللی و داخلی King's Cross

معرفی اجمالی منطقه

منطقه King's Cross با وسعت حدود ۲۳ هکتار در بخش شمالی لندن قرار دارد. حدود جغرافیایی آن از جنوب به Euston Road، از غرب به Midland Road، از شرق به York Way و از شمال به راه آهن شمالی لندن محدود می‌شود.



شکل ۳- King's Cross در شهر لندن

تاریخچه تکوین منطقه

منطقه King's Cross، در طول سال‌ها، تغییرات بسیاری به خود دیده است. منطقه در قرن هجدهم، به شکل منطقه‌ای روستایی در مجاورت جاده York و در مسیر لندن به سمت شمال بوده است. در قرن نوزدهم، منطقه از یک واحد روستایی به یک قطب صنعتی تبدیل شده و با تکمیل کانال Regent در سال ۱۸۲۰، King's Cross به شهرهای بزرگ صنعتی در شمال انگلستان متصل شد. در سال ۱۸۲۴ کارخانه گاز پانکراس در جنوب کانال افتتاح گردید و متعاقب آن تعدادی دیگر از مشاغل آلاینده مانند تولید رنگ و تفکیک زباله در این منطقه، تأسیس شدند. بین سال‌های ۱۸۴۹ و ۱۸۵۲ راه‌آهن بزرگ شمال (GNR) پایانه لندن خود را در این منطقه توسعه داد. GNR زمین‌هایی را در جنوب کانال برای احداث ایستگاه و در شمال کانال برای احداث انبار کالا و همچنین دپوی لوکوموتیو بخار خود خریداری کرد.



شکل ۴- نقشه‌های پایه معرف روند توسعه منطقه

اولین ایستگاه مسافری موقت در سال ۱۸۵۰ در شمال کانال افتتاح شد. این ایستگاه تا زمان افتتاح ایستگاه King's Cross در سال ۱۸۵۲ مورد استفاده قرار می‌گرفت و بعد از آن به عنوان بازار عمده فروشی سیب‌زمینی استفاده شد.



شکل ۵- تصاویری از توسعه و افول منطقه طی سال‌های ۱۸۵۱-۱۹۹۰

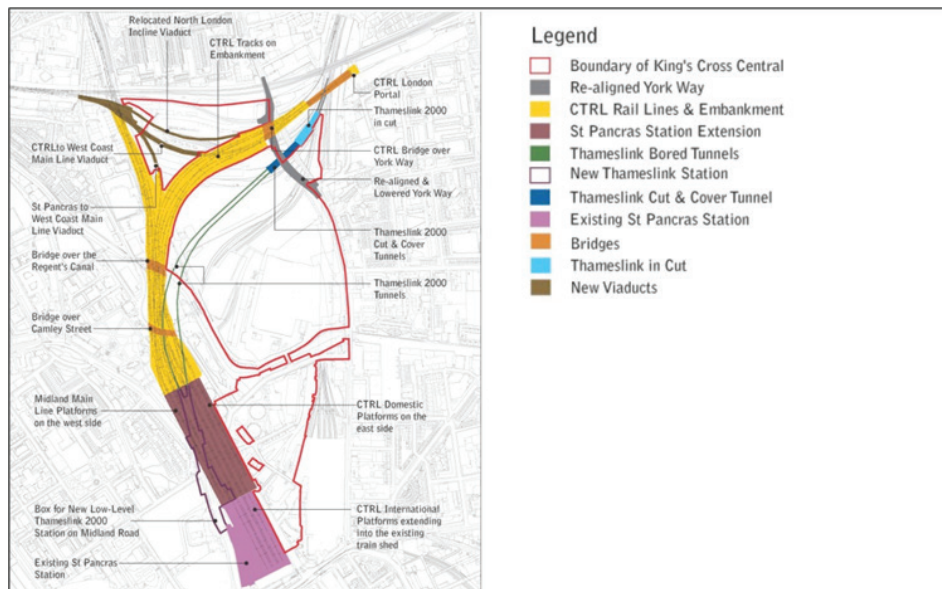
در اواخر دهه ۱۹۹۰، این منطقه به خاطر زندگی شبانه‌اش و کلوب‌های دهه ۹۰ معروف شد و به نوعی مرکز هنرمندان بود اما مشکلات جرم و جنایت، بیکاری و محیط زیست بی‌کیفیت، این منطقه را تضعیف نمود و زمین‌های راه‌آهن نماد فساد و ویرانی شد. در پی این امر هیئت مدیره خطوط ریلی بریتانیا تصمیم به تخریب ایستگاه St. Pancras و هتل Midland گرفتند. در این زمان فردی شاعر به نام John Betjeman، کارزاری اجتماعی برای حفاظت از ساختمان‌ها به راه انداخت و نهایتاً موفق به ثبت بناها در لیست میراث ملی به عنوان میراث صنعتی گردید. در اواخر دهه ۱۹۹۰ پروژه‌های موردی، برای بهبود کیفیت محیط انجام شد که نتیجه‌ای را دربرداشت.



شکل ۶- تصویر هوایی منطقه در اواخر دهه ۱۹۹۰

۱- قانون حمل و نقل ۱۹۴۷ تقریباً تمام اشکال حمل و نقل انبوه را در بریتانیا کبیر ملی کرد و در ۱ ژانویه ۱۹۴۸ لازم‌الاجرا شد. راه‌آهن بریتانیا تحت عنوان اداره راه‌آهن کمیسیون حمل و نقل بریتانیا (BTC) در ۱ ژانویه ۱۹۴۸ به وجود آمد و دارایی‌های چهار شرکت بزرگ راه‌آهن را تصاحب کرد.

فرارسیدن قرن بیست و یک بستر تغییرات مهمی بود که فصل بعدی در تاریخ King's Cross را رقم زد. در ژوئیه ۲۰۰۱، کار ساخت و ساز در پیوند تونل ریلی آغاز و عامل اصلی تغییرات بعدی شد. حالا ایستگاه St. Pancras به مقصد خطوط ارتباطی راه آهن لندن-پاریس تبدیل و به ایستگاهی بین‌المللی تغییر مقیاس یافته بود. لزوم توسعه ایستگاه به دلیل نیاز به تعداد بیشتری سکو و گسترش طول آن در چارچوب تغییرات جدید پدیدار شد. بازسازی و گسترش ایستگاه St. Pancras در دستور کار قرار گرفت و با توجه به عدم پاسخگویی ساختمان قدیمی به تقاضای جدید، ساختمان جدید در ضلع شمالی بنای قدیمی احداث و نهایتاً در سال ۲۰۰۷ پایانه جدید بین‌المللی St. Pancras افتتاح شد.



شکل ۷- اتصال تونل ریلی به St. Pancras

پس از آن مالکان زمین‌ها تصمیم به توسعه اراضی منطقه گرفتند. مطالعات فشرده و رایزنی با جامعه محلی، دولت و سایر ذینفعان آغاز شد. این کار چشم انداز توسعه بر مبنای شهر انسان مدار را شکل داد که طرح جامع منطقه از آن تکامل یافته است.



شکل ۸- بازسازی ابنیه ثبت میراث ملی منطقه

بعد از افتتاح ایستگاه جدید، منطقه شاهد جریان‌های سرمایه‌گذاری بود. بیشتر سرمایه‌گذاری‌های اولیه در ساختمان‌های ویکتوریایی و اطراف آن متمرکز شد؛ هتل Midland بازسازی و بازگشایی شد. همچنین در سال ۲۰۱۱، دانشگاه هنر لندن به ساختمان انبار غله منتقل شده و بخش‌های توسعه یافته برای نخستین بار به روی عموم باز شد.

از آن زمان تا کنون رستوران‌ها و مراکز خرید افتتاح شده و شرکت‌های بزرگ مانند Google، Facebook، Universal Music و Havas در منطقه مستقر شدند. خیابان‌ها، میدان‌ها و باغ‌های عمومی جدیدی احداث شده و مورد استفاده عموم قرار گرفتند.

پروژه بازآفرینی شهری King's Cross

طرح جامع King's Cross یکی از بزرگترین و موفق‌ترین پروژه‌های بازآفرینی شهری اروپا است که چارچوبی را برای توسعه تدریجی تعیین می‌کند و در یکی از مهمترین سایت‌های میراث صنعتی بریتانیا جانمایی شده است. طرحی که یک ناحیه متروکه پساصنعتی و پهنه شهری جامانده از جریان توسعه شهری را با خیابان‌ها، میدان‌ها، پارک‌ها، خانه‌ها، مغازه‌ها، ادارات، رستوران‌ها و مراکز آموزشی تغییر شکل داده و باز زنده‌سازی کرده است.



شکل ۹- طرح توسعه بازآفرینی شهری King's Cross

هدف از اجرای پروژه، ایجاد فرصت‌های شغلی، مسکن، تحصیل و فراغت ذکر شده است. پروژه با رویکرد بازسازی با حفظ ویژگی‌های طبیعی و تاریخی تهیه و اجرا شده است و برنامه‌ریزی و طراحی سایت، مبتنی بر ایجاد کاربری‌های مختلط با تراکم زیاد و استقرار فعالیت‌های تجاری در نزدیکی ایستگاه‌های راه‌آهن بوده است.

عناصر اصلی طرح توسعه عبارتند از:

- مرمت، سرمایه‌گذاری و تزریق کاربری‌های جدید برای ۲۰ بنای تاریخی
- احداث حدود ۵۰ ساختمان جدید
- احداث ۲۰ خیابان جدید، ۱۰ فضای عمومی جدید و ۵ میدان اصلی
- بهره‌وری بهینه از کانال Regent، از جمله احداث سه پل جدید
- تأمین قلمرو عمومی (۴۰٪ از مساحت سایت)
- احداث ۲۰۰ واحد مسکونی که ۴۲٪ آن به مسکن تخصیص یافته است
- تأمین ۳۵۰۰۰ شغل، همراه با طرح‌های استخدامی
- احداث رستوران، فروشگاه و تأمین فضاهای گذران اوقات فراغت
- تأمین مسیر و تسهیلات دوچرخه‌سواری



شکل ۱۰- ساختمان‌های جدید در طرح توسعه منطقه

فرم شهری پایدار بیشتر با حرکت در فضا ارتباط دارد بنابراین چارچوب حرکت در طراحی سایت از دو منظر پیگیری شده است:

- ارتباط با شهر و توسعه‌های پیرامونی و افزایش نفوذپذیری منطقه (بُعد بیرونی)
- روان‌سازی حرکت و سهولت دسترسی به خدمات و فضاهای گذران اوقات فراغت (بُعد درونی)



شکل ۱۱- مسیرهای دسترسی در طرح توسعه منطقه

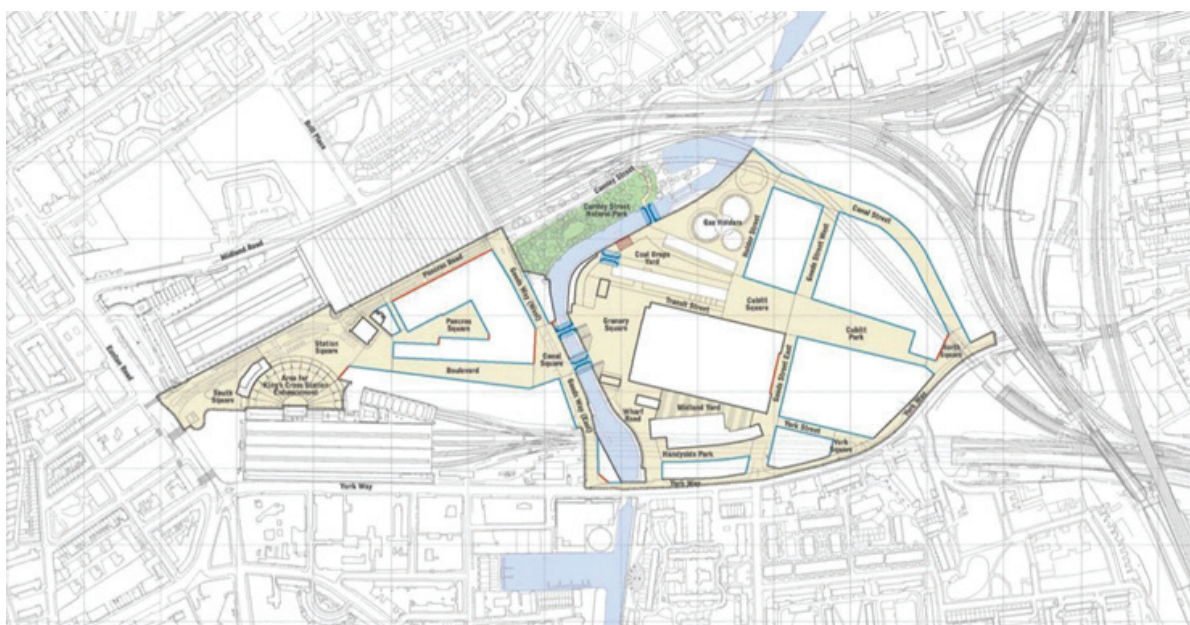
طرح بازآفرینی King's Cross، با تعریف بیست خیابان جدید، شبکه‌ای از مسیرهای دسترسی ایمن برای عابر پیاده را مهیا نموده که ضمن پیوند مکان‌های درون سایت به یکدیگر، موجب ادغام منطقه با محلات موجود پیرامونی خود شده است. در طراحی شبکه ارتباطی، اولویت ایجاد حرکت و فعالیت عابر پیاده بوده است.



شکل ۱۲- نمونه‌ای از فضاهای عمومی در طرح توسعه منطقه

حدود ۴۰ درصد از محدوده سایت به قلمرو عمومی اختصاص داده شده که شامل حیاط‌ها و باغ‌ها نیز می‌شوند. تولید فضای عمومی باکیفیت توانست پتانسیل اقتصادی منطقه را با جذب مجموعه‌ای از مستأجران، امکانات و فعالیت‌های متنوع به طور قابل توجهی افزایش دهد.

استفاده‌ها و رویدادهای متعدد، خیابان‌ها و فضاهای عمومی فعال ایجاد می‌کنند. خیابان‌هایی با خرده‌فروشی‌ها، بارها، کافه‌ها، و رستوران‌ها، منطقه را در طول روز سرزنده نگه می‌دارند. در همین راستا تمامی واحدهای همکف ساختمان‌ها به این نوع از فعالیت اختصاص یافته و به ساکنین اجازه داده شده‌اند. در نتیجه شبکه‌ای از مسیرهای پیاده امن (بواسطه چشم ناظر) ایجاد گشت.



شکل ۱۳- قلمرو عمومی در طرح توسعه King's Cross

کانال Regent، که King's Cross را به دو نیمه تقسیم می‌کند، خود بخشی از توسعه بود. پله‌ها و رمپ‌ها در حاشیه کانال، مردم را تشویق کرده تا در کانال قدم بزنند و کاوش کنند و ضمن بهره بردن از مناظر عالی، تماس نزدیک‌تری با محیط طبیعی داشته باشند.

بطور کلی خیابان‌ها، پارک‌ها، میادین، مسیر گردشگری حاشیه کانال، مسیرهای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی، زنجیره‌ای از فضاهای مرتبط شهری را خلق نموده که فعالیت‌های مختلف را تشویق می‌کنند. آنها یک میدان اطلاعات و فعالیت غنی و دائماً در حال تغییر را برای عابران پیاده با سلیقه‌های مختلف ایجاد می‌کنند.



شکل ۱۴- طراحی و اجرای مسیر گردشگری حاشیه کانال

طرح بازآفرینی با نگاهی همه جانبه به تمامی ابعاد توسعه در برنامه‌ریزی طراحی سایت توجه داشته است:

- از منظر اقتصادی؛ اقتصادی متنوع با مشاغل گوناگون و در مقیاس‌های جهانی تا محلی مدنظر بوده است و امروزه از شرکت‌های فعال در حوزه جهانی (مانند Havas، Universal، Facebook، Google و...) تا واحدهای تجاری حوزه محلی (خرده فروشی‌ها و دیگر خدمات محلی) در منطقه مستقر هستند.
- از منظر اجتماعی؛ تقویت پیوندهای اجتماعی و به رسمیت شناختن تنوع فرهنگی به علاوه جلب مشارکت اجتماعی مدنظر بوده و در همین راستا سطح وسیعی از فضاهای عمومی امن گوناگون در راستای تعاملات اجتماعی در سایت تعبیه شده است. همانگونه که پیش از این اشاره شد، ایمنی فضاها با نظارت عمومی تأمین و در صورت لزوم با حضور پلیس تقویت شده است. همچنین به منظور جلب مشارکت عمومی، اطلاع‌رسانی و جلب نظر ذینفعان (همه اقشار جامعه) در تمامی مراحل طرح انجام پذیرفته است.
- از منظر زیست محیطی؛ توجه به ویژگی‌های طبیعی سایت و بهره‌وری از کانال Regent از الزامات طراحی بوده است و توسعه فضای سبز خطی در امتداد کانال با هدف تشویق به پیاده‌روی و پیوند انسان با محیط طبیعی انجام پذیرفته است.
- از منظر کالبدی؛ دستیابی به اهداف طرح مانند نفوذپذیری مناسب و حرکت روان در سطح سایت، دسترسی مناسب به فضاهای جذاب و برخورداری از خیابان‌های باز و امن با اولویت حرکت پیاده، استفاده بهینه از زمین و احترام به میراث ویکتوریایی، با اقداماتی همچون احداث ۲۰ خیابان جدید در سایت، ایجاد برخورداری مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری، احداث بناهای جدید با عملکردهای مختلف مسکونی، اداری، تجاری خدماتی، آموزشی و تفریحی گردشگری به علاوه بهسازی بناهای تاریخی و تزریق فعالیت‌های جدید به آنها تأمین شده است.



مسکونی



هتل/فرهنگی/اوقات فراغت/آموزشی



اداری



تجاری خدماتی

شکل ۱۵- موقعیت مکانی ابنیه پیشنهادی در طرح توسعه

King's Cross اکنون یک بخش محبوب لندن و یک مقصد جذاب برای مردم محلی و بازدیدکنندگان از مناطق دورتر شده است.



شکل ۱۷- The Francis Crick Institute



شکل ۱۶- St Pancras International shopping



شکل ۱۸- St Pancras Renaissance Hotel



شکل ۲۰- University Of The Arts London



شکل ۱۹- The Regent's Canal and Granary Square

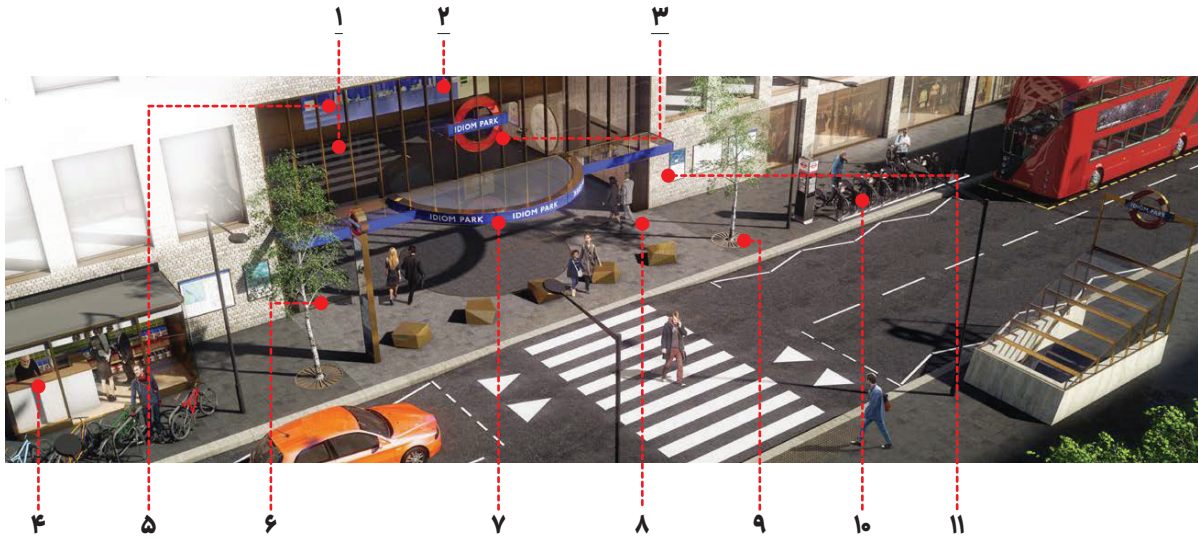
۴- منابع

- [1]-Urban Regeneration, Street Patterns and Space in Kings Cross, London, UK, Urban Morphology and Complex Systems Institute ,2021.
- [2]-The Planning and Politics behind Kings Cross, The Bartlett School of Architecture UCL, Professor Peter Bishop, 2015.
- [3]-London's Railway Land – Strategic Visions for the King's Cross Opportunity Area, 43rd ISOCARP Congress, Chris Gossop, 2007.
- [4]-King's Cross Opportunity Area Planning and Development Brief,2004.
- [5]-<https://www.kingscross.co.uk/about-the-development>,2023.

