INTERNATIONAL CONFERENCE ON
SCIENCE AND ENGINEERING
1st December 2015 DUBAI - UAE
کنفرانس بین المللی علوم و مهندسی
۱۰ آذرماه ۱۳۹۴ دبی - امارات

بررسی اجمالی طرح احداث تونل طویل ریلی البرز

مهندس محسن هاشمی
معاون عمران دانشگاه آزاد اسلامی

دکتر محمدعلی کُرونی
مدیر برنامه‌ریزی و کنترل‌پروژه معاونت عمران دانشگاه ازاد اسلامی
Ali_korouni@yahoo.com

چکیده

امروزه مهمترین عوامل موفقیت و جذابیت راه‌آهن، سرعت، دقت، امنیت و آسایش آن است و بدون وجود هرکدام از این خصوصیات، شبکه ریلی کارائی لازم را نخواهد داشت. برتری‌های حمل و نقل ریلی نسبت به سایر شقوق حمل و نقل، زمانی بیشتر آشکار می‌گردد که ترکیبی از راه‌آهن برقی، خطوط و قطار سریع‌السیر و تونل‌های طویل ریلی با یکدیگر آمیخته شوند. در این میان تونل‌های طویل ریلی دارای ویژگی‌های منحصر بفردی هستند که کوتاه شدن مسیر و به تبع آن کاهش زمان سفر و نیز افزایش ظرفیت حمل و نقل بار و مسافر از آن جمله می‌باشند. سالیان متمادی بحث حمل سریع مسافر و کالا با کمترین آثار منفی زیست‌محیطی و ایمنی و آسایش بیشتر نسبت به خطوط جاده‌ای در کریدور تهران - شمال با طرح یک مسیر ریلی سریع‌السیر مطرح بوده است. این مهم بدون احداث تونل آن هم از نوع تونل‌های عمیق و طویل ریلی با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه در طول مسیر مذکور میسر نمی‌باشد. با توجه به وسعت کشور، فاصله شهرها و تمرکز جمعیت در کوهپایه‌ها و ارتفاعات سلسله جبال البرز و زاگرس، استفاده از خطوط ریلی آن هم از نوع پرسرعت، بدون استفاده از تونل‌های طویل و عمیق امکان‌پذیر نیست. با توجه به حجم انبوه مسافران و بار که در ماه‌های مختلف سال در مسیر تهران - شمال در حال تردد می‌باشند، ایجاد و توسعه شبکه حمل و نقل ریلی به طور واضحی خودنمایی می‌کند. در این راستا ایده ایجاد متروالتصال سریع‌السیر در جهت ارتباط با استان‌های شمالی کشور طرحی نو می‌باشد که در این مقاله به مطالعات مقدماتی و مباحث پیرامون آن که شامل مطالعات راهبردی، امکان‌پذیری و مسیریابی اولیه می‌باشد؛ توجه گردیده است.

واژه‌های کلیدی:
راه‌آهن برقی، قطار سریع‌السیر، تونل طویل ریلی، البرز.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در بررسی نقش حمل و نقل در توسعه پایدار عواملی همچون رفاه عمومی، اقتصاد ملی، محیط زیست و تاثیرات اجتماعی آن به لحاظ کارکردهای اساسی در جامعه مد نظر می‌باشد. لذا انتخاب سیستم‌های حمل و نقلی که منطبق با مصرف بهینه سوخت و انرژی‌های موجود و شرایط زیست محیطی باشد باید در اولویت اول قرار گیرد. بکارگیری آن دسته از فناوری‌های سخت افزاری و نرم افزاری در این بخش، توسعه حمل و نقل ریلی و تسهیل در جابجایی بار و مسافر و افزایش توان مربوطه را به دنبال داشته و گام بزرگی در پیشرفت بسوی توسعه پایدار و ارائه خدمات عمومی خواهد بود. نقش صنعت حمل و نقل ریلی به لحاظ ویژگی‌هایی همچون ایمن بودن، اشتغال‌زا بودن، و دوستدار محیط زیست بودن، در رشد و توسعه صنعت حمل و نقل کشور امری بدیهی، واضح و روشن است.

از مدت‌ها قبل برپایه ضرورت و درک واقعیت‌ها برای رشد و شکوفایی در عرصه حمل و نقل قدم‌هایی برداشته شده لکن تحول بنیادی و متناسب با نیاز جامعه تحقق نیافته؛ اگرچه این مهم مستلزم نگرش جدیدی حول محور تعهد همه جانبه دست اندرکاران، باور ملی و برپایه تفاهم مدیریتی و توجه اساسی به اسناد بخشی، فرابخشی و سند چشم انداز بیست‌ساله و در واقع پیرامون سیاست‌های کلان نظام برای پر شتاب‌کردن رفتارها و عملکردهاست اما هر از گاهی مواردی را برای بهتر شدن وضعیت موجود باید باز تعریف کرد و همه دست اندرکاران، سیاستگذاران، تصمیم‌گیران و مجریان به وحدت نظر و عمل به اهداف عالیه مجتمع شوند.

از جمله سیاست‌هائی که در صدر سیاست‌های کلان کشور قرار گرفته؛ اصلاح الگوی مصرف است. با توجه به اهمیت حوزه حمل و نقل و ارتباط و پیوستگی آن به بخش انرژی، تدوین مناسب سیاست‌ها و برنامه‌های بهره‌وری انرژی نیازمند هماهنگی در تعاملات مشترک و شناسایی دقیق مولفه‌های موثر آن است. چرا که حمل و نقل عمده مصرف کننده میزان انرژی کشور با حدود ۲۷ درصد کل مصرف انرژی پس از بخش خانگی و تجاری با حدود ۴۰ درصد کل مصرف کشور است. سهم موثر حمل و نقل جاده‌ای در کشور، عامل مهمی در بالا رفتن میزان مصرف انرژی در کشور بوده و لذا تبعات جانبی آن که با الگوی مصرف صحیح فاصله زیادی دارد، دامنگیر این بخش و مانع بزرگی برای پیشرفت اقتصادی کشور بحساب می آید.

در سال ۸۵، طبق آمار موجود، حدود ۹۳ درصد از انرژی مصرفی در بخش حمل و نقل مربوط به زیر بخش جاده‌ای و معادل آن بوده است. در حالی که سهم راه آهن در مصرف انرژی حدود ۴ درصد می باشد. همچنین براساس آمارهای بدست آمده تا سال ۸۷ میزان مصرف سوخت در حمل و نقل ریلی برای هر ۱۰۰۰ نفر-کیلومتر حدود ۷ لیتر و برای حمل و نقل هر ۱۰۰۰تن-کیلومتر حدود ۱۰لیتر بوده است. در حالی که در حمل و نقل جاده‌ای برای حمل هر ۱۰۰۰تن - کیلومتر بطور متوسط ۳۰ لیتر نفت گاز مصرف می‌شود.

بدیهی است اگر به جذابیت ساختار، مقررات و مدیریت حوزه حمل و نقل ریلی توجه اساسی‌تری بشود و بر اساس نیازهای واقعی جهت تامین شبکه، خطوط، تجهیزات و نیروی محرکه منطقی اقدام شود، بدلیل قابلیت‌های ذاتی و نسبی از یک سو و مصرف سوخت اندک حمل و نقل ریلی از سوی دیگر طبیعتاً تبعات منفی افزایش قیمت فرآورده نفتی در بخش حمل و نقل بار و مسافر کشور توسط خطوط ریلی کاهش یافته و در نهایت با افزایش سهم راه آهن در حمل و نقل بار و مسافر کشور، منافع آن نصیب اقتصاد ملی و عموم مردم می‌گردد. در این راستا، استفاده از تونل‌های طویل ریلی، یکی از عوامل مهمی است که با کوتاه‌تر کردن مسیر و به تبع آن کاهش زمان سفر و نیز افزایش ظرفیت حمل و نقل بار و مسافر، می‌تواند جذابیت حمل و نقل ریلی را افزایش دهد.

