

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مبانی و ملاحظات پیاده‌سازی راه آهن پرسرعت

ضابطه شماره ۸۹۳

آخرین ویرایش: ۱۴۰۴-۱۰-۲۶

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

bhrc.ac.ir

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

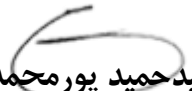
nezamfanni.ir

۱۴۰۴

شماره :	۱۴۰۴/۶۳۶۲۵۲
تاریخ :	۱۴۰۴/۱۱/۲۹
بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	

به استناد ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و تبصره ذیل بند (۳-۱) ماده (۴) «سند نظام فنی‌و اجرایی یکپارچه کشور»، موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۰۵۴۴/ت/۶۳۷۱۹ هـ مورخ ۱۴۰۴/۰۳/۰۶ هیئت وزیران؛ ضابطه پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و در «سامانه نظام فنی‌و اجرایی کشور» به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود:

عنوان:	مبانی و ملاحظات پیاده‌سازی راه آهن پرسرعت
شماره ضابطه:	۸۹۳
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا (به استناد بند ۲۸ ماده (۱) سند نظام فنی‌و اجرایی یکپارچه کشور)
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی و یا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند.
تاریخ اجرا:	۱۴۰۵/۰۴/۰۱ (مهلت بین تاریخ ابلاغ و تاریخ اجرا، به استناد بند ۳-۳ ماده (۴) سند نظام فنی‌و اجرایی یکپارچه کشور و به منظور اتخاذ تمهیدات لازم برای اجرای ضابطه و ملاحظات ارجاع کار می‌باشد)
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور
مفاد این بخشنامه، برای قراردادهایی که قبل از تاریخ اجرای آن منعقد شده‌اند، در صورت توافق طرفین قرارداد، قابل استفاده است.	


 سید حمید پورمحمدی

رونوشت:

معاونت حقوقی ریاست جمهوری - سامانه ملی قوانین و مقررات جمهوری اسلامی ایران
 امور حقوقی قوانین و مقررات
 مرکز روابط عمومی، امور بین‌الملل و مدیریت دانش
 دبیرخانه مرکزی سازمان

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با همکاری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است.

نظر به تهیه این ضابطه به وسیله آن مرکز، مسئولیت مطالب تهیه شده، تفسیر و اصلاح آن با آن مجموعه می‌باشد. مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، دریافت کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور اعلام خواهد کرد.

با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را منعکس فرمایید. کارشناسان مربوط، نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر شما قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی

Email: nezamfanni@chmail.ir

web: nezamfanni.ir

تهران، بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

صندوق پستی: ۱۶۹۶ - ۱۳۱۴۵

شناسه پستی: ۱۴۶۳۹۱۷۱۵۱

کد پستی: ۱۴۶۳۹۱۷۱۵۱

Email : info@bhrc.ac.ir

web: www.bhrc.ac.ir

پیشگفتار

سازمان برنامه و بودجه کشور به عنوان متولی توسعه پایدار کشور و نظام فنی و اجرایی یکپارچه، به استناد ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه و آیین‌نامه و سند اجرایی آن، با کمک دستگاه‌های اجرایی و توان متخصصان دانشگاهی و حرفه‌ای کشور، به تهیه و ابلاغ ضوابط و مقررات و مستندات لازم در این حوزه می‌پردازد. استفاده از ضوابط و معیارها در مراحل پیدایش، پدیدآوری و بهره‌برداری طرح‌های عمرانی به لحاظ فنی و اقتصادی، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تدوین این ضوابط و معیارها مستلزم انجام پژوهش‌های علمی و تخصصی به دست نیروی انسانی متخصص و کارآمد و در راستای سیاست‌ها و برنامه‌های بالادستی و اولویت‌دار است.

باتوجه به تنوع و گستردگی طرح‌های عمرانی، طی سال‌های اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این‌گونه مدارک، از مراکز تحقیقاتی دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط استفاده شود. در این راستا، ضابطه حاضر با توجه به نیازهای کشور و لحاظ کردن دانش فنی موردنیاز توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و با همکاری شرکت ساخت و توسعه زیربنای حمل‌ونقل کشور، شرکت راه‌آهن جمهوری اسلامی و خبرگان مطرح دانشگاهی تدوین شده است. راه‌آهن پرسرعت سامانه ترابری عمومی است که در سراسر جهان به طور روزافزون گسترش یافته است. پیدایش، طراحی، ساخت و بهره‌برداری آن، موضوع بسیار پیچیده و پرهزینه‌ای است که باید تمام ذی‌نفعان، نیازها، چالش‌ها و اهداف آن به صورت نظام‌مند در نظر گرفته شوند. مواردی که در ضابطه پیش‌رو، با عنوان مبانی و ملاحظات پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت، مورد توجه قرار گرفته است.

علی‌رغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، در راستای تکمیل و پربارتر شدن این ضابطه، از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی و پیشنهادی خود را به نشانی رایانامه امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور (Nezamfanni@chmail.ir) ارسال فرمایند. کارشناسان، پیشنهادهای دریافت‌شده را بررسی و در صورت نیاز، با هم‌فکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام کرده و پس از تأیید، از طریق پایگاه اطلاع‌رسانی نظام فنی و اجرایی کشور (Nezamfanni.ir) برای بهره‌برداری عموم اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از این‌رو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدید و معتبر خواهد بود.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۴

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ ضابطه «مبانی و ملاحظات پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت»

[ضابطه شماره ۸۹۳]

اعضای گروه تهیه‌کننده (به ترتیب الفبا):

امین باقری	مهندسین مشاور پژوهش‌های ساختمانی ایران	کارشناس ارشد راه‌آهن
پگاه پشین	شرکت راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران	کارشناس ارشد راه‌آهن
هادی شهسواری	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد راه و ترابری
مسعود فتحعلی (مجری)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکتری عمران، پسادکتری راه‌آهن
مهدی معظمی گودرزی	شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل‌ونقل کشور	کارشناس ارشد راه‌آهن
علیرضا مهدوی میرعلیلو	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مدیریت ساخت

اعضای گروه کنترل (به ترتیب الفبا):

یاسر حاتم‌زاده	عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس و مشاور گروه حمل‌ونقل مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
عباس خطیبی	معاون ساخت و توسعه راه‌آهن، بنادر و فرودگاه‌ها، شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل‌ونقل کشور
سیدمصطفی داودی	معاون فنی و زیربنایی شرکت راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران
مسعود فتحعلی	عضو هیئت علمی و معاون آموزش و توسعه فناوری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
سیدمجتبی ناصریان	مشاور توسعه و ارتقای ریلی، مدیر سابق پروژه سریع ریلی تهران-اصفهان مهندسین مشاور ایران‌استن
سیدمرتضی ناصریان	کارشناس ارشد مدیریت سیستم و بهره‌وری و مشاور اقتصادی طرح‌های توسعه راه‌آهن
محسن نوروزی	مدیرکل فنی و بررسی طرح‌های راه‌آهن شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل‌ونقل کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
أ	فهرست مطالب
ك	فهرست شكل‌ها
ل	فهرست جدول‌ها
۱	فصل ۱- کلیات
۳	۱-۱- مقدمه
۵	۱-۲- درس آموخته‌هایی از تجربه‌های بین‌المللی سامانه راه‌آهن پرسرعت
۶	۱-۳- فرآیند پیاده‌سازی سامانه راه‌آهن پرسرعت
۱۱	۱-۴- هدف و دامنه کاربرد
۱۲	۱-۵- سلسله مراتب تفویض اختیار در مراحل چرخه عمر راه‌آهن پرسرعت
۱۳	۱-۶- تعاریف
۱۵	۱-۷- سایر مراجع
۱۶	۱-۸- علائم اختصاری
۱۹	فصل ۲- طبقه‌بندی راه‌آهن پرسرعت در ایران
۲۱	۲-۱- ویژگی‌ها
۲۱	۲-۱-۱- سامانه جامع و فراگیر
۲۱	۲-۱-۲- تنوع
۲۱	۲-۱-۳- ظرفیت بالا
۲۱	۲-۲- مشخصات فنی
۲۱	۲-۲-۱- خط و سازه‌های فنی
۲۲	۲-۲-۲- ناوگان
۲۳	۲-۲-۳- تامین توان
۲۳	۲-۲-۴- سامانه علائم و ارتباطات
۲۴	۲-۲-۵- بهره‌برداری و خدمات
۲۴	۲-۲-۶- ایستگاه
۲۵	۲-۳- طبقه‌بندی خطوط راه‌آهن پرسرعت

۲۷	فصل ۳- مرحله پیدایش
۲۹	۳-۱- مقدمه
۲۹	۳-۲- بخش اول: نیازسنجی پروژه
۲۹	۳-۲-۱- اهداف
۲۹	۳-۲-۲- نکات کلیدی
۲۹	۳-۲-۲-۱- پیشنهاد شروع پروژه
۳۰	۳-۲-۲-۲- مالک پروژه
۳۰	۳-۲-۲-۳- شروع ارزیابی های مطالعاتی اجتماعی-اقتصادی
۳۰	۳-۲-۳- ورودی ها
۳۱	۳-۲-۴- خروجی ها
۳۱	۳-۲-۵- ذی نفعان
۳۲	۳-۲-۶- توانمندسازی
۳۲	۳-۲-۷- ریسک ها و تمهیدات مقابله ای
۳۳	۳-۲-۸- جنبه های مالی
۳۳	۳-۳- بخش دوم: پیش امکان سنجی پروژه
۳۳	۳-۳-۱- اهداف
۳۴	۳-۳-۲- مطالعه پیش بینی تقاضای سفر
۳۴	۳-۳-۲-۱- اهداف
۳۴	۳-۳-۲-۲- نکات کلیدی
۳۸	۳-۳-۲-۳- ورودی ها
۳۹	۳-۳-۲-۴- خروجی ها
۳۹	۳-۳-۲-۵- ذی نفعان پروژه
۴۰	۳-۳-۲-۶- ریسک ها و تمهیدات مقابله ای
۴۰	۳-۳-۲-۷- توانمندسازی
۴۰	۳-۳-۳- بررسی کریدورها و انتخاب مسیرهای اولیه
۴۰	۳-۳-۳-۱- اهداف
۴۱	۳-۳-۳-۲- پارامترهای اولیه کلیدی راه آهن پرسرعت
۴۲	۳-۳-۳-۳- انتخاب اولیه کریدورها
۴۲	۳-۳-۳-۴- اصول مکان یابی ایستگاه ها
۴۳	۳-۳-۳-۵- اصول زمان بندی

۴۴	۳-۳-۳-۶- موارد قانونی مرتبط (محیط‌زیست و برنامه‌ریزی، پدافند غیرعامل، پیوست عدالت و)
۴۴	۳-۳-۳-۷- شناسایی شرایط موجود
۴۷	۳-۳-۳-۸- محدودیت‌های اصلی
۴۷	۳-۳-۳-۹- ورودی‌ها
۴۹	۳-۳-۳-۱۰- خروجی‌ها
۴۹	۳-۳-۳-۱۱- ذی‌نفعان درگیر
۵۰	۳-۳-۳-۱۲- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای
۵۰	۳-۳-۳-۱۳- توانمندسازی
۵۱	۳-۳-۳-۱۴- جنبه‌های مالی
۵۱	۳-۴- روند مطالعات پیدایش پروژه
۵۵	فصل ۴- مرحله امکان‌سنجی
۵۷	۴-۱- مقدمه
۵۷	۴-۲- مطالعات امکان‌سنجی
۵۹	۴-۲-۱- نکات کلیدی
۵۹	۴-۲-۱-۱- معیارهای طراحی
۵۹	۴-۲-۱-۲- نکات عمرانی و پیاده‌سازی خط
۶۰	۴-۲-۱-۳- سامانه‌های علائم و ارتباطات
۶۱	۴-۲-۱-۴- سامانه تأمین نیروی کشش
۶۱	۴-۲-۱-۵- پایش ایمنی
۶۲	۴-۲-۱-۶- ایستگاه‌ها و پایانه‌ها
۶۳	۴-۲-۱-۷- ناوگان ریلی
۶۵	۴-۲-۱-۸- طرح اولیه بهره‌برداری و نگهداری
۶۵	۴-۲-۱-۹- ملاحظات دسترسی و تملک زمین
۶۶	۴-۲-۱-۱۰- تحلیل RAMS
۶۷	۴-۲-۱-۱۱- دوره عمر سامانه
۶۷	۴-۲-۲- ورودی‌ها
۶۸	۴-۲-۳- خروجی‌ها
۶۸	۴-۲-۴- ذی‌نفعان درگیر
۶۸	۴-۲-۵- توانمندسازی
۶۸	۴-۲-۶- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

۶۹	۴-۲-۷- جنبه‌های مالی
۶۹	۴-۳- ارزیابی محیط زیستی
۷۰	۴-۳-۱- مراحل ارزیابی زیست‌محیطی
۷۰	۴-۳-۲- نکات کلیدی
۷۲	۴-۳-۳- ورودی‌ها
۷۲	۴-۳-۴- خروجی‌ها
۷۳	۴-۳-۵- ذی‌نفعان
۷۴	۴-۳-۶- توانمندسازی
۷۴	۴-۳-۷- ریسک‌ها و اقدامات مقابله‌ای
۷۴	۴-۳-۸- جنبه‌های مالی
۷۵	۴-۴- ارزیابی مالی و اقتصادی
۷۵	۴-۴-۱- اهداف
۷۵	۴-۴-۱-۱- برآورد سودآوری پروژه
۷۵	۴-۴-۱-۲- تحلیل تأمین مالی پروژه
۷۵	۴-۴-۱-۳- تحلیل منافع اجتماعی-اقتصادی پروژه
۷۶	۴-۴-۱-۴- ارزیابی ریسک
۷۶	۴-۴-۲- نکات کلیدی
۷۶	۴-۴-۲-۱- تحلیل مالی
۷۷	۴-۴-۲-۲- مدل مالی
۷۷	۴-۴-۲-۳- ارزیابی اقتصادی
۷۸	۴-۴-۲-۴- تحلیل ریسک
۷۸	۴-۴-۳- ورودی‌ها
۷۸	۴-۴-۳-۱- فرضیات ارزیابی
۷۹	۴-۴-۳-۲- هزینه‌ها و درآمدهای زیرساخت
۷۹	۴-۴-۳-۳- هزینه‌ها و درآمدهای بهره‌برداری
۷۹	۴-۴-۳-۴- هزینه‌ها و منافع اجتماعی-اقتصادی
۸۰	۴-۴-۴- خروجی‌ها
۸۱	۴-۴-۵- ذی‌نفعان درگیر
۸۱	۴-۴-۶- توانمندسازی
۸۱	۴-۵- تحلیل چندمعیاره
۸۱	۴-۵-۱- اهداف

۸۲	۴-۵-۲- نکات کلیدی
۸۲	۴-۵-۲-۱- تعریف معیارها برای استفاده در تحلیل و مقایسه
۸۲	۴-۵-۲-۲- تحلیل راه حل ها
۸۳	۴-۵-۲-۳- انتخاب راه حل، ارزیابی حساسیت و تایید
۸۳	۴-۵-۳- ورودی ها
۸۴	۴-۵-۴- خروجی ها
۸۴	۴-۵-۵- ذی نفعان درگیر
۸۴	۴-۵-۶- ریسک ها و اقدامات مقابله ای
۸۵	۴-۵-۷- جنبه های مالی
۸۵	۴-۶- طراحی پایه
۸۵	۴-۶-۱- اهداف
۸۶	۴-۶-۲- نکات کلیدی
۸۶	۴-۶-۲-۱- الزامات طراحی پایه
۹۱	۴-۶-۲-۲- برنامه مدیریت یکپارچه سازی سامانه ها
۹۲	۴-۶-۲-۳- مدیریت ریسک
۹۲	۴-۶-۲-۴- پرونده ایمنی
۹۴	۴-۶-۲-۵- ارزیابی ایمنی
۹۴	۴-۶-۲-۶- تجهیزات و ارزیابی امنیتی
۹۴	۴-۶-۳- ورودی ها
۹۴	۴-۶-۴- خروجی ها
۹۵	۴-۶-۵- ذی نفعان
۹۶	۴-۶-۶- توانمندسازی
۹۶	۴-۶-۷- ریسک ها و تمهیدات مقابله ای
۹۶	۴-۶-۸- جنبه های مالی
۹۶	۴-۷- توانمندسازی
۹۶	۴-۷-۱- اهداف
۹۷	۴-۷-۲- نکات کلیدی
۹۷	۴-۷-۲-۱- مدل تأمین مالی
۹۹	۴-۷-۲-۲- رویه های قانونی
۱۰۰	۴-۷-۲-۳- مسائل مربوط به املاک
۱۰۰	۴-۷-۲-۴- تصمیم به راه اندازی پروژه

۱۰۱	۵-۲-۷-۴- امضای توافق نامه تأمین مالی
۱۰۱	۳-۷-۴- ورودی ها
۱۰۱	۴-۷-۴- خروجی ها
۱۰۲	۵-۷-۴- ذی نفعان درگیر
۱۰۲	۶-۷-۴- توانمندسازی
۱۰۳	۷-۷-۴- ریسک و تمهیدات مقابله ای
۱۰۳	۸-۷-۴- جنبه های مالی
۱۰۴	۸-۴- فرآیند بخش امکان سنجی پروژه

۱۰۷ فصل ۵- مرحله طراحی

۱۰۹	۱-۵- برنامه بهره برداری و نگهداری
۱۰۹	۱-۱-۵- اهداف
۱۰۹	۱-۱-۱-۵- توسعه برنامه نگهداری
۱۰۹	۲-۱-۱-۵- توسعه برنامه بهره برداری
۱۱۰	۳-۱-۱-۵- برآورد هزینه های نگهداری و بهره برداری
۱۱۰	۲-۱-۵- نکات کلیدی
۱۱۰	۱-۲-۱-۵- تعریف مدل بهره برداری
۱۱۱	۲-۲-۱-۵- اهداف نگهداری
۱۱۱	۳-۲-۱-۵- سیاست های نگهداری
۱۱۱	۴-۲-۱-۵- نیازمندی های نگهداری
۱۱۲	۵-۲-۱-۵- سطوح نگهداری
۱۱۳	۶-۲-۱-۵- خدمات نگهداری برای زیرساخت و ناوگان
۱۱۳	۷-۲-۱-۵- هزینه های چرخه عمر
۱۱۳	۸-۲-۱-۵- ویژگی های بهره برداری
۱۱۴	۹-۲-۱-۵- خدمات بهره برداری
۱۱۴	۳-۱-۵- ورودی ها
۱۱۴	۴-۱-۵- خروجی ها
۱۱۵	۵-۱-۵- ذی نفعان
۱۱۵	۶-۱-۵- توانمندسازی
۱۱۶	۷-۱-۵- ریسک ها و تمهیدات مقابله ای
۱۱۶	۸-۱-۵- جنبه های مالی
۱۱۶	۱-۸-۱-۵- هزینه های برآورد شده نگهداری و بهره برداری

۱۱۷	۵-۱-۸-۲- ارقام اصلی هزینه
۱۱۸	۵-۱-۸-۳- درآمد برآوردشده
۱۱۹	۵-۲- طراحی تفصیلی
۱۱۹	۵-۲-۱- اهداف
۱۱۹	۵-۲-۱-۱- تعریف دقیق راه حل منتخب
۱۱۹	۵-۲-۱-۲- تعیین مرزهای نهایی خرید زمین
۱۱۹	۵-۲-۱-۳- برآورد هزینه های دقیق پروژه
۱۱۹	۵-۲-۲- نکات کلیدی
۱۱۹	۵-۲-۲-۱- یکپارچه سازی سامانه
۱۲۰	۵-۲-۲-۲- تطابق با استانداردها، قوانین و مقررات
۱۲۱	۵-۲-۲-۳- مدیریت الزامات
۱۲۲	۵-۲-۲-۴- نقشه های طراحی تفصیلی
۱۲۳	۵-۲-۳- ورودی ها
۱۲۴	۵-۲-۴- خروجی ها
۱۲۵	۵-۲-۵- ذی نفعان
۱۲۵	۵-۲-۶- توانمندسازی
۱۲۵	۵-۲-۷- ریسک ها و تمهیدات مقابله ای
۱۲۶	۵-۲-۸- جنبه های مالی
۱۲۶	۵-۳- فرآیند بخش طراحی پروژه
۱۲۹	فصل ۶- مرحله ساخت
۱۳۱	۶-۱- برنامه ریزی ساخت
۱۳۱	۶-۱-۱- اهداف
۱۳۱	۶-۱-۲- نکات کلیدی
۱۳۱	۶-۱-۲-۱- برنامه ریزی ساخت
۱۳۱	۶-۱-۲-۲- فعالیت های بحرانی
۱۳۲	۶-۱-۲-۳- سایر فعالیت ها
۱۳۲	۶-۱-۲-۴- استفاده از ابزارهای مناسب در برنامه ریزی زمان بندی ساخت
۱۳۳	۶-۱-۳- ورودی ها
۱۳۳	۶-۱-۴- خروجی ها
۱۳۴	۶-۱-۵- ذی نفعان