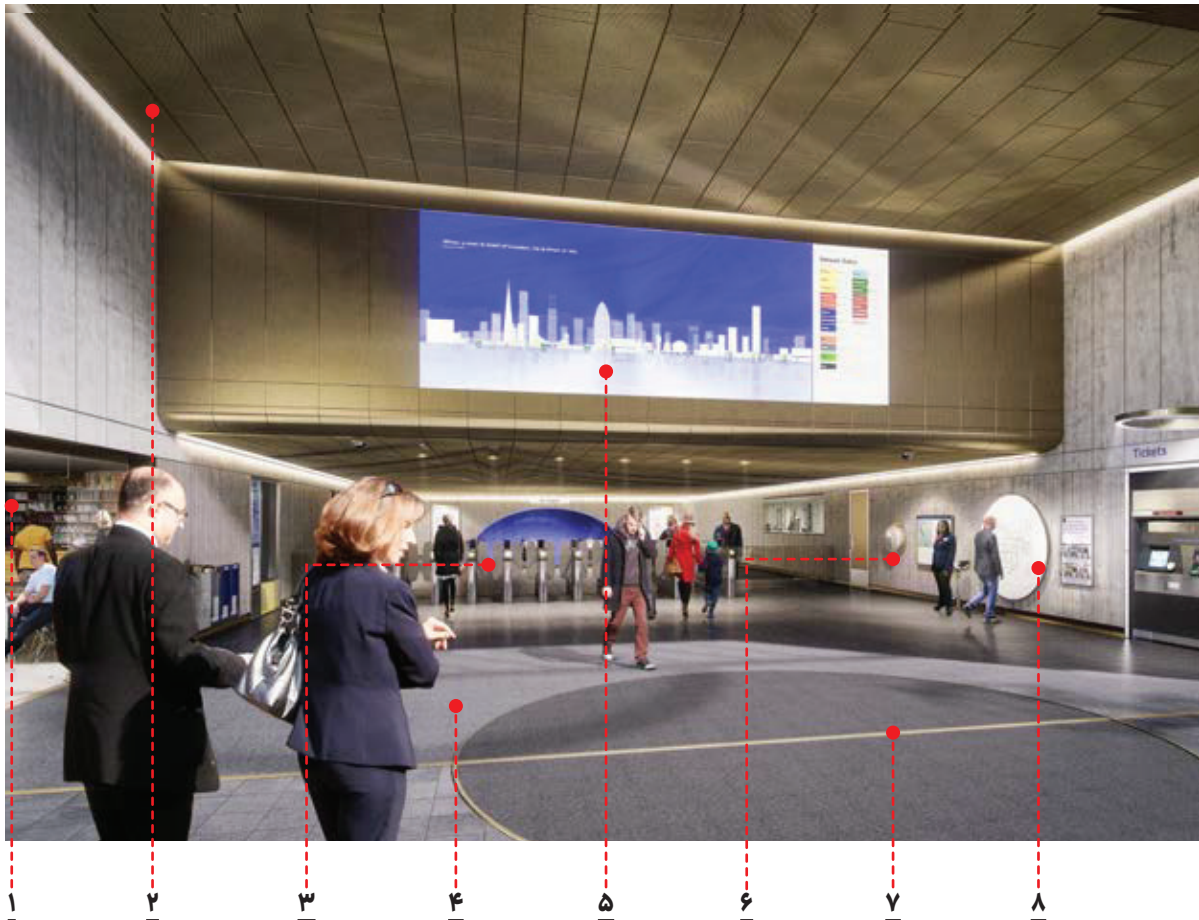


طراحی معماری ایستگاه‌های قطار شهری - ویژگی‌های طرح خوب در یک نگاه مهندس نیما سلحشور

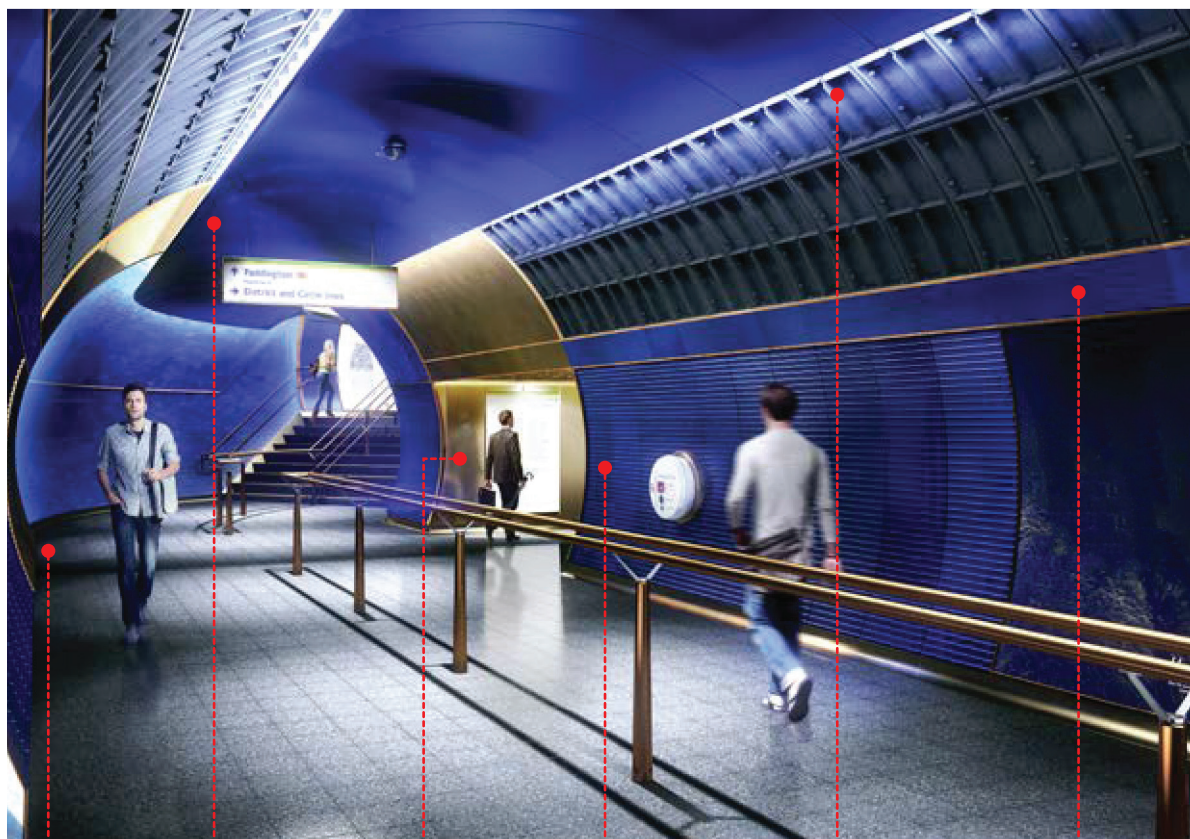
۱- ورودی ایستگاه



- ۱- طرح نمای ورودی با فراهم کردن بیشترین امکان نفوذ نور طبیعی به فضاهای داخلی
- ۲- نورپردازی ایستگاه جهت خلق فضایی جاذب، پذیرا و روشن که نسبت به واحدهای همسایگی خود برجسته شده باشد
- ۳- جانمایی نماد مترو در موقعیتی شاخص در نما یا فضای شهری ورودی
- ۴- ترکیب ورودی با کارکردها و عناصر سبک شهری جهت خلق فضای شهری پویا در پیرامون ایستگاه
- ۵- تبدیل ورودی ایستگاه به نقطه‌ای شاخص در نمای معبر
- ۶- ورودی‌ها باید دسترسی کم‌توانان جسمی را تامین نمایند
- ۷- طرح سایبان برای حفاظت مسافران در برابر بارش و سایه‌اندازی در فضای شهری پیرامون ورودی
- ۸- در نظر گرفتن فضای کافی در پیرامون ورودی برای مکث و انتظار مسافران و جدا شدن از جریان حرکت پیاده‌روها
- ۹- طراحی فضای سبز در مجاورت ورودی‌ها و در هماهنگی با آنها
- ۱۰- در نظر گرفتن پارکینگ دوچرخه در شهرهایی که حمل و نقل با دوچرخه بخشی از سیاست‌های حمل و نقل درون شهری آنها می‌باشد.
- ۱۱- فضای پیرامون ورودی‌ها باید عاری از عناصر زائد باشد و ارجحیت با خلق فضایی باز و بدون موانع بصری جهت تامین نظارت عمومی بر فضا می‌باشد.



- ۱- ترکیب کارکردهای عمومی با سالن بلیت نظیر فروشگاههای خرده فروشی، بانک، دفاتر اپراتور و... موجب افزایش رضایت سفر با حمل و نقل عمومی می‌شود؛ اما همواره باید در نظر داشت این کاربری‌ها کارکرد سالن بلیت را تحت شعاع خود قرار ندهد
- ۲- استفاده از نورهای سقفی بلند جهت ایجاد فضایی گشاده و دلپذیر
- ۳- تاکید بر موقعیت دروازه‌های کنترل بلیت با فرم و نورپردازی
- ۴- حداکثر استفاده از نور طبیعی در سالن بلیت
- ۵- در صورت امکان استفاده از تابلوهای تبلیغاتی با ابعاد بزرگ
- ۶- استفاده خلاقانه از مصالح جهت ایجاد معماری متنوع و جذاب
- ۷- متمایز ساختن حدود فضا و موانع احتمالی در معماری (نظیر ستون‌ها)
- ۸- پیش‌بینی تابلوهای راهنمایی و اطلاع‌رسانی به مسافران در موقعیت مناسب



۱

۲

۳

۴

۵

۶

۲۰

- ۱- بکارگیری کف‌سازی تیره جهت ایجاد کنتراست دیداری با ازاره دیوار
- ۲- اشتراک مسیرهای کابل در پشت عناصر سقف کاذب به نحوی که در زمان بهره‌برداری قابل دسترس باشد
- ۳- شاخص کردن نقاط انشعاب از راهروها با نورپردازی و فرم
- ۴- تا حد امکان استفاده از پوشش‌های مدولار در دیوار و سقف
- ۵- هماهنگی و تبعیت نحوه نورپردازی به فضا از فرم معماری راهرو
- ۶- استفاده خلاقانه از مصالح جهت ایجاد کنتراست دیداری و تنوع در فرم معماری



- ۱- ایجاد تضاد در مصالح پوشش فضای پله نسبت به فضای ماقبل و مابعد آن
- ۲- استفاده از نورپردازی جهت شاخص کردن فضای راه‌پله
- ۳- ایجاد روشنایی بیشتر در ابتدا و انتهای راه‌پله‌ها
- ۴- استفاده از تابلوهای تبلیغاتی یکپارچه در جداره مسیر



- ۱- استفاده از نورهای مخفی جهت روشنایی دیوار
- ۲- استفاده منظم و یکسان از تابلوهای راهنمایی و تبلیغاتی در تمام سکوهای یک خط
- ۳- نصب تابلوهای راهنمایی در مجاورت ورودی و خروجی سکو
- ۴- بکارگیری کف‌سازی عمومی تیره و ایجاد تضاد در لبه‌های فضا با استفاده از مصالح روشن در حدود فضایی سکو
- ۵- شاخص کردن لبه سکو با نورپردازی خطی در لبه سکو
- ۶- شاخص کردن ورودی‌ها و خروجی‌های سکو با فرم معماری و نورپردازی
- ۷- طراحی ساختار فضایی سکو در جهت توزیع یکنواخت مسافران در طول سکو با توزیع ورودی‌ها در طول سکو و ایجاد انگیزه برای حرکت در امتداد سکو با نصب تابلوهای راهنمایی و هنری در طول سکو



- ۱- بکارگیری کف‌سازی عمومی تیره و ایجاد تضاد در لبه‌های فضا با استفاده از مصالح روشن در حدود فضایی سکو
- ۲- استفاده از نورهای مخفی جهت روشنایی دیوار
- ۳- متمایز ساختن لبه‌های سکو با کف‌سازی و نورپردازی
- ۴- امتداد سایبان تا لبه سکو
- ۵- نصب تابلوهای تبلیغاتی و راهنمایی در تمام طول سکو و براساس ریتم و برنامه مشخص در تمام ایستگاه‌ها



چکیده

یک خاک ایده‌آل برای ماشین EPB-TBM، حاکی است که پس از ورود به اتاقک حفاری، تبدیل به یک ماده پلاستیک و خمیری با قابلیت اعمال فشار به جبهه‌کار باشد. بدیهی است که یک خاک واقعی در طبیعت به ندرت دارای چنین ویژگی‌هایی می‌باشد؛ بنابراین همیشه سعی می‌شود با تزریق فوم به مصالح، حاکی با خصوصیات مذکور را بدست آورد. در تونل‌سازی مکانیزه رفتار خاک عمل‌آوری شده با آزمایش اسلامپ ارزیابی می‌شود. هدف اصلی این مقاله معرفی دستگاه تولید فوم حفاری در مقیاس آزمایشگاه جهت برآورد پارامترهای عمل‌آوری مصالح حفاری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عمل‌آوری، EPB-TBM، پارامترهای عمل‌آوری، فوم.

۱- مقدمه

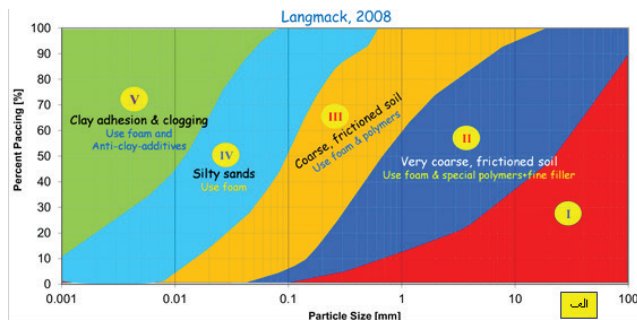
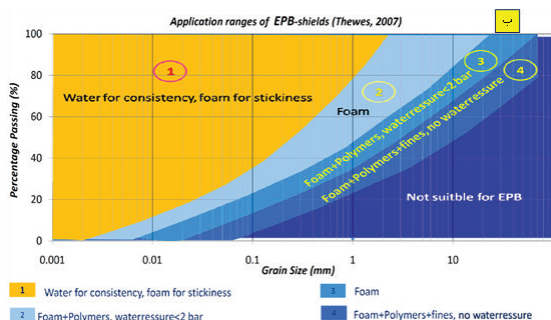
به‌طور کلی به منظور حفاری با ماشین‌های EPB-TBM، همواره برای کنترل مخاطرات زمین‌شناسی و همچنین داشتن یک روند عادی و نرمال در طول حفاری، لازم است تالایه‌های حاکی مسیر تونل توسط مواد افزودنی (فوم، پلیمر، بنتونیت و غیره) عمل‌آوری شود. علت این امر آن است که یک خاک ایده‌آل برای ماشین EPB-TBM، حاکی است که پس از ورود به چمبر تبدیل به یک ماده پلاستیک و خمیری با قابلیت اعمال فشار به جبهه‌کار، نفوذپذیری کم برای جلوگیری از زهکش شدن آب زیرزمینی و آب بند کردن آن، خاصیت کم چسبناکی جهت عدم انسداد کاترهد و عدم افزایش در مقدار گشتاور ماشین باشد. یک خاک واقعی در طبیعت به ندرت دارای چنین ویژگی‌هایی می‌باشد؛ بنابراین برای متناسب کردن آن جهت استفاده از ماشین EPB-TBM و همچنین کنترل مخاطرات زمین باید موادی جهت عمل‌آوری خاک به آن افزوده شود. تعیین نوع مواد افزودنی و همچنین برآورد مقدار فاکتورهای مهم عمل‌آوری همواره یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های طراحان و سازندگان تونل‌های مکانیزه در زمین‌های حاکی و نرم بوده که در مقاله حاضر به معرفی دستگاه تولید فوم در مقیاس آزمایشگاه جهت برآورد پارامترهای عمل‌آوری مصالح حفاری پرداخته شده است.

۲- عمل‌آوری مصالح در حفاری مکانیزه

کارپذیری مناسب برای ماشین‌های EPB-TBM زمانی ایجاد می‌شود که خاک جمع شده در اتاقک حفاری به یک ماده همگن، پلاستیک و خمیری تبدیل شود. چنین حاکی قابلیت اعمال فشار به جبهه‌کار و انتقال مصالح از طریق نقاله ماریپچ (اسکرو) را دارد. در این راستا، در حفاری با ماشین‌های EPB-TBM همیشه سعی می‌شود با تزریق مواد افزودنی مانند فوم‌ها و پلیمرها به مصالح موجود در اتاقک حفاری، کارپذیری مناسبی ایجاد کرد که به مجموعه این اقدامات، عملیات عمل‌آوری گفته می‌شود. به‌طور کلی فوم از سه بخش عامل کف‌ساز، آب و هوا تشکیل می‌شود. عمده‌ترین پارامترهای مورد استفاده در مبحث عمل‌آوری، سه پارامتر غلظت ماده کف‌ساز (Cf)، نسبت انبساط فوم (FER) و نرخ تزریق فوم (FIR) می‌باشد. غلظت ماده کف‌ساز، نشان‌دهنده مقدار کف‌ساز در محلول فوم می‌باشد و معمولاً مقداری بین ۵٪ تا ۵ درصد دارد. مقدار هوا و غلظت محلول فوم توسط پارامتری به نام "نسبت انبساط فوم" بیان می‌گردد که بر اساس نسبت حجم فوم به حجم مایع تعیین می‌شود، مقدار آن به‌طور معمول بین ۵ تا ۳۰ می‌باشد. مقدار فوم تزریق شده در خاک نیز با پارامتر نسبت تزریق فوم بیان می‌شود که نشان‌دهنده حجم فوم استفاده شده در یک مترمکعب خاک می‌باشد.

برآورد مقدار فاکتورهای مهم عمل‌آوری از قبیل غلظت ماده کف‌ساز، نسبت انبساط فوم و نسبت تزریق فوم، همواره یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های طراحان و سازندگان تونل‌های مکانیزه در زمین‌های نرم می‌باشد. به عبارت دیگر باید در زمان طراحی و ساخت تونل مشخص شود که برای هر واحد حاکی دربرگیرنده تونل چه نوع افزودنی و به چه مقدار نیاز است. با این وجود برای تعیین نوع ماده افزودنی و برآورد فاکتورهای عمل‌آوری خاک، چند روش مختلف به شرح ذیل وجود دارد:

- پیشنهاد نوع و فاکتورهای مواد افزودنی بر اساس منحنی‌های دانه‌بندی (شکل ۱)؛
- برآورد فاکتورها براساس جداول استاندارد و راهنما که توسط انجمن‌ها و محققین معتبر پیشنهاد شده‌اند (شکل ۲)؛
- برآورد فاکتورها بر اساس روابط تجربی موجود که در پروژه‌های تونل‌سازی توسعه یافته‌اند.