ضرورت افزایش ظرفیت شبکه ریلی کشور

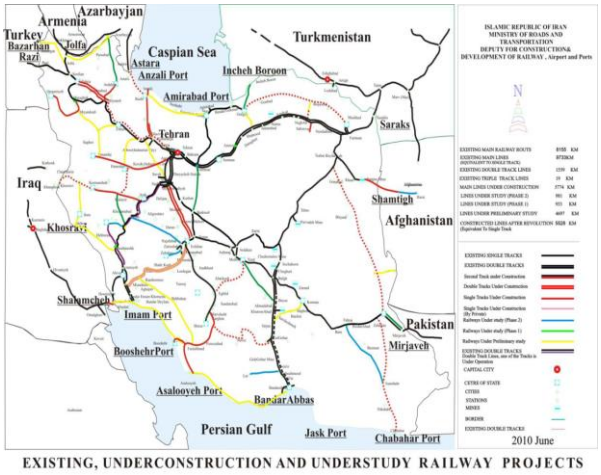
طول مسیرهای ریلی کشور تناسبی با وسعت و جمعیت ایران ندارد و بسیار کمتر از ظرفیت مورد نیاز است. در سی سال اخیر، با همه اولویتی که راه‌آهن در برنامه‌های عمرانی کشور داشته، طول خطوط شبکه سراسری راه آهن به اندازه‌ای که بتواند حداقل نیازهای حمل باری و مسافری داخلی را تامین کند، توسعه نیافته است. در واقع یکی از دلایل وجود ازدحام در

Archive of SID

www.SID.ir

شریان‌های جاده‌ای کشور و رویکرد مردم به استفاده از خودروی شخصی، از ضعف شبکه ریلی سرچشمه می‌گیرد که موجب شده است سهم این شبکه در حمل و نقل بار و مسافر از ده درصد کل عملکرد سامانه حمل و نقل هم پایین تر بماند.

درحال حاضر کشور جمهوری اسلامی ایران دارای حدود ۱۰۰۰۰ کیلومتر مسیر راه‌آهن درحال بهره‌برداری، حدود ۶۰۰۰ کیلومتر درحال ساخت و حدود ۷۰۰۰ کیلومتر در دست مطالعه و طراحی می‌باشد.



EXISTING, UNDERCONSTRUCTION AND UNDERSTUDY RAILWAY PROJECTS

شکل ۱- نقشه جامع خطوط راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران

شکل ۲- نقشه راه‌آهن سراسری ایران

عملیات	
راه‌آهن ملی	راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران
مجری اصلی	RAI, Tooka rail, Samand rail,
آمار	
مسافر	۲۱ میلیون
مسافر به کیلومتر	۱۳ بیلیون
بار	۳۱ میلیون تن
طول مجموعه	
مجموع	۹۷۳۳ کیلومتر
دوخطه	۱۴۲۶ کیلومتر
راه‌آهن برقی	۱۴۶ کیلومتر
مسیر سریع‌السیر	۱۵۰ کیلومتر
واگن	
فاصله چرخ	۱۴۳۵ میلی‌متر (۴ فوت ۸٫۵ اینچ)
	۱۵۲۰ میلی‌متر (۴ فوت ۱۱٫۸ اینچ)
	۱۶۷۶ میلی‌متر (۵ فوت ۶ اینچ)
برق‌رسانی	
اصلی	۲۵ Kv ۵۰ Hz AC
خصوصیات	

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد تونل	۱۰۵
طول تونل	۱۲۰ متر
طولانی ترین تونل	۳۰۰۰ متر
تعداد پل	۳۵۰
طولانی ترین پل	۷۵۰ متر
تعداد ایستگاه قطار	۳۶۰
بلندترین ارتفاع	۲۵۰۰ متر
پایین ترین ارتفاع	۲۰- متر

جدول۱- مشخصات راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران

برای جبران این کمبود در شبکه ریلی، می‌بایست دو اقدام به طور هم زمان انجام پذیرد. ابتدا تمامی ساز و کارها در حاکمیت به گونه‌ای هماهنگ و با سرعت، احداث سالانه ۱۰۰۰ کیلومتر خط ریلی را اجرایی نمایند و در کنار آن، سرعت حمل و نقل مسافر و کالا در شبکه ریلی افزایش یابد. برای نیل به این هدف نیز لازم است برنامه‌های زیر به اجرا در آید:

ابتدا همه مسیرهای پر تردد یک خطه دو خطه شوند، همچنین همه گلوگاه‌هایی که موجب کاهش سرعت سیر در مسیرها می‌شود شناسایی و اصلاح انجام پذیرد. همچنین استفاده از قطارهای برقی در شبکه ریلی کشور، در مسیرهایی که دارای ظرفیت بالای پذیرش بار و مسافر می‌باشند در اولویت قرار گیرد. توسعه قطارهای برقی در این بخش از شبکه ریلی مزیت‌های ویژه‌ای دارد. قطارهای برقی پرسرعتی که امروزه در شبکه ریلی دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند به طور متوسط سرعتی معادل ۲۰۰ کیلومتر در ساعت دارند. سیستم حمل و نقل ریلی برقی و پرسرعت در مسیرهای گفته‌شده، در مجموع امن‌ترین، راحت‌ترین، کم مصرف‌ترین و در عین حال سریع‌ترین سیستم حمل و نقل برای کشور محسوب می‌شود. از دیگر مزیت‌های قطار برقی این است که در اواخر شب تا ساعت شروع کار در صبح روز بعد به مدت ۱۰ ساعت (۱۰ شب تا ۸ صبح) بیشترین جابجایی مسافر و کالا توسط سیستم حمل و نقل ریلی انجام می‌پذیرد و در این مدت شبکه برق کشور با اضافه بار تولیدی مواجه است لذا قطارهای برقی مشتری بسیار مطلوبی برای استفاده از بار اضافه شبکه برق محسوب می‌شوند.

واضح است که قید موظف بودن دولت در رسیدن به سهم ۱۸ و ۳۰ درصدی درعرصه حمل بار و مسافر توسط سیستم ریلی تا سال ۱۳۹۴، یک امر حیاتی است و باید زمینه‌های اجرایی آن بدون فوت وقت، توسط مسئولان مربوطه محقق شود و بیش از این عقب‌ماندگی‌ها انباشت نشود. دراین جهت اشاره می‌شود که کره‌جنوبی برنامه دست‌یابی به سهم ۱۷ و ۱۹ درصدی حمل مسافر و بار ریلی خود را تا سال ۲۰۳۰ میلادی تدوین کرده است. ترکیه نیز، برنامه‌ریزی به منظور برخورداری از سهم ۱۵ و ۲۰ درصدی خود در زمینه حمل مسافر و بار ریلی را تا سال ۲۰۳۵ میلادی آغاز کرده است. در گزارش مربوط به بیلان حمل و نقل ۲۰۵۰ اروپا، انتشاریافته از سوی کمیسیون اروپا، اشاره به انتقال ۳۰ درصدی حمل و نقل جاده ای با مسافت بالاتر از ۳۰۰ کیلومتر به حمل و نقل توسط ریل یا راه‌های آبی تا سال ۲۰۵۰ میلادی شده و همچنین خواسته شده است که شبکه راه‌آهن تندرو مسافری اروپا تکمیل شود؛ به طوری که بیش‌تر عملیات حمل و نقل مسافری به وسیله سیستم ریلی انجام پذیرد.

افزایش سهم حمل و نقل ریلی، احتیاج به اجرای برنامه عملیاتی مدون‌شده‌ای دارد. همچنین بنا به استناد سند راهبردی راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران که در سخنان مسئولان و دست‌اندرکاران نیز منعکس می‌شود، حدود ۴۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری در سیستم راه‌آهن تا پایان برنامه پنجم توسعه موردنیاز است که با توجه به محدودیت بودجه‌های دولتی، ایجاد تحول اساسی به منظور حضور مؤثر بخش خصوصی برای مدیریت و تأمین سرمایه‌گذاری در این بخش ضروری به نظر می‌آید.

تونل‌های طویل ریلی

برتری‌های حمل و نقل ریلی نسبت به سایر شقوق حمل و نقل، زمانی بیشتر آشکار می‌گردد که ترکیبی از راه‌آهن برقی، خطوط و قطار سریع‌السیر و تونل‌های طویل ریلی با یکدیگر آمیخته شوند. در این میان تونل‌های طویل ریلی دارای ویژگی‌های

Archive of SID

www.SID.ir

منحصر بفردی هستند که کوتاه شدن مسیر و به تبع آن کاهش زمان سفر و نیز افزایش ظرفیت حمل و نقل بار و مسافر از آن جمله می‌باشند.