۱۳۴	۶-۱-۶- توانمندسازی
۱۳۵	۶-۱-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای
۱۳۵	۶-۱-۸- جنبه‌های مالی
۱۳۵	۶-۲- مدیریت ساخت
۱۳۵	۶-۲-۱- اهداف
۱۳۵	۶-۲-۲- نکات کلیدی
۱۳۵	۶-۲-۲-۱- تخصیص بسته‌های کاری
۱۳۶	۶-۲-۲-۲- رویه مناقصه
۱۳۷	۶-۲-۲-۳- طراحی تفصیلی
۱۳۷	۶-۲-۲-۴- مدیریت ایمنی
۱۳۷	۶-۲-۲-۵- مدیریت هزینه‌ها
۱۳۷	۶-۲-۲-۶- نظارت بر کارها
۱۳۸	۶-۲-۲-۷- حفاظت از محیط زیست
۱۴۰	۶-۲-۲-۸- مدیریت فصول مشترک
۱۴۰	۶-۲-۲-۹- آزمایش‌های مدیریت تحویل پروژه
۱۴۱	۶-۲-۳- ورودی‌ها
۱۴۱	۶-۲-۴- خروجی‌ها
۱۴۱	۶-۲-۵- ذی‌نفعان
۱۴۲	۶-۲-۶- توانمندسازی
۱۴۲	۶-۲-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای
۱۴۳	۶-۲-۸- جنبه‌های مالی
۱۴۳	۶-۳- آزمایش‌ها و راه‌اندازی
۱۴۳	۶-۳-۱- اهداف
۱۴۳	۶-۳-۱-۱- بررسی سامانه راه‌آهن جدید برای اطمینان از عملکرد صحیح
۱۴۳	۶-۳-۱-۲- بررسی سامانه راه‌آهن جدید برای اطمینان از رعایت نیازمندی‌های ایمنی
۱۴۳	۶-۳-۱-۳- امکان بهره‌برداری از خط جدید
۱۴۳	۶-۳-۲- نکات کلیدی
۱۴۳	۶-۳-۲-۱- آماده‌سازی برای آزمایش‌ها و راه‌اندازی
۱۴۴	۶-۳-۲-۲- برنامه آزمایش‌ها و راه‌اندازی
۱۴۴	۶-۳-۲-۳- رویه‌های آزمایش
۱۴۵	۶-۳-۲-۴- رعایت اهداف عملکردی

۱۴۵	۵-۲-۳-۶- رعایت الزامات
۱۴۵	۶-۳-۲-۶- صدور گواهی ایمنی
۱۴۶	۳-۳-۶- ورودی‌ها
۱۴۷	۴-۳-۶- خروجی‌ها
۱۴۷	۵-۳-۶- ذی‌نفعان
۱۴۸	۶-۳-۶- توانمندسازی
۱۴۸	۷-۳-۶- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای
۱۴۸	۸-۳-۶- جنبه‌های مالی
۱۴۹	۴-۶- فرآیند بخش ساخت پروژه
۱۵۱	فصل ۷- مرحله بهره‌برداری و نگهداری
۱۵۳	۱-۷- بهره‌برداری و نگهداری
۱۵۳	۱-۱-۷- اهداف
۱۵۳	۱-۱-۱-۷- هدف عمومی
۱۵۳	۲-۱-۱-۷- نگهداری
۱۵۵	۳-۱-۱-۷- بهره‌برداری
۱۵۵	۴-۱-۱-۷- مدیریت
۱۵۵	۲-۱-۷- نکات کلیدی
۱۵۵	۱-۲-۱-۷- نگهداری
۱۵۷	۲-۱-۲-۷- بهره‌برداری
۱۵۷	۳-۱-۲-۷- منابع انسانی
۱۶۰	۳-۱-۷- ورودی‌ها
۱۶۰	۴-۱-۷- خروجی‌ها
۱۶۱	۵-۱-۷- ذی‌نفعان
۱۶۱	۶-۱-۷- توانمندسازی
۱۶۱	۷-۱-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای
۱۶۲	۸-۱-۷- جنبه‌های مالی
۱۶۲	۲-۷- ارزیابی پس‌از اجرا
۱۶۲	۱-۲-۷- اهداف
۱۶۳	۲-۲-۷- نکات کلیدی
۱۶۳	۱-۲-۲-۷- اهداف فنی اصلی

۱۶۳	۷-۲-۲-۲- هزینه نهایی پروژه
۱۶۴	۷-۲-۲-۳- هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری
۱۶۴	۷-۲-۲-۴- دقت پیش‌بینی‌های ترافیک و درآمد
۱۶۴	۷-۲-۲-۵- تحلیل اختلافات
۱۶۴	۷-۲-۲-۶- اثربخشی اقدامات محیطی
۱۶۵	۷-۲-۳- ورودی‌ها
۱۶۵	۷-۲-۴- خروجی‌ها
۱۶۶	۷-۲-۵- ذی‌نفعان
۱۶۷	۷-۲-۶- توانمندسازی
۱۶۷	۷-۲-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای
۱۶۷	۷-۲-۸- جنبه‌های مالی
۱۶۸	۷-۳- فرآیند بخش بهره‌برداری پروژه

فهرست شکل‌ها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
شکل ۱-۱ چارچوب کلی حاکم بر پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت.....	۱۰
شکل ۱-۳ روند مطالعات مرحله پیدایش پروژه.....	۵۳
شکل ۱-۴ روند مطالعات مرحله امکان‌سنجی پروژه.....	۱۰۵
شکل ۱-۵ روند مطالعات مرحله طراحی پروژه.....	۱۲۷
شکل ۱-۶ روند مرحله ساخت پروژه.....	۱۵۰
شکل ۱-۷ روند مرحله بهره‌برداری پروژه.....	۱۶۹

فهرست جدول‌ها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۱-۱ فرآیند پیاده‌سازی طرح‌های راه‌آهن پرسرعت.....	۹
جدول ۲-۱ تفویض اختیار در فرآیند پیاده‌سازی طرح‌های راه‌آهن پرسرعت.....	۱۳
جدول ۳-۱ خلاصه علائم اصلی اختصاری مرتبط با دستورالعمل.....	۱۷
جدول ۱-۲ طبقه‌بندی خطوط راه‌آهن پرسرعت مسافری.....	۲۶
جدول ۱-۴ بررسی تاثیر سرعت بر حداقل شعاع قوس و حداقل فاصله بین خطوط.....	۵۹
جدول ۲-۴ بررسی تاثیر بازگشت مالی و اقتصادی در توجیه اجرای پروژه.....	۷۷

فصل ۱

کلیات

۱-۱- مقدمه

راه آهن پرسرعت نوعی سامانه ترابری عمومی است که در سراسر جهان به طور روزافزون محبوب می شود. هدف اصلی راه آهن پرسرعت، جابه جایی سریع مسافران با قیمت رقابتی، با لحاظ بالاترین سطوح ایمنی، قابلیت اعتماد و دردسترس بودن است. بنابراین کشورهای دارای زیرساخت های ریلی پرسرعت می توانند از ترافیک شدید در شبکه های ترابری موجود خود کاسته و همچنین در راستای کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی قدم بردارند. قطارهای پرسرعت، با اتصال مراکز جمعیتی و اقتصادی به یکدیگر، به عنوان یک گزینه ترابری رقابتی با هواپیماها و خودروهای شخصی عمل می کنند. این گزینه رقابتی، همچنین ظرفیت ترابری بیشتری را در مسیرهای موجود اضافه می کند. مساحت زمین اشغال شده توسط زیرساخت ریلی پرسرعت در مقایسه با آزادراه ها و بزرگراه ها کمتر بوده و مصرف انرژی و تولید کربن برای هر مسافر در این نوع ترابری، نسبت به حالت های دیگر، سرانه مناسب تری دارد. ضمن آن که ارتباط سریع تر بین مناطق جمعیتی فراهم شده و در نتیجه امکان تردد بیشتر برای دسترسی به بازارهای کار برای افراد را فراهم می کند. بر اساس موارد اشاره شده، اهداف اصلی توسعه سامانه راه آهن پرسرعت را می توان به قرار زیر بیان نمود:

- حمایت از رشد جمعیتی و اقتصادی: این سامانه به منظور تسهیل حرکت افراد و کالاها طراحی و اجرا می شود تا به رشد و توسعه مناطق شهری و مناطق منطقه ای کمک کند. با ارائه گزینه های ترابری کارآمد، می تواند به جذب سرمایه گذاری، ایجاد فرصت های شغلی و تحریک فعالیت های اقتصادی کمک کند.
- تسهیل توسعه اجتماعی و اقتصادی در مناطق منطقه ای و شهری: قطارهای پرسرعت می توانند مناطق و مراکز شهری را به یکدیگر متصل کنند و توسعه اجتماعی و اقتصادی را در این مناطق فراهم سازند.
- کاهش ترافیک سنگین در سامانه های ترابری فعلی و آینده: سامانه راه آهن پرسرعت به کاهش موثر ترافیک در سامانه های ترابری فعلی و آینده کمک می کند.
- کمک به تحقق اهداف استفاده بهینه از زمین به منظور دستیابی به نتایج پایدار بوم شناسی و محیط زیستی، با توجه به شهرنشینی مداوم، زندگی با تراکم بالا و رشد مراکز منطقه ای.

تضمین ارتباط سریع بین مناطق کلان جمعیتی نیازمند توجه ویژه به مبادی جابه جایی مسافران، یعنی ایستگاه های تبادلی راه آهن، با نگاه توسعه مبتنی بر ترابری^۱ است. به طور معمول سعی می شود جانمایی و مکان یابی ایستگاه های پرسرعت راه آهن به صورت یکپارچه با برنامه ریزی محلی شهری و در تعامل با مسیرها و ایستگاه های موجود راه آهن برنامه ریزی شود تا بتواند کمک شایانی را برای جذب حداکثر تعداد مسافران داشته باشد. همچنین این تعامل یکپارچه باید با نگاه به سایر گزینه های رقابتی ترابری موجود از جمله ترابری جاده ای و هوایی دنبال شود. ایستگاه های میانی نباید خیلی نزدیک به ایستگاه های اصلی یا به یکدیگر قرار گیرند.

^۱ Transit Oriented Development (TOD)

در عین حال چرخه عمر طرح‌های راه‌آهن پرسرعت شامل مراحل اصلی پیدایش، پدیدآوری و بهره‌برداری، یک وظیفه بسیار پیچیده و پرهزینه است که باید تمام تأثیرگذاران، سهامداران، نیازها، چالش‌ها و اهداف آن به‌صورت نظام‌مند و در چارچوب بالاترین سطوح حکمرانی ملی در نظر گرفته شوند. دستیابی به اهداف برشمرده شده در سامانه راه‌آهن پرسرعت، همانند سایر گزینه‌های ترابری، بستگی به فرآیند پیاده‌سازی مطلوب مراحل مختلف طرح دارد. احصای الزامات فنی دقیق برای کلیه زیرسامانه‌های موردنیاز از جمله زیرساخت، ناوگان، علائم الکتریکی، ارتباطات و برقی کردن بسیار ضروری است. پیش‌بینی تعداد مسافران و هزینه‌های پیشنهادی بلیت، ملاحظات مهمی هستند. تأمین منابع مالی برای مراحل مختلف طرح نیز، به‌ویژه با توجه به شرایط پیچیده سیاسی و اقتصادی کشور، مسئله بسیار مهمی است.

این موارد در این دستورالعمل برای معرفی مبانی و ملاحظات که باید در پیاده‌سازی راه‌آهن‌های پرسرعت مورد توجه قرار گیرند، ارائه شده است. مطابق سند بالادستی نظام فنی و اجرایی یکپارچه کشور، دوره عمر پروژه شامل پیدایش (مشمول بر مطالعات نیازسنجی، توجیهی و طراحی پایه)، پدیدآوری (مشمول بر طراحی تفصیلی، ساخت و بهره‌برداری آزمایشی) و بهره‌برداری (مشمول بر بهره‌برداری نهایی و نگهداری) است. در عین حال، با توجه به اهمیت بالای طرح‌های پرسرعت ریلی، مرحله پیدایش در این دستورالعمل در قالب دو فصل مستقل پیدایش و امکان‌سنجی تدوین شده است که در فصل پیدایش با توجه به فقدان مطالعات و برنامه‌ریزی‌های کلان بالادستی در حوزه پرسرعت ریلی، به نیازسنجی مرتبط به دقت پرداخته شده است. در فصل امکان‌سنجی نیز، مطالعات توجیه اولیه (به‌طور عمده مبتنی بر مطالعات دفتری) و توجیه نهایی (شامل مطالعات میدانی و طراحی پایه به‌همراه بررسی‌های مالی و اقتصادی و گزینه‌های تأمین مالی) در نظر گرفته شده است. به‌گونه‌ای که کریدور در توجیه اولیه و مسیر در توجیه نهایی، به شرط دارا بودن توجیه اقتصادی، تعیین می‌شود. دوره پدیدآوری نیز در قالب دو فصل مستقل طراحی (شامل برنامه‌ریزی بهره‌برداری و نگهداشت و طراحی تفصیلی) و ساخت (شامل برنامه‌ریزی و مدیریت ساخت، عملیات ساخت، تحویل‌گیری و راه‌اندازی آزمایشی) ارائه شده است. در پایان نیز مرحله بهره‌برداری (شامل بهره‌برداری نهایی، نگهداشت و تحلیل‌های تکمیلی) تشریح شده است.

بر این اساس مطابق فصل جاری (فصل اول)، کلیات، تعاریف و مفاهیم مرتبط با موضوع و نیز چارچوب کلی حاکم بر مراحل مختلف پیاده‌سازی راه‌آهن‌های پرسرعت ارائه شده است. در فصل دوم، مروری بر مشخصات فنی مرتبط با راه‌آهن‌های پرسرعت از منظرهای خط و ابنیه فنی، ناوگان، علائم و ارتباطات، برق‌رسانی، بهره‌برداری و خدمات ایستگاهی صورت گرفته و مقایسه این ویژگی‌ها با راه‌آهن‌های متعارف ارائه شده است. در ادامه، طبقه‌بندی حاکم بر راه‌آهن‌های پرسرعت در کشور تعیین شده است. سپس مطالعات مرحله پیدایش (فصل سوم)، مرحله امکان‌سنجی (فصل چهارم)، مرحله طراحی (فصل پنجم)، مرحله ساخت (فصل ششم) و مرحله بهره‌برداری (فصل هفتم) ارائه شده است. لازم به یادآوری است که در این دستورالعمل، کلیه سامانه‌های ترابری ریلی مسافری با سرعت بالاتر از ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت (با تأکید بر ناوگان برقی) در نظر آورده شده است.

۱-۲- درس آموخته‌هایی از تجربه‌های بین‌المللی سامانه راه‌آهن پرسرعت

توجه ویژه به درس آموخته‌های کشورهای پیش‌رو در زمینه توسعه سامانه راه‌آهن پرسرعت می‌تواند از انحراف مراحل مختلف پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت در کشور جلوگیری نموده و دستیابی به اهداف متصور در این زمینه را با رویکرد مطلوب‌تری ممکن سازد. مهمترین این درس آموخته‌ها به قرار زیر می‌باشند:

- یکپارچگی: سامانه راه‌آهن پرسرعت، در بستر اهداف بالادستی توسعه اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور و در تعامل با انواع دیگر سامانه‌های ترابری تعریف می‌شود و باید نقش مکمل تامین ظرفیت تقاضای موجود در زمینه جابه‌جایی مسافر و کالا را برعهده داشته باشد. یکپارچگی به معنای این است که راه‌آهن پرسرعت با سایر سامانه‌های موجود ترابری سازگار باشد.
- هزینه‌های سرمایه‌گذاری: در سامانه راه‌آهن پرسرعت نباید به دنبال بازگشت کامل سرمایه‌گذاری بود. به جز در موارد بسیار محدود، درآمدهای ناشی از راه‌آهن‌های پرسرعت در حالت مطلوب می‌تواند هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری را تامین نماید. بر این اساس، ورود حاکمیت در موضوع تامین سرمایه‌گذاری برای پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت الزامی است و به احتمال زیاد، هزینه‌های سرمایه‌گذاری جبران نخواهد شد. به این ترتیب حاکمیت باید اهداف و مزایای دیگری علاوه بر عامل بازگشت سرمایه را در نظر داشته باشد.
- کاهش ترافیک در سامانه‌های ترابری موجود: یکی از مزایای راه‌آهن پرسرعت این است که فرصتی برای تخصیص دوباره تقاضای مسافری بین‌شهری و افزایش ظرفیت محدود موجود را فراهم می‌کند. این فرصت، برای ایجاد ظرفیت برای خدمات جدید مسافری یا باری فراهم می‌شود و بنابراین می‌تواند به بهره‌برداری بار نیز کمک شایانی کند. همچنین ارتباط بین شهرها از طریق راه‌آهن پرسرعت می‌تواند باعث کاهش ترافیک ایجاد شده توسط پروازهای کوتاه‌مدت شود. در مجموع می‌توان بیان کرد که سامانه راه‌آهن پرسرعت بهینه‌سازی عملکرد زیرساخت‌های ترابری را می‌تواند به دنبال داشته باشد.
- حمایت از اهداف راهبردی و عملیاتی کشورها: برنامه‌ریزی راه‌آهن پرسرعت فرصت مطلوبی برای تحول شهرها و مناطق در طول یک دوره زمانی بلندمدت ایجاد می‌کند. در صورت برنامه‌ریزی صحیح، قطارهای پرسرعت باید مراکز منطقه‌ای را به مناطق شهری اصلی متصل و فرصت‌های توسعه قابل توجهی فراهم کنند. اگر راه‌آهن پرسرعت به درستی در سامانه ترابری یکپارچه شود، رشد جمعیتی و اقتصادی می‌تواند جهت حمایت از اهداف برنامه‌ریزی کاربردی کشورها هدایت شود. بنابراین تحریک توسعه منطقه‌ای کشور را شاهد خواهیم بود.
- اهمیت ایستگاه‌ها (با نگاه توسعه شهری مبتنی بر ترابری): در برنامه‌ریزی ایستگاه‌های راه‌آهن پرسرعت باید به چند موضوع خاص به قرار زیر توجه شود. این موضوع بر ضرورت برنامه‌ریزی زودهنگام ایستگاه‌ها تاکید دارد:

✓ ابعاد و نوع ایستگاه‌ها- توافق بر فرضیات مناسب برای ایستگاه‌ها.

- ✓ پراکندگی - حداکثر ارتباطات ترابری چندوجهی.
- ✓ یکپارچگی شهری - تأثیر روی جوامع در نظر گرفته شود.
- ✓ بازسازی - بهره‌برداری از ظرفیت بازسازی ایستگاه‌های موجود.
- ✓ قابلیت ساخت - تأثیر روی برنامه‌ها/هزینه‌ها در نظر گرفته شود.
- ✓ تغییر در ذهنیت - حداکثر تقاضای اولیه مسافری را دنبال کند.
- ✓ هویت اصالت - در ابتدای فرآیند با مدنظر قراردادن اصالت‌های فرهنگی و سازگاری با معماری شهری در نظر گرفته شود.
- ✓ استفاده از زمین - تأثیر راهبردی در تغییر کاربری زمین و الگوهای سکونتی.
- ✓ تأثیر محیطی، اقتصادی و اجتماعی.