شکل ۱- پیشنهاد نوع ماده افزودنی بر اساس منحنی دانه‌بندی: الف (Langmack 2008) و ب (Thewes 2007)

Soil	Foam types			FIR	Polymer additives
	A	B	C		
Clay	●			30-80	Anti clogging polymer
Sandy clay - silt	●	●		40-60	Anti clogging polymer
Sand - clayey silt		●		20-40	Polymer for consistency control
Sand		●	●	30-40	Polymer for cohesiveness and consistency control
Clayey gravels			●	25-50	Polymer for cohesiveness and consistency control
Sandy gravels			●	30-60	Polymer for cohesiveness and consistency control

شکل ۲- راهنمای برآورد پارامترهای عمل‌آوری - توصیه انجمن EFNARC

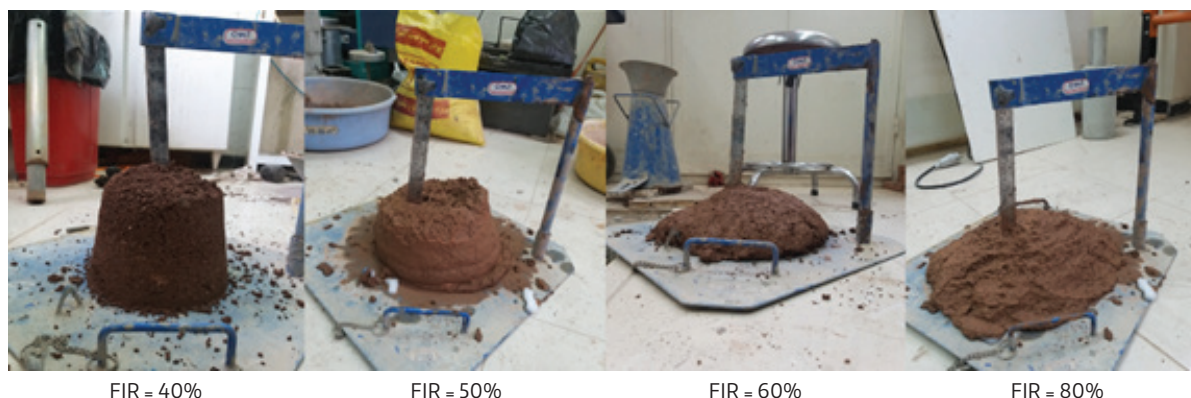
۳- ساخت دستگاه تولید فوم حفاری

به‌طور کلی یکی از روش‌های تعیین نوع ماده افزودنی و تعیین پارامترهای عمل‌آوری مصالح، استفاده از آزمون‌های آزمایشگاهی می‌باشد. در مطالعات آزمایشگاهی عملکرد و رفتار خاک عمل‌آوری شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد؛ ولی تحقیقات بسیار اندکی در این زمینه انجام شده است. در اغلب مواقع، انتخاب پارامترهای عمل‌آوری و کنترل آنها، در حین حفاری و بر اساس آزمون‌های سعی و خطا انجام می‌شود. ولی با این وجود، یکسری آزمایشات آزمایشگاهی با توجه به میزان رطوبت و مقدار پارامترهای عمل‌آوری، به منظور کاهش و خلاصه‌سازی اقدامات سعی و خطایی که در ابتدای حفاری در کارگاه رخ می‌دهد، توسعه یافته‌اند. این آزمون‌ها باید قادر باشند تا یک مقایسه آسان بین افزودنی‌های در دسترس در بازار، همچنین تعریف مقدار صحیح عوامل به‌ساز و کنترل آسان کیفیت عمل‌آوری در حین حفاری فراهم نمایند. تمام تحقیقاتی که در چند سال اخیر انجام شده، نشان داده است که آزمایش مخروط اسلامپ می‌تواند به عنوان یک شاخص مناسب برای ارزیابی کارکرد عملی خاک‌های عمل‌آوری شده محسوب گردد. در این راستا در مطالعه اقدام به طراحی و ساخت دستگاه تولید فوم حفاری در مقیاس آزمایشگاه شده است. شکل (۳) نمایی از دستگاه ساخته شده را ارائه می‌دهد.



شکل ۳- دستگاه تولید فوم حفاری در مقیاس آزمایشگاه

همانطور که بیان شد، یکی از راه‌های کنترل عمل‌آوری مناسب خاک، آزمایش اسلامپ می‌باشد. مقادیر اسلامپ در پروژه‌های مختلف، متفاوت است. با این وجود تحقیقاتی که در سال‌های اخیر بر روی کارپذیری مصالح حفاری شده انجام شده است، حاکی از مقدار مناسب ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری برای اسلامپ می‌باشد. به همین خاطر بایستی در طول پروژه با انجام آزمایش به‌وسیله دستگاه تولید فوم حفاری، مقدار بهینه برای تمامی واحدهای زمین‌شناسی تعیین شود. شکل (۴) نمونه‌ای از انجام آزمایش اسلامپ را نشان می‌دهد. همچنین در شکل (۵) نیز مراحل تصویری انجام آزمایش کارپذیری مصالح و اندازه‌گیری مقدار اسلامپ نمونه خاکی ارائه شده است. در شکل (۶) نیز مصالح عمل‌آوری شده بر روی نوار نقاله ارائه شده است.



شکل ۴- انجام آزمایش اسلامپ بر روی مصالح عمل‌آوری شده



شکل ۵- مراحل انجام آزمایش عمل‌آوری مصالح



شکل ۶- مصالح عمل‌آوری شده بر روی نوار نقاله

۴- نتیجه‌گیری

کارپذیری مناسب برای ماشین‌های EPB-TBM زمانی ایجاد می‌شود که مصالح داخل اتاقک حفاری به ماده‌ای همگن، پلاستیک و خمیری تبدیل شود و این مهم جز با تدقیق و اعمال صحیح پارامترهای عمل‌آوری مصالح حاصل نخواهد شد. در مقاله حاضر روش‌های برآورد پارامترهای عمل‌آوری مصالح ارائه گردید و نشان داده شد که علاوه بر امکان استفاده از راهکارهای تجربی موجود، می‌توان با ساخت دستگاه تولید فوم در مقیاس آزمایشگاه پارامترهای عمل‌آوری را متناسب با نوع خاک‌های دربرگیرنده مسیر حفاری تدقیق و برآورد کرد.

- [1]-Thewes, M.; Budach, C.; Galli, M.; "Laboratory tests with various conditioned soils for tunnelling with earth pressure balance shield machines". Tunnel 6, 2010.
- [2]-Alavi Gharahbagh, E., Rostami, J., Talebi, K., Ibarra, J., "Experimental and practical study of impact of soil conditioning on soil abrasion and cutter wear of EPB TBMs". In: RETC Conference June 23-26, Washington, DC, 2013.
- [3]-Peron, J. Y., Marcheselli, P.; "Construction of the 'Passante Ferroviario' link in Milan". Italy. Lots 3P, 5P, and 6P: Excavation by large EPBS with chemical foam injection: Tunnelling '94: IMM, Chapman & Hall, London, United Kingdom, 1994.
- [4]-EFNARC, "Specification and Guidelines for the Use of Specialist Products for Mechanized tunneling (TBM) in Soft Ground and Hard Rock", April, 2005.
- [5]-Thewes M.; "TBM tunneling challenges-redefining", the state of the art, ITA-AITES WTC, PRAGUE, 2007.
- [6]-Langmaack L.; "Chances & limits of soil conditioning", BASF construction chemical, UGC underground construction group, 2008.



معرفی نرم افزار SES و شناخت قابلیت ها و نقاط ضعف در انجام شبیه سازی تک بعدی تهویه تونل در پروژه های زیرزمینی با بهره برداری برقی در تونل دکتر سید حسام موسوی / مهندس علیرضا زمانی

هدف از بکارگیری سیستم تهویه برای فضای عمومی ایستگاه ها و تونل ها ایجاد شرایط محیطی قابل قبول است. همانگونه که از عبارت "شرایط محیطی" پیداست، فضای حضور انسان ها و تجهیزات به عنوان مقصد نهایی طراحی دربردارنده شرایط گوناگونی است که در تماس با محیط تجربه می نمایند؛ لذا برای ایجاد شرایط محیطی قابل قبول بایستی در ابتدا کلیه مولفه های اثرگذار بر روی فضا را شناخت و با مشخص نمودن محدوده آسایش، اقدامات لازم را جهت ایجاد شرایط مناسب محیطی فراهم نمود. به طور مثال دما یکی از مهمترین مولفه های اثرگذار محیطی می باشد و محدوده آسایش از جنبه دما به شرایطی گفته می شود که در آن افراد احساس گرما یا سرما را خارج از محدوده آسایش را نداشته باشند.

با بررسی استانداردهای ASHRAE¹ و CIBSE، مولفه های اثرگذار در طراحی سیستم تهویه را شامل موارد به شرح ذیل می توان در نظر گرفت:

- دما،
- رطوبت،
- میزان تعویض هوا،
- کیفیت هوا،
- سرعت هوا،
- تغییرات فشار هوا،
- سطح صدا،
- الکتریسیته ساکن،
- وجود یون های منفی.

برای مشخص نمودن شرایط محیطی مطلوب و انتخاب پارامترهای طراحی، در ابتدا بایستی مقاصد طراحی را شناخت. به طور مثال برای طراحی سیستم تهویه فضای فنی نصب تجهیزات، اولویت با زدودن گرمای ناشی از کارکرد تجهیزات بوده و لذا بررسی تغییرات فشار هوا یا بررسی سرعت حرکت هوا در مقایسه با مولفه دمای هوا، فاقد اهمیت ویژه ای می باشد و در نقطه مقابل کارکرد سیستم تهویه برای فضاهای با تراکم بالای نفرات، علاوه بر تأمین آسایش حرارتی بایستی شامل ایجاد جریان هوا به منظور جلوگیری از بروز تنش موضعی حرارتی در نقاط کور از منظر تهویه نیز باشد.

از نقطه نظر طراحی سیستم تهویه، ویژگی منحصر به فرد فضاهای عمومی ایستگاه های زیرزمینی و تونل ها، ماهیت دینامیکی و گذرای آنهاست. گذر حجم نسبتاً بالای هوا از این فضاها به سبب عبور قطار در تونل و عدم حضور دائمی افراد در این محیط سبب می گردد طراحی سیستم تهویه تا حد ممکن بتواند بر مبنای مصرف بهینه انرژی انجام پذیرد.

حرکت قطار در تونل مشابه حرکت پیستون در یک سیلندر است، یعنی دماغه قطار، هوای موجود در فضای محیط پیش روی قطار را به سمت جلو به حرکت درآورده و متناظراً انتهای قطار نیز با ایجاد مکش نسبی، هوای قسمت پشت سر قطار را در جهت حرکت قطار به گردش درمی آورد. این اثر پیستونی در تونل های تک و با یک مسیر ریلی، به جهت عدم تردد قطار از سمت مقابل و تقارب بیشتر قطر هیدرولیکی تونل و قطار بیشتر نمایان می گردد.

با توجه به مقدار چشمگیر تولید حرارت توسط قطار بایستی تا حد امکان از ورود گرمای تولید شده در تونل به ایستگاه جلوگیری نموده و لذا مفهوم "شرایط آسایش" در محیط ایستگاه تا حد کمتری متاثر از تونل مجاور آن گردد. با بررسی عوامل اثرگذار بر شرایط محیطی در یک فضای قطارشهری زیرزمینی، می توان دریافت دما، رطوبت، سطح صدای ناشی از کارکرد تجهیزات، تغییرات فشار و سرعت هوا مهمترین عوامل موثر در شرایط محیطی در طراحی می باشند. به دلیل حجم بالای تعویض هوا، از بررسی کیفیت هوا در محیط عمدتاً صرف نظر گردیده و همچنین بدلیل ماهیت گذرا و موقت حضور انسان ها، بررسی سایر مولفه ها نظیر الکتریسیته ساکن نیز مد نظر طراحی قرار نمی گیرد. کارکردهای امکان پذیر بهره برداری در یک پروژه ریلی از منظر طراحی سیستم تهویه عبارتند از بهره برداری نرمال در فصول متفاوت سال و ساعت های مختلف روز که به نوبه خود در طراحی سیستم تهویه بایستی در نظر گرفته شوند، بهره برداری در حالت اضطرار ناشی از انسداد مسیر ریلی در اثر خرابی قطار در تونل که منجر به افزایش منابع تولید حرارت در یک منطقه محدود از تونل در مدت زمانی محدود صورت می پذیرد و همچنین حریق قطار در تونل، آخرین معیار طراحی خواهد بود.

عمده مولفه‌های اثر گذار در طراحی سیستم تهویه نیز شامل شرایط اقلیمی، هندسه مسیر و ایستگاه‌ها و منابع تولید حرارت بوده که هر یک به نوبه خود الزاماتی را به طراحی سیستم تهویه تحمیل می‌نمایند.



شکل ۱- دیاگرام مراحل طراحی

با توجه به موارد گفته شده و در نظرگیری حرکت متناوب قطارها به عنوان منبع اصلی تولید حرارت، امکان طراحی و ارزیابی یک سیستم تهویه مناسب و با صرفه اقتصادی برای یک ایستگاه زیرزمینی به صورت انجام محاسبات دستی وجود نداشته و لذا بایستی از نرم‌افزارهای مدل‌سازی در این زمینه بهره جست. عملکرد موفقیت‌آمیز مدل‌های کامپیوتری نشان داده است که شبیه‌سازی جریان هوای ناپایدار و منابع تولید حرارت با شیوه آونگی و نوسانی در یک خط قطار شهری امکان‌پذیر بوده و لذا امکان استفاده از مدل‌سازی کامپیوتری را به عنوان ابزار طراحی برای کنترل محیط مترو ایجاد می‌کند. در شبیه‌سازی کامپیوتری مربوط به فرایند طراحی سیستم تهویه، به طور معمول از مدل‌های یک‌بعدی و سه‌بعدی استفاده می‌گردد. مدل‌سازی یک‌بعدی تأثیرات ایرودینامیکی و ترمودینامیکی شبکه تونل‌ها، شفت‌ها و ایستگاه‌ها را در شرایط حرکت عادی قطارها در زمان‌های پیک و آف‌پیک بهره‌برداری و به لحاظ نمودن اثرات پیستونی قطار و تبادلات حرارتی به اتمسفر از طریق شفت‌های تهویه و دیواره‌های تونل و همچنین پیش‌بینی سناریوهای اضطراری آتش‌سوزی قطار در شرایط مختلف را در نظر می‌گیرد.

در مدل‌سازی یک‌بعدی، نرخ جریان هوا در اثر عملکرد یک یا چند فن در ایستگاه‌ها و شفت‌های میان‌تونلی قابل بررسی است و لذا امکان چاره‌اندیشی سناریوهای خرابی یک سامانه تهویه یا تغییر تعداد یونیت‌های تهویه بوسیله طراح در فرایند ارزیابی سیستم بهینه، در نرم‌افزار فراهم آمده است. از جمله نرم‌افزارهای شبیه‌سازی یک‌بعدی موجود می‌توان از SES، ThermoTun و IDA Tunnel نام برد. یکی از نرم‌افزارهای پرکاربرد در این زمینه، SES (Subway Environment Simulation) می‌باشد که امکان طراحی و ارزیابی شرایط محیطی در خطوط قطارشهری زیرزمینی را میسر ساخته و به طور قابل توجهی در طراحی سیستم تهویه خطوط قطارشهری در اغلب پروژه‌های ریلی زیرزمینی با بهره‌برداری از قطار برقی به کار گرفته شده است.

در این نرم‌افزار، داده‌های مربوط به دما و رطوبت هوای بیرون، اطلاعات مربوط به مشخصات قطار و مسیر و همچنین داده‌های ایرودینامیکی (از جمله اطلاعات فن‌ها و شفت‌های تهویه) به عنوان اطلاعات ورودی در نظر گرفته شده و گرمای تولید شده و اثرات چاه حرارتی زمین اطراف، سیستم‌های تهویه مطبوع و تبادل هوا و حرارت بین تونل و هوای آزاد پیش‌بینی می‌گردد و لذا نتایج نهایی اطلاعاتی شامل دما، رطوبت و سرعت هوا را به عنوان خروجی استراتژی تهویه اتخاذ شده در سراسر سیستم نشان می‌دهد.

برنامه SES شامل چهار توالی محاسباتی وابسته به یکدیگر است:

- مازول عملکرد قطار،
- مازول ایرودینامیک،
- مازول دما/رطوبت،
- مازول کنترل محیطی و چاه حرارتی.

علاوه بر این، نرم افزار امکان شبیه سازی اثرات ایرودینامیکی و ترمودینامیکی حریق را نیز فراهم می آورد. این زیربرنامه ها از مجموعه ای مشترک از پارامترهای توصیفی سیستم در تعامل با یکدیگر استفاده کرده و به طور پیوسته نتایج شبیه سازی پدیده های دینامیکی را ارائه می دهد که بر کیفیت محیط خط ریلی زیرزمینی حاکم است. مازول عملکرد قطار مواردی نظیر سرعت، شتاب، موقعیت و دفع گرمای قطارهای حاضر در مسیر را به صورت پیوسته تعیین می کند. زیربرنامه ایرودینامیکی از پارامترهای محاسبه شده ناوگان، همراه با آرایش هندسی سیستم و داده های عملکرد تهویه، برای محاسبه پیوسته مقادیر سرعت هوا در ایستگاه ها، تونل ها و شفت های تهویه استفاده می نماید. به نوبه خود زیربرنامه دما/رطوبت از پارامترهای محاسبه شده جریان هوا همراه با داده های انتشار گرمای تولید شده ناوگان (در زیربرنامه عملکرد قطار) برای محاسبه توزیع همرفتی گرمای محسوس و نهان در سراسر سیستم استفاده می کند.

بنابراین نرم افزار قادر به تعیین مداوم دما و رطوبت در همه موقعیت ها است. در نهایت، از سرعت های هوای محاسبه شده در زیربرنامه ایرودینامیکی توسط زیربرنامه عملکرد قطار برای تعیین جریان هوا در مجاورت قطارها استفاده می شود که می تواند ابزاری برای محاسبه درگ ایرودینامیکی ناوگان را فراهم نماید.

داده های تهویه و بار حرارتی برآورد شده در این زیربرنامه ها، همراه با اطلاعات تغییرات روزانه و سالانه دمای محیط بیرونی، توسط زیربرنامه کنترل محیطی و چاه حرارتی برای محاسبه تبادلات گرمایی بلند مدت بین هوای خطوط ریلی زیرزمینی و سازه و خاک اطراف تونل و همچنین در تعیین ظرفیت های گرمایش یا سرمایش مورد نیاز برای برآورد شرایط طراحی استفاده می گردد.

در نرم افزار SES، هندسه مسیر به بخش های زیر تقسیم بندی می گردد:

۱- سکشن ها که جریان هوا در آن ها بایستی یکنواخت باشد،

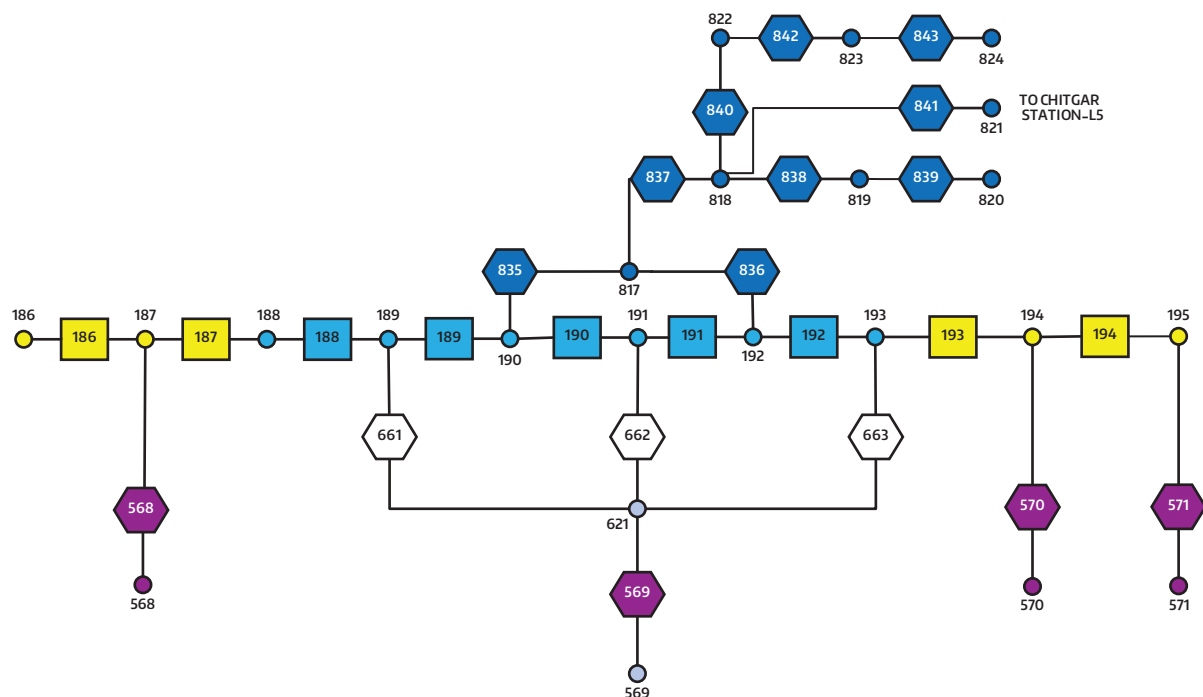
۲- گره هایی که نشان دهنده نقاط اتصال سکشن ها هستند،

۳- سگمنت ها که ویژگی های هندسی یکنواخت دارند (و در نتیجه سرعت هوای یکنواخت دارند)،

۴- زیرسگمنت ها که زیرمجموعه سگمنت ها بوده و فرض می شود شرایط دمایی و رطوبت یکنواختی دارند.