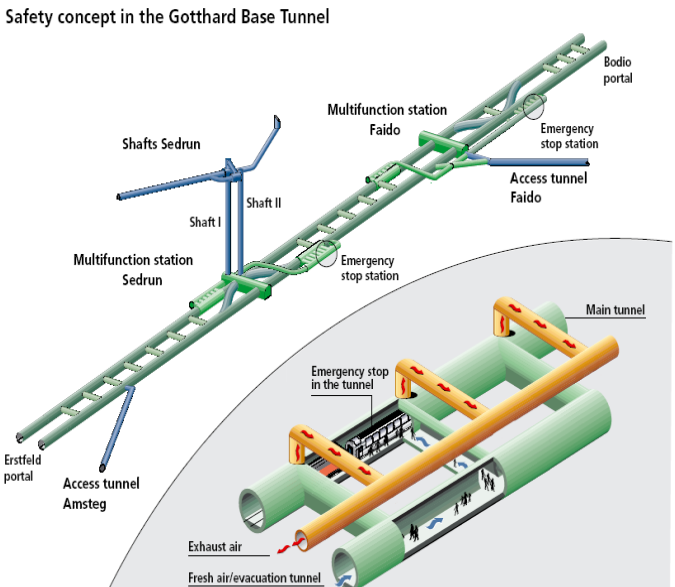
در حال حاضر تونل‌های طویل ریلی قابل ملاحظه‌ای در جهان احداث گردیده و یا تحت ساخت قرار دارند. برخی از این تونل‌ها در میان کوه‌های صعب‌العبور (نظیر تونل اصلی گتارد در سوئیس) یا در زیر بستر دریا (نظیر تونل مانش بین انگلیس- فرانسه و تونل سیکان در ژاپن) حفر گردیده و یا در حال حفر می‌باشند. تعداد این تونل‌های فهرست‌شده به عدد ۷۰ می‌رسد. طول تقریبی آنها بین ۱۰ تا ۶۰ کیلومتر می‌باشد. این تونل‌ها بعضا" جزء بزرگترین شاهکارهای مهندسی قرن بیستم محسوب می‌گردند.

از این تعداد، ۵۵ تونل طویل ریلی جمعا" بطول ۸۸۵ کیلومتر احداث گردیده و ۱۵ تونل جمعا" بطول ۲۷۳ کیلومتر تحت ساخت قرار دارند. از مجموع تونل‌های یاد شده تعداد ۵۹ تونل جمعا" ۷۹۲ کیلومتر بین ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر و تعداد ۱۱ تونل جمعا" ۳۶۶ کیلومتر بین ۲۰ تا ۶۰ کیلومتر طول دارند. شایان ذکر است از تونل‌های بین ۲۰ تا ۶۰ کیلومتر طول، به تعداد ۴ تونل و به میزان ۱۳۰ کیلومتر تحت ساخت قرار دارند.

تونل‌های طویل ریلی با طیف طولی بین ۲۰ تا ۶۰ کیلومتر به ترتیب از بزرگ به کوچک در جدول ذیل درج گردیده‌اند که در میان آنها چهار تونل اول جزء مهمترین تونل‌های جهان از نظر طول و سطح دشواری ساخت محسوب می‌گردند.

ردیف	نام کشور	نام تونل	طول(کیلومتر)	زمان افتتاح	کاربری
۱	سوئیس	Gotthard Base	۵۷/۱	۲۰۱۷	بار ومسافر
۲	ژاپن	Seikan	۵۳/۹	۱۹۸۸	بار ومسافر
۳	انگلیس _فرانسه	chunnel(مانش)	۵۰/۵	۱۹۹۴	بار ومسافر
۴	سوئیس	lotschberg	۳۴/۶	۲۰۰۷	بار ومسافر
۵	اسپانیا	Guadarrama	۲۸/۴	۲۰۰۷	مسافر
۶	ژاپن	Hakkoda	۲۶/۵	۲۰۱۰	بار ومسافر
۷	ژاپن	Iwate-ichinohe	۲۵/۸	۲۰۰۲	بار ومسافر