۳-۱- فرآیند پیاده‌سازی سامانه راه‌آهن پرسرعت

مراحل برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت، تحویل‌گیری و بهره‌برداری از طرح‌های راه‌آهن پرسرعت شامل مجموعه مراحل پیچیده‌ای است که باید بادقت مدیریت شده تا از تحویل به موقع و مقرون به صرفه آن‌ها اطمینان حاصل شود. به ویژه آن‌که طرح‌های راه‌آهن پرسرعت پیامدهای قابل توجهی برای توسعه شهری، پایداری محیط‌زیست و رشد اقتصادی را در پی دارند. مرحله برنامه‌ریزی اساس پروژه را بنیان می‌نهد و بر اهمیت مستندسازی جامع، مشارکت ذی‌نفعان و ایجاد یک فرآیند گام‌به‌گام ساختاریافته تأکید دارد. این مرحله در رسیدگی به خطرات احتمالی و هم‌سویی فعالیت‌های پروژه با انتظارات ذی‌نفعان برای کاهش تاخیرهای پرهزینه در مراحل بعدی چرخه عمر پروژه بسیار مهم است. مناقشاتی اغلب در این مرحله به‌وجود می‌آید، به‌ویژه پیرامون تملک زمین، ارزیابی‌های زیست‌محیطی و تأثیرات اجتماعی، که نیاز به ارتباط و همکاری موثر بین همه طرف‌های درگیر را برجسته می‌کند. مراحل طراحی، ساخت و تحویل‌گیری در ادامه، بر پایه مرحله برنامه‌ریزی و تأکید بر مطالعات مهندسی و کنترل کیفیت دقیق تمرکز دارد تا اطمینان حاصل شود که طرح پرسرعت، استانداردهای ایمنی و بهره‌برداری را برآورده می‌کند. نوآوری در مدیریت مصالح، برنامه‌ریزی لجستیک و فناوری‌های پیشرفته در تسهیل ساخت زیرساخت‌های راه‌آهن پرسرعت که هم انعطاف‌پذیر و هم کارآمد هستند، بسیار مهم می‌باشند. با این حال، چالش‌هایی مانند شکاف‌های مالی و موانع اداری می‌تواند جلوی پیشرفت طرح را به‌ویژه در کشور ایران، جایی که ابتکارات راه‌آهن پرسرعت در مقایسه با هم‌تایان بین‌المللی خود با تاخیرهای قابل توجه و افزایش بودجه مواجه شده است، بگیرد. همان‌طور که طرح‌های راه‌آهن پرسرعت وارد مرحله بهره‌برداری و نگهداری می‌شوند، آموزش مداوم، مدیریت دارایی و مشارکت ذی‌نفعان برای موفقیت و پذیرش بلندمدت این سامانه‌ها حیاتی خواهند شد. پیامدهای زیست‌محیطی ساخت و بهره‌برداری نیز یک نگرانی برجسته است که نیاز به ارزیابی کامل تأثیر و راهبردهای کاهش دارد تا اطمینان حاصل شود که اهداف توسعه پایدار دست‌یافتنی است. در نهایت، آینده راه‌آهن‌های پرسرعت در توانایی آن‌ها

برای انطباق با پیشرفت‌های فناوریانه، تکمیل سرمایه‌گذاری بر روی زیرساخت‌ها و رویکردهای برنامه‌ریزی یکپارچه نهفته است.

فرآیند اجرای یک سامانه راه‌آهن پرسرعت^۱، متشکل از پنج مرحله اصلی به‌قرار زیر است که هر مرحله به مراحل کوچکتری تقسیم می‌شود:

- مرحله پیدایش: مربوط به تولد یک طرح راه‌آهن پرسرعت است. پیدایش یک خط پرسرعت جدید ممکن است از یک نیاز (مانند کمبود ظرفیت) تا یک اراده سیاسی برای توسعه، نتیجه گرفته شود. هدایت پیدایش طرح می‌تواند توسط نهادهای مختلفی پیگیری شود. اهداف اصلی این مرحله مشتمل بر شناسایی ذی‌نفعان اصلی طرح، مطالعات پیش‌امکان‌سنجی با تأکید بر تحلیل ترافیک و ارزیابی معیارهای اجتماعی-اقتصادی، شناسایی مقدماتی کریدورها و احصای جایگاه طرح در طرح جامع توسعه آینده شبکه ترابری کشور است. خروجی این مرحله به تصمیم‌گیری در مورد ادامه دادن مرحله بعدی کمک شایانی خواهد نمود.
- مرحله امکان‌سنجی: در این مرحله، بر پایه تأیید ضرورت ادامه از مرحله پیدایش، تحلیل‌های گسترده‌تری بر مبنای رئوس اساسی زیر انجام می‌پذیرد:
 - ✓ تقاضای سفر میان مدت و بلندمدت پیش‌بینی شده
 - ✓ طبقه پیشنهادی راه‌آهن پرسرعت براساس تقاضای پیش‌بینی شده
 - ✓ کریدور پیشنهادی، مسیرهای بهینه، جانمایی ایستگاه‌ها و مشخصات سامانه
 - ✓ برنامه بهینه برای مرحله‌بندی ساخت سامانه راه‌آهن پرسرعت
 - ✓ تأثیرات زیست‌محیطی، اجتماعی، توسعه شهری و منطقه‌ای و اقتصادی ایجاد شده (با لحاظ اثرات هزینه-فایده در سطح ملی)
 - ✓ ارزیابی جایگاه طرح راه‌آهن پرسرعت در طرح جامع ترابری کشور با نگاه بر ماهیت و هزینه طرح‌های دسترسی تکمیلی
 - ✓ ارزیابی نیازهای تامین مالی و الگوی تجاری طرح با نگاه به عملکرد مالی و قابلیت‌های تجاری (با لحاظ کمبودهای مالی تجاری و راه‌های برطرف کردن آن)
 - ✓ برنامه مدیریت خطرهای کلیدی طرح، ارزیابی سطح تاثیر هر خطر و اقدامات کاهنده مرتبط

^۱ در مطالعات طرح‌های احداث راه‌آهن (ضابطه شماره ۴۱۱ سازمان برنامه و بودجه کشور برای راه‌آهن‌های معمولی)، دو دوره مطالعات توجیهی طرح (شامل سه مرحله پیدایش در صورت نیاز، توجیه اولیه و توجیه نهایی) و دوره اجرا (شامل مطالعات طراحی تفصیلی) در نظر گرفته شده است که با مراحل پنج‌گانه اشاره شده در این ضابطه هم‌پوشانی‌هایی را داراست. در این ضابطه با رویکردی گام‌به‌گام و ساختاریافته و پوشش یکپارچه دوره عمر یک طرح راه‌آهن پرسرعت، کلیه مراحل با تأکید بر مرحله پیدایش و نیز مرحله بهره‌برداری با نگاه فرآیندی جامع‌تر، توسعه یافته است.

- ✓ مناسب‌ترین چارچوب سازمانی برای مدیریت، برنامه‌ریزی، تدارکات، ساخت و بهره‌برداری (در چارچوب اجرای سیاست‌های یکپارچه توسعه شهری و منطقه‌ای در موقعیت طرح)
 - ✓ ارائه برنامه اجرایی موثر برای ایجاد چارچوب سازمانی توصیه شده
 - مرحله طراحی: در این مرحله، دانش مهندسی لازم برای پاسخ مناسب به کلیه نیازهای موردنیاز طرح (نظیر مشخصات، الزامات و ملاحظات فنی، عملکردی، زیست‌محیطی، مالی و قراردادی) به‌صورت تفصیلی ایجاد می‌شود. همچنین تدقیق در هزینه‌های متصور طرح و تعیین هزینه نهایی طرح راه‌آهن پرسرعت ارائه می‌شود.
 - مرحله ساخت: در این مرحله، طرح به واقعیت تبدیل می‌شود. مدیریت ساخت طرح باید به‌گونه‌ای پیگیری شود که در بستر حقوقی و قراردادی متصور، زمان ساخت و به تبع آن بار مالی جریان ساخت کاهش یابد و همچنین تاخیرات به حداقل برسد. برای دستیابی به این هدف ضروری است که مسیر بحرانی ساخت براساس فعالیت‌های عمرانی (ابنیه فنی و زیرسازی)، عملیات ریل‌گذاری، تاسیسات و تجهیزات لازم (شبکه علائم، ارتباطات و برق‌رسانی)، ناوگان موردنیاز و در نهایت آزمایش و راه‌اندازی به صورت یکپارچه شبیه‌سازی و مدیریت شود.
 - مرحله بهره‌برداری: آخرین، مهم‌ترین و طولانی‌ترین مرحله پیاده‌سازی طرح راه‌آهن پرسرعت است. در این مرحله، سامانه طراحی و ساخته شده توسط بهره‌بردار تحویل گرفته می‌شود. فرآیند بهره‌برداری مسافران از این سامانه شروع شده و مدیریت نگهداری و تعمیر از سامانه فعال می‌شود.
- جدول ۱-۱، فرآیند پیاده‌سازی طرح‌های راه‌آهن پرسرعت را بر اساس مراحل پنج‌گانه برشمرده شده، ارائه نموده است. در شکل ۱-۱ نیز چارچوب کلی حاکم بر مراحل مختلف پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت، با لحاظ جنبه‌های مختلف طرح به تصویر کشیده شده است.

جدول ۱-۱ فرآیند پیاده‌سازی طرح‌های راه‌آهن پرسرعت

مرحله	عنوان	اهداف
پیدایش	نیازسنجی	افزایش احتمال موفقیت پروژه در شبکه ترابری با تایید عقلانی بودن شروع مطالعات
	پیش‌امکانسنجی	پیش‌بینی تقاضای (تعداد مسافران) آینده بر اساس مدل تقاضای فعلی
		تهیه اولین رویکردهای کریدورهای راه‌آهن پرسرعت و ارزیابی‌های اولیه هزینه‌ای
امکان‌سنجی	امکان‌سنجی	تعیین کاراترین مسیرهای راه‌آهن پرسرعت با رویکردهای یکپارچه فنی و اقتصادی، رقابت‌پذیری و هماهنگی با سطح فناوری قابل پیاده‌سازی
	ارزیابی زیست‌محیطی	تهیه برنامه مدیریت زیست‌محیطی و ارزیابی مباحث زیست‌محیطی حاکم بر پروژه
	تحلیل‌های مالی و اقتصادی	ارزیابی مالی (توانایی پروژه برای بازگشت هزینه‌های مالی) و ارزیابی اقتصادی (از دیدگاه اقتصاد کلان و تاثیر پروژه بر کشور و مردم)
	تحلیل چندمعیاری	انتخاب گزینه برتر به کمک برآورد بهینه نیازمندی‌های مختلف براساس معیارهای مشترک
	طراحی پایه	طراحی پروژه در سطح کلان
	توانمندسازی	تایید انجام و درگیر ساختن عوامل مختلف عرصه تصمیم جهت اجرایی‌شدن پروژه
طراحی	برنامه‌ریزی بهره‌برداری و نگهداشت	تهیه نظام بهره‌برداری و نگهداشت و تخمین هزینه‌های مرتبط
	طراحی تفصیلی	تدقیق تعریف دقیق از پروژه و تمامی ابعاد آن در راستای مقررات، الزامات، ملاحظات و اسناد موجود و تهیه اسناد یکپارچه مناقصه
ساخت	برنامه‌ریزی و مدیریت ساخت	حصول اطمینان از تحت کنترل بودن تمامی مراحل ساخت و اجرای به‌موقع و بهینه برنامه پیمانکاری
	ساخت	سازگار با اهداف مدیریت زیست‌محیطی، ایمنی، کیفیت و برنامه زمان‌بندی تعیین شده
	تحویلی‌گیری و راه‌اندازی	ارزیابی و اعتبارسنجی زیرساخت احداث شده جهت کسب مجوز بهره‌برداری
بهره‌برداری	بهره‌برداری و نگهداشت	سطح مناسب قابلیت اعتماد، دسترس‌پذیری، قابلیت نگهداری و ایمنی (RAMS) ^۱
	تحلیل‌های پسین	تعیین میزان دستیابی به اهداف پروژه، ارزیابی میزان انحراف‌های موجود و جمع‌بندی و مستندسازی برای آینده

^۱ Reliability, Availability, Maintainability, and Safety

نوع معیار					مرحله پیدایش	مرحله امکان‌سنجی	مرحله طراحی	مرحله ساخت	نهادری و نگهداری
معیارهای جنبه‌های اجتماعی	معیارهای جنبه‌های اجتماعی	معیارهای جنبه‌های اجتماعی	معیارهای جنبه‌های اجتماعی	معیارهای جنبه‌های اجتماعی	پیش‌بینی سفر	تحلیل مالی و اقتصادی	ارزایی پروژه	تعهد مالی	درآمد ترافیکی، هزینه‌های بهره‌داری و نگهداشت
					ارائه خدمات حمل‌ونقل	راهکارهای عملیاتی	پایه‌ریزی RAMS، برنامه بهره‌داری و نگهداری	برنامه ساخت	ارزایی RAMS
					گزینه‌های اصلی	طراحی پایه	طراحی تفصیلی	پایش کیفیت	اعتبارسنجی RAMS
					راهبرد پایدار	ارزایی زیست محیطی	تعریف برنامه اقدام	انجام برنامه اقدام	نتایج زیست‌محیطی و پایش
					باسخ سیاست به نیازها	مقبولیت	مذاکرات (ذی‌نفعان)	راه‌اندازی آزمایشی	بهبود چابک‌جایی

شکل ۱-۱ چارچوب کلی حاکم بر پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت

۴-۱- هدف و دامنه کاربرد

این دستورالعمل با رویکردی فرآیندمحور، چارچوبی جامع و یکپارچه برای تعریف، برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری از سامانه‌های راه‌آهن پرسرعت در کشور ارائه می‌دهد. هدف این سند، ایجاد یک ادبیات مشترک فنی و مدیریتی میان تمامی ذی‌نفعان، از نهادهای سیاست‌گذار و برنامه‌ریزان کلان تا طراحان، پیمانکاران و نهاد بهره‌بردار است. در این دستورالعمل همچنین مطابق سند بالادستی نظام فنی و اجرایی یکپارچه کشور، مراحل چرخه عمر پروژه‌های پرسرعت شامل پیدایش (مشمول بر مطالعات نیازسنجی، توجیهی و طراحی پایه)، پدیدآوری (مشمول بر طراحی تفصیلی، ساخت و بهره‌برداری آزمایشی) و بهره‌برداری (مشمول بر بهره‌برداری نهایی و نگهداری) با بیشترین سطح هماهنگی، ایمنی، کیفیت و بهره‌وری ارائه شده است. این سند با تبیین الزامات و ملاحظات اصلی در حوزه‌های فنی، بهره‌برداری، اقتصادی و زیست‌محیطی، به‌عنوان مرجع تصمیم‌گیری، مدیریت ریسک، بهینه‌سازی منابع و تحقق اهداف ملی در توسعه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای خطوط پرسرعت که مطالعات آن انجام شده، ولی مرحله اجرایی پروژه تکمیل نشده است، انطباق با مفاد این ضابطه قابل توصیه است. پیشنهاد می‌شود سازوکاری تحت عنوان بازنگری رسمی پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت که بیش از ۱۰ سال از تصویب مطالعات آن‌ها می‌گذرد، تهیه شود که در آن پروژه‌ها با مدل‌های تقاضای جدید، شرایط اقتصادی و سیاست‌های زیست‌محیطی روز ارزیابی مجدد شوند یا در باقی‌مانده مسیر همچون مرحله ساخت و سیاست بهره‌برداری از این سند تبعیت نمایند. این بازنگری می‌تواند بسته به چرخه عمر و پیشرفت پروژه‌ها منجر به اصلاح مسیر، توقف یا ترکیب پروژه‌ها با مسیرهای جدید شود و با مسئولیت دبیرخانه راه‌آهن پرسرعت یا یک نهاد داور تخصصی مانند نهادهای تخصصی حاکمیتی (مانند معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد حمل‌ونقل) انجام شود.

دامنه کاربرد این ضابطه کلیه خطوط ریلی مسافری در حال ساخت یا برنامه‌ریزی شده جهت ساخت در آینده در شبکه خطوط ریلی ایران با سرعت سیر بالاتر از ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت و نیز خطوط ریلی برنامه‌ریزی شده برای ارتقا با سرعت سیر بالاتر از ۱۶۰ تا حداکثر ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت است. باید توجه شود که مهم‌ترین تغییر راه‌آهن‌های پرسرعت به‌منظور کاهش زمان سفر برای اهداف تجاری، ناشی از سرعت است. به همین دلیل سرعت تجاری معمول بین‌المللی برای راه‌آهن‌های پرسرعت معادل و بیشتر از ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت (به عنوان معیار اصلی سرعت) در نظر گرفته می‌شود. با این حال، یک معیار ثانویه در مسافت‌های متوسط بدون رقابت هوایی پذیرفته شده است، جایی که ممکن است اجرای سرعت ۲۵۰ کیلومتر در ساعت مقدور نباشد. بنابراین سرعت ۲۲۰ کیلومتر در ساعت یا حداقل بالای ۲۰۰ کیلومتر در ساعت (زیر این سرعت قطارهای معمولی قادر به سیر هستند) برای به دست آوردن سهم بازار کفایت می‌کند. لازم به ذکر است ضوابط این سند الزامات برقی کردن خطوط باری را شامل نمی‌شود و برای این خطوط باید از ضابطه مستقل مربوط به خطوط باری استفاده شود.

۵-۱- سلسله مراتب تفویض اختیار در مراحل چرخه عمر راه‌آهن پرسرعت

در پروژه‌های زیرساختی کلان مانند راه‌آهن پرسرعت، ساختار تفویض اختیار از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا موجب افزایش کارایی تصمیم‌گیری، کاهش زمان واکنش به مسائل اجرایی و بهبود هماهنگی میان ذی‌نفعان متعدد پروژه می‌شود. سلسله مراتب تفویض اختیار در این پروژه‌ها به‌طور معمول بر اساس مراحل چرخه عمر پروژه تعریف می‌شود و در هر مرحله، اختیارات مشخصی به سطوح مختلف سازمانی واگذار می‌شود. تفویض اختیارات مراحل مختلف پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

در راستای تحقق اهداف راه‌آهن پرسرعت توصیه اکید می‌شود نهادی تحت عنوان دبیرخانه پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت تشکیل شود. دبیرخانه راه‌آهن پرسرعت نهادی تخصصی است که به منظور پشتیبانی و هدایت نظام‌مند پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت در کشور، ذیل معاونت تخصصی مربوط به ترابری (معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد حمل‌ونقل یا نهاد تخصصی در حوزه ترابری با رویکردی مشابه) تشکیل می‌شود. دبیرخانه پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت شامل یک تیم ثابت چندرشته‌ای (مالی، فنی، حقوقی، زیست‌محیطی) با هدف حفظ انسجام مطالعات، مستندسازی تجربه‌ها و ارزیابی نهادی پروژه است. این دبیرخانه نقش محوری در ایجاد هماهنگی میان نهادهای مرتبط، گردآوری و مستندسازی اطلاعات و تجربه‌های پروژه‌ها در طول چرخه عمر آن‌ها و همچنین ارائه چارچوب‌های کارشناسی برای بهبود تصمیم‌گیری‌های کلان در این حوزه ایفا خواهد کرد.

وظایف اصلی دبیرخانه شامل برگزاری جلسات و نشست‌های تخصصی برای توجیه اولیه طرح‌های راه‌آهن پرسرعت، تشکیل کارگروه‌های ارزیابی و تصویب طرح‌ها و تدوین مستندات راهبردی مرتبط با این پروژه‌هاست. به این ترتیب، دبیرخانه به‌عنوان بازوی مشورتی و اجرایی معاونت تخصصی مربوطه، ضمن ارتقای کیفیت مطالعات و طرح‌ها، زمینه‌ساز تسریع در فرآیند تصمیم‌گیری و کاهش مخاطرات در سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی خواهد شد. این دبیرخانه مسئول پالایش اولیه، انتخاب مشاور، تنظیم مسیر تصمیم‌سازی پروژه و ارجاع پروژه در مراحل بعدی به دستگاه اجرایی خواهد بود. دبیرخانه همچنین مسئول نگهداشت دانش پروژه در طول عمر آن است. به این ترتیب دستگاه‌های اجرایی و بهره‌برداری باید جزئیات کامل جهت ثبت دانش پروژه را در اختیار این دبیرخانه قرار دهند. این نهاد نیز با پالایش و تفسیر اطلاعات به‌دست آمده دانش پروژه را ایجاد، گزارش و ذخیره خواهد کرد که برای درس‌آموخته‌های پروژه‌های آتی استفاده می‌شود. این دبیرخانه مسئول برنامه‌ریزی برای آموزش تخصصی نهادهای اجرایی و بهره‌بردار پروژه به‌عنوان یک الزام، با همکاری مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های داخلی و نیز در صورت امکان نهادهای باتجربه از کشورهای دارای راه‌آهن پرسرعت خواهد بود.