این چهار ویژگی هندسی (سکشن ها، گره ها، سگمنت ها و زیرسگمنت ها)، ارکان اصلی سیستم شبیه سازی شده یک خط ریلی زیرزمینی با عبور قطارهای الکتریکی می باشند.

شکل (۲)، نمونه ای از مدل سازی یک بُعدی یک قسمت از مسیر زیرزمینی را نشان می دهد.



شکل ۲- نمونه ای از مدل سازی یک بُعدی یک قسمت از مسیر زیرزمینی

در فرایند طراحی سیستم تهویه تونل، از شبیه سازی یک بُعدی جریان، جهت محاسبه ظرفیت و ارائه طرح کلی سیستم تهویه به منظور کارکرد در شرایط معمول، ازدحام و اضطراب ناشی از حریق استفاده می شود. در نقطه مقابل شبیه سازی سه بُعدی غالباً به منظور ارزیابی بررسی کارایی سیستم در موقعیت هایی که توسط طراح به عنوان نقاط بحرانی شناخته شده اند و اعتباربخشی به طراحی، استفاده می شود. لازم به توضیح است که به طور مثال بدلیل شبیه سازی مسیر حرکت قطار به صورت یک بُعدی امکان تحلیل شکل جریان گذرای هوا در تقاطع ها و همچنین در همسایگی آتش وجود نداشته و لذا برای بررسی دقیق نیاز به انجام شبیه سازی سه بُعدی جهت بررسی این مهم می باشد. با تولید مدل یک بُعدی در نرم افزار SES و ارائه اطلاعات ورودی صحیح در نرم افزار می توان کلیه سناریوهای مختلف امکان پذیر تهویه را بررسی نموده و لذا امکان ارزیابی حذف شفت های میان تونلی، ضرورت استفاده از سیستم تهویه تبخیری برای سامانه های تهویه تونلی وجود خواهد داشت.

شاید بتوان گفت مهمترین مزیت استفاده از نرم افزار SES، تقسیم بندی مسیر ریلی به اجزای کوچکتر به نام سکشن بوده که این روش تقسیم بندی امکان ارزیابی و تحلیل این بخش های کوچک را از جنبه های ایرو دینامیکی و ترمودینامیکی میسر می سازد و لذا می توان به صورت مورد به مورد اثرات استفاده از انواع روش های مختلف سیستم تهویه را برای هر بخش، مورد بررسی قرار داده و گزینه ارجح را انتخاب نمود.

خروجی نرم افزار SES اطلاعات مورد نیاز برای بررسی شرایط طراحی، شامل دما، رطوبت، سرعت و جهت حرکت جریان هوا و همچنین گذر حجمی هوا را برای هر سکمنت از مسیرهای تونل و شفت های هوا در اختیار کاربر قرار داده و لذا با تغییر مشخصات تجهیزات از جمله فن ها، بکارگیری یا عدم بکارگیری سیستم تهویه مطبوع، اثر وجود شفت های میان تونلی و همچنین نرخ آزاد شدن گرما از منابع تولید حرارت را به تفکیک مورد ارزیابی قرار می دهد. جدول (۱) یک نمونه از خروجی نرم افزار SES برای شبیه سازی نرمال یک سکمنت از خط ریلی را به نمایش گذاشته است. همانگونه که مشاهده می شود، برای یک بازه زمانی از شبیه سازی، حجم زیادی از اطلاعات لازم برای طراحی توسط نرم افزار ارائه شده است که بایستی در مرحله بعدی بوسیله طراح مورد ارزیابی قرار گیرد.

LENGTH AREA	77.0 FT 788.8 SQ FT	SYSTEM PARTITIONING	M A X I M U M		M I N I M U M		A V E R A G E	
			VALUE	TIME	VALUE	TIME	VALUE	
							POSITIVE	NEGATIVE
AIR FLOW RATE	(CFM)	81 - 81	209278.	1328.6	-5775.	1304.1	96366.	-144.
AIR VELOCITY	(FPM)	81 - 81	265.	1328.6	-7.	1304.1	122.	0.
AIR FLOW DIRECTION	(PERCENT)	81 - 81					96.8	3.2
DRY-BULB TEMPERATURE	(DEG F)	81 - 81 - 1	96.7	1311.6	86.8	1254.4	90.9	94.9
RELATIVE HUMIDITY	(PERCENT)	81 - 81 - 1	67.7	1253.5	58.4	1313.2	63.6	

جدول ۱- نمونه خروجی نرم افزار SES

مهمترین مزیت استفاده از نرم افزار SES عبارت است از:

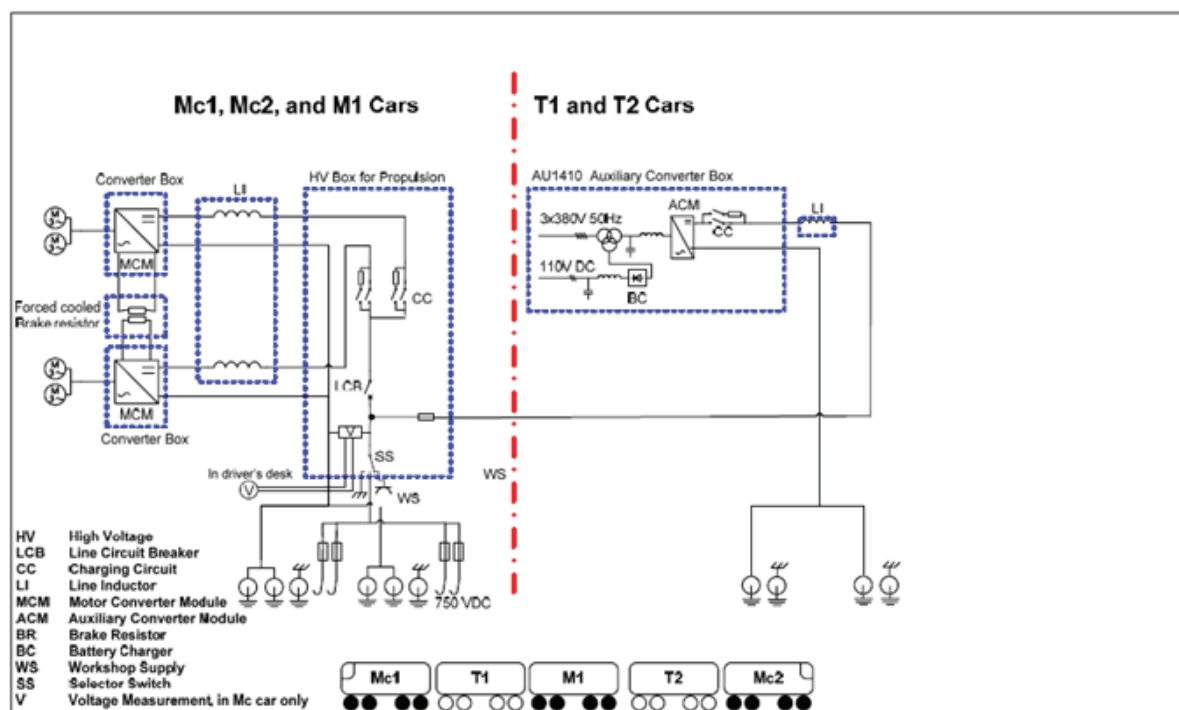
- شبیه سازی ترمودینامیکی و ایرو دینامیکی هر بخش از مسیر ریلی طی ساعات مختلف روز و فصول مختلف سال،
 - بررسی اثرات کاهش یا حذف شفت های میان تونلی،
 - بررسی ضرورت استفاده از تهویه تبخیری و یا تبریدی برای ایستگاه ها و تونل،
 - بررسی تغییرات مولفه های طراحی طی ساعات مختلف بهره برداری،
 - بررسی کارکردهای مختلف تهویه در شرایط بهره برداری معمول یا اضطراب.
- همچنین نواقص یا محدودیت های بکارگیری نرم افزار SES نیز عبارتند از:
- محدودیت در تعداد ورود اطلاعات،
 - عدم امکان تعریف موتور جریان متناوب قطار (AC) در نرم افزار،
 - عدم امکان بررسی اثر استفاده از درب های محافظ سکو (PSD)،
 - مشکل در ویرایش اطلاعات وارد شده و اضافه نمودن سکشن پس از ورود اطلاعات اولیه،
 - عدم امکان بررسی کیفیت هوا با در نظرگیری پارامترهایی نظیر گاز دی اکسید کربن.

محدودیت در تعداد ورود اطلاعات به نرم افزار SES بدلیل ساختار نرم افزار بر پایه زبان برنامه نویسی فترن می باشد که محدودیت های خود را به شبیه سازی یک بُعدی سیستم تهویه اعمال می نماید؛ بخشی از این محدودیت ها عبارت است از:

• $999 \leq \text{تعداد سکشن ها}$ <

• $999 \leq \text{تعداد ندها}$ <

همچنین موتور قطارهای فعلی عمدتاً بر پایه موتورهای جریان متناوب (AC) بوده که کنترل آن بوسیله درایوهای کنترل فرکانسی (VVVF) در ماژول MCM قطار انجام می پذیرد که امکان ورود اطلاعات آن به نرم افزار به صورت مستقیم وجود ندارد. شکل (۳) شماتیک برق رسانی به موتورهای رانش یک سری از قطارهای مورد استفاده در خطوط قطار شهری کشور را نمایش می دهد.



شکل ۳- طرح الکتریکال نمونه قطار پنج واگنه با سه واگن موتوردار

یکی دیگر از محدودیت های قابل توجه در بکارگیری نرم افزار SES، مربوط به ارزیابی درب های محافظ سکو (PSD) می باشد که استفاده از آن مانع از ورود گرمای تولید شده در محیط تونل به فضای ایستگاه می گردد. از دیگر کاستی های نرم افزار SES می توان به عدم امکان بررسی کیفیت هوا بخصوص در شرایط اضطرار ناشی از حریق قطار در تونل اشاره نمود که در خصوص گاز دی اکسید کربن، این موضوع اهمیت فراوانی دارد.

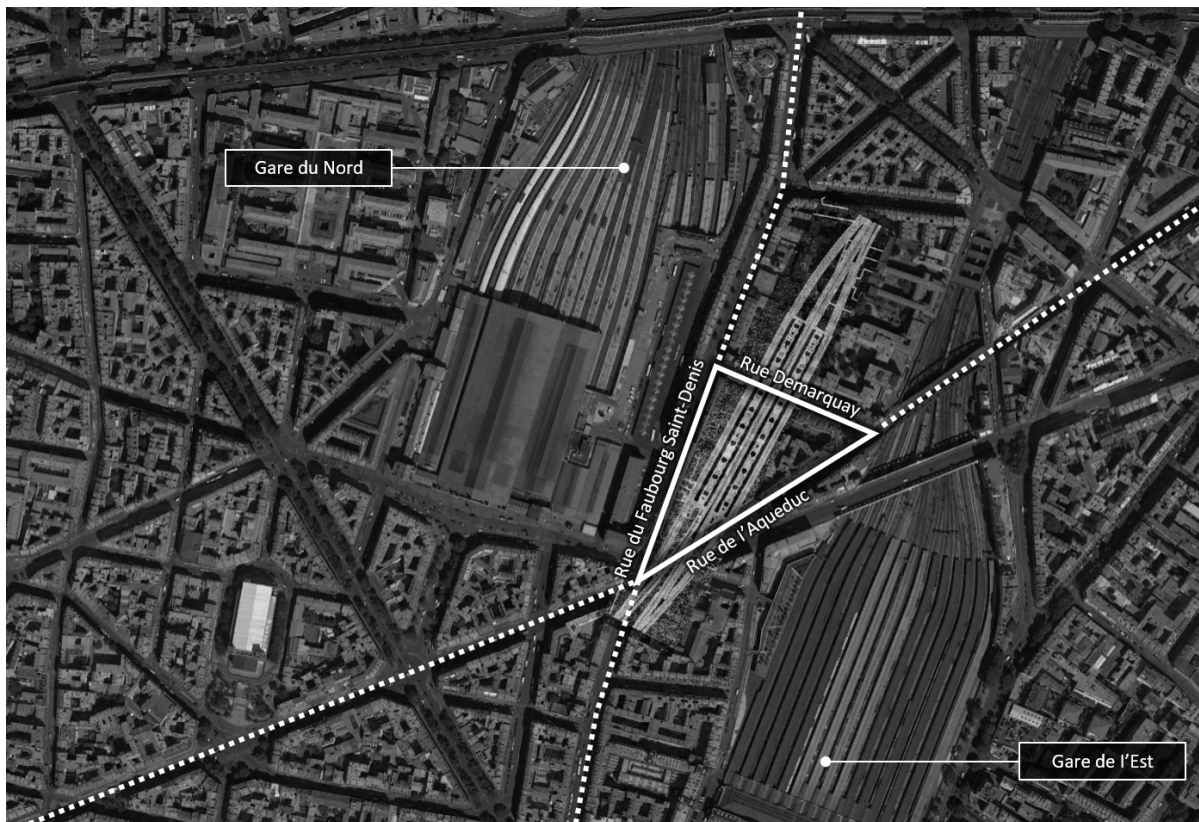
جمع بندی

شاید بتوان گفت نرم افزار SES علیرغم گذشت چند دهه از بکارگیری آن، همچنان محبوب ترین نرم افزار در شبیه سازی سیستم تهویه در تونل های زیرزمینی قطار شهری می باشد. این نرم افزار علیرغم برخی محدودیت ها همچنان کارایی خود را در فرایند طراحی سیستم تهویه تونل حفظ نموده و با وجود بروزسانی های متعدد استانداردهای مورد استناد در حوزه تهویه، از زمان ساخت نرم افزار کماکان کاربرد بسیار گسترده ای در این حوزه دارد. لیکن، به جهت مواجهه با محدودیت های نرم افزار SES از شبیه سازی سه بُعدی برای کنترل نقاط بحرانی و اعتبارسنجی طراحی استفاده می گردد.



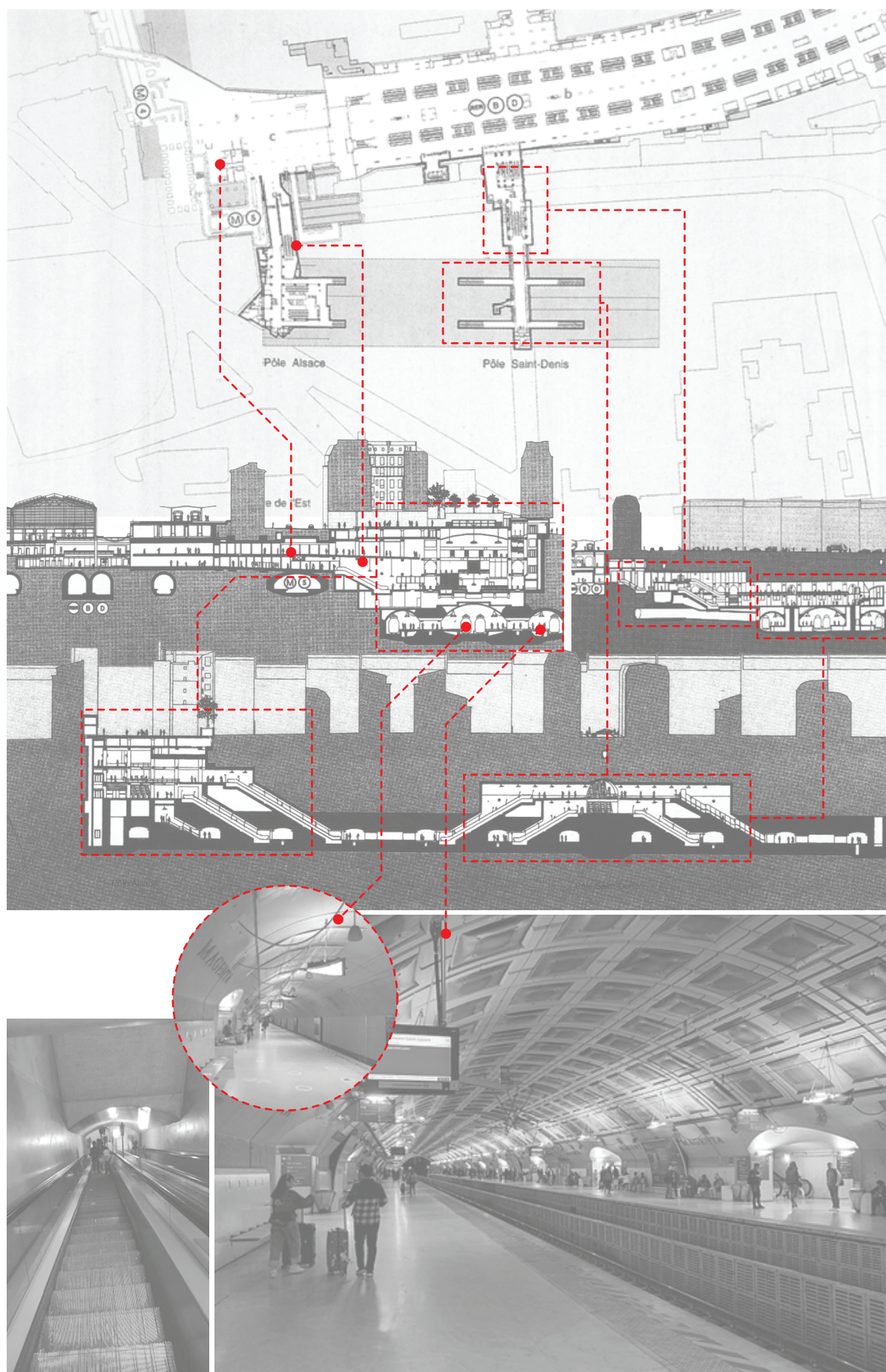
۱- ایستگاه Magenta

ایستگاه Magenta در منطقه ۱۰ پاریس و میان Gare du Nord (به معنای ایستگاه شمال) و Gare de l'Est (به معنای ایستگاه شرق)، درون یک مثلث تشکیل شده از خیابان‌های Rue de l'Aqueduc و Rue du Faubourg Saint-Denis، Rue Demarquay قرار گرفته است. بافت این منطقه غالباً مسکونی است. اما در کنار آن، فروشگاه‌های کوچک، کارگاه‌های هنری و صنایع چراغ و نورپردازی نیز دیده می‌شود.