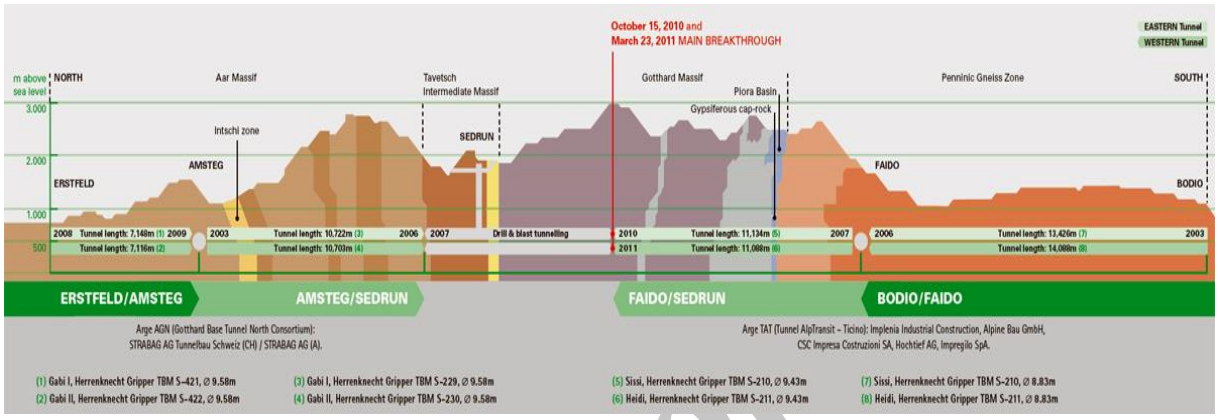
جدول ۲- تونل‌های طویل ریلی



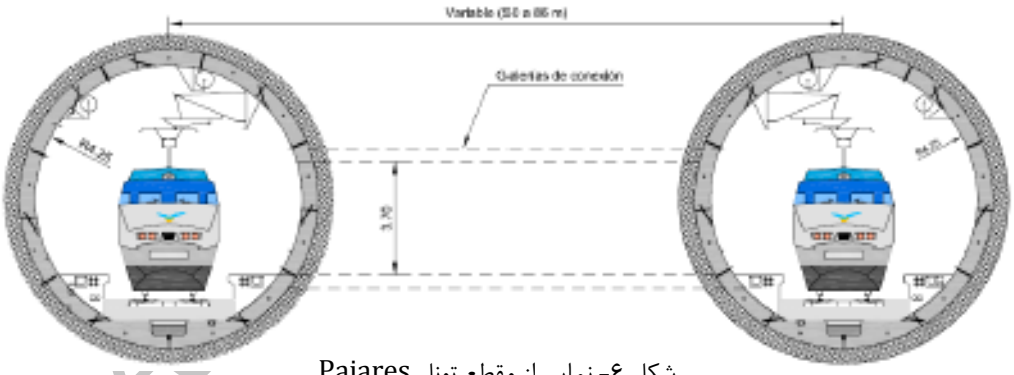
Archive of SID
ID.ir

شکل ۳ - تونل رفت و برگشتی گتارد

شکل ۴- جبهه‌های کاری اصلی تونل لوشبرگ



شکل ۵- پروفیل طولی تونل گتارد



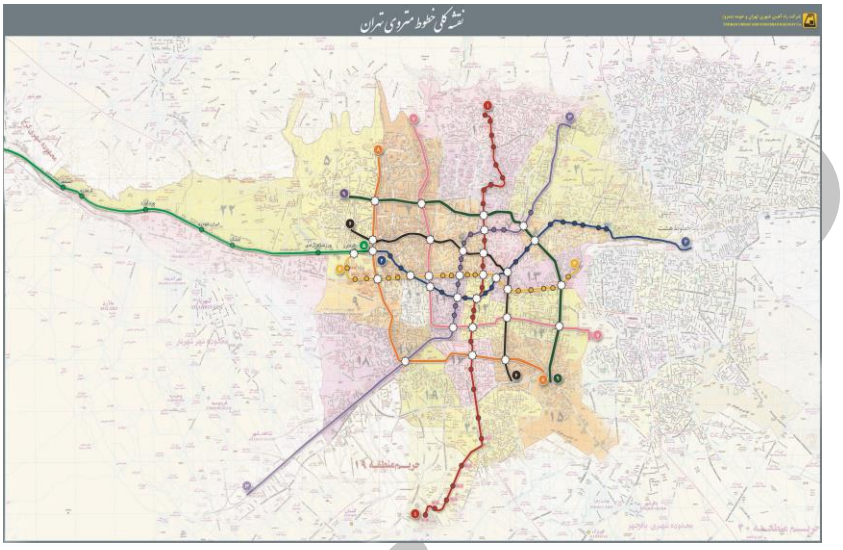
شکل ۶- نمایی از مقطع تونل Pajares

طرح احداث تونل طویل ریلی البرز

سالیان متمادی بحث حمل سریع مسافر و کالا با کمترین آثار منفی زیست‌محیطی و ایمنی و آسایش بیشتر نسبت به خطوط جاده‌ای در کریدور تهران شمال با طرح یک مسیر ریلی سریع‌السیر مطرح بوده است، که این مهم بدون احداث تونل آن هم از نوع تونل‌های عمیق و طویل ریلی با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه در طول مسیر مذکور میسر نبوده و با احداث این طرح می‌توان یک سیستم ریلی سریع‌السیر مسافری و باری مطمئن ایجاد کرد. با توجه به حجم انبوه مسافران و بار که در ماه‌های مختلف سال در مسیر تهران - شمال در حال تردد می‌باشند، ایجاد و توسعه شبکه حمل و نقل ریلی به طور واضحی خودنمایی می‌کند. در این راستا توجه به راه ارتباطی مناسب و البته پاسخگو به حجم تقاضای مسافران، ایجاد مسیر جدیدی را به منظور دسترسی به استان‌های شمالی کشور و تسهیل این ارتباط پر رنگ‌تر از همیشه می‌گرداند. در این راستا ایده ایجاد متروا‌تصال سریع‌السیر در جهت ارتباط با استان‌های شمالی کشور طرحی نو می‌باشد که در این مقاله به مطالعات بسیار مقدماتی و مباحث پیرامون آن توجه گردیده است.

www.SID.ir

همانطور که ذکر گردید درحال حاضر کشور جمهوری اسلامی ایران دارای حدود ۱۰۰۰۰ کیلومتر مسیر راه‌آهن درحال بهره‌برداری، حدود ۶۰۰۰ کیلومتر درحال ساخت و حدود ۷۰۰۰ کیلومتر در دست مطالعه و طراحی می‌باشد. لذا اضافه‌شدن حدود ۱۰۰ کیلومتر ریل پرسرعت برقی به این برنامه، نه تنها مشکلی ایجاد نمی‌نماید بلکه اثر اجرای این پروژه در زمینه حمل بار، مسافر، توسعه پایدار و بسترسازی اجرای پروژه‌های مشابه در آینده از اهمیت بسزایی برخوردار است. همچنین همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است؛ در استان تهران برنامه‌های تدوین‌شده‌ای به‌منظور ایجاد مترو و متروتصال‌های سریع‌السیر به شهرهای اقماری وجود دارد که با ایجاد مسیر ریلی پرسرعت به شمال کشور این مجموعه کامل می‌گردد.



شکل ۷- نقشه کلی خطوط متروی تهران

ایجاد ارتباط ریلی بین دو طرف البرز از طریق تونل طویل، پیشنهاد جدیدی نیست و از سالیان دور مطرح بوده است. با ساخت تونل ریلی پرسرعت گذر از البرز، ایران اولین قطار تندرو برقی خود را نیز عرضه خواهد کرد. این خط ریلی اقتصاد دو سوی البرز را بهم پیوند می‌زند و این اجازه را خواهد داد که با سرعت ۲۰۰ کیلومتر در ساعت در حداکثر ۳۰ دقیقه از تهران به آب‌های دریای خزر رسید. این بدین معنی است که فاصله ۳/۵ ساعته در زمان غیر شلوغ و ۵ ساعته در زمان‌های شلوغ به نیم ساعت تقلیل پیدا خواهد کرد و لذا صرفه‌جویی کلانی در مصرف سوخت و همچنین وقت مردم را به ارمغان خواهد آورد. ضمن آنکه این طرح هیچ آسیبی به محیط زیست البرز وارد نخواهد آورد. گفتنی است با عملی شدن این پیشنهاد، عدالت اجتماعی در تردد ایجاد، و امکان اجرای سیاست‌های هدفمند نمودن یارانه‌ها نیز فراهم خواهد گردید.

شایان ذکر است حتی با کاهش فاصله زمانی اعزام قطارها می‌توان ضمن حمل مسافر انبوه بیش از ۲۰۰ هزار نفر در روز، بار هم جابجا کرد. از دیگر اهداف آن، طرح انتقال مسافر جاده به ریل می‌باشد که صرفه‌جویی زیادی را بهمراه خواهد داشت. با توجه به این اهداف، عمده‌ترین دلایل ضرورت احداث تونل طویل ریلی البرز بدین شرح است:

- قدمت زیاد، عدم برخورداری از ایمنی و استاندارد لازم، عدم پاسخگویی به حجم ترافیک در جاده‌های شمال
- عدم پاسخگویی جاده‌ها به حجم ترافیک وسائط نقلیهٔ مسافری و باری
- تخریب محیط زیست، آلودگی هوا و منابع آب با احداث جاده و بزرگراه
- مصرف انرژی بهینه، کاهش تصادفات جاده‌ای و حفظ محیط زیست منطقه
- کاهش زمان سفر با سرعت طرح ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت به ۳۰ تا ۴۵ دقیقه
- ایجاد جذابیت برای سفرهای تفریحی، توریستی و توسعهٔ صنعت توریسم
- ایجاد اشتغال و فرصت‌های شغلی در دوران اجرای طرح و بهره‌برداری از آن
- جـذب سهم بیشتر سفرهای برون شـهری و انتقال مسـافر جاده به ریـل

Archive
www.SID.ir

اطلاعات آماری منطقه تحت تاثیر اجرای طرح

بمنظور بررسی جزئیات تاثیرات اجتماعی- اقتصادی اجرای پروژه، مراکز پرجمعیت و قطب‌های اقتصادی متاثر از اجرای طرح، بعنوان مناطق تحت تاثیر مستقیم و یا موردمطالعه معرفی شدند. این مناطق همگی در استان‌های تهران و مازندران واقع شده‌اند. استان تهران دارای ۱۲ میلیون سکنه و از لحاظ جمعیت متراکم‌ترین منطقه ایران به حساب می‌آید. درحدود ۱۸ درصد از جمعیت کشور در این استان جای گرفته‌اند. تقریباً ۸۶/۵ درصد از این جمعیت در مناطق شهری و ۱۳/۵ درصد مابقی در مناطق روستایی استان زندگی می‌کنند. استان تهران با مساحت ۱۸۹۰۹ مترمربع و با ۱۳شهرستان، ۴۳ شهر و ۱۳۵۸ روستا در شمال فلات ایران واقع گردیده است.

شهر	جمعیت در سال ۱۳۸۵	تخمین جمعیت در سال ۱۴۰۹
تهران	۷۷۰۵۰۳۶	۱۱۰۱۴۳۷۰
کرج	۱۳۷۷۴۵۰	۲۲۱۵۵۴۱
اسلامشهر	۳۵۷۱۷۱	۵۷۴۴۸۷
گلستان	۲۳۱۸۸۲	۳۷۲۹۶۷
شهرقدس	۲۲۹۳۵۴	۳۶۸۹۰۱
ملارد	۲۲۸۶۷۳	۳۶۷۸۰۶
ورامین	۲۰۸۵۶۹	۳۳۵۴۷۰
شهریار	۱۸۹۱۲۰	۳۰۴۱۸۷
نسیم‌شهر	۱۳۵۸۲۴	۲۱۸۴۶۴
پاکدشت	۱۲۶۲۸۱	۲۰۳۱۱۵

جدول ۳ - جمعیت شهرهای استان تهران

استان مازندران بین ۳۵ درجه و۳۶ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی قرارگرفته است. استان مازندران با مساحت تقریبی ۲۴۰۰۰ کیلومتر مربع (۱/۴۶ درصد مساحت کل کشور) و حدود ۲/۹ میلیون نفر جمعیت بر سر راه‌های مهم ارتباطی کشور قرار گرفته بطوریکه این راه‌ها، مازندران را به استان‌های گلستان در شرق و گیلان درغرب و تهران و سمنان در جنوب وصل می کند .