جدول ۲-۱ تفویض اختیار در فرآیند پیاده‌سازی طرح‌های راه‌آهن پرسرعت

مرحله	پیشنهاددهنده	بررسی کننده	نظر مشورتی	تصویب کننده نهایی
پیدایش	سرمایه‌گذار، نهاد منطقه‌ای، معاونت حمل و نقل	دبیرخانه راه‌آهن پرسرعت	شرکت مشاور مرحله پیدایش	کارگروه ارزیابی راه‌آهن پرسرعت
امکان‌سنجی	مشاور مرحله امکان‌سنجی	دستگاه اجرایی مربوطه	دبیرخانه راه‌آهن پرسرعت/ نهادهای محیط‌زیستی، پدافند غیرعامل و امنیتی	کارگروه ارزیابی راه‌آهن پرسرعت/ نهادهای تامین مالی/ نهاد قانون‌گذار
طراحی	مشاور مرحله طراحی	دستگاه اجرایی مربوطه	ذی‌نفعان/ دبیرخانه راه‌آهن پرسرعت/ نهادهای محیط‌زیستی، پدافند غیرعامل و امنیتی	دستگاه اجرایی مربوطه
ساخت	پیمانکار / مشارکت	دستگاه اجرایی مربوطه / نهاد نظارت	مشاور دستگاه اجرایی مربوطه/ نهاد بهره‌بردار/ دبیرخانه راه‌آهن پرسرعت	دستگاه اجرایی مربوطه
بهره‌برداری	پیمانکار حوزه بهره‌برداری	دستگاه بهره‌بردار	دبیرخانه راه‌آهن پرسرعت/ نهادهای ذی‌نفع در بهره‌برداری	دستگاه بهره‌بردار

۱-۶- تعاریف

تعاریف مربوط به اصطلاحات و واژگان به کار گرفته شده در این دستورالعمل به شرح زیر است:

راه‌آهن پرسرعت: در دو بخش اصلی به قرار زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- خطوط ارتقا یافته موجود: در دو دسته به قرار جدول ۲-۱ که در دو دسته ۱۶۰ تا ۲۰۰ و ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت دسته‌بندی شده است.

- خطوط انحصاری (احداث جدید): مخصوص قطارهای مسافری با سرعت ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت یا بیشتر

نیازسنجی پروژه: مرحله‌ی نیازسنجی پروژه به آغاز فرآیند تعریف یک پروژه‌ی قطار پرسرعت اشاره دارد که هدف اصلی آن ارائه‌ی مشاوره به سرمایه‌گذاران در خصوص فرصت‌های سرمایه‌گذاری است. در این مرحله، کriterیورهای مورد مطالعه بر اساس طرح جامع توسعه یا الزامات سفر تعیین می‌شوند و تصمیم‌گیری در خصوص ادامه یا عدم ادامه مطالعات صورت می‌پذیرد.

پیش‌امکان‌سنجی پروژه: با تکیه بر نتایج مرحله نیازسنجی، مطالعه پیش‌امکان‌سنجی به بررسی عمیق‌تر ابعاد فنی، اجتماعی و اقتصادی پروژه پیشنهادی قطار پرسرعت می‌پردازد. هدف از این مطالعه، پشتیبانی از فرآیند تصمیم‌گیری در خصوص میزان توجیه‌پذیری اجرای پروژه است. این مطالعه شامل پیش‌بینی جریان‌های ترافیکی، شناسایی کریدورهای بالقوه و برآوردهای اولیه هزینه بر مبنای داده‌های اقتصادی و اجتماعی، وضعیت موجود شبکه حمل‌ونقل و میزان عرضه و تقاضای فعلی در تمامی شیوه‌های حمل‌ونقل می‌باشد.

توانمندسازی: در بخش توانمندسازی، فرآیندهای قانونی مرتبط، به‌ویژه در زمینه مسائل محیط‌زیستی، ایمنی راه‌آهن و تملک اراضی، انجام می‌شوند تا یک مدل تأمین مالی تعریف گردد و تصمیم‌گیری در خصوص ادامه اجرای پروژه تسهیل شود.

ارزیابی محیط‌زیست: ارزیابی محیط‌زیست، بررسی اثرات زیست‌محیطی ناشی از اجرای پروژه پیشنهادی قطار پرسرعت است. در این مرحله، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی بر اشیاء حساس انجام شده و اقدامات کاهش‌دهنده اثرات معرفی می‌شوند. همچنین، برنامه مدیریت محیط‌زیست و گزارش ارزیابی محیط‌زیست تهیه می‌گردد.

مطالعه امکان‌سنجی: مطالعه امکان‌سنجی، قابلیت اجرایی پروژه پیشنهادی قطار پرسرعت را ارزیابی می‌کند. این مطالعه ابعاد فنی و اقتصادی پروژه را بررسی کرده و فرآیند تصمیم‌گیری در خصوص سرمایه‌گذاری را تسهیل می‌نماید. مطالعات معمولاً شامل معیارهای فنی، زیرساخت‌ها، ایستگاه‌ها و ترمینال‌ها، ارتباطات، سیگنالینگ، سیستم‌های تأمین نیروی محرکه، تجهیزات ریلی، تملک اراضی، مطالعات RAMS و غیره می‌باشد. خروجی‌های مطالعه امکان‌سنجی شامل طراحی امکان‌پذیر، برآوردهای هزینه و گزینه‌های تأمین مالی است.

ارزیابی مالی و اقتصادی: ارزیابی مالی به منظور تحلیل درآمدها و هزینه‌ها در بخش زیرساخت و عملیات انجام می‌شود و قابلیت سودآوری و توجیه مالی پروژه پیشنهادی قطار پرسرعت را بر اساس پیش‌بینی‌های مالی مورد بررسی قرار می‌دهد. ارزیابی اقتصادی نیز به منظور تحلیل منافع و هزینه‌ها از تمامی زوایا و ارزیابی منافع خالص برای جامعه و توجیه اقتصادی پروژه پیشنهادی انجام می‌شود که بر اساس اصل تخصیص منطقی منابع صورت می‌پذیرد.

تحلیل چندمعیاره: تحلیل چندمعیاره یک تحلیل جامع است که ابعاد اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی و سایر معیارهای ذکر شده را برای گزینه‌های موجود را در نظر می‌گیرد تا راه‌حلی شناسایی شود که بهترین توافق ممکن را ارائه می‌دهد. این تحلیل بر اساس پیش‌بینی‌های ترافیکی، تحلیل هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری، الگوهای خدمات‌دهی، ارزیابی محیط‌زیست و نتایج مشاوره‌های عمومی انجام می‌شود.

طراحی مقدماتی: طراحی مقدماتی یک طراحی حرفه‌ای است که تمامی رشته‌های مرتبط را در بر می‌گیرد و بر اساس داده‌های نقشه‌برداری، طراحی امکان‌سنجی تأیید شده و برآوردهای میانی هزینه‌ها تهیه می‌شود تا اسناد طراحی مقدماتی و برآوردهای کلی هزینه‌ها آماده شود.

طراحی تفصیلی: طراحی تفصیلی فرآیند طراحی زیرسیستم‌ها و رابط‌های قطار پرسرعت بر اساس استانداردها، قواعد و مقررات قابل اعمال، اسناد طراحی مقدماتی تأیید شده، ارزیابی اثرات محیط‌زیستی و الزامات RAMS می‌باشد که در نهایت منجر به تهیه نقشه‌های طراحی تفصیلی، فهرست مقادیر و برآورد هزینه‌های کلی می‌شود.

برنامه بهره‌برداری و نگهداری: برنامه بهره‌برداری و نگهداری نتیجه نهایی فرآیند تحلیل ویژگی‌های عملیاتی پروژه قطار پرسرعت، تعیین مدل بهره‌برداری، تدوین برنامه بهره‌برداری و نگهداری و برآورد هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری بر اساس معیارهای طراحی، زیرسیستم‌ها و ویژگی‌های آنها است.

برنامه‌ریزی ساخت: برنامه‌ریزی ساخت فعالیتی است که شامل تجزیه کارها، برآورد مدت زمان انجام فعالیت‌ها، تهیه برنامه زمانی اجرای کارها بر اساس توالی ساخت و شناسایی مسیر بحرانی می‌باشد. این مهم به گونه‌ای صورت می‌پذیرد که تمامی مراحل فرآیند ساخت تحت کنترل قرار گرفته و مهلت‌های کلیدی رعایت شوند.

مدیریت ساخت: مدیریت ساخت تمامی فرآیندها و ابعاد یک پروژه ساخت از جمله مدیریت مناقصه، مدیریت قراردادهای مدیریت هزینه‌ها، نظارت بر اجرای کارها، مدیریت ایمنی، مدیریت محیط‌زیست و مدیریت آزمون‌ها پس از تکمیل پروژه را در بر می‌گیرد.

آزمایش‌ها و راه‌اندازی: این بخش شامل اندازه‌گیری، تأیید، تنظیم و بهینه‌سازی عملکرد، کارکرد و تطابق رابط‌های سیستم ریلی جدید است تا اطمینان حاصل شود که سیستم، هم در طول ساخت و هم پس از تکمیل، به‌طور صحیح عمل کرده و الزامات ایمنی را رعایت می‌کند و امکان بهره‌برداری از خط جدید فراهم شود. آزمایش و راه‌اندازی شامل پذیرش مواد و اجزا، آزمایش‌های ایستا بر روی زیرسیستم، آزمایش‌های ایستای یکپارچه، آزمایش‌های دینامیک یکپارچه و عملیات آزمایشی می‌باشد.

بهره‌برداری و نگهداری: بهره‌برداری شامل برنامه‌ریزی حرکت قطارها بر اساس جدول زمان‌بندی، ارائه خدمات حمل‌ونقل، انجام نگهداری خط و تجهیزات ریلی و ارزیابی کارایی و منافع حمل‌ونقل می‌باشد.

ارزیابی پس از اجرا: ارزیابی پس از اجرا سه تا پنج سال پس از آغاز بهره‌برداری خط قطار پرسرعت انجام می‌شود تا مشخص گردد آیا اهداف پروژه محقق شده‌اند. در این بخش هرگونه انحراف و اختلاف تحلیل می‌شود و نتایجی برای بهبودهای آتی استخراج می‌شود.

۷-۱- سایر مراجع

در متن این ضابطه به سایر ضوابط و دستورالعمل‌های سازمان برنامه و بودجه کشور ارجاع داده شده است که رعایت آنها براساس سطح ابلاغ شده و لحاظ آخرین تجدیدنظرها و اصلاحیه‌ها الزامی می‌باشد. همچنین برخی از مهمترین آیین‌نامه‌ها و ضوابط بین‌المللی با تاکید بر راه‌آهن پرسرعت مدنظر قرار گرفته است.

ضوابط سازمان برنامه و بودجه کشور

- ضابطه ۲۸۸: آیین‌نامه طرح هندسی راه‌آهن
- ضابطه ۳۹۴: دستورالعمل طراحی و نظارت بر روسازی راه‌آهن سریع‌السير
- ضابطه ۴۱۱: شرح خدمات همسان مطالعات طرح‌های راه‌آهن
- ضابطه ۸۶۳: دستورالعمل انتخاب روسازی خطوط راه‌آهن (بالاستی - بدون بالاست)

آیین‌نامه‌ها و ضوابط مرجع بین‌المللی

- IRS60660: Measures to Ensure the Technical Compatibility of High-Speed Trains
- IRS60662: Railway Application- High-Speed - Maintenance of High-Speed Lines
- IRS60670: Implementation of a High-Speed Railway, Definition and Features
- IRS60671: Implementation of a High-Speed Railway, Emerging Phase
- IRS60672: Implementation of a High-Speed Railway, Feasibility Analysis Phase
- IRS60673: Implementation of a High-Speed Railway, Design Phase
- IRS60674: Implementation of a High-Speed Railway, Construction Phase
- IRS60675: Implementation of a High-Speed Railway, Operation Phase
- IRS60680: Design of a High-Speed Railway, Infrastructure
- IRS60681: Design of a High-Speed Railway, Communication and Signalling
- IRS60682: Design of a High-Speed Railway, Energy
- IRS60683: Design of a High-Speed Railway, Interface
- TB10621: Code for Design of High-speed Railway (China)
- ISO 9000: Quality Management Systems – Fundamentals and Vocabulary
- ISO 9001: Quality Management Systems – Requirements
- ISO 9004: Managing for the Sustained Success of an Organization – A Quality Management Approach
- ISO/TR 10013: Guidelines for Quality Management System Documentation
- ISO 14001: Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use
- ISO 31000: Risk Management – Guidelines
- OHSAS 18001: Occupational Health and Safety Management Systems - Requirements

۸-۱- علائم اختصاری

مفاهیم و پارامترهای به‌کار رفته در این دستورالعمل، از علائم اختصاری مخصوصی برخوردارند. ممکن است این علائم در متون فنی دارای تفاوت‌های جزئی باشند که برای این آیین‌نامه به صورت جدول ۳-۱ تعریف می‌شوند.

جدول ۳-۱ خلاصه علائم اصلی اختصاری مرتبط با دستورالعمل

ترجمه	عنوان	اختصار
کنترل خودکار قطار	Automatic Train Control	ATC
سامانه علائم و ارتباطات	Communication Control System	CCS
دوربین‌های مدار بسته	Closed-Circuit Television	CCTV
سامانه کنترل ترافیک مرکزی	Centralised Traffic Control	CTC
سامانه کنترل قطار چینی	Chinese Train Control System	CTCS
ریل‌های جوش داده شده پیوسته	Continuously Welded Rail	CWR
لکوموتیو دیزل الکتریک	Disel-Electric Locomotive	DL
ارزیابی عملکرد زیست محیطی	Enviromental Impact Assessment	EIA
لکوموتیو برقی	Electric Locomotive	EL
قطارهای خودکشش	Electric Multiple Unit	EMU
سامانه مدیریت ترافیک ریلی اروپایی	European Rail Traffic Management System	ERTMS
سامانه کنترل قطار اروپایی	European Train Control System	ETCS
آزمایش‌های پذیرش کارخانه	Factory Acceptance Test	FAT
فدراسیون بین‌المللی مهندسان مشاور	International Federation of Consulting Engineers	FIDIC
سامانه جهانی ارتباطات موبایل	Global System for Mobile Communications	GSM-R
پرسرعت	High speed	HS
خط (یا مسیر) پرسرعت	High speed rail	HSR
راه‌حل ریلی بین‌المللی	International Railway Solution	IRS
سازمان بین‌المللی استاندارد	International Organization for Standardization	ISO
فاصله بین دو خرابی	Mean Time Between Failure	MTBF
میانگین زمان تا خرابی	Mean Time to Failure	MTTF
خطوط برق بالاسری	Overhead Control Line	OCL
سامانه برق بالاسری	Overhead Contact System	OCS
قابلیت اطمینان، در دسترس بودن، قابلیت نگهداری و ایمنی	Reliability, Availability, Maintainability and Safety	RAMS
آزمایش‌های پذیرش در سایت	Site Acceptance Test	SAT
سامانه کنترل نظارتی و جمع‌آوری داده	Supervisory Control and Data Acquisition System	SCADA
پایش سلامت سازه‌ای	Structural Health Monitoring	SHM
موافقتنامه سطح خدمت	Service Level Agreement	SLA
سامانه کنترل قطار	Train Control System	TCS

فصل ۲

طبقه‌بندی راه آهن پرسرعت در ایران

۲-۱- ویژگی‌ها

۲-۱-۱- سامانه جامع و فراگیر

سامانه راه‌آهن پرسرعت، فناوری‌های پیشرفته را در حوزه‌های مختلف از جمله مهندسی خط و سازه‌های فنی، ناوگان، علائم و ارتباطات، تامین توان و برقی کردن، بهره‌برداری، ایستگاه و تاسیسات ایستگاهی، قراردادی، مالی، سرمایه‌گذاری و مدیریتی به صورت جامع در نظر می‌گیرد تا عملکرد کلی و قابلیت تجاری را تضمین کند.

۲-۱-۲- تنوع

شبکه فعلی سامانه‌های راه‌آهن پرسرعت در سطح جهانی متفاوت هستند و تحت تأثیر عوامل فرهنگی، رویکردهای تجاری، معیارهای بهره‌برداری و مدیریت هزینه قرار دارند که منجر به تفاوت‌هایی در هزینه و عملکرد می‌شود. طبقه‌بندی این سامانه‌ها متأثر از طراحی هر یک از زیرسامانه‌ها و نحوه تعامل آن‌ها با یکدیگر می‌باشند.

۲-۱-۳- ظرفیت بالا

سامانه‌های راه‌آهن پرسرعت از منظر توسعه پایدار، برای ظرفیت‌های بالا طراحی می‌شوند و امکان توسعه خدمات در پاسخ به تقاضای آینده را فراهم می‌کنند.

۲-۲- مشخصات فنی

۲-۲-۱- خط و سازه‌های فنی

راه‌آهن پرسرعت الزامات سخت‌گیرانه‌ای را در طراحی هندسی مسیر، زیرسازی، پل، تونل و روسازی در نظر می‌گیرد تا ایمنی سیر قطارهای عبوری را مطابق برنامه زمان‌بندی دقیق تضمین کند و تمهیدات لازم برای نگهداری را مقدور سازد. به طور کلی و با افزایش سرعت طرح، میزان مجاز رواداری تا حد قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند. طرح هندسی مسیر شامل شعاع قوس‌های بالا، تغییر ملایم بر بلندی، فاصله مستقیم زیاد بین قوس‌ها و فاصله زیاد بین مرکز خطوط رفت و برگشت می‌شود. رعایت بیشینه شیب طولی مجاز و طول بالای شیب به منظور عملکرد بهینه شتاب و ترمز قطارها و نیز نگهداری آن‌ها ضروری است. مسیر در محوطه باز باید محصور باشد و در موقعیت تقاطع، باید به صورت غیرهم‌سطح طراحی و ساخته شود. زیرسازی مسیر باید از منظر سختی، مستحکم، پایدار و یکپارچه باشد و ویژگی‌هایی نظیر شیب پایدار، زهکشی مناسب و نشست کمینه ناشی از عملیات خاکی را نتیجه دهد.

پل‌ها باید به اندازه کافی مقاوم، پایدار و بادوام باشند. تغییر شکل سازه‌ای و نشست بعد از عملیات خاکی در کوله‌ها و پایه‌های میانی باید به دقت پایش شوند. بسامدهای طبیعی ارتعاشی پل‌ها باید برای اطمینان از پایداری و جلوگیری از وقوع پدیده‌های نامطلوب مانند تشدید، بهینه شود. باید از عملکرد مناسب دینامیکی یکپارچه قطار و پل و همچنین اندرکنش موثر بین خط و پل اطمینان حاصل شود.

ابعاد مقطع تونل باید طبق نیازهای ترابری (حداکثر سرعت بهره‌برداری، کارایی قطار، راحتی مسافران و غیره) تعیین شوند. ممکن است درگاه‌هایی^۱ بسته به نیازهای واقعی در ورودی‌های تونل استفاده شوند تا کاهش تأثیرات منفی آیرودینامیکی و همچنین تامین راحتی مسافران را (با تاکید بر سرعت‌های بالاتر از ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت) نتیجه دهند. روسازی راه‌آهن پرسرعت باید از جوشکاری پیوسته ریل‌ها^۲ و ادوات تقاطع و انشعاب سازگار (نظیر نیشدلی‌های متحرک به‌ویژه برای سرعت‌های بالاتر از ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت) که مسیری پایدار و با نگهداری حداقل را ایجاد می‌کند، ساخته شود. رواداری‌های دقیق پارامترهای مختلف هندسه خط باید کنترل و تامین شوند. هر دو نوع روسازی بالاستی و بدون‌بالاست (با تاکید بر تامین الزامات ضابطه ۸۶۳ سازمان برنامه و بودجه) می‌تواند استفاده شود.

۲-۲-۲- ناوگان

قطارهای فعلی پرسرعت دارای ویژگی‌هایی مانند ترکیب ثابت، خودکشی و عملکرد دوطرفه با سطح بالای RAMS و هزینه‌های چرخه عمر منطقی هستند. این ویژگی‌ها بهره‌وری بیشتر و تجربه بهتر برای مسافران را فراهم می‌کنند. قطارهای پرسرعت باید الزامات محدودیت بار محوری را رعایت کرده و با زیرساخت، تامین نیروی کشش، سامانه‌های علائم و ارتباط، ایستگاه‌ها و سایر تأسیسات و تجهیزات سازگار باشند. این قطارها دارای شکل بهینه آیرودینامیکی (به‌منظور تامین عملکرد آیرودینامیکی برتر)، بدنه‌های سبک، هوابندی مناسب و عایق صوتی بالا هستند و با بوژی‌هایی تجهیز شده‌اند که عملکرد دینامیکی قوی را ایجاد می‌کنند.

قطارهای پرسرعت با مبدل‌های با توان بالا و قابل‌اعتماد تجهیز شده‌اند. تجهیزات الکتریکی سامانه کشش و مدار کنترل باید قادر به انتقال توان AC-DC-AC باشند که سطوح بالای قابلیت اطمینان و سهولت نگهداری را ایجاد می‌کنند. این قطارها باید نسبت قدرت به وزن بالایی داشته باشند.

قطار پرسرعت باید به سامانه‌های ترمز مکمل مجهز شده تا بتواند محدودیت‌های فاصله ترمز مطابق با الزامات عملیاتی و بهره‌برداری را تامین کند. این قطارها دارای سامانه‌های علائم و ارتباطات نصب شده در کابین راننده بوده و قادر به ترمز دقیق و توقف در یک نقطه هدف، براساس دستورهای علائمی، هستند. همچنین از فناوری رایانه‌ای شبکه‌ای برای تشخیص خودکار و پایش بر اجزا و قطعات کلیدی استفاده می‌کنند.