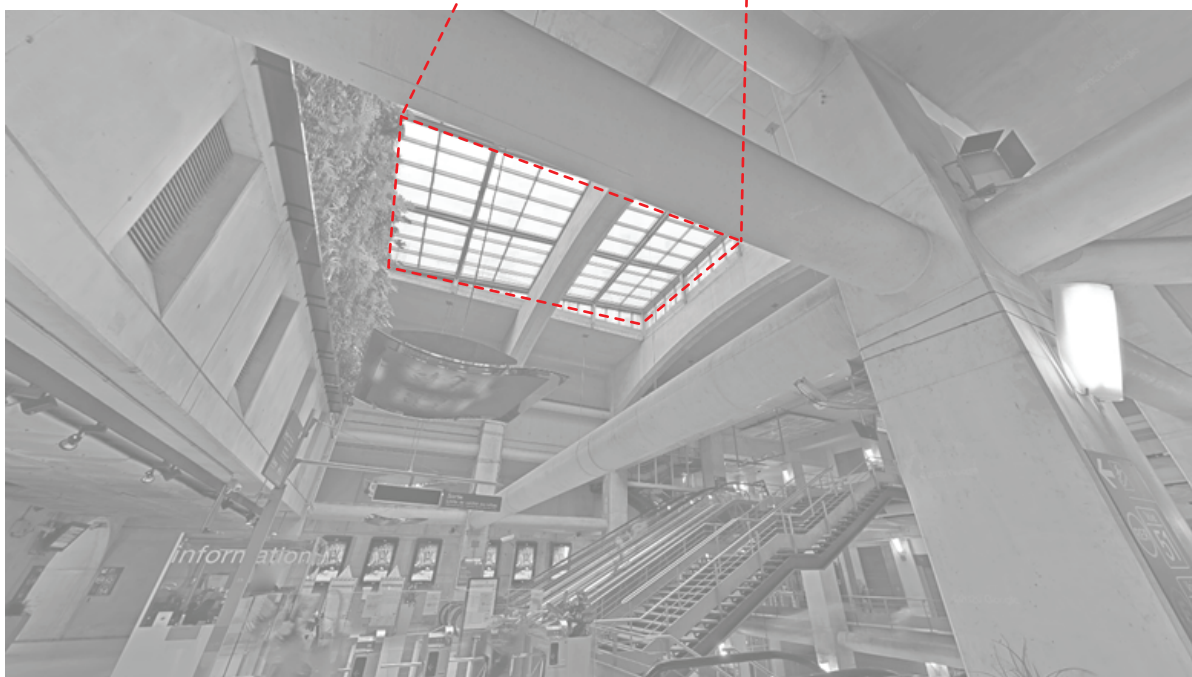


شکل ۱- نقشه جانمایی ایستگاه Magenta در کنار ایستگاه‌های Gare de l'Est و Gare du Nord

ایستگاه در راستای شمالی - جنوبی و به موازات ایستگاه Gare du Nord قرار دارد و از طریق مجموعه‌ای از تونل‌ها، سالن‌ها و پله‌های برقی به خطوط RER (خطوط ریلی حومه‌ای) و شبکه مترو می‌پیوندد. در انتهای جنوبی ایستگاه، یک مجموعه پله تندیس‌گونه، سالن فروش بلیت و سایر فضاهای جانبی آن را به تراز سکو می‌رساند. نور طبیعی روز از طریق نورگیر سقفی بالای این مجموعه پله‌ها به درون سالن نفوذ می‌کند، ساختار سازه بتنی را زنده می‌کند و فضای قهرمانانه‌ای شبیه به طرح‌های حکاکای از جیووانی باتیستا پیرانزی (شکل ۴) به وجود می‌آورد. طول سکوی این ایستگاه ۲۲۵ متر و عرض آن ۵۵ متر است. یک سازه مرکزی، دو خط ریل و سکوه‌های آن‌ها را دربرمی‌گیرد. در کنار آن، دو تک خط هرکدام در یک سازه جانبی در کنار دو خط میانی قرار دارند.



شکل ۲- پلان و مقاطع ایستگاه



شکل ۳- موقعیت نورگیر سقفی ایستگاه



شکل ۴- یک نمونه از طرح‌های حکاکی جیووانی باتیستا پیرانزی

طاق‌های منحنی، از بتن مسلح صاف تشکیل شده‌است که با پنل‌های ۱٫۴ مترمربعی فوم ملامین پوشیده شده با پارچه مصنوعی، به نوعی مثبت‌کاری شده‌اند. این پنل‌های لحاف‌پوش شده، از نظر آکوستیکی، به شدت جاذب صدا هستند و به کم کردن سروصدای ناشی از حرکت قطار کمک می‌کنند. بدنه بتنی کاملاً نمایان است. اما تغییرات قالب‌بندی (چوب، فولاد ضدزنگ و ورق پلی‌اتیلن مات)، در نهایت باعث ایجاد تنوع در بافت بتن در طول ایستگاه می‌شود. همچنین تکنیک‌های دیگری از جمله مضرس (دندانه‌دندانه) کردن محل تکیه‌گاه‌های قوس سکو، بافت و تنوع بصری بیشتری ایجاد می‌کند.



شکل ۵- سازه مرکزی ایستگاه Magenta و دو ریل میانی

در برابر جلوه سخت و زمختی که بتن در سرتاسر ایستگاه از خود به نمایش می‌گذارد، جزئیات کوچکی طراحی شده است که جرقه‌های کوچکی از رنگ و بیان به همراه دارد. صفحات شیشه‌ای خمیده به رنگ‌های قرمز، نارنجی و آبی، به عنوان پوشش، بر روی اتصالات استاندارد لوله‌های فلوئورسنت، مانند پرندگانی شگفت‌انگیز یا بادبادک‌های رنگارنگ معلق در هوا قرار گرفته است. نیمکت‌های چوبی نازک، به وسیله براکت‌های فلزی مینیمال، در جای خود محکم شده‌اند و حتی تابلوهای تبلیغاتی و تابلوهای راهنما، سطل‌های زباله، بلندگوها و... نیز در راستای حفظ سادگی و یکپارچگی فضای ایستگاه، تنها به ورق‌های فلزی نازک محدود شده‌اند.

عرشه‌های چوبی که در راهروها و پله‌ها به کار رفته‌اند، جلوه سخت بتنی سازه ایستگاه را نرم می‌کنند. دروازه‌های کنترل بلیت به شکل گردان است که به وسیله شیشه‌های مقاوم و بدون قاب، حفاظت می‌شود. نشانه‌گذاری‌ها و علائم راهنما، شفاف و خوانا و برپایه یک سیستم استاندارد است. نتیجه این توجه و دقت بالا در طراحی جزئیات، یک پیوستگی دلپذیر را به وجود می‌آورد که از حواس پرتی و گمراه‌شدن جلوگیری می‌کند و با وجود این که نگرانی از امکان فراهم آمدن سطح برای نقاشی گرافیتی روی دیوارهای بتنی وجود دارد در طرح ایستگاه، حسی انکارناپذیر از تلاش برای بهبود زندگی مردم عادی پاریس وجود دارد.



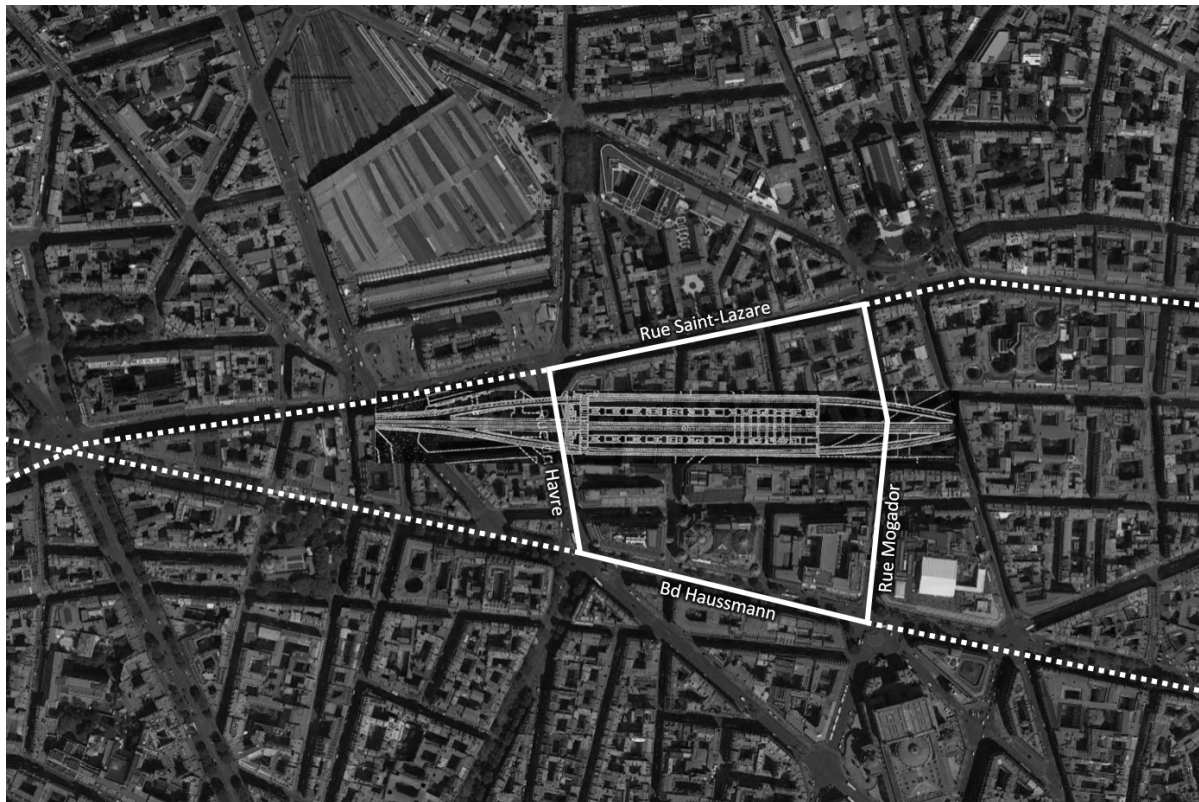
شکل ۶- پله نورگیر دسترسی به سکو و کاربرد چوب در طراحی جان پناه پله‌ها و راهروها



شکل ۷- سادگی در طراحی بدنه ایستگاه، تابلوها، سطل‌های زباله، بلندگوها و...

۲- ایستگاه Haussmann

ایستگاه Haussmann در مرکز یک منطقه مهم تجاری و فروشگاهی قرار گرفته است. فروشگاه‌های بزرگ، اپرای Garnier و ایستگاه Saint-Lazare، باعث می‌شوند تا این منطقه به فضایی اجتماعی و پویا بدل شود. ایستگاه در راستای شرقی - غربی و در میان خیابان‌های Rue Saint-Lazare، Rue du Havre، Rue Mogador و بلوار Haussmann قرار گرفته است. این ایستگاه به مثابه دروازه‌ای جدید در این منطقه است و شبکه پیچیده‌ای از تونل‌ها به همراه خطوط مترو و ایستگاه Saint-Lazare، به آن متصل می‌شوند. برخلاف ورودی‌ها و خروجی‌های اضطراری دیگری که معمولاً مستقیماً به خیابان راه پیدا می‌کنند، بسیاری از ورودی‌ها و بازشوهای ایستگاه جدید خط E، در هماهنگی با نمای ساختمان‌های موجود قرار دارند. ورودی‌ها از پنل‌های بزرگ با روکش چوبی تشکیل شده‌اند که مانند درهای پارکینگ، از میانه در، تا خورده و به سایه‌بان تبدیل می‌شوند.

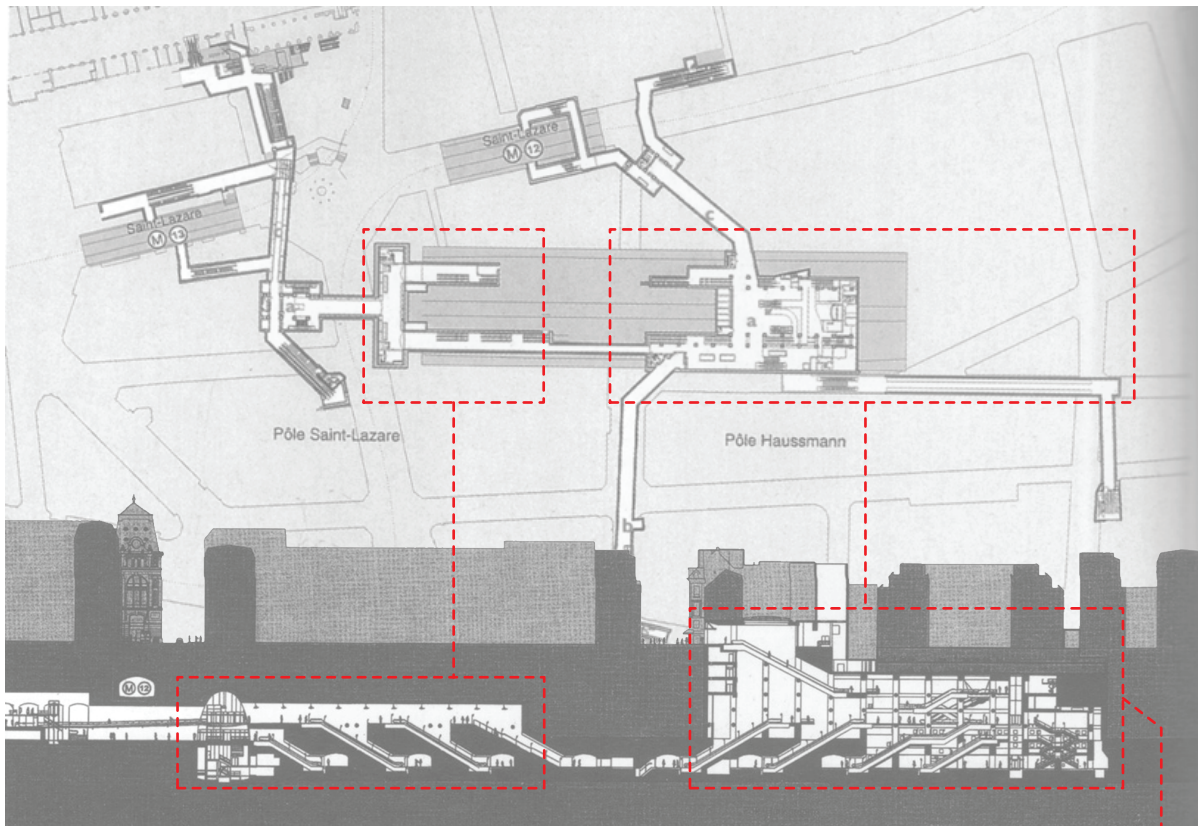


شکل ۸- نقشه جانمایی ایستگاه Haussmann



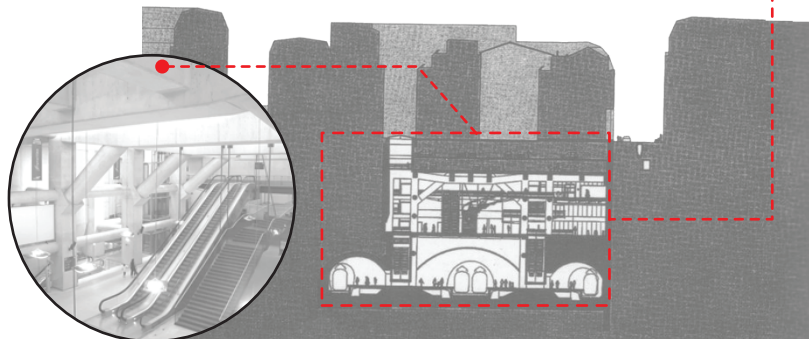
شکل ۳- درهای تاشو ورودی ایستگاه

شکل ۲- ورودی ایستگاه Haussmann



west-east longitudinal section

- A. concourse
- B. link to RER lines
- C. link to main station and Métro
- D. platforms



north-south cross section

شکل ۹- پلان و مقاطع ایستگاه

در هرکدام از دو انتهای ایستگاه، یک سالن (فضای تقسیم بزرگ) به سمت پایین و به سکو در تراز ۳۰ متری زیرزمین دسترسی دارد. سالن شرقی بزرگ‌تر است و کاربری‌های دیگری را از جمله فروشگاه‌ها و دفاتر SNCF (شرکت ملی راه‌آهن فرانسه)، در خود جای داده است. همانطور که در ایستگاه Magenta هم دیده می‌شود، سالن‌ها جلوه بصری باشکوه خود را از اندازه بزرگ دیوارها و سازه بتنی نمایان به دست می‌آورند. دربرابر این توده‌های بزرگ بتنی، پیاده‌راه‌های باریک فلزی - چوبی و هندریل‌ها در فضا از بالا تا پایین امتداد یافته و در قالب مسیرهای به هم بافته شده، مسافران را به سکوها می‌رسانند. بافت بتن مضرس (دندانه‌دندانه) شده، کیفیتی غارمانند و مرموز به سالن‌ها می‌بخشد.



شکل ۱۰- پله‌های سالن شرقی ایستگاه

سکوهای زیرزمینی، از نظر اندازه و تناسبات، مانند ایستگاه Magenta هستند. سازه اصلی ایستگاه به عرض دهانه ۲۱ متر، روی تکیه‌گاه‌هایی توخالی به عرض ۶ متر نشسته است و دو سازه جانبی به عرض ۱۱ متر به موازات آن و درکنار آن قراردارند. این ایستگاه ۲۲۵ متری، به صورت یک حجم منحنی نرم به چشم می‌آید که با ردیف‌هایی از چراغ‌های آویزان، تزئین شده است. باز هم مانند ایستگاه Magenta، سروصدای قطارها به کمک پنل‌های آکوستیک لحاف‌پوش شده، کم می‌شود و دیوارهای دو انتهای سکو، با نوارهای چوبی پوشیده شده‌اند. نیمکت‌ها از قطعات سنگی بزرگ افقی ساخته شده‌اند که گویی مستقیماً از دل زمین بیرون آورده شده‌اند. اتاق‌های خدماتی و نمای فروشگاه‌ها با پنل‌های مسی پوشانده شده‌اند که با اسید پرداخت شده است تا جلوه‌ای شبیه پتینه پوسته‌دار ایجاد کند. بافت مس ناهموار، مانند ذخایر معدنی در یک معدن، به صورت غیریکنواخت می‌درخشد.



شکل ۱۱- سکوی سازه میانی (اصلی) ایستگاه Haussmann

با این که هر دو ایستگاه Magenta و Haussmann مکان‌هایی برای حمل و نقل و جدا شده از زندگی شهری هستند، معماران آن‌ها قلمرویی زیرزمینی آفریده‌اند که با وجود صرفه‌جویی در فرم و متریال، جلوه‌گری و کرامت را به طور همزمان در خود دارند.

در این بخش در هر شماره از فصلنامه از تعدادی از پروژه های در دست کار مهندسين مشاور پژوهش معرفى و ويژگى تجربيات و دست آوردهاى آن ارائه مى گردد.



ایستگاه مشترک مترو و راه آهن شهری مهندس نیما سلحشور

ساخت پروژه توسعه جنوبی خط ۶ متروی تهران از ایستگاه دولت آباد تا ایستگاه شهری به طول ۹/۵ کیلومتر و با ۵ ایستگاه از سال ۱۳۹۵ آغاز شده است. ایستگاه پایانی این بخش از خط ۶ در مجاورت ایستگاه شهری خط یک متروی تهران که هم اکنون در حال بهره برداری است، قرار دارد. این ایستگاه به عنوان ایستگاه پایانی خط ۶ متروی تهران در شرق خیابان شهید رجایی قرار گرفته و با ایستگاه شهری از خط یک متروی تهران تبادل مسافر خواهد داشت.

در حال حاضر ایستگاه راه آهن شهری در فاصله یک کیلومتری از موقعیت ایستگاه پایانی خط ۶ متروی تهران قرار گرفته است. در طرح توسعه خطوط راه آهن در مجاورت ایستگاه متروی شهری با اضافه شدن چند سکو در بین خطوط راه آهن امکان توقف قطار سریع السیر و قطار حومه ای تهران- ورامین فراهم می گردد. عملیات ساخت و احداث خطوط راه آهن براساس طرح یاد شده در حال احداث است.

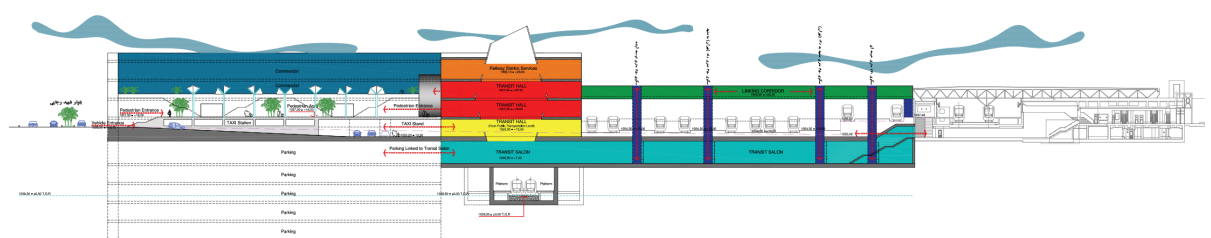
با توجه به طرح جامع خطوط متروی تهران که مشتمل بر ایستگاه های مشترک با خطوط حومه ای راه آهن سراسری نیز می باشد و نتایج خوبی که از احداث مسیر ارتباطی مابین ایستگاه راه آهن و ایستگاه خط ۳ متروی تهران در میدان راه آهن از نظر تعداد آمد و شد مسافران حاصل آمده است، طرح احداث ایستگاه مشترک راه آهن و مترو با خطوط یک و شش متروی تهران در موقعیت ایستگاه شهری توسط مهندسین مشاور پژوهش مطرح گردید که در نهایت در شهریور سال ۱۴۰۲ با جلسه مشترک بین شرکت متروی تهران و شرکت راه آهن کلیات آن به تصویب رسید. در این طرح اجزای زیر با یکدیگر مرتبط و در مجموع یک منطقه تبادل سفر را تشکیل می دهند:

- خط یک متروی تهران
- خط شش متروی تهران
- قطار سریع السیر راه آهن
- قطار حومه ای راه آهن
- پایانه اتوبوسرانی و تاکسی شهری

علاوه بر نقش ترافیکی، پروژه می تواند در احیای بافت شهری و ارتقاء کیفیت فضای شهری پیرامون خود سهیم باشد. بافت مسکونی و محلات شهری در شرق مسیر خط یک متروی تهران و راه آهن قرار گرفته است و لبه شهری حادث از خطوط ریلی مذکور سال ها ارتباط بافت مسکونی با خیابان شهید رجایی را قطع کرده است. اراضی شهری موجود بین مسیر راه آهن و خیابان شهید رجایی امکان توسعه نظام یافته را نداشته و اراضی این بخش از شهر بصورت بایر باقی مانده که خود موجب مشکلات اجتماعی و کاهش امنیت شده است. پروژه مذکور با ایجاد ارتباط بین بافت شهری منطقه شهری با خیابان شهید رجایی از لبه شهری عبور کرده و بستری برای شکل گیری فضای شهری بوجود می آورد.