شهر	جمعیت در سال ۱۳۸۵	تخمین جمعیت در سال ۱۴۰۹
کل استان	۲۹۲۲۴۳۲	۴۷۰۰۵۴۸
ساری	۴۹۵۳۶۰	۷۹۶۷۵۵
بابل	۴۶۹۵۹۱	۷۵۵۳۰۷
آمل	۳۴۶۷۷۵	۵۵۷۷۶۵
قائم‌شهر	۲۹۵۱۳۵	۴۷۴۷۰۶
تنکابن	۱۹۴۷۱۹	۳۱۳۱۹۳
بهشهر	۱۵۶۱۹۵	۲۵۱۲۲۹
چالوس	۱۲۲۸۶۳	۱۹۷۶۱۷
بابلسر	۱۱۹۱۷۳	۱۹۱۶۸۲

Archive of SID
www.SID.ir

نوشهر	۱۱۸۴۸۱	۱۹۰۵۶۹
نور	۱۰۵۸۹۴	۱۷۰۳۲۳
نکا	۱۰۵۶۵۲	۱۶۹۹۳۴
محمودآباد	۹۰۵۰۲	۱۴۵۵۶۶
جویبار	۷۰۴۱۹	۱۱۳۲۶۴
رامسر	۶۸۱۶۳	۱۰۹۶۳۵
سوادکوه	۶۷۹۲۰	۱۰۹۲۴۵
فریدونکنار	۵۶۱۲۹	۹۰۲۷۹
گلوگاه	۳۹۴۶۱	۴۷۳۸۶

جدول ۴- جمعیت شهرهای استان مازندران

ملاحظه می‌شود که استان‌های تهران و مازندران به‌عنوان مناطق تحت تاثیر مستقیم اجرای طرح تا سال ۱۴۰۹، جمعیتی در حدود ۲۰ میلیون نفر که یک چهارم جمعیت کل کشور خواهد بود را در برمی‌گیرند.

درحال حاضر مدت زمان سفر بین استان‌های تهران و مازندران از طریق جاده‌های ارتباطی موجود، حدود ۴ ساعت است که در روزهایی از سال که تعداد آن نیز درحال افزایش است، تا بیش از ۱۰ ساعت به طول می‌انجامد. همچنین ارتباط ریلی راه‌آهن شمال که مازندران را به تهران و گرگان در استان گلستان متصل می‌سازد؛ حدود ۱۰ ساعت از وقت مسافران را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین براساس آمارهای موجود، میزان تناژ حمل بار جاده‌ای از شهرستان‌های استان مازندران به تهران سالانه ۲۵ درصد و میزان حمل مسافر جاده‌ای سالانه ۵ درصد رشد می‌یابد. این در حالی است که ۳۶ درصد کل حمل بار جاده‌ای کشور و ۶۴ درصد کل حمل مسافر جاده‌ای کشور بین دو استان تهران و مازندران می‌باشد. لذا با توجه به گسترش آتی ظرفیت بندر امیرآباد بهشهر تا ۱۰ میلیون تن، توسعه گردشگری، و همچنین وجود ظرفیت‌های بالقوه در استان مازندران، که می‌تواند این استان را به تنفس‌گاه مناسبی برای تهران تبدیل نماید؛ ضرورت احداث خط آهن جدید و سریع السیر شمال-تهران از طریق احداث تونل طویل و عمیق جهت عبور از سلسله جبال البرز و همچنین ایجاد شهرک‌های اقماری در مسیر پروژه (در محل‌هایی مانند بلده، کجور، نور، آمل و ...) که باعث توجیه‌پذیری اقتصادی پروژه از طریق افزایش بار و مسافر روزانه می‌گردد؛ درآینده اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

شکل ۵ - منطقه موردمطالعه طرح

شایان ذکر است هفت مکان جدید در اطراف تهران به سمت شمال برای توسعه آینده شهری ارزیابی شده‌اند. معیارهای شناسایی مناطق بالقوه شهری با تکیه بر توپوگرافی و با هدف پیدا کردن سطوح هموار در منطقه البرز مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

www.SID.ir

منطقه شماره ۱ : کلاردشت					
مساحت منطقه	مساحت منطقه شهری	ارتفاع	تعداد روستاها	جمعیت فعلی	جمعیت آینده
۵۹,۳۹ کیلومتر مربع	۴۵ کیلومتر مربع	۱۳۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰	۲۵۰۰۰-۲۰۰۰۰	۴۷۰۰۰۰
	زمان سفر با خودروی شخصی		مسافت	کیفیت مسیر دسترسی	
راه ارتباطی با چالوس	۱ ساعت		۵۰ کیلومتر	متوسط	
راه ارتباطی با تهران	۳ ساعت و ۳۰ دقیقه		۱۸۰ کیلومتر	متوسط	

منطقه شماره ۲ : دالاش، پول، لارگان، کندلوس					
مساحت منطقه	مساحت منطقه شهری	ارتفاع	تعداد روستاها	جمعیت فعلی	جمعیت آینده
۵۶,۳۳ کیلومتر مربع	۵۰ کیلومتر مربع	۱۶۰۰-۱۳۰۰ متر	۴		۵۰۰۰۰۰
	زمان سفر با خودروی شخصی		مسافت	کیفیت مسیر دسترسی	
راه ارتباطی با چالوس	۱ ساعت و ۱۵ دقیقه		۵۰ کیلومتر	متوسط	
راه ارتباطی با تهران	۴ ساعت		۲۰۰ کیلومتر	متوسط	
راه ارتباطی با نور	۲ ساعت و ۱۵ دقیقه		۱۱۰ کیلومتر	متوسط	

منطقه شماره ۳ : کجور					
مساحت منطقه	مساحت منطقه شهری	ارتفاع	تعداد روستاها	جمعیت فعلی	جمعیت آینده
۴۶,۵۸ کیلومتر مربع	۳۵ کیلومتر مربع	۱۶۰۰-۱۴۰۰ متر	۳		۳۵۰۰۰۰
	زمان سفر با خودروی شخصی		مسافت	کیفیت مسیر دسترسی	
راه ارتباطی با چالوس	۱ ساعت و ۴۰ دقیقه		۷۰ کیلومتر	متوسط	
راه ارتباطی با تهران	۴ ساعت و ۲۰ دقیقه		۲۲۰ کیلومتر	متوسط	
راه ارتباطی با نور	۲ ساعت و ۱۵ دقیقه		۶۰ کیلومتر	پایین	

منطقه شماره ۴ : نور					
مساحت منطقه	مساحت منطقه شهری	ارتفاع	تعداد روستاها	جمعیت فعلی	جمعیت آینده
۸۶,۲۰ کیلومتر مربع	۷۰ کیلومتر مربع	۵۰-۰ متر	۸	۵۰۰۰	۷۰۰۰۰۰
	زمان سفر با خودروی شخصی		مسافت	کیفیت مسیر دسترسی	
راه ارتباطی با چالوس	۱ ساعت و ۱۰ دقیقه		۶۵ کیلومتر	بالا	
راه ارتباطی با تهران	۳ ساعت و ۴۵ دقیقه		۲۴۰ کیلومتر	بالا	
راه ارتباطی با آمل	۵۰ دقیقه		۵۰ کیلومتر	بالا	

منطقه شماره ۵ : آمل					
مساحت منطقه	مساحت منطقه شهری	ارتفاع	تعداد روستاها	جمعیت فعلی	جمعیت آینده
۱۴۷,۵۹کیلومتر مربع	۱۱۰ کیلومتر مربع	۵۰-۰ متر	۲۰	۱۰۰۰۰	۱۱۱۰۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