^۱ Buffer Structures

^۲ CWR

۳-۲-۲- تامین توان

ساختارهای تأمین توان کشش قطارهای پرسرعت باید الزامات بهره‌برداری با سرعت بالا، تراکم بالا و توان بالا را برآورده و نیروی محرکه قابل‌اعتماد و پایداری را تأمین کنند. خطوط برق بالاسری (OCL)^۱ باید به‌طور مناسب اجرا شده تا جمع‌آوری جریان با کیفیت بالا از پانتوگراف‌ها تضمین شود. خط تماس با سطح پایین مقاومت، سطح بالای مقاومت مکانیکی و مقاومت خوب در برابر سایش مشخص می‌شود. این خطوط باید الزامات بدون نیاز به نگهداری را برآورده کرده و در برابر تأثیرات آب‌وهوایی مقاوم باشند. ساختار تأمین توان کشش همچنین باید ظرفیت پایش و کنترل یکپارچه از راه دور را داشته باشد.

۴-۲-۲- سامانه علائم و ارتباطات

سامانه‌های فعلی علائم و ارتباطات (CCS)^۲ قطار پرسرعت شامل سامانه کنترل قطار (TCS)^۳، کنترل ترافیک مرکزی (CTC)^۴، کنترل بلاک و اینترلاکینگ و شبکه انتقال (سیم‌دار یا بی‌سیم) است. این سامانه‌های کنترلی برای پایش وضعیت به‌هنگام و حفاظت خودکار ایمنی برای بهره‌برداری قطارهای پرسرعت استفاده می‌شود. کنترل ترافیک مرکزی برای کنترل از راه دور مرکزی تمامی قطارهای در حال بهره‌برداری استفاده می‌شود.

سامانه کنترل قطار شامل تجهیزات داخل قطار و تجهیزات کنار خط است که داده‌ها را به‌طور یک‌طرفه یا دوطرفه از طریق یک شبکه انتقال ارسال می‌کند. سطح پیاده‌سازی این سامانه باید براساس سرعت بهره‌برداری انتخاب شود. در صورت بهره‌گیری از سامانه‌های سطح بالاتر، باید تعامل با سامانه‌های سطوح پایین‌تر در نظر گرفته شود. همچنین باید سازگاری الکترومغناطیسی، قابلیت ضد تداخل و قابلیت تعامل‌پذیری در این سامانه تأمین شوند.

تجهیزات کنار خط در این سامانه باید تمام اطلاعات موردنیاز برای مجوز حرکت قطار و انتقال آن به تجهیزات داخل قطار را جمع‌آوری کند. تجهیزات داخل قطار نیز باید قادر به پایش قطار و عملیات مانور بوده و به راهبر قطار اطلاعاتی ارائه دهد که بتواند قطار را (برای حالت‌های مختلف بهره‌برداری) به‌طور ایمن هدایت کند.

سامانه کنترل ترافیک مرکزی برای برنامه‌ریزی و تنظیم خودکار مسیرهای حرکت قطار و گراف‌های سیر و حرکت براساس الزامات ترافیک و ملاحظات تخصیص ظرفیت، طراحی شده است تا نیازهای شبکه راه‌آهن پرسرعت را با دقت، زمان‌بندی و الزامات بهره‌برداری با تراکم بالا برآورده کند.

^۱ Overhead Contact Line (OCL)

^۲ Communication and Control System (CCS)

^۳ Train Control System (TCS)

^۴ Centralised Traffic Control (CTC)

۵-۲-۲- بهره‌برداری و خدمات

بهره‌برداری راه‌آهن پرسرعت باید ضمن درنظر گرفتن کامل شاخص‌های ایمنی، از نیروی انسانی کارآمد و تجهیزات بهره‌برداری مناسب به‌گونه‌ای استفاده کند که الگوهای بهره‌برداری با کارایی و تراکم بالا را پشتیبانی و در نتیجه ترابری سریع و راحت مسافران را تضمین نماید.

کنترل سیر و حرکت قطارهای پرسرعت باید به‌طور کامل با برنامه‌های بهره‌برداری تطابق داشته باشد و قرائت‌های دقیق و به‌موقع از احتمال تأخیرها ارائه دهد تا در تلاشی برای اجرای اقدامات مؤثر جلوگیری از تأخیر، اطمینان حاصل شود که خدمات ترابری طبق برنامه پیش می‌روند. برنامه‌های بهره‌برداری باید تقاضای ترابری، شرایط تجهیزات و سایر عوامل مرتبط را به‌طور جامع متناسب‌سازی کند و برنامه‌های تعطیلات را طبق فصل اوج درنظر آورد. این فرآیند به تدریج هوشمند، مکانیزه و خودران شده و نقش عوامل انسانی رو به کاهش مداوم هست.

راه‌آهن پرسرعت از تجهیزات پایش ایمنی بهره می‌برد. در صورت بروز خرابی در تجهیزات، بلاپای طبیعی و سایر وضعیت‌های اضطراری، تجهیزات باید قادر به صدور هشدار به‌موقع و راهنمایی قطارها به اجرای تمهیدات مقابله‌ای باشند. راه‌آهن پرسرعت از سامانه‌های اطلاعاتی پیشرفته استفاده می‌کند تا خدمات ترابری و مسافری با کیفیت بالا را ارائه دهد و اقدامات مؤثری را برای بهبود مداوم کیفیت خدمات پیاده‌سازی کند.

با رعایت مقررات مربوطه، زیرساخت‌های پرسرعت به‌گونه‌ای نگهداری می‌شوند که کیفیت نگهداری و بهره‌برداری پایدار را تضمین کند. دوره‌های نگهداری باید در برنامه‌های بهره‌برداری گنجانده شوند. قطار برداشت^۱ باید بعد از اتمام نگهداری زیرساخت، برای تأیید وضعیت قبل از بهره‌برداری و از سرگیری دوباره خدمات به‌کار گرفته شود. همچنین از قطارهای بازرسی یا روش‌های دیگر برای انجام بازرسی‌های جامع زیرساخت‌هایی مثل ریل، روسازی، خطوط برق بالاسری، تجهیزات ارتباطی، علائم و سایر تجهیزات استفاده می‌شود. این بازرسی‌ها همچنین اطلاعات ارزشمندی برای نگهداری زیرساخت فراهم می‌آورند. سرعت بازرسی باید همانند سرعت بهره‌برداری باشد.

مجموعه کامل مقررات و استانداردها برای بهره‌برداری و مدیریت راه‌آهن باید رعایت شده و آموزش کارکنان باید پیگیری شود. راهبران قطارهای پرسرعت باید واجد شرایط بوده و گواهی‌نامه‌های صلاحیت حرفه‌ای از نهادهای مربوطه داشته باشند.

۶-۲-۲- ایستگاه

مکان‌های ایستگاه باید در دسترس بوده و به خوبی به سایر شیوه‌های ترابری (هوایمایی، ترابری ریلی شهری، اتوبوس، تاکسی و خودروهای شخصی) متصل شوند تا انتقال مسافران تسهیل شود. ایستگاه‌ها باید فضای کافی را برای تامین الزامات

^۱ Record train

بهره‌برداری پوشش دهند. ایستگاه‌ها باید در دسترس بوده و برای مدیریت بهره‌برداری و فعالیت‌های تجاری مناسب باشند و ممکن است برای توسعه‌های آینده نیز تدابیری اندیشیده شود.

هنگام برنامه‌ریزی جانمایی ایستگاه، باید به تعداد خطوط، ظرفیت بهره‌برداری، الگوی بهره‌برداری، برنامه زمان‌بندی سیر و حرکت قطار، الزامات بهره‌برداری و ملاحظات ظرفیت ورودی/خروجی توجه لازم صورت گیرد. ایستگاه‌ها باید دارای سامانه‌های صدور بلیت، سامانه‌های اطلاعاتی مسافران و سامانه‌های پایش امنیتی باشند و باید محیط راحتی را فراهم کنند.

۳-۲- طبقه‌بندی خطوط راه‌آهن پرسرعت

طبقه‌بندی سنتی حاکم بر خطوط ریلی ایران مطابق نشریات ۳۰۱ و ۲۸۸ سازمان برنامه و بودجه کشور، برحسب حداکثر سرعت ناوگان عبوری، به چهار طبقه A, B, C, D و همچنین برحسب بار ناخالص عبوری سالیانه مربوط به سال دهم بهره‌برداری، به چهار طبقه ۱، ۲، ۳ و ۴ تقسیم می‌شوند. برای خطوط پرسرعت در این طبقه‌بندی اشاره شده است که به‌کارگیری ضوابط خاص طرح هندسی مسیر راه‌آهن‌های پرسرعت (از جمله توصیه‌های ضابطه ۳۹۴ سازمان برنامه و بودجه کشور) ضروری می‌باشد. دلیل این توضیح آن است که در ایران، خطوط بالاتر از سرعت ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت به‌عنوان خطوط پرسرعت در نظر گرفته می‌شود.

بر اساس ارزیابی معیارهای اصلی همچون نوع ترافیک عبوری، جمعیت شهرهای مبدا و مقصد، حداقل تقاضای موجود و ...، طبقه‌بندی حاکم بر حوزه مسافری پرسرعت در کشور باید به قرار جدول ۲-۱ در نظر گرفته شود. مطابق این جدول، خطوط پرسرعت ریلی به ۴ دسته A^+, HS_1, HS_2, HS_3 تقسیم‌بندی می‌شود.

ساخت خطوط راه‌آهنی که بتواند هر دو نوع قطارهای پرسرعت مسافری و باری کند را پشتیبانی نماید، ممکن است گزینه‌ای جذاب به نظر برسد، چرا که دو منبع درآمد را فراهم می‌آورد. با این حال، مجاز کردن ترافیک مختلط مسافر/بار بر روی خط‌آهن پرسرعت با برخی مشکلات اساسی مواجه می‌شود، از جمله: قیدهای ایمنی اضافی، چالش‌های بهره‌برداری مرتبط با زمان‌بندی، هزینه‌های اضافی مربوط به نگهداری یا سامانه علائم و ارتباطات مبتنی بر داخل کابین برای قطارهای باری، محدودیت‌های طرح هندسی پلان و پروفیل مسیر و شعاع قوس‌های بالاتر. این تصمیم بستگی به برنامه‌ریزی کشور و یا راهبرد تجاری و تعداد مسافران دارد. این رویه با ایجاد قطارهای پرسرعت باری، با توسعه قطارهای مسافری و سریع برقی باطری، با ترویج فناوری‌های نوین نظیر هایپرلوپ و مگلو و با توسعه هوش مصنوعی و ایستگاه‌های مجتمع چندوجهی تفاوت‌های زیادی خواهند داشت که جزئیات فناوری سریع ریلی و ضوابط فنی و ایمنی و بازرسی این راه‌آهن‌ها را با تنوع و ویژگی‌های دیگری مواجه می‌نماید. به‌طور کلی، ترافیک مختص مسافران برای پروژه‌های پرسرعت بر اساس تجربه‌های جهانی معمول است. تصمیمی که بر معیارهای طراحی، بهره‌برداری، نگهداری، ناوگان، دیپوها و ایستگاه‌ها تاثیر می‌گذارد.

با توجه به ساختار موجود ناوگان ریلی کشور و برخی محدودیت‌های فنی و مالی، امکان عبور یا بهره‌برداری از قطارهای دیزلی بر روی خطوط برقی بالاتر از ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت، تنها در موارد خاص وجود دارد. با این حال، در راستای تحقق بخشیدن به اهداف زیست‌محیطی و بهره‌وری سامانه‌های پرسرعت، حضور قطارهای دیزلی روی خطوط برقی، به هیچ‌وجه

توصیه نمی‌شود و تنها باید در سناریوهای خاص مجاز تلقی شود. دیزل روی خطوط برقی تنها در شرایط موقت، فاقد جایگزین یا در بخش‌هایی با تغذیه ناپیوسته مجاز است. بهره‌برداری دیزلی باید محدود به قطارهای تعمیراتی، اضطراری یا دوره‌های گذار باشد. اولویت کلان با توسعه ناوگان برقی یا دوگانه^۱ خواهد بود. به این ترتیب سناریوهای مجاز استفاده از قطار دیزلی روی خطوط برقی به شرح زیر است:

- قطارهای امداد و تعمیراتی در مواقع اضطراری
- حرکت انتقالی محدود در مقاطع فاقد تغذیه مداوم یا ایستگاه‌های صنعتی
- دوره گذار کوتاه‌مدت تا زمان تأمین ناوگان برقی یا تکمیل زیرساخت

جدول ۱-۲ طبقه‌بندی خطوط راه‌آهن پرسرعت مسافری

سرعت (کیلومتر بر ساعت)	مشخصه	$(HS_3) \geq 300$	$250 \leq (HS_2) < 300$	$200 \leq (HS_1) < 250$	$160 \leq (A^+) < 200$
نوع ترافیک	مسافری پرسرعت	مسافری پرسرعت	مسافری پرسرعت	مسافری معمولی و پرسرعت	باری، مسافری معمولی و پرسرعت
حداقل تقاضای موجود* (نفر / روز)	$25000 <$	$15000 <$	$8000 <$		
نوع زیرساخت	اختصاصی	اختصاصی	ارتقای موجود (فقط مسافری)	ارتقای موجود (ترکیبی)	
بار محوری (تن)	۱۷	۱۷	۲۰	۲۵	
شبکه برق بالاسری	الزامی	الزامی	الزامی	دیزل الکتریک / برقی	
سامانه علائم و ارتباطات الکتریکی	ERTMS/ECTS3 CTCS4 بلاک متحرک نوین	ERTMS/ECTS2 CTCS3 بلاک مجازی با GSM-R	ERTMS/ECTS1 CTCS2 بلاک ثابت با علائم کناری	ERTMS/ECTS1 CTCS2 بلاک ثابت با علائم کناری	
نوع ناوگان	خودکشش (EMU)	خودکشش (EMU)	لکوموتیو برقی (EL) / خودکشش (EMU)	دیزل الکتریک (DL) / لکوموتیو برقی (EL) / خودکشش (EMU)	

طبقه سوم مسافری پرسرعت HS_3 ، طبقه دوم مسافری پرسرعت HS_2 ، طبقه اول مسافری پرسرعت HS_1 ، طبقه معمول مسافری A^+

* حداقل تقاضای موجود: میزان کل جابه‌جایی مسافر با تمامی شیوه‌های حمل و نقل

^۱ bi-mode

فصل ۳

مرحله پیدایش

۳-۱- مقدمه

در فصل اول، کلیاتی از نحوه پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت در مرحله پیدایش ارائه شد. در این فصل به بررسی دقیق فرآیند پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت در مرحله پیدایش پرداخته خواهد شد. این بخش اطلاعات موردنیاز سرمایه‌گذاران و تصمیم‌گیران و همچنین سطوح بالای مدیریتی دولتی را برای ارزیابی امکان‌سنجی اولیه پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت ارائه داده و بر روی جنبه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی این سامانه تمرکز دارد. در ادامه، بخش‌های مختلف این مرحله به همراه اطلاعات موردنیاز در هر بخش تشریح می‌شود.

۳-۲- بخش اول: نیازسنجی پروژه

۳-۲-۱- اهداف

این بخش نقطه آغازین تعریف یک پروژه راه‌آهن پرسرعت است. در این بخش، آینده پروژه نامشخص بوده و هدف اصلی، ایجاد درک روشنی از ضرورت اجرای آن است. شروع این بخش از مطرح شدن نیاز به ایجاد و ساخت راه‌آهن پرسرعت خواهد بود. این موضوع از دو منظر امکان‌پذیر است:

- ۱- پروژه به‌عنوان بخشی از برنامه‌های توسعه‌ای منطقه‌ای، ملی یا بین‌المللی تعریف شده باشد.
- ۲- پروژه جدیدی مطرح شود که تاکنون مورد توجه قرار نگرفته است. در این حالت، لازم است که دلایل توجیهی برای نیاز به راه‌آهن پرسرعت ارائه شود.

چه پروژه در حالت اول و چه در حالت دوم باشد، بخش نیازسنجی باید انجام شود. حتی در حالت اول نیز نیازسنجی، باعث ایجاد درک عمیق و مشترک از لزوم وجود راه‌آهن پرسرعت خواهد شد. در حالت دوم، نیازسنجی فرصت مناسبی است تا بررسی شود آیا راه‌آهن پرسرعت گزینه مناسبی برای ترابری است یا خیر.

برای پیش‌برد پروژه، باید حمایت مالی و سیاسی از سوی نهادهای دولتی، بخش خصوصی و سایر ذی‌نفعان جلب شود. در این مرحله، تحلیل‌های اولیه اقتصادی و فنی انجام شده و مسیر پروژه برای مراحل بعدی تعیین می‌شود. لازم به ذکر است که نیاز به حمایت از یک نهاد با منابع مالی مناسب در این مرحله ضروری است.

۳-۲-۲- نکات کلیدی

۳-۲-۲-۱- پیشنهاد شروع پروژه

تفاوتی ندارد که چه نهادی پیشنهاد پروژه راه‌آهن پرسرعت را مطرح می‌کند؛ ممکن است بخش خصوصی با توجه به نیاز خود این موضوع را پیشنهاد داده و یا تمایل سیاسی برای رشد اقتصادی-اجتماعی یک منطقه باعث مطرح شدن آن

شود. بهتر است پیشنهاد دهنده، علم و آگاهی مناسبی نسبت به راه‌آهن پرسرعت داشته و همچنین شناخته شده باشد تا هم‌افزایی موثر عمومی را به‌دنبال داشته باشد. طبق شرایط کشور، بهتر است شرکت‌های خصوصی یا دولتی حوزه بهره‌برداری راه‌آهن، پیشنهاد اولیه پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت را ارائه دهند.

۲-۲-۳-۲- مالک پروژه

در این مرحله از فرآیند، مالک پروژه به‌طور الزامی یک نهاد دولتی نیست. بلکه ممکن است یک نهاد عمومی یا از بخش خصوصی باشد که به پروژه علاقه‌مند یا با آن مرتبط است. توصیه می‌شود که مالک پروژه از منابع مالی کافی برخوردار بوده تا بتواند کل مرحله پیدایش را به‌طور رضایت‌بخشی همراهی کند. همچنین ممکن است بودجه توسط گروهی از سرمایه‌گذاران مشترک تامین شود. مالک پروژه باید شناخته شده و دارای صلاحیت کافی برای دریافت نظر مقامات ذی صلاح باشد. همچنین باید درک روشنی از عناصر موجود و درک مناسبی از مشکلات موجود داشته باشد. مالک پروژه جهت سازمان‌دهی و شروع مطالعات برای نشان دادن مزایای خط جدید پیشنهادی پرسرعت، نهاد دولتی متخصص در امر ترابری را همراهی می‌کند. اگر نهاد دولتی متخصص در امر ترابری بودجه کافی در اختیار نداشته باشد، باید بودجه لازم برای انجام این مطالعات را جمع‌آوری کند. مالک پروژه با همراهی نهاد دولتی متخصص در امر ترابری باید با مقامات ذی‌صلاح تماس بگیرد تا حمایت آن‌ها از پروژه را جلب کند.

۳-۲-۳-۳- شروع ارزیابی‌های مطالعاتی اجتماعی-اقتصادی

نهاد دولتی متخصص در امر ترابری با همکاری مالک پروژه باید چارچوب مطالعات پروژه در این مرحله را تعریف کند. این مطالعات باید از دقت بالایی برخوردار بوده تا بتواند استدلال کافی برای توسعه پروژه راه‌آهن پرسرعت را ایجاد نماید. نهاد دولتی متخصص در امر ترابری باید مشخصاتی را برای ارزیابی‌های ترابری، بررسی بازار و ترافیک و تحلیل اجتماعی-اقتصادی تهیه کند. همچنین باید مشاوران با صلاحیت طراحی را که قادر به انجام این مطالعات هستند، انتخاب کند. نهاد دولتی متخصص در امر ترابری می‌تواند از حمایت کارشناسان با مهارت‌های شناخته شده در زمینه‌های مربوطه استفاده کند.