طراحی ایستگاه مشترک راه آهن و مترو توسط مهندسین مشاور پژوهش با پیگیری اهداف زیر در حال انجام است:

- ایجاد تبادل سفر بین خطوط یک و شش مترو تهران
- ایجاد تبادل سفر بین راه آهن سراسری و حومه ای و خطوط یک و شش مترو تهران
- یکپارچگی فضای شهری و حذف گسست بافت شهری بوجود آمده بواسطه عبور همسطح خطوط راه آهن و مترو
- ارتقا کیفیت محیط شهری بواسطه توسعه حمل و نقل محور
- توسعه اراضی پیرامونی و افزایش بهره وری از اراضی شهری
- ایجاد ارزش افزوده با استفاده حداکثری از اراضی شهری



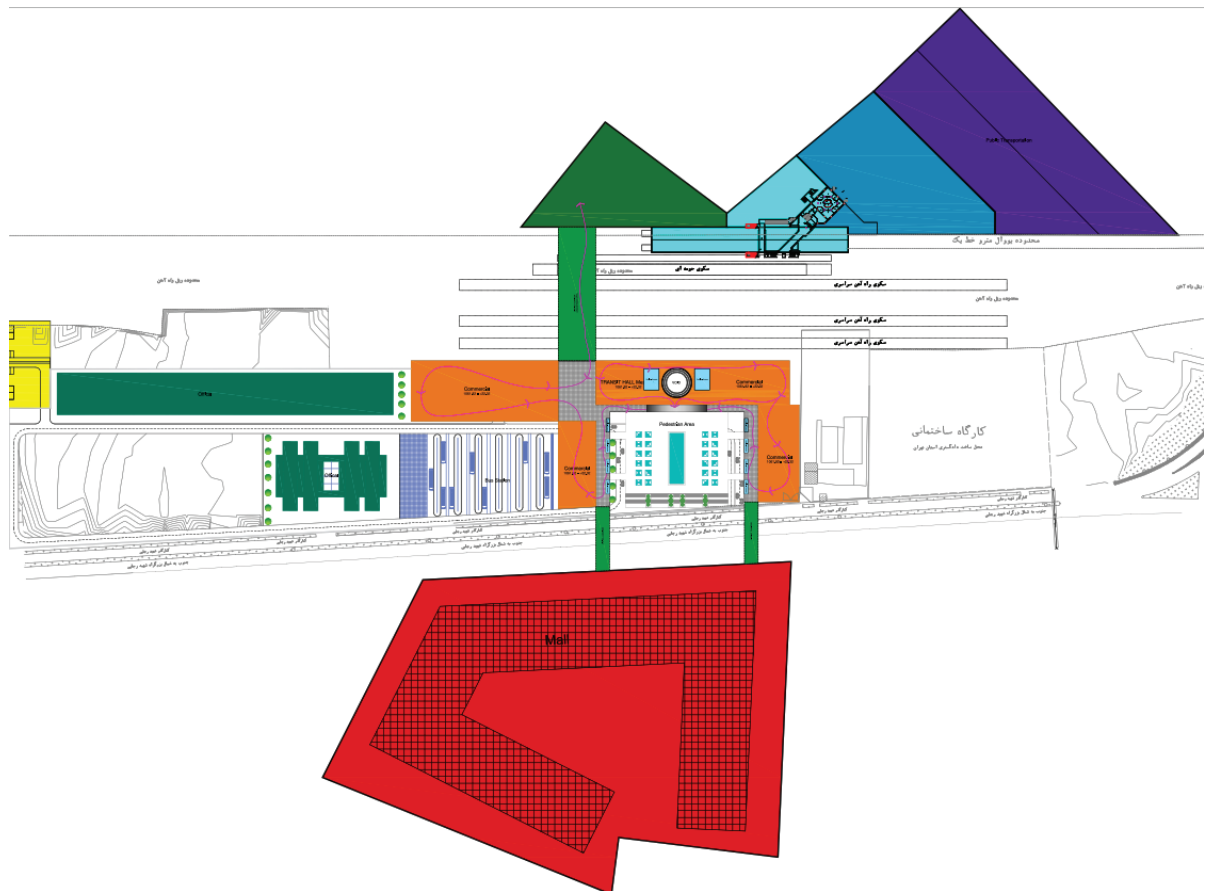
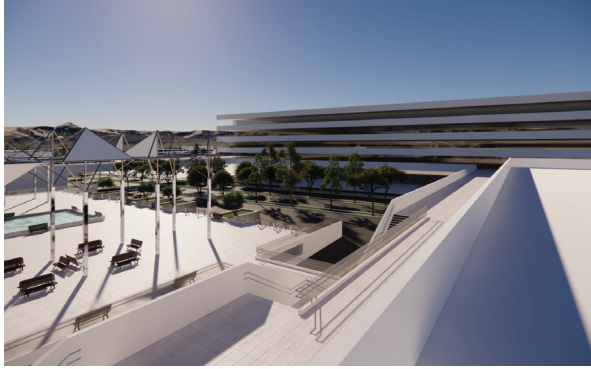
شکل ۱- مقطع طولی از مجموعه



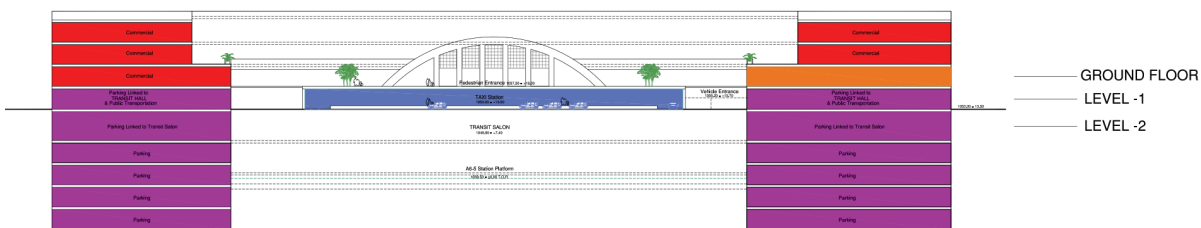
شکل ۲- میدان ورودی ایستگاه راه آهن (دید از خیابان شهید رجایی)



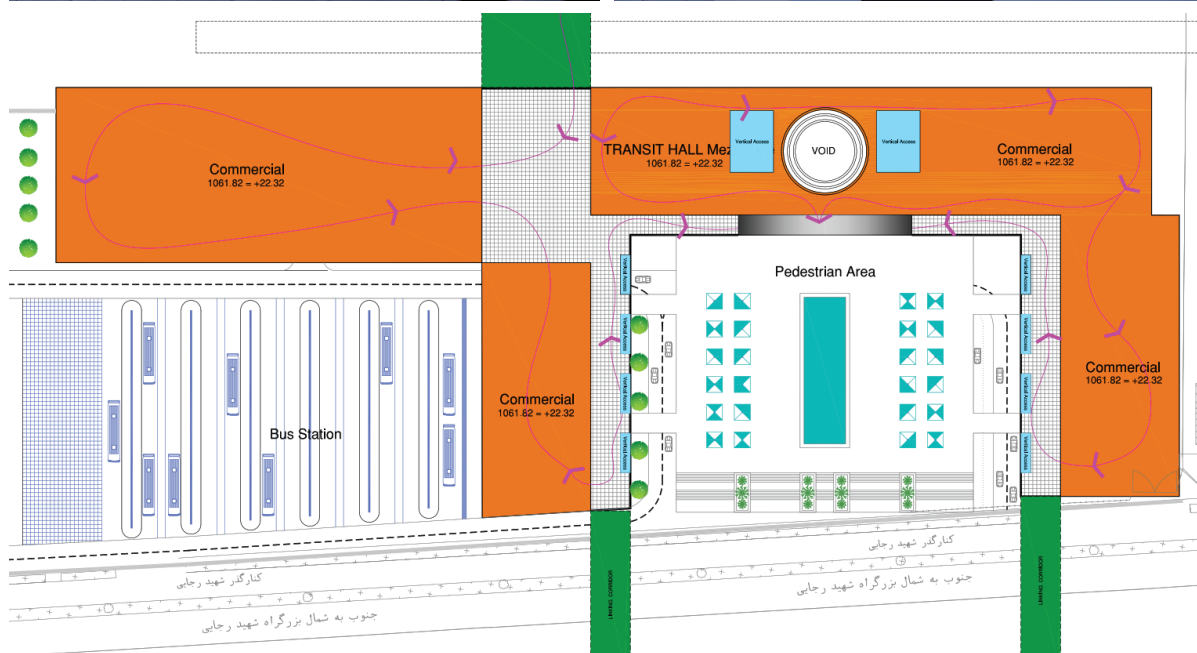
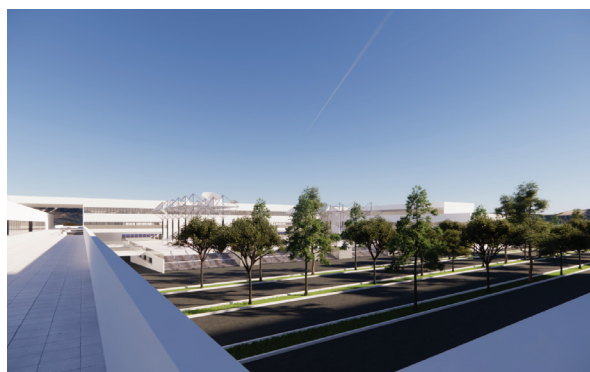
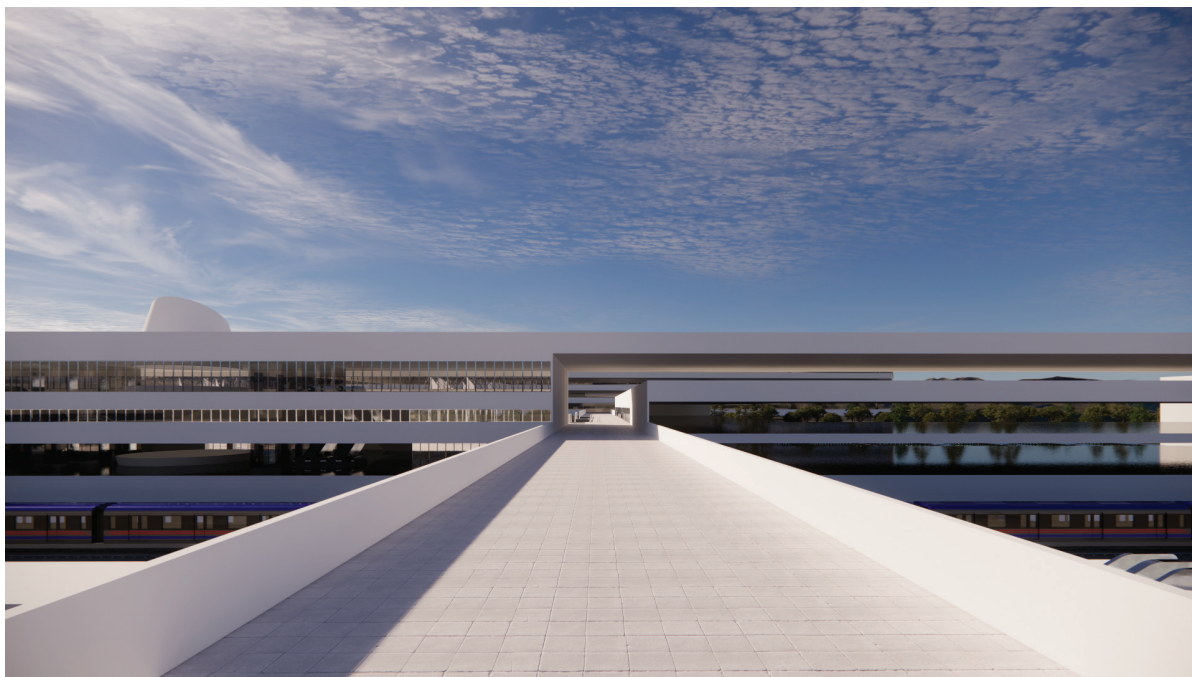
شکل ۳- محدوده پروژه



شکل ۴- سایت عمومی مجموعه



شکل ۵- فضای شهری ورودی ایستگاه راه آهن از خیابان شهید رجایی



شکل ۶- موقعیت مسیرهای دسترسی از بافت مسکونی شهری به خیابان شهید رجایی

بخشی از فعالیت‌های مهندسین مشاور پژوهش به تدوین ضوابط در خطوط
قطارشهری کشور اختصاص دارد که برگرفته از مطالعات و تجربیاتی است که در
پروژه‌ها بدست آمده است. در هر شماره از فصلنامه حاضر یکی از ضوابط ابلاغ
شده یا در دست‌کار معرفی می‌گردد.



ضابطه شماره ۲-۸۰۴ - ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه (جلد دوم- ضوابط سازه) مهندس سید نوید قائمی

در شماره‌های پیشین اهداف طراحی ایستگاه قطار شهری که در ضابطه ۸۰۴ سازمان برنامه و بودجه مورد نظر بوده است، شرح داده شده و اولویت‌بندی میان اهداف عنوان شد. همچنین جلد اول از ضابطه ۸۰۴ که به ضوابط معماری ایستگاه اختصاص دارد، معرفی گردید. در این شماره، جلد دوم از ضابطه ۸۰۴ که به ضوابط سازه‌ای ایستگاه اختصاص دارد، معرفی می‌گردد. همانطور که در شماره‌های قبل نیز عنوان گردید، ضابطه ۸۰۴ در سه جلد معماری، سازه و تاسیسات تدوین شده و تمامی جلدها در پی تحقق اهداف تعریف شده و مورد انتظار در ایستگاه قطار شهری در زمینه تخصصی خود می‌باشند.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه (جلد دوم - ضوابط سازه)

ضابطه شماره ۲-۸۰۴

آخرین ویرایش ۱۴۰۰/۰۴/۱۷

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
nezamfanni.ir
۱۴۰۰

جلد دوم ضابطه ۸۰۴ که به ضوابط سازه‌ای طراحی ایستگاه اختصاص دارد در هفت فصل تدوین شده است. رئوس این فصول عبارتند از:

- فصل اول: کلیات
- فصل دوم: شناسایی محیط و الزامات کلی ساخت و تعیین روش اجرا
- فصل سوم: بارگذاری
- فصل چهارم: ملاحظات لرزه‌ای
- فصل پنجم: ارزیابی جابجایی زمین و آنالیز ریسک عملیات احداث ایستگاه (تونل) بر سازه‌ها و تاسیسات شهری
- فصل ششم: ملاحظات طراحی سازه نگهبان
- فصل هفتم: ملاحظات طراحی سازه اصلی

۱- فصل اول: کلیات

این فصل به اصول و مبانی طراحی سازه‌ای ایستگاه‌ها می‌پردازد. در این فصل روش طراحی، تعریف سازه نگهبان و عملکرد آن، ملاحظات بهره‌برداری و روش‌های مختلف ساخت به اختصار بیان شده است.

۲- فصل دوم: شناسایی محیط و الزامات کلی ساخت و تعیین روش اجرا

مطالب ارائه شده در این بخش شامل ملاحظات ژئوتکنیکی در برنامه‌ریزی، طراحی، ارزیابی و بازسازی ایستگاه‌ها است. مطالب ارائه شد در این فصل مطابق سرفصل‌های زیر است:

- گزارش‌های ژئوتکنیک
- سطح اطلاعات مورد نیاز در هر مرحله طراحی
- حداقل اطلاعات بالادستی به منظور طراحی سازه
- تعیین پارامترهای خاک و سنگ برای طراحی
- حفاری ژئوتکنیکی
- مسائل مربوط به محیط زیست
- ابزاربندی و رفتارنگاری
- انتخاب روش اجرا

۳- فصل سوم: بارگذاری

در این فصل روش طرح مقاومت، انواع بارهای وارد بر سازه در مرحله ساخت و بهره‌برداری و ترکیبات بارگذاری شرح داده شده است. مطالب ارائه شده در این فصل مطابق سرفصل‌های زیر است:

- روش طراحی
- معرفی بارها و ترکیب بار
- بارهای اعمالی

۴- فصل چهارم: ملاحظات لرزه‌ای

در این فصل ضوابط مربوط به تحلیل، ارزیابی و طراحی لرزه‌ای سازه دیوار حائل (وزنی یا غیروزنی)، ایستگاه و یا تونل و شفت‌های قائم ارائه می‌شود. ملاحظات طراحی سازه‌های جنبی، سازه‌های روزمینی مرتبط با ایستگاه (ورودی‌ها و...)، سازه‌های مسیر مانند هواکش‌های روزمینی و یا رکتیفایر روزمینی، سازه کنترل و... نیز در این فصل اشاره شده است. مطالب ارائه شده در این فصل مطابق سرفصل‌های زیر است:

- ملاحظات لرزه‌ای سازه زیرزمینی (ایستگاه و تونل)
- پاسخ لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی
- روش تحلیل و ارزیابی اثرات ماندگار زمین
- ملاحظات لرزه‌ای دیوارهای حائل
- ملاحظات لرزه‌ای شفت‌های قائم
- ملاحظات لرزه‌ای ایستگاه‌های روزمینی و یا سازه‌های جنبی روزمینی

۵- فصل پنجم: ارزیابی جابجایی زمین و آنالیز ریسک عملیات احداث ایستگاه (تونل) بر سازه‌ها و تاسیسات شهری

در این فصل روش‌های مختلف ارزیابی و محاسبه نشست ایجاد شده بر اثر حفاری فضای زیرزمینی ارائه شده است. در ادامه فصل نیز به بررسی تحلیل ریسک و بیان کمی آسیب‌پذیری سازه‌های روسطحی پرداخته شده است. مطالب ارائه شد در این فصل مطابق سرفصل‌های زیر است:

- پارامترهای کلیدی در ارزیابی تأثیر تغییر شکل زمین بر سازه‌های موجود
- تعیین میزان نشست در محل سازه‌های اطراف
- تعیین شاخص آسیب‌پذیری (IV) و کلاس سازه
- برآورد ریسک سازه‌ها
- تأثیر جابه‌جایی زمین بر تأسیسات شهری

۶- فصل ششم: ملاحظات طراحی سازه نگهبان

در این فصل ملاحظات طراحی مربوط به اجزای مختلف سیستم‌های سازه نگهبان شامل شمع، استرات، ویل، نیل، انکر، شاتکریت تونل، فورپولینگ، عرشه موقت و ریب تشریح شده است. مطالب ارائه شده در این فصل مطابق سرفصل‌های زیر است:

- کنترل پایداری کلی
- کنترل پایداری کف حفاری
- ملاحظات طراحی شمع‌های درجاریز
- ملاحظات طراحی استرات (مهار متقابل) و ویل
- ملاحظات تحلیل و طراحی دیوار میخ‌کوبی
- ملاحظات تحلیل و طراحی سیستم مهارگذاری
- ملاحظات طراحی شاتکریت در فضاهای تونلی
- ملاحظات طراحی فورپول در فضاهای تونلی
- ملاحظات طراحی ریب

۷- فصل هفتم: ملاحظات طراحی سازه اصلی

در این فصل ملاحظات عمومی مربوط به سازه اصلی ایستگاه‌های قطار شهری ارائه شده است. هدف از این بخش تعیین حداقل ضوابط سازه‌ای مربوط به پوشش نهایی ایستگاه‌های مترو است. مطالب ارائه شده در هماهنگی با مبحث نهم و دهم مقررات ملی است. در این فصل شامل ضوابط کلی طرح سازه‌ای دال‌های یک طرفه و دو طرفه، دیوارها و ضوابط مربوط به درزهای سازه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است.

در این بخش رویدادهای مهم خطوط مختلف قطار شهری که این مهندسین مشاور در آنها نقش داشته است، ارائه می‌گردد.