	زمان سفر با خودروی شخصی	مسافت	کیفیت مسیر دسترسی
راه ارتباطی با آمل	۲۰ دقیقه	۱۳ کیلومتر	متوسط
راه ارتباطی با تهران	۳ ساعت و ۲۰ دقیقه	۱۹۰ کیلومتر	بالا
راه ارتباطی با نور	۵۰ دقیقه	۳۵ کیلومتر	متوسط

منطقه شماره ۶ : بلده					
مساحت منطقه	مساحت منطقه شهری	ارتفاع	تعداد روستاها	جمعیت فعلی	جمعیت آینده
۲۷,۲۳ کیلومتر مربع	۱۰ کیلومتر مربع	۲۳۰۰-۲۰۰۰ متر	۱	۵۰۰۰	۱۰۵۰۰۰
	زمان سفر با خودروی شخصی		مسافت	کیفیت مسیر دسترسی	
راه ارتباطی با چالوس	۲ ساعت و ۳۰ دقیقه		۱۳۰ کیلومتر	متوسط	
راه ارتباطی با تهران	۳ ساعت و ۴۵ دقیقه		۲۰۰ کیلومتر	متوسط	
راه ارتباطی با آمل	۲ ساعت		۱۰۰ کیلومتر	متوسط	
راه ارتباطی با نور	۱ ساعت و ۴۵ دقیقه		۸۰ کیلومتر	متوسط	

منطقه شماره ۷ : سد لار					
مساحت منطقه	مساحت منطقه شهری	ارتفاع	تعداد روستاها	جمعیت فعلی	جمعیت آینده
۸۴,۸۸ کیلومتر مربع	۸۰ کیلومتر مربع	۲۷۰۰-۲۴۰۰ متر	۰	۰	۸۰۰۰۰۰
	زمان سفر با خودروی شخصی		مسافت	کیفیت مسیر دسترسی	
راه ارتباطی با آمل	۴ ساعت و ۱۵ دقیقه		۵۰ کیلومتر	پایین	
راه ارتباطی با تهران	۲ ساعت و ۵۰ دقیقه		۸۸ کیلومتر	خیلی پایین	

در مناطق نزدیک به نور و آمل، با توجه به توپوگرافی منطقه، شرایط بسیار مناسبی برای شهرسازی فراهم می‌باشد. اگر چه هزینه‌های تامین زمین نیز باید بالاتر باشد.

به طور کلی ایجاد شهرک‌های اقماری در درجه اول نیاز به آب و انرژی دارد. خوشبختانه وجود سفره‌های آب زیرزمینی و همچنین هد یا اختلاف ارتفاع در مسیر تونل طویل ریلی البرز، امکان تامین آب و تولید برق به روش هیدروالکتریک را فراهم می‌کند.

اصول ساخت و بهره‌برداری تونل طویل ریلی البرز

تونل طویل ریلی البرز احتمالاً بصورت دوقلو (رفت و برگشتی تک خطه) خواهد بود که بوسیله گالری‌های اتصال دهنده به یکدیگر مرتبط می‌گردند. دو ایستگاه چند وظیفه‌ای در یک سوم طول مسیر تونل، ایستگاه‌های توقف اضطراری و تجهیزات فنی و ماشین آلات برای بهره‌برداری نیز ساخته و نصب خواهند گردید.

طول تقریبی نمونه مسیر ریلی در طرح مورد نظر از تهران (انتهای خط ۳ و خط اکسپرس ۴ متروی تهران) تا منطقه‌ای شامل شهرهای نور، علمده، و رویان در استان مازندران کمتر از ۱۰۰ کیلومتر می‌باشد که از این مسافت، حدود ۸۰ کیلومتر آن شامل چندین تونل عمیق و طویل و مابقی مسیر، روزمینی و شامل چندین دستگاه پل می‌باشد.

بهترین گزینه انتخابی برای احداث تونل نیز ماشین اتوماتیک حفاری تونل (TBM) خواهد بود که قادر به پیشروی ۲۵ متر در روز می‌باشد. چنانچه از چند ماشین حفار استفاده گردد، احداث تونل ۷۰ کیلومتری حدودا" ۷ سال(۵/۵ سال برای ساخت

Archive of SID
www.SID.ir

و ۱/۵ سال برای خرید ماشین) طول خواهد کشید و اگر تعداد جبهه‌های کاری و ماشین‌های حفار را به ۴ یا ۶ افزایش دهیم می‌توان در طول حداکثر ۴/۵ سال (۳ سال برای ساخت و ۱/۵ سال برای خرید ماشین) کار احداث تونل را به اتمام رساند. ضمن آنکه وجود و برخورد با حجم انبوه آب‌های فراوان در منطقه کوهستانی- دفع خاک‌های حاصل از حفاری توسط ماشین حفار- تامین مصالح مورد نیاز برای تولید بتن در کوهستان- اینکه آیا خاک‌های حفاری شده، برای تولید بتن مورد نیاز استفاده گردد یا خیر- نیاز به سیستم‌های تهویه و هوادهی- رعایت جنبه‌های ایمنی به دلیل طولانی بودن تونل، عمق زیاد در برخی نقاط که به ۳۰۰۰ متر می‌رسد و فشار زمین را به همراه دارد، سرعت ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلومتر در ساعت قطار، و... - تامین برق مورد نیاز تجهیزات در کوهستان که می‌بایستی از طریق نیروگاه، پست‌ها، خطوط انتقال (دکل و کابل هوایی و کانال کابل کنار خط) به ترانسفورماتورهای کاهنده ۲۵ یا ۱۵ کیلوولت و سپس به Catenery منتقل گردد، و... از جمله مواردی هستند که می‌بایستی در ملاحظات فنی به آنها توجه خاصی مبذول داشت.

ذکر این نکته را ضروری می‌داند که در حال حاضر در کشور تجربه بسیار ارزشمندی در ساخت خطوط و تونل‌های ریلی درون شهری و بین شهری کسب شده است. در بخش درون شهری شرکت متروی تهران توانسته تا بحال ۱۳۵ کیلومتر خط مترو را در چهار خط راه‌اندازی نماید و با اجرای برنامه‌های پیش‌بینی‌شده طول خطوط مترو مجموعاً به ۲۵۰ کیلومتر خواهد رسید که بالغ بر ۶۰ درصد آن مسیر زیرزمینی است. در بخش راه‌آهن بین شهری نیز، موفقیت‌های چشمگیری حاصل شده و هم اکنون طرح‌های متعددی برای ساخت راه‌آهن در دست اجراست که با انجام آنها حدود ۲۵۰۰ کیلومتر به طول خطوط موجود افزوده خواهد شد. علاوه بر این، بالغ بر ۱۲۵۰۰ کیلومتر خط آهن در دست مطالعه یا آماده اجراست.

ضمناً تجربه کسب‌شده در ساخت تونل‌های انتقال آب را نیز نباید از نظر دور داشت. در این رابطه وزارت نیرو تجربه حفر تونل‌های با قطر بین ۴ تا ۶ متر و با طول بیش از ۲۰ کیلومتر، که عمدتاً با ماشین اتوماتیک حفاری (TBM) اجرا شده است را در کارنامه خود دارد. از جمله این طرح‌ها می‌توان به تونل انتقال آب قمرود که برای انتقال آب از سرشاخه‌های دز در الیگودرز به مخزن سد گلپایگان اجرا می‌شود و قطر حفاری آن بیش از ۴/۵ متر است، یا تونل انتقال آب سد کرج که قطر حفاری آن بیش از ۴/۷ متر است، و یا تونل انتقال آب سرپل‌ذهاب نوسود در استان کرمانشاه که برای انتقال آب رودخانه سیروان بوده و قطر حفاری آن حدود ۷ متر است اشاره داشت. اینها اثبات این مدعاست که ساخت تونل ریلی تهران - شمال خارج از توان نبوده و امکانات و تجربه ساخت آن در داخل کشور وجود دارد.