۳-۲-۳-۳- ورودی‌ها

در این مرحله نیاز است اطلاعاتی مطابق زیر به عنوان ورودی تهیه و جمع‌آوری شود:

- اسناد و برنامه‌های کلان موجود ترابری در سطح ملی و منطقه‌ای
- داده‌های ترابری موجود و برنامه‌ریزی شده آینده شامل ظرفیت شبکه‌های جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی، سطح عملکرد، الگوهای خدمات، ظرفیت باقیمانده، نقاط ضعف، سوء عملکردها، نارضایتی از طرف کاربران شبکه و غیره

- نیازهای مسافری و باری آینده بر اساس پیش‌بینی‌ها و داده‌های جمعیتی و اقتصادی
- وضعیت محیط‌زیستی منطقه شامل مناطق حفاظت‌شده، منابع طبیعی و آلودگی‌های محتمل
- مدل‌های تأمین مالی و سرمایه‌گذاری برای برآورد هزینه‌های مطالعاتی
- حمایت‌های قانونی و سیاست‌گذاری‌های دولتی مانند پدافند غیرعامل، مسائل فرهنگی و پیوست عدالت که ممکن است بر تصمیم‌گیری اثرگذار باشند

۴-۲-۳- خروجی‌ها

در نهایت خروجی‌های این مرحله شامل موارد زیر خواهد بود:

- تعیین دقیق‌تر مالک پروژه
- تعریف اولیه کریدورهای پیشنهادی و مسیرهای ممکن برای اجرای پروژه
- تدوین برنامه و طرح مالی برای مطالعات پیدایش و پیش‌امکان‌سنجی و تأمین بودجه اولیه (نهاد دولتی متخصص در امر ترابری با همکاری مالک پروژه یا از طریق تأمین مالی مشترک)
- تصمیم‌گیری درباره ادامه یا توقف مطالعات بر اساس تحلیل‌های اولیه (نهاد دولتی متخصص در امر ترابری یا توسط همه طرف‌های تأمین مالی مشترک)
- مشخصات مطالعه که توسط نهاد دولتی متخصص در امر ترابری ایجاد و هماهنگ می‌شود

۵-۲-۳- ذی‌نفعان

- دولت (با محوریت وزارت راه و شهرسازی و معاونت‌های تخصصی) / سازمان برنامه و بودجه / سازمان‌های تابعه وزارت راه و شهرسازی (با تأکید بر شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل‌ونقل کشور، شرکت راه‌آهن و مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) / استانداری‌های مرتبط
 - تصمیم‌گیری برای درخواست سند پیدایش پروژه
 - حمایت از پروژه
 - حمایت از مالک پروژه
 - مشارکت در تأمین بودجه
- شهرداری‌ها
 - ابراز علاقه به داشتن خدمات راه‌آهن پرسرعت
 - حمایت از پروژه
 - مشارکت در تأمین بودجه

- ترویج‌دهندگان/سرمایه‌گذاران/تولیدکنندگان
 - ابراز علاقه
 - مشارکت در تأمین بودجه
- شرکت‌های مهندسين مشاور
 - پشتیبانی از مالک پروژه برای تدوین مشخصات فنی
- شرکت‌های پیمانکاری
 - ابراز علاقه
 - حمایت از پروژه
 - مشارکت در تأمین بودجه
- شرکت‌های مسافربری/ترابری/الجستیک
 - بیان الزامات و خواسته‌ها
- نهادهای زیست‌محیطی/ سایر گروه‌ها (نظیر رقبا)
 - حمایت یا مخالفت با پروژه

۳-۲-۶- توانمندسازی

توانمندسازی^۱، به معنای دادن قدرت تصمیم‌گیری و مسئولیت بیشتر به ذی‌نفعان کلیدی پروژه، به‌دنبال ایجاد یک محیط کاری است که در آن اعضای تیم احساس مالکیت و مسئولیت نسبت به پروژه داشته باشند و با انگیزه، اعتماد و مشارکت بالا، به موفقیت آن کمک کنند. این مرحله، موارد زیر را شامل می‌شود:

- تعیین یک مقام قراردادی
- تهیه موافقت‌نامه مالی
- تقویت حمایت سیاسی
- توسعه اعتماد عمومی

۳-۲-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

- عدم توافق مالی؛ منجر به توقف فرآیند می‌شود

^۱ Empowerment

- تلاش عمده از سوی مالک پروژه برای شناسایی و نزدیک شدن به طرف‌هایی که به ساخت پروژه علاقه‌مند هستند.
- شناسایی و توسعه استدلال‌های قوی به نفع پروژه
- فقدان حمایت سیاسی و موانع سیاست بین‌الملل
- ایجاد تفاهم و مشارکت حداکثری ذی‌نفعان پروژه
- تضمین انتقال مناسب فناوری و زمینه‌سازی ایجاد دانش بومی پایدار مراحل مختلف پروژه
- مخالفت از سوی نهادهای زیست‌محیطی یا گروه‌های رقیب (به عنوان مثال نهادهای جاده‌ای)
- نهاد دولتی متخصص در امر ترابری به‌همراه مالک پروژه باید اطمینان حاصل کند که پروژه در راستای منافع توسعه پایدار است و آن را با رویکردی یکپارچه و هم‌افزا پیش ببرد.

۸-۲-۳- جنبه های مالی

- هزینه ها
- هزینه های واقعی در این مرحله پایین است.
- برنامه مالی برای مطالعات بیشتر
- برنامه مالی مطالعات مراحل بعد باید در پایان این مرحله ارائه شود.

۳-۳- بخش دوم: پیش‌امکان‌سنجی پروژه

۱-۳-۳- اهداف

مطالعه پیش‌امکان‌سنجی به‌عنوان یک مطالعه مقدماتی تعریف می‌شود که دستیابی موفق یک پروژه به اهداف خاص آن را امکان‌پذیر می‌سازد. بنابراین مطالعات پیش‌امکان‌سنجی، از امکان‌پذیری ظهور یک سامانه راه‌آهن پرسرعت پشتیبانی می‌کند. مطالعه پیش‌امکان‌سنجی در این بخش شامل موارد زیر خواهد بود:

- ۱- مطالعه پیش‌بینی تقاضای ترابری و ارائه خدمات
 - ۲- بررسی کریدورها و انتخاب مسیرهای اولیه
- عوامل موثر در تدوین مطالعه پیش‌امکان‌سنجی عبارتند از:
- جغرافیای عمومی منطقه (نقشه‌های ۱:۵۰۰۰)
 - محیط زیست، مناطق حفاظت‌شده و غیره
 - ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی عمومی حوزه آبریز

- تحلیل بازار (مطالعه عرضه و تقاضای فعلی و آینده)
- پیشنهاد پیاده‌سازی فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، اینترنت اشیا، ابزار نوین پایش و برداشت خط و همچنین گزینه‌های رقابتی در زیرساخت راه‌آهن پرسرعت (سامانه‌های موجود و آینده نزدیک)
- بررسی و معرفی زیرساخت‌های اجتماعی و تجاری کشور
- ریسک‌های اجتماعی، سیاسی و اقتصادی
- نظام‌های برنامه‌ریزی و تنظیم‌گری
- دسترسی به زمین برای ساخت راه‌آهن پرسرعت
- محدودیت‌های بالقوه پروژه (محدودیت‌های فیزیکی و محدودیت‌های زمانی)
- شناسایی کریدورهای بالقوه و برآوردهای اولیه هزینه
- شناسایی هرگونه اطلاعات پنهان موردنیاز برای مطالعه امکان‌سنجی

۲-۳-۳- مطالعه پیش‌بینی تقاضای سفر

۱-۲-۳-۳- اهداف

مطالعات برای تعیین تقاضای فعلی و پیش‌بینی تقاضای ترافیکی آینده در منطقه نفوذ، هم با و هم بدون اجرای پروژه راه‌آهن پرسرعت پیشنهادی، انجام می‌شوند. مدل تقاضای پیش‌بینی‌شده به طور خاص بر تأثیر رقابت بین حالت‌های مختلف ترابری موجود و آینده متمرکز است. پیش‌بینی تعداد مسافران باید با توجه به طرح جامع توسعه منطقه‌ای، ملی یا بین‌المللی و یا ارتقاء وضعیت خطوط راه‌آهن موجود باشد که قرار است به سایر خطوط پرسرعت متصل شوند. اگر پروژه راه‌آهن پرسرعت پیشنهادی از قبل مورد توجه قرار نگرفته باشد، باید پیش‌بینی‌های دقیق مربوط به تعداد مسافران برای پشتیبانی از ادامه فرآیند انجام پذیرد. در صورتی که پروژه پیشنهادی مربوط به هر دو قطار مسافری و باری باشد، باید بررسی‌های مربوط به الزامات حمل بار نیز لحاظ شود. رعایت مفاد طرح‌ها و دستورالعمل‌های بالادستی مرتبط با اهداف این بخش، از جمله طرح جامع حمل و نقل کشور، با توجه به سطح الزام تعیین‌شده، به گونه‌ای انجام می‌شود که مفاد الزام‌آور باید اجرا شده و مفاد توصیه‌ای در حد مقتضی لحاظ شود.

۲-۲-۳- نکات کلیدی

• منطقه‌بندی و تحلیل اجتماعی-اقتصادی

این موضوع بر ارزیابی پوشش زمین، مناطق تولیدی، مناطق صنعتی و لجستیکی و ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی جمعیت، با تأکید ویژه بر ارتباط آن با سامانه‌های ترابری براساس جمعیت‌شناسی، اشتغال، مسکن و عوامل سرزمینی که

بر شدت و نوع عرضه ترابری (فعلی و بالقوه) تأثیر می‌گذارند، تمرکز دارد. نتایج به‌دست‌آمده باید به عنوان مبنایی برای بهبود جزئیات راهبرد منطقه‌بندی اولیه و برای توسعه مدلی برای توضیح انتقال و جریان‌های ترافیکی عمل کند. متغیرهای زیر باید در تحلیل در نظر گرفته شوند:

توزیع جمعیت، مناطق مسکونی و/یا گردشگری، مناطق فعالیت، دسترسی بهبودیافته، شهرهای واقع در کریدور، تولید ناخالص داخلی، نسبت‌های جمعیت، میزان ترابری خودرویی، ویژگی‌های جمعیتی بر اساس قشر شهری و نوع اشتغال.

• ارزیابی جابه‌جایی فعلی - خودرو

جابه‌جایی فعلی با خودرو از طریق جمع‌آوری داده‌های موجود و تاریخی در مورد عرضه و تقاضا مشخص می‌شود. اطلاعات مربوط به جابه‌جایی همچنین نیازمند بررسی‌ها و شمارش ترافیک در نقاط مختلف شبکه جاده‌ای، بر اساس فعالیت‌های زیر است:

- ارزیابی جریان خودروها در امتداد کریدورهای بزرگراهی و جاده‌های اصلی از طریق تشخیص خودکار پلاک خودرو: این سامانه شامل ثبت پلاک‌ها از طریق دوربین‌های نصب شده بر روی پل‌های هوایی بزرگراه/جاده با استفاده از نرم‌افزار تشخیص پلاک، شناسایی شماره پلاک و در نتیجه، زمان عبور بین دو نقطه توسط یک وسیله نقلیه، ارائه مبدا و مقصد احتمالی سفر، و همچنین سرعت و ترتیب زمانی است.
- شمارش خودروها در برخی از قسمت‌های بزرگراه/جاده، بسته به نیاز، به صورت خودکار یا دستی: دوره شمارش معمولاً در صورت شمارش دستی ۱۶ ساعت و در صورت شمارش خودکار ۲۴ ساعت است. شمارش به منظور گسترش دامنه بررسی‌های جابه‌جایی برای دربرگرفتن کل ترافیک انجام می‌شود.
- پرسش‌نامه‌های اطلاعات مبدأ-مقصد (O-D)^۱ ممکن است توسط عوامل، در پمپ بنزین‌ها و مناطق استراحت یا در عوارضی‌های درون/امتداد بزرگراه‌ها/جاده‌ها توزیع شوند تا یک الگوی نمونه رجحان آشکار (RP)^۲ به دست‌آید. این پرسش‌نامه‌ها ممکن است شامل سوالاتی از جمله محل سکونت، مبدأ و مقصد سفر، هدف از سفر، هزینه سفر، تعداد دفعات سفر، تعداد مسافران در هر خودرو و غیره باشند.
- پرسش‌نامه‌های رجحان بیان‌شده (SP)^۳، با حداقل ۱۰۰ پرسش‌نامه^۴ برای هر نوع ترابری، یک نمونه تصادفی از استفاده‌کنندگان رجحان RP را هدف قرار می‌دهند.

^۱ Origin-Destination (O-D)

^۲ Revealed Preference (RP)

^۳ Stated Preference (SP)

^۴ تعداد پرسش‌نامه‌ها باید مطابق حجم جامعه سفر، تعداد متغیرها، سطح دقت آماری، اهمیت پروژه و کفایت آماری تعیین شده و متناسب با بودجه و زمان پروژه در نظر گرفته شود.

- سفر با خودرو برای کالیبره کردن سرعت‌ها و زمان‌های سفر، به‌طوری که مدل ترابری بتواند از زمان‌های واقعی سفر در ساعات اوج/غیر اوج (در صورت نیاز) برای نشان دادن جابه‌جایی فعلی استفاده کند.
- سایر روش‌های جدیدی که برای توصیف جابه‌جایی با خودرو مناسب هستند.

• ارزیابی جابه‌جایی فعلی - ترابری عمومی

- نحوه جابه‌جایی در سامانه‌های ترابری عمومی، از طریق جمع‌آوری داده‌های تاریخی و کنونی از شیوه‌های مختلف ترابری عمومی (راه‌آهن، اتوبوس، هواپیما) و انجام نظرسنجی‌های کاربران و شمارش ترافیک، بر اساس موارد زیر پیگیری می‌شود:
- انجام شمارش ورود و خروج در ایستگاه‌های اصلی راه‌آهن، اتوبوس و فرودگاه‌ها که تحت تأثیر خط جدید پرسرعت قرار می‌گیرند.
- تعریف مکان‌های نظرسنجی رجحان آشکار (RP) و رجحان بیان‌شده (SP) برای ترابری عمومی و محاسبه اندازه نمونه در هر مورد.
- انجام نظرسنجی برای فراهم کردن اطلاعات مربوط به جابه‌جایی، شامل مشخصات مسافران (سن، جنسیت، درآمد، محل سکونت و غیره)، مبدأ و مقصد سفر، هدف سفر، زمان انتظار و پیاده‌روی و تمایل به تغییر شیوه ترابری بر اساس تغییرات زمان و هزینه سفر.
- استفاده از نظرسنجی‌های SP برای کالیبراسیون مدل‌های تقسیم شیوه جابه‌جایی برای تحلیل حساسیت قطارهای پرسرعت به گزینه‌های مختلف عرضه ترابری، با نمونه‌های نظرسنجی که به طور تصادفی از نظرسنجی‌های RP انتخاب می‌شوند.
- انجام نظرسنجی‌های دیگر مرتبط با کیفیت خدمت، راحتی، ایمنی یا جنبه‌های کیفی دیگر برای تعیین ترجیحات ترابری جدید.
- انجام این نظرسنجی‌ها می‌تواند از طریق تلفن یا حضوری مانند نظرسنجی‌های مراجعه به منازل انجام شود.

• ارزیابی جابه‌جایی فعلی - ترابری بار

- توصیف جریان بار بسیار متفاوت از جریان مسافری است. توصیه می‌شود که از تمام اطلاعات آماری موجود در رابطه با جریان‌های کریدور استفاده شود. ممکن است بررسی‌های خاصی برای مبدا و مقصد نهایی و سایر اطلاعات مربوط به برنامه سفر مورد نیاز باشد.

• ارزیابی شبکه‌های ترابری

- شبکه‌های ترابری در منطقه مورد بررسی باید بر اساس اطلاعات موجود مربوط به زیرساخت‌های جاده‌ای، هوایی و ریلی تعیین شوند. زیرساخت‌های جاده‌ای، هوایی و ریلی که انتظار می‌رود در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت ساخته شوند، باید مورد توجه قرار گرفته و در مدل‌های زیرساختی/ترابری گنجانده شوند. خدمات ترابری عمومی (جاده‌ای، ریلی و هوایی) باید ارزیابی و تحلیل شوند: تعداد خدمات روزانه، کرایه‌ها، زمان سفر، تعداد صندلی‌ها، جدول زمانی و غیره.

ترابری بار باید با بررسی عرضه (خدمات برنامه‌ریزی شده و منظم، خدمات غیربرنامه‌ای و غیره)، اندازه محموله، مکان و تعیین بسترهای لجستیکی مشخص شود. با تعیین زیرساخت، ممکن است داده‌ها زیر جمع‌آوری شوند:

- شبکه جاده‌ای، محورهای، مسافت‌ها، سرعت‌ها و غیره،
- داده‌های ترافیکی (حجم ترافیک روزانه در سال (ADT)^۱، درصد وسایل نقلیه سنگین و غیره)،
- شبکه ریلی، دپوهای تشکیل و مانور قطار، محورهای، نوع راه‌آهن (تک‌خطه، دوخطه، برقی و غیره)، مسافت، سرعت برنامه‌ریزی شده، ظرفیت، ایستگاه‌ها، مدیریت ترافیک و غیره.

• تعیین عرضه فعلی در شیوه‌های ترابری

تعیین عرضه فعلی در شیوه‌های ترابری موجود در منطقه‌ی مطالعه‌شده، نیاز به ارزیابی و تحلیل در دسترس بودن خدمات برای هر شیوه ترابری عمومی و ویژگی‌های اصلی آن (زمان سفر، کرایه، توقف‌ها، سطح دسترسی و غیره) دارد.

• تعیین تقاضای فعلی در شیوه‌های ترابری

تقاضای فعلی برای انواع مختلف ترابری باید با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در مطالعات اولیه و با شناسایی انواع مختلف داده‌های تقاضا، تعیین شود.

• مدل‌سازی تقاضای سفر

مدل چهار مرحله‌ای معمولاً برای پیش‌بینی تقاضای مسافری استفاده می‌شود:

- تولید و جذب سفر،
- توزیع سفر،
- تفکیک سفر،
- تخصیص.

مدل‌ها یا روش‌های متداول ممکن است در مراحل مختلف برای پیش‌بینی تقاضا استفاده شوند. تولید و جذب سفر ممکن است از تحلیل دسته‌ای، روش نرخ رشد، یا روش‌های تحلیل خوشه‌ای برای پیش‌بینی تقاضا استفاده کند. توزیع سفر ممکن است از روش عامل رشد، مدل جذب، یا مدل فرصت مداخله‌گر برای پیش‌بینی تقاضا استفاده کند. تفکیک سفر ممکن است از مدل‌های انتخاب گسسته استفاده کند: مدل لگاریتم چندگانه (MNL)^۲، مدل لگاریتم سلسله‌مراتبی

^۱ Annual Daily Traffic (ADT)

^۲ Multinomial Logit Model (MNL)

(HL)^۱، یا مدل‌های احتمالی^۲. تخصیص ممکن است از روش تخصیص ناپایدار یا روش تخصیص پایدار استفاده کند. این مدل‌ها بر اساس گزینه، نوع مسیر، منطقه یا کشور محل سکونت و نوع جابه‌جایی تقسیم‌بندی می‌شوند. برای پیش‌بینی تقاضای بار نیز می‌توان از مدل‌های مناسب مرتبط بهره گرفت.

• پیش‌بینی تقاضای مسافر و بار

- موارد زیر به‌منظور تخمین تقاضای آینده مسافر و بار باید در نظر گرفته شوند.
- رشد متغیرهایی مانند تولید ناخالص داخلی، جمعیت و وسایل نقلیه موتوری مطابق با جدیدترین پیش‌بینی‌ها که توسط مراکز آمار در کشور و مناطق مربوط تهیه شده است، باید لحاظ شود.
- چیدمان نهایی باید مطابق با مطالعات پیش‌زمینه مدل‌سازی شود و امکان اصلاح هر عنصر از چیدمان در صورت نیاز، وجود داشته باشد.
- موارد زیر باید در هنگام مدل‌سازی کالاها در نظر گرفته شوند:
 - ✓ اعمال نرخ‌های رشد تقاضا برای انتقال کالا با راه‌آهن؛ نرخ‌ها باید در محیط‌هایی استخراج شوند که قابل انتقال به ناحیه مطالعه بوده و قابل تطبیق باشد.
 - ✓ توسعه سناریوهای تأمین آینده در کریدور.

۳-۲-۳-۳- ورودی‌ها

داده‌های مربوط به مطالعه شامل موارد زیر است:

- داده‌های اجتماعی و اقتصادی
 - جمعیت، اشتغال، بخش‌های فعالیت اقتصادی، مراکز تجاری و صنعتی، تولید ناخالص داخلی، نرخ وسایل نقلیه موتوری، گردشگری.
- داده‌های عرضه
 - شبکه جاده‌ای: مسیرها و ایستگاه‌ها، تعداد خدمات روزانه، زمان سفر، جدول زمانی، کرایه‌ها و غیره.
 - شبکه ریلی: نوع خط ریلی، ایستگاه‌ها و خطوط، نوع قطارها، جدول زمانی، سرعت برنامه‌ریزی‌شده، تعداد خدمات روزانه.
 - شرکت‌های هواپیمایی: زمان سفر، فراوانی، کرایه‌ها و غیره.
 - شبکه‌های ترابری در دست توسعه

^۱ Hierarchical Logit Model (HL)

^۲ Probit Models

• داده‌های تقاضا

- مسافر: اطلاعات مربوط به مسافرانی که بین ایستگاه‌ها یا از طریق خط ریلی سفر می‌کنند و اطلاعات مربوط به مسافرانی که بین فرودگاه‌هایی که تحت تأثیر ارتباط ریلی جدید قرار گرفته‌اند، سفر می‌کنند.
- بار: میزان بار برنامه‌ریزی شده از طریق جاده، میزان بارهای ترانزیتی، ورودی و خروجی از طریق مرزها و اطلاعات گرفته شده از متصدیان بار ریلی.