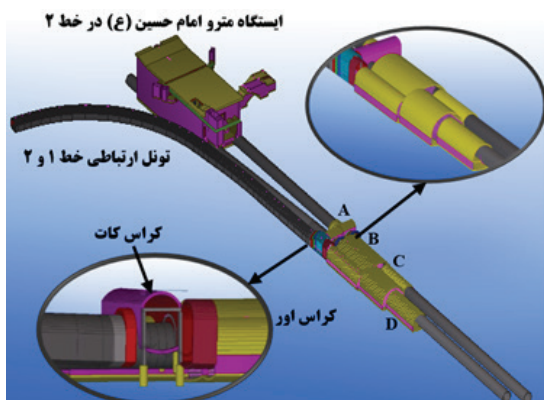
قرارگیری پروژه کراس اور خط ۲ قطار شهری شیراز در سه پروژه فینالیست انجمن بین‌المللی تونل و فضاهای زیرزمینی (ITA) انجمن بین‌المللی تونل و فضاهای زیرزمینی (ITA) یک سازمان غیردولتی و غیرانتفاعی است که در سال ۱۹۷۴ تأسیس شده است. این اتحادیه در حال حاضر دارای ۷۸ کشور عضو است و هدف از تأسیس آن تشویق به استفاده از فضاهای زیرزمینی برای بهره‌مندی عمومی، محیط زیست و توسعه پایدار است. همچنین، این سازمان نوآوری و پیشرفت‌های بدست آمده در حوزه برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت، نگهداری و ایمنی تونل‌ها و فضای زیرزمینی را ترویج می‌کند.



این انجمن بین‌المللی از سال ۲۰۱۵، با رویکرد یافتن و ارزش نهادن به دستاوردهای قابل توجه در زمینه احداث تونل و صنعت زیرزمینی اقدام به برگزاری مسابقه‌ای جهت انتخاب پروژه‌های برتر هر سال میلادی از بین پروژه‌های شاخص اجرا شده در سراسر جهان نموده است. این رویداد همچنین پروژه‌های جسورانه زیرزمینی در سراسر جهان و همچنین آخرین نوآوری‌ها، تکنیک‌ها و روش‌ها در زمینه احداث تونل را ارائه می‌کند. نهمین دوره جوایز جهانی تونل ITA در شهر بمبئی هند به صورت همزمان با رویداد انجمن تونل آسیا (TAI) برگزار شد. این رویداد در ۲۲ مارس ۲۰۲۳ و با شرکت بیش از ۴۰۰ شرکت‌کننده از ۲۵ کشور برگزار گردید. هیئت داوران، متشکل از ۱۷ متخصص، برندگان را از ۴۲ پروژه برتر در هفت دسته انتخاب کردند. معیارهای انتخاب فینالیست‌های جوایز تونل ITA بر اساس جنبه‌های زیر بوده است:

- کیفیت و اصالت پروژه یا نوآوری
- چالش‌ها و راه‌حل‌های فنی و مهندسی
- اثرات اجتماعی و زیست محیطی
- مدیریت ایمنی و ریسک
- همکاری و کار گروهی بین ذینفعان پروژه
- کمک به پیشرفت صنعت تونل‌سازی و زیرزمینی

پروژه کراس اور خط ۲ قطار شهری شیراز در بخش پروژه‌های با هزینه کل کمتر از ۵۰ میلیون یورو شرکت کرده و با توجه به پیچیدگی‌های قابل توجه طراحی و اجرایی در رقابت با ۵۴ پروژه از سراسر دنیا، توسط هیئت داوران انجمن بین‌المللی تونل به همراه پروژه‌هایی از کشورهای چین و کانادا به عنوان یکی از ۳ پروژه برتر این بخش از رقابت در سال ۲۰۲۳ میلادی معرفی گردیده است.



شکل ۱- نمای کلی از پروژه و موفقیت آن

ساخت این سازه مخاطراتی چون مجاورت با ساختمان‌های آسیب‌پذیر و با عمر بیش از ۵۰ سال، عبور از زیر خیابان‌های با تردد بالا، وجود خاک ریزشی در تاج تونل، وجود آب در بخشی از مقطع حفاری و وجود تونل TBM ساخته شده را به همراه داشت. بحرانی‌ترین بخش این سازه دارای عرض ۲۸ متر و ارتفاع ۱۲ متر است که با روباره خاک ۱۷ متری نسبت به سطح زمین احداث شده است.



شکل ۲- بزرگترین مقطع لاپینگ شده کراس اور



شکل ۳- سازه کراس کات (دسترس به محل شروع حفاری کراس اور)

در این پروژه حدود ۴۰۰۰ مترمکعب خاکبرداری، ۱۸۰۰۰ مترمکعب بتن‌ریزی و ۴۰۰۰ تن آرماتوربندی بکار گرفته شده است. هزینه عمرانی ساخت کراس اور و تونل لینک ارتباطی بین خطوط ۱ و ۲ مترو شیراز بالغ بر ۲۵۰ میلیارد تومان و مدت زمان احداث پروژه در حدود ۳ سال بوده است.

بنا بر دعوت به عمل آمده از طرف انجمن بین‌المللی تونل، دو نماینده از شرکت مهندسين مشاور پژوهش به همراه مدیرعامل محترم قطارشهری شیراز، جناب آقای مهندس یقین، برای ارائه این پروژه به شهر بمبئی سفر کردند.

در این سفر علاوه بر شرکت در مراسم اعلام برندگان، این پروژه در میزگرد با عنوان "بررسی مسائل شهری در ساخت پروژه‌های زیرزمینی" شرکت داده شد و پس از ارائه طرح، به سوالات حضار و داوران در مورد این پروژه پاسخ داده شد. همچنین بنا بر دعوت مدیرعامل متروی بمبئی بازدید از متروی در حال ساخت این شهر نیز انجام شد و متعاقباً از ایشان نیز برای سفر به شهر شیراز دعوت به عمل آمد.

مجموعه این عوامل و تکنیک‌های استفاده شده در طراحی و اجرا مورد توجه هیئت داوران انجمن بین‌المللی تونل قرار گرفته و موجب شده است این پروژه به عنوان یکی از ۳ پروژه برتر سال ۲۰۲۳ میلادی به جهانیان معرفی گردد. در پی این اتفاق مهم تجارب موجود در این پروژه در سطح بین‌المللی معرفی شده و امید است از این درس‌آموخته‌ها جهت ارتقای صنعت حفاری زیرزمینی در سراسر جهان استفاده گردد. لازم به ذکر است تمامی مراحل طراحی و اجرای این پروژه با اتکا به توانمندی مهندسی داخل کشور و به همت مهندسين جوان ایرانی صورت پذیرفته است.



ITA TUNNELLING
AWARDS 2023

ITA
AITES

CERTIFICATE OF APPRECIATION

Awarded to

Northern Cross-Over of Shiraz Subway Line-2

as **FINALIST**

of the ITA Tunnelling and Underground Space Awards in the Category
Project of the Year 2023 – Incl. Renovation (up to €50M)

Arnold Dix

ITA President 2022-2025

Andrés Marulanda

Chair of ITA Tunnelling Awards Committee 2023

24 November 2023

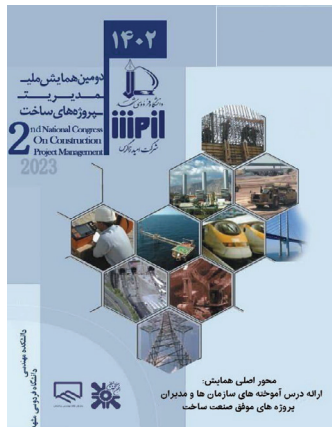


شرکت در دومین سمینار ملی مدیریت پروژه‌های ساخت مشهد

دومین سمینار ملی مدیریت پروژه‌های ساخت در تاریخ ۸ و ۹ آذر ماه سال جاری در محل دانشگاه فردوسی مشهد با حضور کلیه دست‌اندرکاران و مدیران، اساتید و متخصصین حوزه مدیریت و ساخت کشور برگزار گردید.

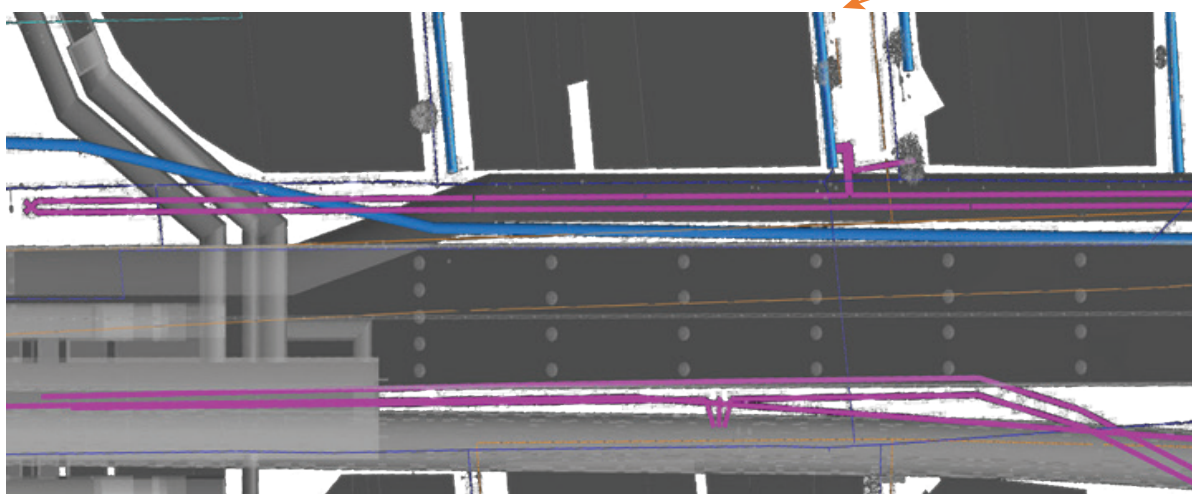
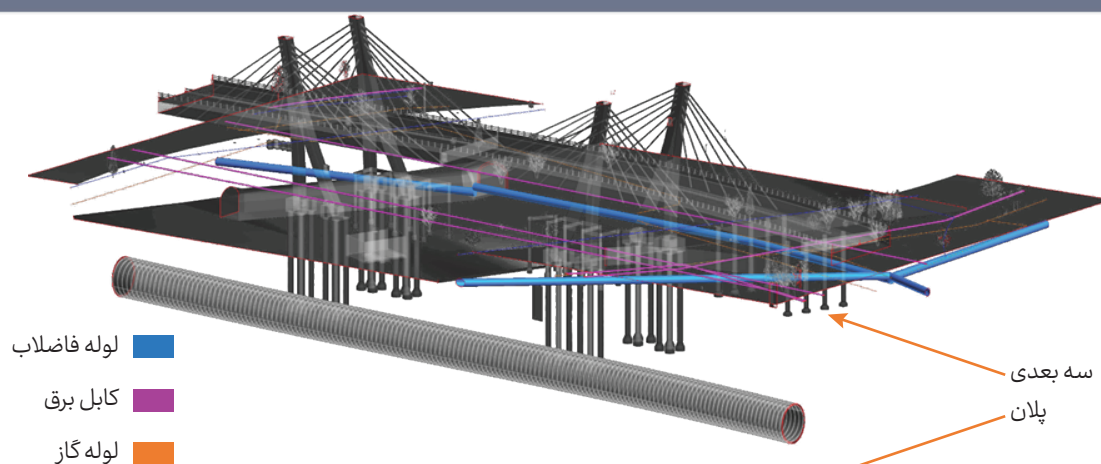
پیرو اجرای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای اولین بار در پروژه‌های مترویی ایران در خط ۴ قطار شهری مشهد، بنا بر درخواست برگزار کنندگان سمینار پانل تخصصی با موضوع چالش‌های پیاده‌سازی BIM در پروژه‌های شهری توسط تیم پروژه خط ۴ قطار شهری مشهد متشکل از آقایان مهندسین مهدی ظریف (مدیر طراحی خطوط قطار شهری مشهد از تیم کارفرما)، نیما جوشنی (مدیر BIM در مهندسین مشاور پژوهش در تیم مشاور کارفرما)، حامد نعیمی (مدیر پیاده‌سازی BIM در تیم پیمانکار) با حضور جناب آقای دکتر مغربی استادیار گروه عمران دانشگاه فردوسی مشهد و پژوهشگر ارشد BIM به عنوان رییس پانل در روز دوم همایش برگزار گردید.

کلیه دستاوردها، چالش‌ها و نحوه پیاده‌سازی BIM در پروژه خط ۴ قطار شهری مشهد توسط پانلیست‌ها مطرح گردید و پرسش و پاسخ در خصوص نحوه پیاده‌سازی و چالش‌های آن در پروژه‌های سازمان محور توسط حضار انجام گردید. پروژه خط ۴ قطار شهری مشهد به عنوان اولین پروژه مترویی ایران که از فرآیند پیاده‌سازی BIM استفاده نموده است به عنوان پایلوت در سایر پروژه‌های مشابه کشور معرفی گردید.

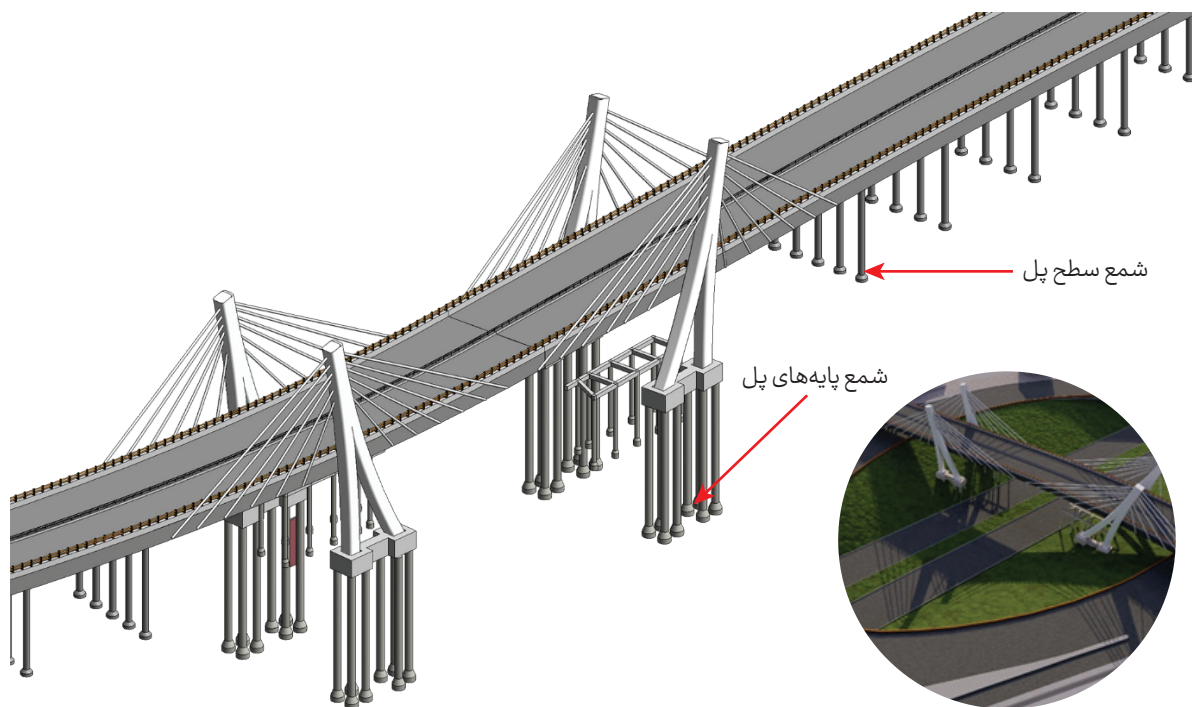


۱- اخبار خط ۴ قطار شهری مشهد

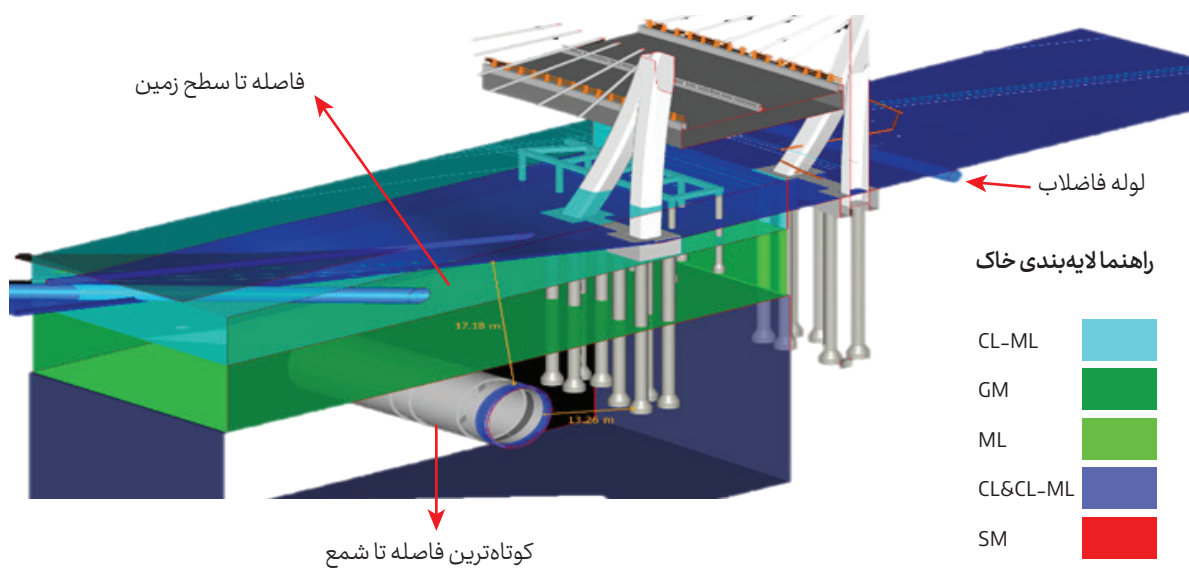
- مهندسین مشاور پژوهش در این پروژه خدمات مشاور کارفرما ارائه می‌دهد.
- عبور تونل خط ۴ با رعایت کلیه اصول کنترلی از زیر پل کابلی امام حسین (ع) مشهد با استفاده از تکنولوژی BIM (مدل سازی اطلاعات ساخت).



شکل ۱- مدل سازی تعاملی یکپارچه محدوده پل امام حسین (ع)، تونل خط ۴ و معارضین موجود در محدوده



شکل ۲- مدل سازی یکپارچه شمع‌های پایه‌های میانی اصلی پل



شکل ۳- مدل سازی عبور TBM از تقاطع غیر همسطح

- با انجام مدل سازی سه‌بعدی و یکپارچه از المان‌های حساس دخیل در طرح و همچنین پیش‌بینی و درجه‌بندی ریسک‌های محتمل پروژه عبور TBM از مجاورت پایه‌های پل و همچنین سایر ابنیه حساس مجاور تونل در این محدوده بصورت کاملاً ایمن صورت پذیرفت.