زمین‌شناسی منطقه طرح

بهترین مسیر بین دو نقطه همیشه یک خط راست نیست. فاکتورهای زیادی بر روی انتخاب جهت تاثیر می‌گذارد. یکی از معیارهای تاثیرگذار بر روی مسیر بهینه در تونل طویل البرز، ژئولوژی مسیر خواهد بود. پیش‌بینی‌های انجام‌شده بوسیله زمین‌شناسان با تجربه و نیز حفر چاه‌های اکتشافی، درجه قابل قبولی از قطعیت را حاصل می‌نماید اما چیزی که تونل سازان در مواجهه با صخره هنگام اجراء آنرا تجربه می‌کنند را نمی‌توان کاملا" از قبل پیش‌بینی نمود. بررسی‌های زمین‌شناسی منطقه طرح نشان می‌دهد که پروژه می‌تواند با ریسک‌های متعددی مواجه شود. لازم است مطالعات زمین‌شناسی دقیقی صورت گرفته تا تمامی ریسک‌ها شناسایی گردد. مدیریت ریسک‌های زمین‌شناسی بر اجرای موفق پروژه اهمیت زیادی داشته و می‌تواند زمان ساخت آن را کاهش دهد.

ریسک‌های احتمالی زمین‌شناسی شامل جریان آب ناگهانی، انفجار سنگ، درجه حرارت، گازهای پرخطر، فشرده‌شدن، تورم و وجود کارست می‌باشد. قبل از اینکه ماشین حفار اتوماتیک بتواند کارش را شروع نماید، ساخت تونل ریلی البرز نیازمند برنامه‌ریزی بسیار دقیق جهت حذر کردن از ریسک‌های مذکور می‌باشد. خوشبختانه وضعیت علم مهندسی روز جهان و ایران، مشکل غیرقابل حلی جهت عبور از البرز باقی نمی‌گذارد. تعدادی از مسیرهای پیشنهادی اولیه مشاور آمبرگ بهمراه بررسی ریسک‌های زمین‌شناسی در مسیرهای مربوطه در ادامه آمده است:

Archive of SID
SID.ir

شکل شماره ۶ - مسیرهای پیشنهادی
اولیه مشاور آمبرگ

Estimated % Risk Analysis per tunnel					
Sudden Water Inflow Risk	Corridor 1	Corridor 2	Corridor 3	Corridor 4	Corridor 5
Insignificant	0	0	0	0	0
Tolerable	29,4	39,4	63,1	25,9	79,5
Undesirable	70,6	60,6	36,9	74,1	20,5
Unacceptable	0	0	0	0	0

جدول ۴- بررسی ریسک جریان آب ناگهانی

Estimated % Risk Analysis per tunnel					
Karst Risk	Corridor 1	Corridor 2	Corridor 3	Corridor 4	Corridor 5
Insignificant	47,6	44,4	61	25,9	80,5
Tolerable	52,4	55,6	39	74,1	19,5
Undesirable	0	0	0	0	0
Unacceptable	0	0	0	0	0

جدول ۵- بررسی ریسک وجود کارست

Estimated % Risk Analysis per tunnel					
Hazardous gas Risk	Corridor 1	Corridor 2	Corridor 3	Corridor 4	Corridor 5
Insignificant	52,6	61,2	49,7	74,8	25
Tolerable	0	2,8	9,9	1,4	20,3
Undesirable	47,4	36	40,4	23,8	54,7
Unacceptable	0	0	0	0	0

جدول ۶- بررسی ریسک گازهای پرخطر

Estimated % Risk Analysis per tunnel					
Rockburst Risk	Corridor 1	Corridor 2	Corridor 3	Corridor 4	Corridor 5
Insignificant	0	8,4	4,6	0	0
Tolerable	25,6	29,5	57,3	25,8	79,8
Undesirable	74,4	62,1	37,8	74,2	20,2
Unacceptable	0	0	0	0	0

جدول ۷- بررسی ریسک انفجار سنگ

Estimated % Risk Analysis per tunnel					
Squeezing Risk	Corridor 1	Corridor 2	Corridor 3	Corridor 4	Corridor 5
Insignificant	52,6	61,2	27,8	74,8	17,7
Tolerable	0	2,8	3,1	1,4	27,1
Undesirable	47,4	36	69,1	23,8	55,2
Unacceptable	0	0	0	0	0

جدول ۸- بررسی ریسک فشرده‌شدن

Estimated % Risk Analysis per tunnel					
Swelling Risk	Corridor 1	Corridor 2	Corridor 3	Corridor 4	Corridor 5
Insignificant	52,2	61,9	84,2	98,6	62,5
Tolerable	47,8	38,1	15,8	1,4	37,5
Undesirable	0	0	0	0	0
Unacceptable	0	0	0	0	0

جدول ۹- بررسی ریسک تورم

www.SID.ir

Risk Analysis					
Risk	Corridor 1	Corridor 2	Corridor 3	Corridor 4	Corridor 5
Temperature Risk	Undesirable	Undesirable	Undesirable	Undesirable	Tolerable

جدول ۱۰- بررسی ریسک درجه حرارت

بکارگیری فنون محاسباتی بسیار دقیق ضامن این خواهد بود که تونل‌سازان همیشه در جهت صحیح حرکت می‌نمایند و به همان جایی که باید برسند دقیقا" خواهند رسید. هر چه مسیر صاف‌تر باشد، نیاز قطارهای پرسرعت بهتر برآورده می‌گردد.
نرخ پیشرفت اساساً بستگی به ژئولوژی زمین دارد. از طرف دیگر، سرعت حفاری بستگی به عملکرد ماشین آلات، مهارت اپراتورها و تعداد شیفت‌های کاری دارد.
ساخت تونل طویل ریلی البرز با تولید میلیون‌ها تن خاک حفاری‌شده همراه خواهد بود که این حجم عظیم از خاک، مقادیر زیاد مواد و مصالح مورد نیاز برای ساخت را تامین می‌نماید.
یک خط ریلی در زیر کوهستان البرز نیاز به استاندارد بالایی در تکنولوژی مواد و مصالح خواهد داشت زیرا هزینه تعمیرات بیشتر از خط روسطحی است. مواد و مصالح ساخت برای خط ریلی جدید البرز بایستی دارای کیفیت و دوام بسیار بالایی باشد.
بدلیل اینکه تونل ریلی البرز بسیار طولانی می‌باشد، ایمنی بطور استثنایی از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف، دستیابی به سطح متعادل ایمنی است. اما با وجود اقدامات ایمنی بکار بسته شده، باز هم سطحی از ریسک باقی می‌ماند.
اصول بهره‌برداری از تونل البرز مبتنی بر فرآیندهای ساده و ساختاریافته، و زیربنایی که به ضروریات محدود می‌گردد می‌باشد. تجهیزات راه‌آهن بایستی بهره‌برداری طولانی مدت و ایمن را تضمین نماید. درجه حرارت و رطوبت بر روی فرآیند پیری تونل البرز تاثیر می‌گذارد. درجه حرارت و رطوبت بهینه از بوجود آمدن عیوب در سیستم جلوگیری نموده و بنابراین کارهای نگهداری را کاهش می‌دهد. تواتر کار نگهداری بر روی ظرفیت تونل طویل ریلی البرز تاثیر می‌گذارد. بعبارت دیگر نگهداری بایستی در حداقل ممکن باشد.
پارامترهای هم ترازی از اهمیت حیاتی در طراحی مسیر و بودجه نهایی هر پروژه راه‌آهن برخوردارند. پارامترهای افقی به طور مستقیم با سرعت در ارتباط هستند درحالی که پارامترهای عمودی با وزن مرتبط می‌باشند. در جدول زیر مقادیر پیشنهادی جهت طراحی خط در شرایط مختلف ارائه شده است:

مشخصات	عادی	سریع‌السیر (۳۰۰+)	کاربری مختلط
کاربری	حمل مسافر	حمل مسافر	حمل مسافر و بار
سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۱۶۰	۳۰۰ - ۳۵۰	۲۲۰-۲۵۰
فاصله دو ریل (میلیمتر)	۱,۴۳۵	۱,۴۳۵	۱,۴۳۵
شعاع (متر)	۱,۲	۵,۷	۲,۹
حداکثر شیب (میلیمتر)	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰
حداکثر شتاب (متر بر مجذور ثانیه)	۰,۲۲	۰,۲۲	۰,۲۲