۳-۳-۲-۴- خروجی‌ها

- مدل چهار مرحله‌ای سنتی؛ کالیبراسیون سال پایه
 - پس از کالیبراسیون، مدل‌های تولید/توزیع سفر می‌توانند برای پیش‌بینی تقاضای آینده استفاده شوند:
 - ✓ مدل تولید/توزیع سفرهای منطقه‌ای روزانه،
 - ✓ مدل تولید/توزیع سفرهای منطقه‌ای غیرروزانه،
 - ✓ مدل تولید/توزیع سفرهای بلندمدت روزانه،
 - ✓ مدل تولید/توزیع سفرهای بلندمدت غیرروزانه.
- مدل چهار مرحله‌ای تقاضای آینده و تخصیص سفر به شبکه در سناریوهای مختلف
 - ارزش‌های زمانی اصلاح شده و ثابت‌های شیوه سفر همراه با مفروضات برنامه بهره‌برداری باید استفاده شوند. در نهایت، توزیع شیوه سفر اصلاحی باید برای موارد زیر به دست آید:
 - ✓ سفرهای روزانه منطقه‌ای،
 - ✓ سفرهای غیرروزانه منطقه‌ای،
 - ✓ سفرهای روزانه بلندمدت،
 - ✓ سفرهای غیرروزانه بلندمدت.
 - تقاضای القا شده باید به ۲۰ درصد محدود شود.
- تقاضای آینده با و بدون اجرای پروژه

۳-۳-۲-۵- ذی‌نفعان پروژه

- موسسات آماری،
- سازمان‌های مدیریت ترابری عمومی و خصوصی (وزارت راه و شهرسازی، شهرداری‌ها، استانداری‌ها)،
- سازمان برنامه و بودجه

۳-۳-۲-۶- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

ممکن است هنگام برآورد تقاضا، در مدل‌های چهار مرحله‌ای انتخاب کریدورهای جایگزین و نیز تعریف کریدورها با توجه به متغیرهای مختلف و در نتیجه پیش‌بینی‌های مربوطه، خطاهایی رخ دهد. پتانسیل خطا هنگام استفاده از چنین متغیرهایی برای تحلیل حساسیت و کشش مربوط به تقاضای پیش‌بینی‌شده در نظر گرفته می‌شود. تأثیرات اجتماعی و اقتصادی، ریسک‌های آماری و تأثیر این ریسک‌ها بر قابلیت مالی پروژه نیز باید مد نظر قرار گیرد.

۳-۳-۲-۷- توانمندسازی

- تایید معاونت تخصصی وزارت راه و شهرسازی یا دستگاه اجرایی راه‌آهن برای ادامه مطالعات
- اعتباربخشی نهادهای مرتبط در زمینه اثبات درآمد پیش‌بینی شده بر اساس تقاضا (با محوریت سازمان برنامه و بودجه)

۳-۳-۳- بررسی کریدورها و انتخاب مسیرهای اولیه

۳-۳-۳-۱- اهداف

- هدف اصلی این مرحله شناسایی کریدورهای احتمالی، انتخاب اولیه و تهیه برآوردهای اولیه هزینه‌ها است.
- اصول زیر در شناسایی کریدورها باید رعایت شود:
- چارچوب‌های برنامه‌ریزی بلندمدت راه‌آهن پرسرعت (با نگاه شبکه) برای ارزیابی کریدورهای احتمالی اهمیت دارند. کریدور باید با چارچوب‌های برنامه‌ریزی بلندمدت شبکه راه‌آهن مطابقت داشته باشد. همچنین برنامه‌ریزی راه‌آهن پرسرعت باید با اصول توسعه حمل و نقل محور (TOD) کاملاً هماهنگ باشد و ساختار عملکردی یکپارچه و پایدار توسعه حمل‌ونقل محور را تضمین نماید. در این خصوص می‌توان به آیین‌نامه‌های معتبر همچون IRS 60683 و یا دیگر مراجع معتبر مراجعه کرد.
 - تعامل و یکپارچگی کریدورهای پیشنهادی باید به‌طور کامل با شبکه‌های ترابری شهری لحاظ شود. بنابراین باید تطابق کاملی به‌منظور بهره‌گیری از زمین‌های شهری و برنامه‌ریزی ترافیک شهری وجود داشته باشد.
 - کریدورها و ایستگاه‌های بالقوه باید شناسایی شوند تا اصول برنامه‌ریزی زیر برآورده شوند:
 - اتصال درب تا درب: ایستگاه‌های شبکه راه‌آهن پرسرعت باید در مراکز جمعیت و اشتغال واقع شوند تا تقاضا را به حداکثر برسانند و زمان و هزینه‌های دسترسی مسافران را به حداقل برسانند.
 - کاهش ترافیک: استفاده کارآمد از یک شبکه راه‌آهن پرسرعت می‌تواند ظرفیت را آزاد کرده و سطوح خدمات موجود در شبکه‌های مسافری و باری را بهبود بخشد.

- انعطاف‌پذیری: انواع و فراوانی خدمات باید برای تقاضای مشتری پاسخگو باشد و کارایی بهینه شبکه را تضمین کند.
- مرحله‌بندی: مرحله‌بندی، زمان‌بندی و مدیریت ساخت از ملاحظات بسیار مهم در توسعه یک پروژه راه‌آهن پرسرعت است.
- در انتخاب اولیه کریدورها، ملاحظات زیر باید در نظر گرفته شوند:
- کریدورهای بالقوه به‌طور معمول از شهرهای بزرگ عبور کرده و دو یا چند مرکز جمعیت نسبتاً بزرگ را به هم متصل می‌کنند.
- یک کریدور نوعی ممکن است یک یا چند خط داشته باشد که نقاط انتهایی یا مراکز جمعیت و انبارهای میانی را به هم متصل می‌کند.
- هرگاه بیشتر از یک خط ریلی وجود داشته باشد (یا در گذشته موجود باشد)، باید تصمیمی اتخاذ شود که کدام مسیر یا ترکیبی از بخش‌های مسیر، کریدور را تشکیل دهد.
- در مواردی که چندین خط ریلی وجود داشته باشد، غیرعادی نیست که به این نتیجه برسیم که یکی یا چند مورد از خطوط به علت قوس‌های متعددی که دارند، مناسب ارتقاء به وضعیت کریدور نیستند، یا به دلیل شیب‌های تند، مسیرهایی که از طریق خیابان‌های شهری عبور می‌کنند، و یا نقص‌های غیرقابل انکار دیگر ارزیابی اولیه کریدورهای مختلف به‌طور معمول به یک یا دو گزینه قابل قبول منتهی می‌شود که کلیه الزامات اساسی از جمله سرعت، خطوط، محدوده‌های ایستگاهی، هزینه‌های بهینه برآوردی و موارد دیگر را تأمین می‌کند.

۲-۳-۳- پارامترهای اولیه کلیدی راه‌آهن پرسرعت

پارامترهای اولیه کلیدی، عوامل مهمی در تعیین کریدورهای پرسرعت و انجام مقایسه‌های فنی و اقتصادی هستند. عوامل اولیه کلیدی باید بر اساس نقش راه‌آهن پرسرعت در شبکه ریلی، شرایط توپوگرافی، الزامات ظرفیت جابه‌جایی و تقاضای ترابری تعریف شوند.

- سرعت طراحی،
- تعداد خطوط،
- عرض خط،
- فاصله بین خطوط،
- حداقل شعاع قوس افقی،
- حداکثر شیب،
- طول خطوط قبول و اعزام،

- روش کنترل بهره‌برداری قطار،
- سرفاصله زمانی بین قطارها،
- سامانه مدیریت ترافیک،
- دوره عمر.

۳-۳-۳-۳ انتخاب اولیه کریدورها

کریدورها به‌طور معمول مستقیم‌ترین مسیر بین دو یا چند مرکز جمعیتی بزرگ را دنبال می‌کنند. یک تحلیل جامع بلندمدت باید در مورد مسیر یا مسیرهای انتخاب‌شده در چارچوب یک طرح ترابری کریدور انجام شود. دو عنصر اساسی هر طرح، انتخاب محل ایستگاه‌ها و تهیه برنامه‌های زمانی قطارهای مسافری برای برنامه‌ای به افق ۲۰ ساله است. تقاضای مسافر پیش‌بینی‌شده در یک کریدور خاص به شدت تحت تأثیر دسترسی به ایستگاه‌ها و برنامه‌های زمانی پیشنهادی قطارها قرار دارد. در مورد خطوط مختلط، باید اتصال به پایانه‌ها مورد توجه قرار گیرد.

۳-۳-۳-۴ اصول مکان‌یابی ایستگاه‌ها

- مکان‌های ایستگاه تحت چندین نیاز (گاهی متضاد) قرار دارند، از جمله:
 - ✓ باید به راحتی برای منازل و محل‌های کار مردم قابل دسترسی باشند و باید با طرح‌های ترابری محلی/منطقه‌ای هماهنگ شوند.
 - ✓ مکان‌های ایستگاه باید به سفرهای تجاری و تفریحی پاسخ دهند و تخمین‌هایی از جریان‌های ترافیکی و سهم سایر گزینه‌ها را برای دسترسی و خروج داشته باشند.
 - ✓ فاصله مناسب بین ایستگاه‌ها بسیار مهم است. ایستگاه‌های بیش از حد زیاد، زمان سفر را به طور غیرضروری طولانی می‌کنند. ایستگاه‌های بسیار کم، استفاده مسافران از سیستم ریلی را دشوارتر می‌سازند.
- ویژگی‌های زیر در بهره‌برداری ریلی باید هنگام ارزیابی و طراحی مکان‌های ایستگاه برای کاربردهای کریدور مورد توجه قرار گیرد:
 - ✓ آرایش خطوط ریلی ایستگاه باید امکان حرکت قطارها را در طول کریدور فراهم کند، بدون این که مجبور به تعویض کردن جهت حرکت قطار در هر زمان باشد.
 - ✓ ایستگاه‌ها باید در صورت امکان، در نقاط میانی و انتهایی کریدور توزیع شوند.
 - ✓ تعبیه سکوه‌های بلند ممکن است نیاز به امکانات ویژه‌ای برای حفاظت از عملیات باری در یک ایستگاه خاص ایجاد نماید.

- ✓ جایی که حرکت عادی یک قطار نیاز به مسیر انشعابی از طریق یک سوزن یا تقاطع برای دستیابی به سکو داشته باشد، شعاع و زاویه سوزن باید به اندازه کافی و با توجه به سایر پارامترهای طراحی محلی، بزرگ در نظر گرفته شود.
- ✓ سکوها باید حداقل به اندازه بلندترین قطارهای مسافری پیش‌بینی شده باشند و ارتفاع آن‌ها باید به اندازه کافی باشد تا بتوان به تعامل‌پذیری بین انواع مختلف قطارها دست یافت.

۵-۳-۳- اصول زمان‌بندی

- هدف اصلی، ارائه قبول و اعزام قطاری مناسب به‌منظور جذب تعداد کافی مسافر/حجم کالا برای بهینه‌سازی بهره‌برداری کلی راه‌آهن است. راهنماهای عمومی زمان‌بندی قطار بر اساس مشاهدات کریدورها و سایر عملیات‌ها، باید به شرح زیر توسعه یابد:
- باید از برنامه حرکت قطارها با فواصل منظم و دقیق استفاده شود که زمان سفر مورد انتظار برای انواع مختلف قطارها را در نظر داشته باشد.
 - به‌طور کلی، قطارها نباید قبل از ساعت ۶ صبح حرکت کنند یا بعد از نیمه‌شب وارد شوند، مگر اینکه تحلیل‌ها نشان دهد که بهره‌برداری از قطارهای بدون مسافر در امتداد کریدور تا دسترسی به ایستگاه بین‌راهی اقتصادی تر است. قطارهای بدون مسافر در طول یک کریدور نه تنها می‌تواند عملیات را هزینه‌بر کنند (هزینه سوخت، هزینه‌های کارکنان، هزینه‌های نگهداری و غیره)، بلکه ممکن است نیاز به زیرساخت‌های اضافی در خط اصلی (از جمله خطوط عبوری، اینترلاکینگ و غیره) داشته باشد.
 - اگر کریدور بیش از ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلومتر طول داشته باشد یا اگر بر اساس الگوهای خدمات مسافری لازم باشد تا خدمات پیش از انتظار یا دیر هنگام در هر انتهای کریدور ارائه شود، توجه جدی به ساخت ایستگاه بین‌راهی در میانه کریدور (یک سوم میانه مسیر) ضروری است.
 - به طور کلی، یک کریدور دو یا چند منطقه کلان‌شهری بزرگ را به هم متصل می‌کند. برنامه حرکت قطارها باید به گونه‌ای هماهنگ شود که مسافرانی که به دو انتهای کریدور سفر می‌کنند، و همچنین هر نقطه میان‌راه، به حداکثر اسکان ممکن برسند.
 - قطارهای اول و آخر روز به‌صورت معمول با مسافت‌های کوتاه سفر، همه ایستگاه‌ها را در طول کریدور طی می‌کنند.
 - قطارهایی که ایستگاه‌های بین‌راهی را در ساعات شلوغی رد می‌کنند، فقط در کریدورهای پررفت‌وآمد از منظر اقتصادی توجیه‌پذیر هستند.

- هنگامی که خدمات جابه‌جایی محلی ارائه می‌شود، قطارهای بین‌شهری به‌طور معمول در انتهای منطقه مسافری یا نزدیک به آن، و همچنین در ایستگاه بوم‌گردشی توقف می‌کنند.

۳-۳-۳-۶- موارد قانونی مرتبط (محیط‌زیست و برنامه‌ریزی، پدافند غیرعامل، پیوست عدالت و ...)

- برای اهداف شناسایی و ارزیابی کریدورها و ایستگاه‌ها، ارزیابی‌های زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی، پدافند غیرعامل و پیوست عدالت مرتبط باید مطابق موارد زیر در نظر گرفته شود:
- محدودیت‌ها و مسائل محیطی که ممکن است انتخاب کریدور را در سطح راهبردی تحت تأثیر قرار دهند.
 - مسائل برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، شامل راهبردهای رشد کلان‌شهری موجود، راهبردهای حفاظت، راهبردهای مهار شهری و طرح‌های احیاء و رشد منطقه‌ای با تأکید بر تامین عدالت
 - سیاست‌ها و فرآیندهای برنامه‌ریزی قانونی برای حفظ حیات‌وحش کریدورها.
 - سیاست‌های بالادستی پدافند غیرعامل

۳-۳-۳-۷- شناسایی شرایط موجود

• شناسایی خطوط ریلی موجود

- شناخت ویژگی‌های خطوط موجود بر نحوه تعریف پارامترهای طراحی راه‌آهن پرسرعت جدید و نقاط اتصال به شبکه ریلی تأثیر خواهد گذاشت. حداقل اطلاعات زیر باید مشخص شود:
- اطلاعات مربوط به خط
 - ✓ تعداد و مکان‌های خطوط
 - ✓ قوس (درجه انحناء، برابندی و غیره)
 - ✓ مقاطع خطوط
 - ✓ آرایش اینترلاکینگ شامل مشخصات ادوات تقاطع و انشعاب با سایر خطوط ریلی
 - ✓ طول خطوط اصلی
 - ✓ مکان ایستگاه‌های مسافری، سکوها و دپوها
 - ✓ پل‌ها و تونل‌های اصلی، از جمله هرگونه محدودیت وزنی یا قواره
 - ✓ مکان‌های تقاطع هم‌سطح و سامانه‌های هشدار (عمومی و خصوصی)
 - ✓ مشخصات فنی ریل (وزن و عمر ریل، جوش‌کاری شده یا دارای اتصال، نوع تراورس، بالاستی یا بدون بالاست)
 - ✓ اندازه‌های انشعاب‌های استاندارد در حال استفاده

- ✓ تأسیسات و مکان‌های دیو به‌طور معمول نیاز به فضای بیشتری نسبت به خطوط اصلی باز دارند
- ✓ محدوده حصارهای حریم
- ✓ مالکیت حقوق هوایی یا معارضات موجود
- ✓ موقعیت محوطه‌های باری
- سامانه علائم و ارتباطات
 - ✓ نوع علائم (علائم مرتبط با سرعت یا مسیر) و قوانین مربوط به بهره‌برداری،
 - ✓ طرح جانمایی علائم که مکان هر علامت و جنبه‌هایی که می‌تواند نمایش بدهد (تعبیه شده کنار خط یا داخل کابین) را نشان می‌دهند،
 - ✓ نوع مدارهای خط (AC، DC، کدگذاری شده و غیره)،
 - ✓ نوع خطوط علائم و ارتباطی،
 - ✓ سرعت طراحی علائم برای هر بخش کریدور و برای هر نوع قطار که مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد،
 - ✓ منحنی‌های ترمز قطارهایی که از سرعت طراحی علائم (بار و مسافر) استفاده می‌کنند،
 - ✓ مکان و نوع تشخیص‌دهنده‌های خطر (بارهای بلند/عریض، تجهیزات داغی محور و غیره) و ارتباط آن‌ها با سامانه علائمی.
- برق‌رسانی
 - ✓ ایستگاه‌های موجود تغذیه،
 - ✓ حالت تأمین توان کشش،
 - ✓ سیستم تأمین برق بالاسری (OCS)^۱،
 - ✓ تأسیسات برقی.
- سامانه‌های ارتباطی در طول کریدور
 - ✓ خطوط ارتباطی خصوصی یا اجاره‌ای،
 - ✓ نوع خطوط ارتباطی،
 - ✓ نوع سامانه اصلی: میکروویو، فیبر نوری یا کابل،
 - ✓ نوع و عملکرد سیستم رادیویی ارتباطی بین زیرساخت و قطار،
 - ✓ سیستم‌های پشتیبان (در صورت وجود).
- وسائط نقلیه

^۱ Overhead Catenary System (OCS)

✓ مکان‌های انبارها/دپوها

✓ تأسیسات نگهداری

✓ زمان‌های به‌کارگیری کنونی برای انواع مختلف قطارها

• شناسایی شرایط موجود

کریدورها به‌طور معمول دارای تعداد نسبی زیادی از گذرگاه‌های هم‌سطح عمومی و خصوصی و همچنین گذرگاه‌های پیاده‌رو در سطح هستند. برنامه‌های ترابری کریدور باید هر یک از این گذرگاه‌های هم‌سطح، رابطه بین جاده و خط ریلی در هر محل (خطوط دید، شیب‌ها، نوع پوشش جاده و غیره)، نوع سامانه هشدار، انواع و چگالی ترافیک جاده‌ای، تاریخچه حوادث، مجاورت گذرگاه‌های نزدیک یا پل‌های جداشده از سطح زمین و غیره را شناسایی کند. هر محدوده به یک مطالعه جداگانه نیاز دارد تا گزینه‌های موجود را ارزیابی کند.

تأمین جداشدگی کامل (گذرگاه‌های غیرهمسطح) با تأکید بر موارد با چگالی بالا یا آن‌هایی که سابقه حوادث دارند، باید انجام پذیرد. همچنین باید یکپارچگی گذرگاه‌ها، به‌ویژه مواردی که در نزدیکی یکدیگر یا پل‌های ترافیکی نزدیک واقع شده است، انجام پذیرد. رعایت مقررات ایمنی و تأمین تجهیزات و زیرساخت‌های موردنیاز باید در جریان این جداشدگی‌ها در نظر گرفته شوند.

• تعریف مشکل ترابری

مشکلات ترابری موجود باید بررسی شوند تا راه‌حل مناسب برای سامانه ریلی پرسرعت تعیین شود. تمهیدات مطرح در زمینه رفع مشکلات ترابری به شش دسته اصلی تقسیم می‌شوند: مربوط به ازدحام (مانند سطح خدمات، حجم/ظرفیت و تأخیرها)، زمان سفر، میزان سفر (مسافت سفر کرده، ساعات سفر کرده)، سهم هر مد، زمان انتقال و عملکرد گذر (ترانزیت).

• مطالعات قبلی

هر مطالعه قبلی باید ارجاع داده شود، زیرا این موارد بر خط جدید تأثیر خواهند گذاشت.

- مطالعات بین مدی،

- مطالعات دسترسی،

- تحلیل ترافیک،

- تحلیل فنی و اقتصادی.

• تعیین اطلاعات اضافی مورد نیاز

تعیین هرگونه اطلاعات تکمیلی و اضافی برای تعریف مراحل بعدی اهمیت دارد.

۸-۳-۳- محدودیت‌های اصلی

این بخش به بررسی محدودیت‌های قانونی و فنی می‌پردازد که باید در طراحی یک سامانه پرسرعت جدید در نظر گرفته شوند.