۲- خط ۳ قطار شهری شیراز (توسعه غربی خط یک)

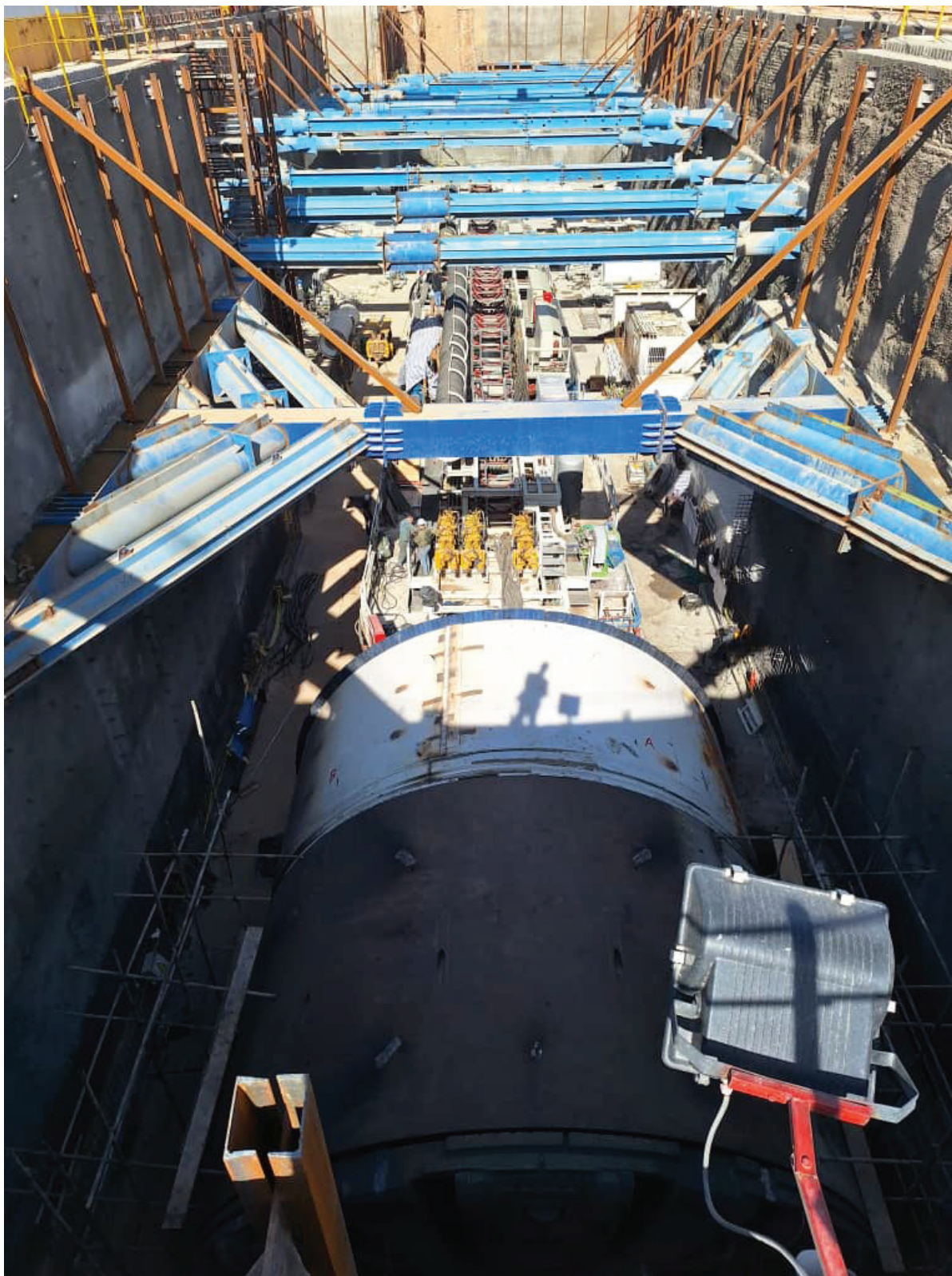
• مراسم شروع بکار حفاری مکانیزه خط از ایستگاه گلستان در روز ۱۸ بهمن ماه با حضور ریاست و اعضای محترم شورای شهر شیراز، شهردار محترم و معاونین محترم شهرداری شیراز، ریاست محترم و معاونین محترم سازمان حمل و نقل ریلی شهرداری شیراز و سایر مسئولین محترم استان فارس برگزار گردید. مهندسین مشاور پژوهش در این پروژه خدمات طراحی و نظارت تونل و چهار ایستگاه خط را ارائه می‌دهد.



شکل ۱- مراسم شروع بکار حفاری مکانیزه خط ۳ قطار شهری شیراز



شکل ۲- نمای شفت ورود TBM در ایستگاه شهرک گلستان



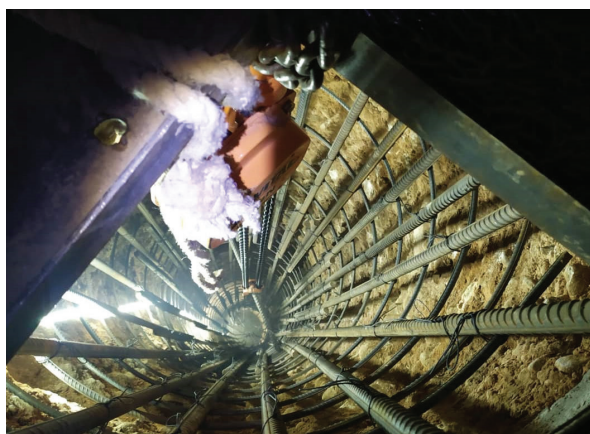
شکل ۳- نمای شفت ورود TBM خط ۳ قطارشهری شیراز

- عملیات اجرایی ایستگاه آفرینش در حال انجام بوده و حفاری شمع‌های سازه نگهبان به اتمام رسیده است.
- در ایستگاه بهشتی که در آینده به عنوان شفت پشتیبان تونل نیز مورد استفاده قرار خواهد گرفت، عملیات اجرای سازه نگهبان رو به اتمام بوده و در بهمن ماه امکان اجرای فونداسیون ایستگاه وجود خواهد داشت.



شکل ۴- عملیات اجرایی ایستگاه بهشتی

- عملیات اجرایی ایستگاه میلاد نیز با سرعت قابل قبولی در حال انجام بوده و با اتمام رمپ دسترسی و حفاری تونل پاترول رو، حفاری شمع‌های سازه نگهبان ایستگاه نیز آغاز گردیده است. این ایستگاه بصورت زیرزمینی (شمع و ریب) با تراز ریل ۲۹ متر از سطح زمین احداث می‌گردد. همچنین در این ایستگاه سازه نگهبان دروازه ورودی که به صورت مشترک با رمپ دسترسی طراحی گردیده است نیز به اتمام رسیده است.



شکل ۵- عملیات اجرایی ایستگاه میلاد



شکل ۶- شفت ورودی ایستگاه میلاد

• در ایستگاه میرزای شیرازی که ایستگاه تبادلی با خط یک قطار شهری می باشد، اجرای شمع های سازه نگهبان انجام شده و در بخش سه طبقه روباز اولین ردیف استرات ها نیز نصب گردیده است. همچنین اولین پارت بتن ریزی دال نهایی ایستگاه در بخش دو طبقه نیز اجرا گردید. سازه این ایستگاه از ترکیب بخش سه طبقه با سازه نگهبان شمع و استرات و بخش دو طبقه با سازه نگهبان شمع و دال نهایی تشکیل شده است.



شکل ۷- عملیات اجرایی ایستگاه میرزای شیرازی

۳- خط ۲ قطار شهری شیراز

در اسفند ماه سال جاری بهره‌برداری از ایستگاه‌های دولت و رحمت از فاز اول خط دو قطار شهری شیراز انجام شد. همچنین با تکمیل روسازی تونل غربی و کراس‌اور امام حسین (ع) امکان بهره‌برداری از هر دو سکوی ایستگاه‌هایی که پیشتر مورد بهره‌برداری قرار گرفته بود نیز فراهم می‌گردد. بدین ترتیب از بهمن ماه امسال امکان بهره‌برداری کامل برای شهروندان از ایستگاه‌های قهرمانان، عادل آباد، دولت، رحمت، امیرکبیر و امام حسین (ع) (ایستگاه تقاطعی با خط یک) میسر گردید. مهندسین مشاور پژوهش در این پروژه خدمات نظارت ارائه می‌دهد.

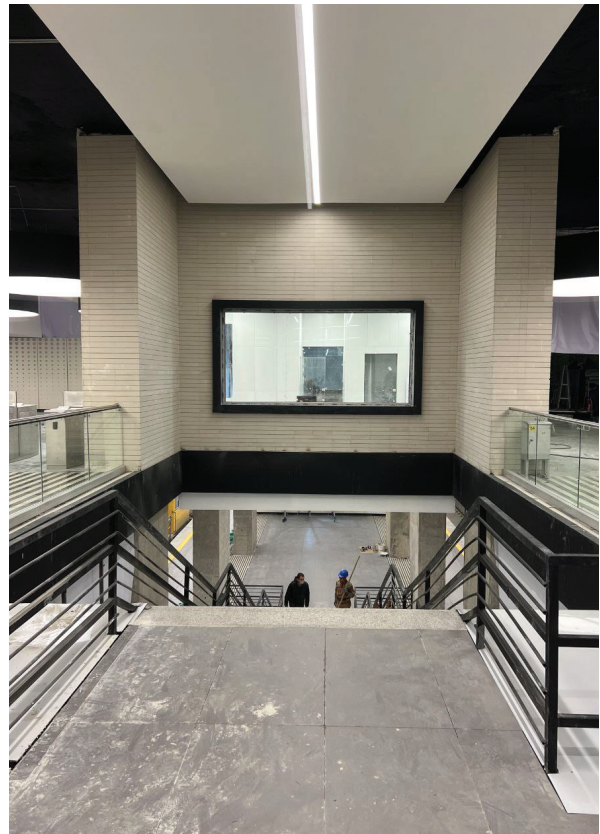
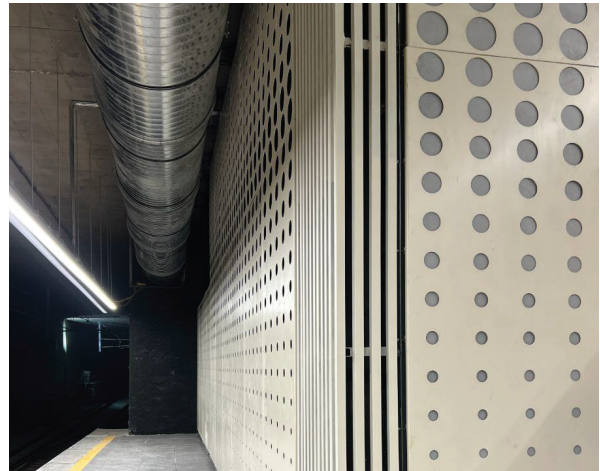
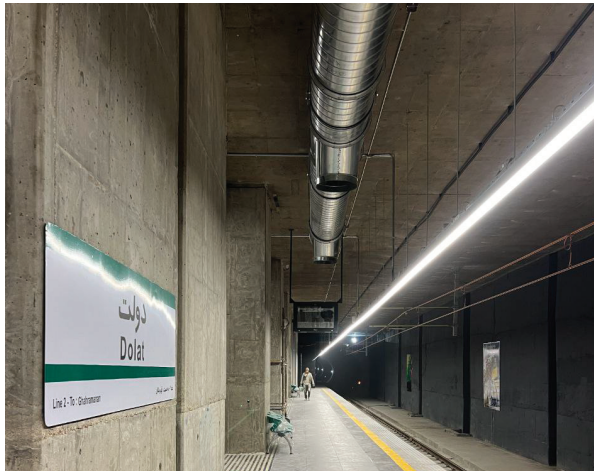
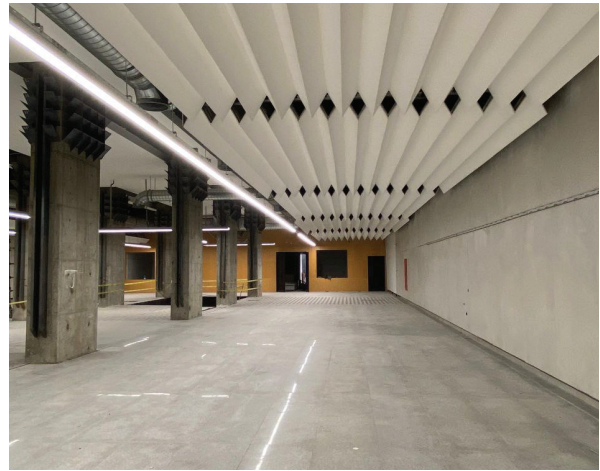
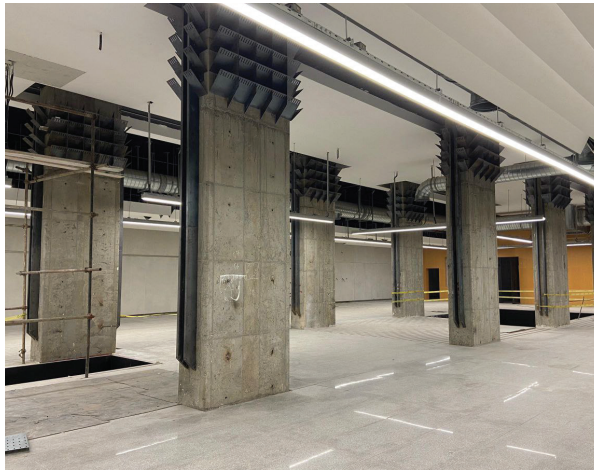


۶۶



فصلنامه مهندسین مشاور پژوهش | شماره ۴ | اخبار پروژه

شکل ۱- تصاویر سالن بلیط فروشی ایستگاه دولت



شکل ۲- تصاویری از ایستگاه‌های خط ۲ قطار شهری شیراز (ایستگاه‌های امیرکبیر و دولت)

• عملیات اجرایی در فاز دوم خط ۲ قطار شهری شیراز در حال انجام بوده و حدود ۶۰۰ متر حفاری تونل با استفاده از دستگاه حفار تونل (TBM) صورت پذیرفته است. در ایستگاه‌های اطلسی و حافظ که اجرای ایستگاه به روش زیرزمینی (شمع و ریب) در نظر گرفته شده است، عملیات اجرای رمپ دسترسی در حال انجام می‌باشد. همچنین در ایستگاه سعدی که دارای سازه نگهبان شمع و استرات خواهد بود، اجرای شمع‌های سازه نگهبان ایستگاه در حال انجام می‌باشد.



شکل ۳- عملیات اجرایی فاز دوم خط دو قطار شهری شیراز

۴- خط ۲ مترو اصفهان

- مهندسين مشاور در اين پروژه خدمات طراحي و نظارت برمسير در قطعه غربى خط ۲ (در حد فاصل ايستگاه‌هاى كهنذ تا اين سينا H2-02)، لينك خط يك و دو، هواكش‌هاى ميان‌تونلى و ساير ابنيه فنى مجاورمسير را ارائه مى‌دهد. در فصل جارى رويداهاى مهم پروژه به شرح زير مى‌باشد:
- دستيابى به ۳۰۲۶ متر طول حفارى و پيشروى دستگاه حفار (با احتساب ايستگاه‌ها) و ورود به ايستگاه امام حسين (ع)
- عمليات ساخت و نصب سيل فريم (رينگ آب‌بند) در ايستگاه امام حسين (ع)
- عبور موفقيت‌آمیز دستگاه حفار مكانيزه از زير تونل خط يك مورخ ۱۴۰۲/۱۷/۰۴
- شروع حفارى و پيشروى در قسمت فوقانى تونل لينك ارتباطى به مقدار ۵۱ متر طول
- اتمام فونداسيون و ديوار شفت ۱ لينك ارتباطى به ارتفاع ۲ متر
- حفارى ۵۲۶ متر طول از تونل مكانيزه از ابتداى مهرماه تاكنون



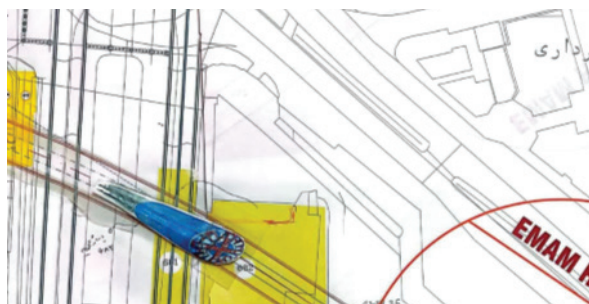
شكل ۲ - عمليات حفارى مكانيزه



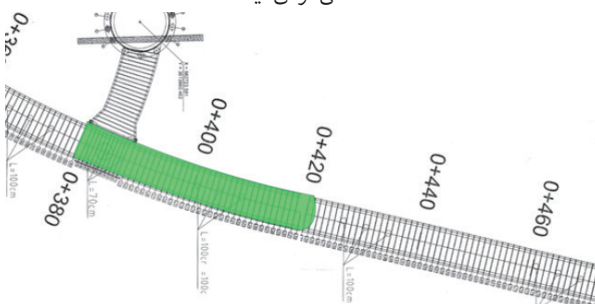
شكل ۱ - حمل مصالح باطله حاصل حفارى از چال گل



شكل ۴ - نمايى از عمليات نصب و تحكيم قاب‌هاى هدينك ضلع شمالى تونل لينك



شكل ۳ - موقعيت دستگاه حفار مكانيزه



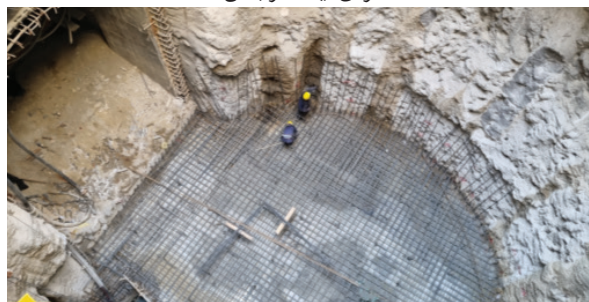
شكل ۶ - پلان شفت دسترسى و تونل لينك ارتباطى خطوط يك و دو



شكل ۵ - عمليات حفارى جهت نصب قاب‌هاى هدينك ضلع شمالى تونل لينك ارتباطى



شكل ۸ - نمايى از دپو شفت ورودى



شكل ۷ - آرماتوربندى فونداسيون شفت ۱ لينك ارتباطى

۵- خط ۳ مترو تهران

- مهندسین مشاور پژوهش در این پروژه خدمات نظارت ارائه می‌دهد، رویدادها مهم پروژه در فصل جاری به شرح زیر می‌باشد:
- نصب بوستر پمپ‌ها به همراه لوله‌کشی، نصب شیرآلات و لوازم کنترلی و نصب تابلو برق و کابل اصلی تغذیه از LPS های ایستگاه به پمپ‌ها در ایستگاه‌های M3 و T3
- شروع نصب بوستر پمپ‌ها به همراه لوازم و کابل‌کشی برق اصلی در ایستگاه‌های S3 و Q3
- اتمام زهکش صیاد
- تکمیل سازه اصلی و شروع نازک‌کاری ورودی شمالی ایستگاه سهروردی
- ادامه و تکمیل هواکش رکتی‌فایر ایستگاه زین‌الدین

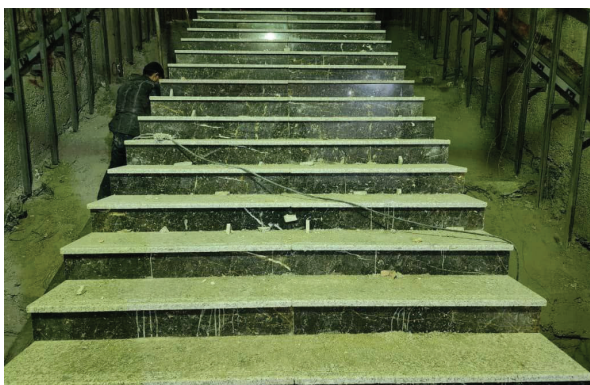


شکل ۱ - نمایی از عملیات نازک‌کاری ورودی شمالی ایستگاه سهروردی



شکل ۲ - نمایی از عملیات بوستر پمپ‌ها، لوله‌کشی و نصب شیرآلات

شکل ۳ - نمایی از عملیات بوستر پمپ‌ها، لوله‌کشی و نصب شیرآلات



شکل ۴ - عملیات تکمیل هواکش رکتی‌فایر ایستگاه زین‌الدین

شکل ۵ - عملیات تکمیل هواکش رکتی‌فایر ایستگاه زین‌الدین

نشریه شماره ۸۷۰ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "ضوابط طراحی و اجرای سیستم آب‌بندی در ایستگاه‌ها و مسیر زیرزمینی (تونل) قطار شهری" تهیه شده توسط مهندسین مشاور پژوهش، منتشر گردید.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

ضوابط طراحی و اجرای سیستم آب‌بندی در ایستگاه‌ها و مسیر زیرزمینی (تونل) قطار شهری

نشریه شماره ۸۷۰

معاونت تولیدی، فنی و زیربنایی

امور نظام فنی اجرایی، مشاوران و پیمانکاران

nezamfanni.ir

۱۴۰۲

فصلنامه

تخصص قطار شهر | نسخه‌های پیشین

برای دریافت نسخه‌های پیشین این فصلنامه لطفاً به وبسایت مهندسين مشاور پژوهش مراجعه كنيد.





مهندسين
مشاور پژوهش



فصلنامه تخصصی قطار شهر


مهندسين
مشاور پژوهش



تهران، خیابان شریعتی، نرسیده به دوراهی قلهک، روبروی بیمارستان ایرانمهر، بن بست مرشدی، پلاک ۲

☎ ۰۲۱-۲۲۹۰۱۸۵۱-۴

📠 ۰۲۱-۲۲۹۰۱۹۳۴

@ info@pajoohesh.ir