جدول ۱۱- مقادیر پیشنهادی جهت طراحی خط در مدل‌های سه‌گانه (عادی مسافری، سریع‌السیر، سریع‌السیر+ بار)

ملاحظات اقتصادی طرح

هزینه‌های این طرح را می‌توان با توجه به مطالعات برآورد هزینه از یک منبع یا ترکیبی از منابع مختلف شامل: مالیات سوخت، مالیات برارزش افزودهٔ معاملات املاک در اطراف این مسیر ریلی، از محل اخذ عوارض جاده‌ای خودروها، استفاده از

Archive of SID
www.SID.ir

امکانات و منابع درآمدی شهرداری‌های طول مسیر یا از محل درآمدهای ارزی ناشی از فروش نفت پرداخت کرد. گر چه سیستم‌های سریع‌السیر ریلی در دنیا برای حمل مسافر طراحی می‌شوند ولی می‌توان با استفاده از ترافیک مختلط بار و مسافر باتوجه به زمان بهره‌برداری متفاوت از مسیر باعث افزایش منابع درآمد و بازگشت سریع‌تر سرمایهٔ حاصل از احداث این طرح گردید. تمامی مراحل اجرای طرح از مطالعات طراحی، اجرا، پشتیبانی و بهره‌برداری از آن نیاز به تاسیس شرکتی از بین افراد متخصص در این زمینه می‌باشد. این شرکت می‌تواند زیرمجموعهٔ شرکت راه‌آهن شهری تهران وحومه (مترو) یا شرکت راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران باشد. متعاقباً با فروش سهام شرکت مذکور می‌توان درجهت تامین منابع مالی طرح گام برداشت. با توجه به هزینه‌های واحد و مشخصات فنی خاص هر یک از مدل‌های سه‌گانه احداث مسیر ریلی طرح، برآوردی از مجموع هزینه‌های هر یک از مدل‌ها در مسیر پیشنهادی در جدول ذیل ارائه گردیده است. همچنین محاسبات هزینه در مورد سه موضوع ساخت خط اصلی، انشعاب اتصال به راه‌آهن سراسری در مدل کاربری مختلط و تجهیزات متحرک انجام شده است.

موارد هزینه (میلیون یورو)	عادی	سریع‌السیر (۳۰۰+)	کاربری مختلط
تونل> ۲۵ کیلومتر	۱,۸	۲,۵	۲,۴
تونل ۱۵ - ۲۵ کیلومتر	۰,۴۴	۰	۰
تونل> ۱۵ کیلومتر	۰,۱۶۶	۰,۰۹	۰
مجموع هزینه تونل	۲,۴	۲,۵۹	۲,۴
احداث پل‌ها	۰,۱۴	۰,۰۳۲	۰,۰۱۲
احداث مسیر روزمینی	۰,۱۱۹	۰,۱۳۱	۰,۱۳۴
احداث ایستگاه‌ها	۰,۳۴	۰,۵۶	۰,۳۴
مجموع (به‌جز هزینه‌های اتفاقی)	۳	۳,۳	۲,۹
هزینه‌های اتفاقی (۲۵٪)	۰,۷۵	۰,۸۳	۰,۷۳
مجموع	۳,۷۵	۴,۱۳	۳,۶۳

جدول ۱۲- مقادیر هزینه جهت ساخت خط در مدل‌های سه‌گانه (عادی مسافری، سریع‌السیر، سریع‌السیر+ بار)

موارد هزینه (میلیون یورو برکیلومتر)	طول مسیر انشعاب (کیلومتر)	مجموع هزینه
۵,۸	۳۰	۱۷۵

جدول ۱۳- مقادیر هزینه جهت ساخت انشعاب اتصال به راه‌آهن سراسری در مدل سریع‌السیر+ بار

مدل کاربری	موضوع	هزینه واحد (میلیون یورو)
عادی	قطار مسافری ۵ واگنه	۵
سریع‌السیر (۳۰۰+)	قطار سریع‌السیر	۲۲,۴۷
کاربری مختلط	قطار سریع‌السیر دومنظور (بار و مسافر)	۱۳,۶
	لوکوموتیو باری	۳,۵

جدول ۱۴- مقادیر پیشنهادی جهت طراحی خط در مدل‌های سه‌گانه (عادی مسافری، سریع‌السیر، سریع‌السیر+ بار)

نتیجه‌گیری

Archive of SID
www.SID.ir

بی‌تردید امروزه مهمترین عامل موفقیت و جذابیت راه‌آهن، سرعت و امنیت آن است و ایجاد چنین خطوطی در راستای توسعه پایدار کشورها از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد.

هدف از طرح احداث تونل طویل ریلی البرز، اتصال پرسرعت، امن و بدون ایجاد آلودگی مازندران به تهران بزرگ و از طریق آن به شبکه ریلی کشور و استان‌های دیگر است. این خط ریلی پرسرعت، امکان ارائه خدمات جذابی را برای مسافرین و بار شمال کشور و برعکس فراهم و ظرفیت تضمین شده غیر قابل رقابت حمل بار و مسافر را ایجاد خواهد نمود. با اجرای این پروژه فاصله تهران تا شمال از حدود ۴ ساعت به کمتر از نیم ساعت خواهد رسید. همچنین به میزان قابل توجهی در وقت و مصرف سوخت صرفه‌جویی خواهد شد.

در این رابطه مطمئناً مفید خواهد بود که برنامه‌ریزان و سیاسیون کشور نسبت به ارائه نتایج مطالعات فاز صفر که فازی مهم و بحرانی برای چنین پروژه‌های عظیم عمرانی است حساس باشند. لذا برای اجرای چنین پروژه‌هایی که هزینه‌های زیادی را به کشور و مردم تحمیل می‌کند، باید بصورت افراطی نسبت به کیفیت مطالعات و اجرا حساس بود. بدیهی است که جهت استفاده از سرعت در راه‌آهن باید قوس‌های با شعاع بیشتر از ۲۵۰۰ متر را در نظر گرفت و در رشته کوه‌های البرز و زاگرس برای حذر از این قوس‌ها، هیچ راه‌حلی جز استفاده از تونل‌های طویل ریلی نمی‌ماند. استفاده از تکنولوژی‌های مدرن و جدید در تامین ریل، برق‌رسانی، سیگنالینگ،کنترل و مخابرات، تهویه و از همه مهمتر واگن و لوکوموتیو نیز از اهمیت به سزایی برخوردار است. حال که منابع فسیلی آیندگان را با سرعت و بدون دغدغه مصرف می‌کنیم، حداقل ایجاد پروژه‌های پایدار را از آنها دریغ ننماییم.

منابع و مراجع

۱." European railway review, Vol ۵, June ۱۹۹۹.

۲.J. Glynn, W. Heinke Henry "Environmental Science and Engineering", Prentice . Hall, ۱۹۹۹.

۳.United Nations Framework Convention on Climate Change, The First Ten Years, Climate Change Secretariat, Bonn, Germany, ۲۰۰۴, PP. ۱-۹۹.

۴.International Energy Administration, "Toward Solution Sustainable in the Energy Sector", ۲۰۰۲.

۵.Dudley Frederick, “High speed rail in florida”, ۲۰۰۲.

۶.Korean High speed rail construction Authority, “korean High speed railwag project”, Seoul, ۲۰۰۲.

۶." Lacote Francois, “the manurity of european high speed network”, ۲۰۰۲.

۷. حوزه معاونت فنی راه آهن ایران، «ضرورت برقی کردن خطوط راه آهن ایران»، فرودین ۱۳۷۶

۸. دفتر طرح‌ها و هماهنگی پروژه‌ههای وزارت راه و ترابری، «سرعت در راه آهن»، ۱۳۷۲

۹. سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور، «سالنامه آمار حمل و نقل جاده‌ای سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۰»

۱۰. مرکز تحقیقات راه آهن، «بررسی برقی کردن خطوط راه آهن ایران»، ۱۳۷۵

۱۱. ناصریان مرتضی، «بهینه سازی مصرف انرژی در حمل و نقل با ترابری ریلی و برقی کردن آن»، دومین همایش ملی انرژی، اسفند ۱۳۷۷.

Archive of SID

www.SID.ir