• محدودیت‌های زیست‌محیطی

محدودیت‌ها و تأثیرات زیست‌محیطی باید از مرحله طراحی تا ساخت در نظر گرفته شوند و نیاز به انجام ارزیابی‌های تأثیر زیست‌محیطی (EIA)^۱ خواهد بود که باید به‌طور موازی با مطالعات طراحی انجام شود. عبور از نزدیکی یا نواحی دارای آثار باستانی، زیبایی طبیعی خیره‌کننده یا سایر محدوده‌های معین‌شده زیست‌محیطی منجر به هزینه‌های اضافی از جمله موارد زیر خواهد شد:

- مدیریت گذرگاه‌های هم‌سطح با جاده‌ها،
- تعبیه حصارها، خروج‌های اضطراری، پیاده‌روها، گذرگاه‌های عرضی،
- کاهش سر و صدا.

• محدودیت‌های توپوگرافی

می‌توان انتظار داشت که کاهش در محدودیت‌های توپوگرافی وجود داشته باشد، زیرا خطوط پرسرعت جدید (با تأکید بر سرعت‌های بالاتر از ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت) فقط مسافری خواهند بود و نیازی به در نظر گرفتن ترافیک بار نخواهند داشت.

• محدودیت‌های فنی

مقوله‌های تعامل‌پذیری و توسعه شبکه در آینده باید در مشخصات فنی عمومی خط و سازه‌های فنی، ناوگان، علائم و ارتباطات و تامین برق در نظر آورده شود.

• محدودیت‌های اقتصادی و اجتماعی

- داده‌های جمعیتی، صنعتی و بازار کار،
- داده‌های مربوط به اندازه، دامنه و استفاده از زیرساخت‌های بهداشتی، آموزشی و تفریحی،
- اطلاعات گردشگری،
- راهبردها و برنامه‌های توسعه اقتصادی منطقه‌ای مربوطه.

۹-۳-۳- ورودی‌ها

• مشاوره با ذی‌نفعان

^۱ Environmental Impact Assessment (EIA)

با توجه به تأثیر ذی‌نفعان بر جامعه، یک فرآیند مشاوره‌ای باید در نظر گرفته شده و بازخورد مداومی از آن‌ها دریافت شود تا راه‌حل بهینه‌ای پیدا شود که اهداف و برنامه‌های پروژه را تأمین کند. باید ارزیابی از ذی‌نفعان و سطح نگرانی/تأثیر آن‌ها در ارتباط با مسائل کلیدی انجام شود. نتایج و ورودی‌های جلسات باید ضبط و برای استفاده در مراحل بعدی خلاصه شوند. هدف مشاوره با ذی‌نفعان عبارت است از:

- معرفی مطالعه و اهداف آن،
- جمع‌آوری ورودی‌ها در مورد نیازها و خواسته‌های محلی.

• داده‌های قبلی

دسترسی به داده‌های تاریخی زیر و آشنایی با آن‌ها اهمیت دارد:

- سیاست‌های برنامه‌ریزی ملی و منطقه‌ای در منطقه مطالعه باید بررسی شود تا تغییرات زیرساختی در کوتاه‌مدت و بلندمدت شناسایی شوند (جایی که اطلاعات موجود است).
- پروژه‌های اصلی زیرساخت‌های جاده، ریلی و هوایی باید خلاصه‌سازی شوند تا هم‌افزایی‌ها یا تأثیرات احتمالی بر روی یک شبکه پرسرعت شناسایی شوند.
- شبکه‌های ریلی موجود در منطقه مطالعه باید نقشه‌برداری و طبقه‌بندی شوند، به گونه‌ای که خدمات مسافری، باری و یا ترکیبی شناسایی شوند تا ببینند آیا فرصتی برای استفاده یا تقویت این شبکه‌ها وجود دارد یا خیر.
- تقاضای هوایی موجود و آینده از منظر تجربه‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که سامانه‌های ریلی پرسرعت در بازار سفرهای دوردست موثر می‌باشند. اگر سفر هوایی در حال حاضر مناسب‌ترین روش سفر داخلی دوردست در کشور باشد، الگوهای تقاضای هوایی موجود و آینده برای شناسایی مراکز بالقوه‌ای که می‌توانند تحت پوشش خط پرسرعت قرار گیرند، استفاده خواهند شد.
- امکان اتصال به سایر سامانه‌های ترابری (هوایی، جاده‌ای و ریلی).
- شناسایی رشد جمعیت منطقه‌ای و کلان‌شهری.
- داده‌های تقاضای سفر بین‌شهری، که برای شناسایی مراکز منطقه‌ای که می‌توانند تحت پوشش قرار گیرند، استفاده می‌شوند و همچنین برای به‌دست آوردن داده‌های مبدأ/مقصد مسافران برای درک اینکه ایستگاه‌های کلان‌شهری کجا قرار دارند.
- بررسی تجربیات بین‌المللی و مطالعات قبلی با تأکید بر کریدورهای شناسایی شده بهینه.
- داده‌های بازار مسافر و اتصال به شبکه‌های ترابری موجود و آینده
- بررسی انواع ایستگاه‌های سامانه‌های پرسرعت بین‌المللی و مشخصات آن‌ها (ظرفیت و امکانات ایستگاه‌های موجود، زیرساخت‌ها و مکان‌ها).

- ضوابط و مقررات

- بررسی کدها، استانداردها، مقررات و قوانین مرتبط با پروژه.

۱۰-۳-۳- خروجی‌ها

- انتخاب اولیه کRIDورها

- تعریف پارامترهای کلیدی اولیه
- شناسایی کRIDورهای زمین‌های توسعه‌نیافته و یا کRIDورهای موجود که ممکن است برای سامانه پرسرعت در نظر گرفته شوند، به همراه راهبردهای حفظ.
- شناسایی معیارهای طراحی اصلی و الزامات لازم برای ساخت و بهره‌برداری از یک شبکه راه‌آهن پرسرعت پایدار در کشور.
- ارائه گزینه‌های مسیر و ایستگاه و تعامل با سایر حالت‌های ترابری.
- توصیف اولیه سامانه ریلی برای امکان اجرای زمان‌بندی پیشنهادی با پیکربندی مشخص شده مسیر و ایستگاه در کRIDورهای تحت بررسی.
- مقایسه برآورد هزینه‌ها برای کRIDورهای مختلف.
- برآورد هزینه‌ها برای مراحل بعدی کار.
- شناسایی مدل‌های مالی و عملیاتی بالقوه برای ساخت و بهره‌برداری از.
- گزینه‌ها و راهنماهای مرتبط با ساخت‌وساز، مهندسی، مالی و ملاحظات زیست‌محیطی مربوطه.

۱۱-۳-۳- ذی‌نفعان درگیر

- مسافران/فرستنده‌ها (فورواردرها)/شرکت‌های لجستیکی

- نیاز به بهترین پیشنهاد رقابتی در همه حالت‌های ترابری (جاده، راه‌آهن، هوا و غیره) را تعیین می‌کنند.

- گروه‌های محیط زیستی و گروه‌های رقیب

- این گروه‌ها ممکن است محدودیت‌ها/مزایای زیست‌محیطی (یا دیگر) را تعریف کرده و ممکن است از طرح پرسرعت جدید حمایت یا با آن مخالفت کنند.

- شرکت‌های مهندسی

- کRIDورها را بر اساس تخصص خود توسعه داده و انتخاب اولیه کRIDورها را انجام می‌دهند.

- حاکمیت (ستاد)

- طرح را در صورت نیاز تأیید خواهند کرد و منابع مالی لازم را برای ترویج توسعه ترابری پرسرعت را تأمین خواهند نمود.
- **حاکمیت منطقه‌ای**
 - نیاز به دسترسی بهینه را بیان خواهند کرد.
 - اطلاعاتی در مورد زیرساخت‌های موجود، پروژه‌ها و غیره ارائه خواهند داد.
- **مقامات راه‌آهن**
 - کریدورها و انتخاب اولیه را قبول یا رد خواهند کرد.
- **سایر نهادهای قانون‌گذار**
 - همچون نهادهای پدافند غیرعامل که در خصوص طرح‌های اولیه اعمال نظر می‌کنند.

۱۲-۳-۳-۳- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

• هزینه‌های تحویل

پروژه‌های بزرگ زیرساختی با سطوح بالایی از ریسک و عدم قطعیت در ارتباط با هزینه‌های نهایی تحویل همراه هستند. هنگام برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای پیشنهادی برای یک شبکه پرسرعت، باید یک ارزیابی ریسک در سطح بالا انجام شود تا دامنه‌ای از هزینه‌ها تعیین شود. این ارزیابی باید توجه کافی به عدم قطعیت‌های مربوط به تمام ورودی‌ها و فرضیات عمده را لحاظ کند.

مطالعات ریسک باید به منظور پرداختن به ریسک همراه با تخمین هزینه‌ها برای هر یک از کریدورهای مربوطه توسعه یابند. این مطالعات شامل طیف وسیعی از ریسک‌های فیزیکی (مقدار) و قیمت متناظر (نرخ هزینه واحد) است که بر اساس سطوح اطمینان مربوط به اجزای هزینه، هم برای تأمین زمین و هم برای نیازهای زیرساختی در هر کریدور، تعیین می‌شوند. ارزیابی ریسک باید بر برآوردهای هزینه پایه با لحاظ سطوح اطمینان مربوط به هر جزء هزینه تعیین‌شده، تمرکز کند.

۱۳-۳-۳-۳- توانمندسازی

- تأیید توسط یک مقام راه‌آهن (دولتی یا نهادهای مجاز) قبل از این که مرحله بعدی مطالعات آغاز شود.
- توسعه و مدیریت اطلاعات و دانش ایجاد شده.

۱۴-۳-۳- جنبه‌های مالی

استفاده از زیرساخت پرسرعت و در نتیجه مزایایی که ارائه می‌دهد، به عوامل کلان اقتصادی مانند رشد درآمد یا تولید ناخالص داخلی و جذابیت مالی در مقایسه با دیگر گزینه‌های ترابری بستگی دارد، که خود به زمان‌های سفر، هزینه‌ها و فعالیت‌های تجاری مردم وابسته است.

ارزیابی مزایای اجتماعی و اقتصادی باید در مقایسه با کزیدورهای دیگر انجام شود. همچنین تفاوت‌های درآمدی-هزینه با توجه به موقعیت جغرافیایی کزیدور مبنا، معیاری برای انتخاب آن کزیدور خواهد بود. مقایسه اجتماعی و اقتصادی در مرحله چهارم مطالعات امکان‌سنجی تحت عنوان مطالعات ارزیابی مالی و اقتصادی باید به صورت دقیق‌تری ارائه شود. هزینه‌ها در این مرحله باید به گونه‌ای برآورد شوند که مقایسه مختلف گزینه‌های کزیدور و ایستگاه را (همراه با منافع اقتصادی و عوامل دیگر) تسهیل کند. همچنین برآوردها باید بر اساس اطلاعات راهبردی موجود در این مرحله، از قابلیت اعتماد مطلوبی برخوردار باشند. برخی از مسائل هزینه‌ای، مانند زمان‌بندی یا اولویت‌بندی کزیدور، برای همه گزینه‌ها مشترک است و بنابراین باید از ارزیابی کنار گذاشته شوند. هزینه‌ها همچنین باید نسبت به یک گزینه پایه به عنوان مقایسه در نظر گرفته شوند. می‌توان برای برآورد هزینه‌های مربوط به کزیدورها، از قیمت‌های حاصل از داده‌های واقعی پروژه‌های ساخت شده بهره گرفت. هزینه‌های ایستگاه‌ها باید بر اساس وسعت پیش‌بینی‌شده، روش ساخت و محل فیزیکی برآورد شود. روش‌های برآورد احتمالاتی برای ارزیابی ریسک‌های مرتبط با این مفروضات می‌تواند استفاده شود. برآورد هزینه‌های بهره‌برداری برای در نظر گرفتن در ارزیابی اقتصادی مورد نیاز است. هزینه‌های بهره‌برداری به طور معمول شامل موارد زیر می‌باشد:

- هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری زیرساخت‌ها: بهره‌برداری و نگهداری بلندمدت و بازسازی دارایی‌های روسازی، زیرسازی، ابنیه فنی، علائم، ارتباطات، برق و ناوگان.
- هزینه‌های خدمات بهره‌برداری: هزینه‌های مربوط به ایستگاه و خدمات قطار.

۴-۳- روند مطالعات پیدایش پروژه

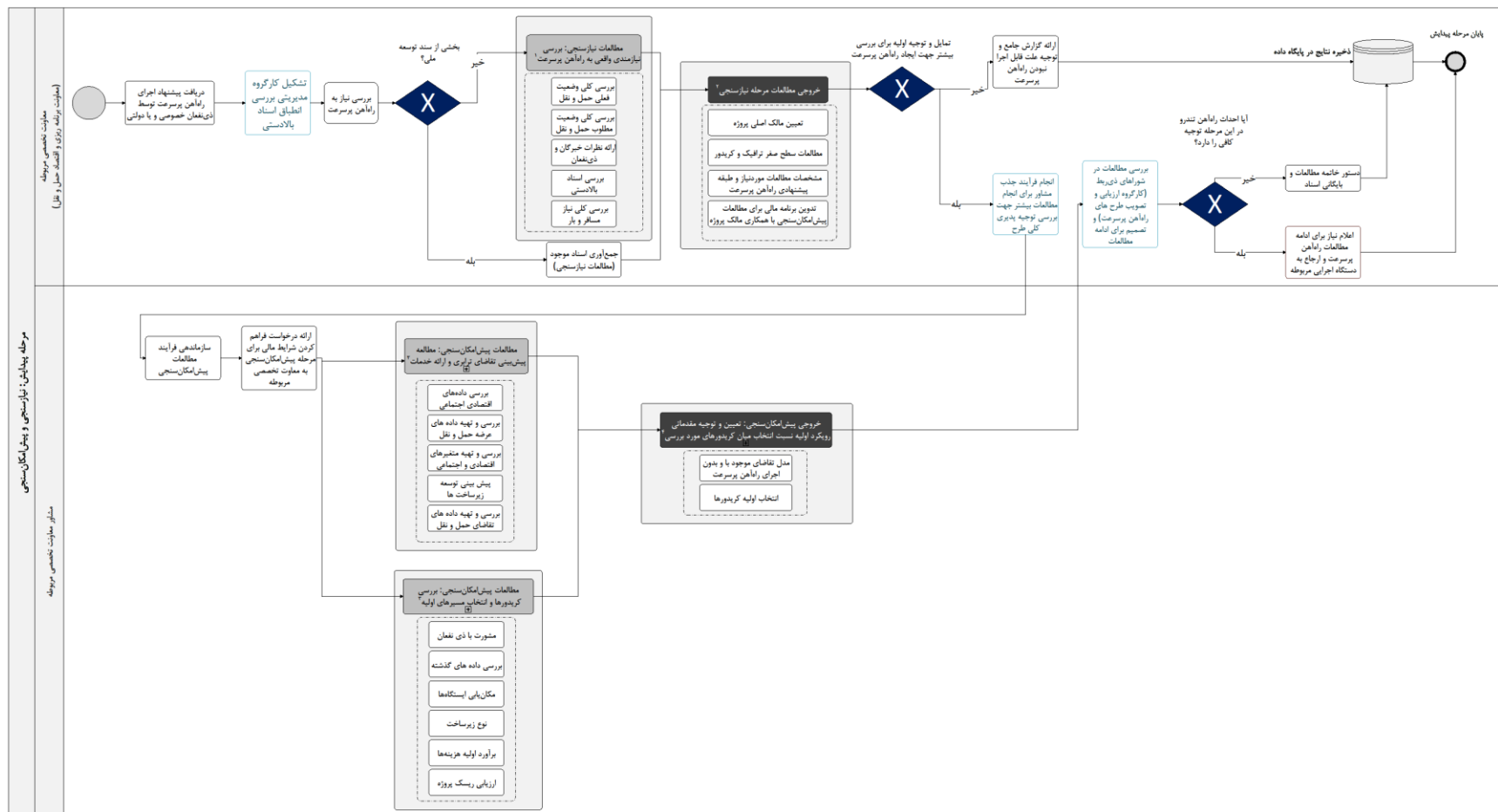
شکل ۳-۱ روند حاکم برای مطالعات پیدایش پروژه را با نگاه فرآیندی و تعیین نقش نهادهای مرتبط ارائه نموده است. در این شکل، عنوان نهادی که باید فرآیندهای مشخصی را انجام دهد (و نهاد داخلی پیش‌فرض آن در کشور در داخل پرانتز)، در سمت چپ ردیف مربوطه ارائه شده است. همچنین فرآیند موردنظر آن نهاد، در سمت راست آن ردیف تعیین شده است. مطابق این شکل، بعد از دریافت ارائه پیشنهاد برای ایجاد راه‌آهن پرسرعت توسط ذی‌نفعان خصوصی و یا دولتی، نهاد دولتی متخصص در امر ترابری وزارت راه و شهرسازی (پیشنهاد معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد حمل‌ونقل) باید مجموعه فرآیندهای مرتبط را برای نیازسنجی پروژه انجام دهد. در این بخش ضروری است تطبیق طرح با اسناد بالادستی توسعه

ملی حوزه حمل‌ونقل (نظیر طرح جامع حمل‌ونقل در صورت وجود) بررسی شده و یا اسناد نیازسنجی مرتبط با آن تهیه شود. خروجی این بخش، جمع‌بندی اطلاعات سطح صفر ترافیک و کریدور در صورت وجود، تعیین مالک اصلی پروژه، طبقه پیشنهادی راه‌آهن پرسرعت به صورت مقدماتی و تدوین برنامه مالی موردنیاز در تعامل با مالک پروژه است.

پس از دریافت دستور ادامه مطالعات نتیجه شده از مرحله نیازسنجی، مشاور تخصصی مربوطه نسبت به انجام رئوس اصلی مطالعات پیش‌امکانسنجی (دو حوزه اصلی مطالعات تقاضای طرح و مطالعات تعیین کریدور اولیه) اقدام می‌نماید. بر این اساس تخمین اولیه هزینه‌ها به‌دست آمده و دانش تولید شده برای تصمیم‌گیری ادامه مطالعات به نهاد دولتی متخصص در امر ترابری که همان معاونت تخصصی مربوطه (با تعامل با مالک اصلی پروژه) خواهد بود، ارجاع می‌شود. در ادامه تشکیل شورای عالی ذیربط پیگیری شده و تایید ادامه یا توقف مطالعات مشخص می‌شود.

بررسی خروجی‌های تهیه‌شده توسط مشاور، بررسی توجیه اولیه طرح‌های راه‌آهن پرسرعت و تصمیم‌سازی در خصوص ادامه مطالعات بر عهده شوراها و کارگروه‌های تخصصی (پیشنهاد به کارگروه ارزیابی و تصویب طرح‌های توجیه فنی و اقتصادی) می‌باشد. این کارگروه که در این متن با عنوان کارپروه ارزیابی و تصویب طرح‌های راه‌آهن پرسرعت نامیده می‌شود، باید شامل ارگان‌ها و افراد کلیدی آگاه و تصمیم‌ساز در حوزه ترابری ریلی پرسرعت باشد. به این ترتیب اعضای این کارگروه به شکل زیر پیشنهاد می‌شود:

- معاون برنامه‌ریزی و اقتصاد حمل و نقل
- مدیر کل دفتر برنامه‌ریزی
- نماینده مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
- نماینده سازمان یا شرکت بهره‌بردار
- نماینده جامعه مهندسين مشاور
- نماینده دبیرخانه پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت
- نماینده سرمایه‌گذار



شکل ۱-۳ روند مطالعات مرحله پیدایش پروژه

۱- ارجاع به ۳-۲-۳

۲- ارجاع به ۳-۲-۴

۳- ارجاع به ۳-۳

۴- ارجاع به ۳-۳-۲-۴

فصل ۴

مرحله امکان سنجی

۴-۱- مقدمه

مرحله امکان‌سنجی برای بررسی میزان عملیاتی بودن یک پروژه راه‌آهن پرسرعت است. این مرحله به شناسایی مسیرهای ممکن، برآورد هزینه‌های ساخت، برآورد تقاضای سفر، بررسی شرایط زمین‌شناسی و تعیین مدل‌های تأمین مالی کمک می‌کند. خروجی این مطالعات، پایه‌ای برای تصمیم‌گیری در مورد ادامه اجرای پروژه خواهد بود. این فصل به بررسی امکان‌سنجی پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت پرداخته و راهکارهایی برای انجام مطالعات لازم در این زمینه ارائه می‌دهد. اجرای یک پروژه راه‌آهن پرسرعت به بررسی دقیق جنبه‌های فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اجرایی نیاز دارد. این فصل مهم‌ترین قسمت در مطالعات امکان‌سنجی اجرای راه‌آهن پرسرعت است. پس باید دقت کرد پیاده‌سازی این قسمت توسط نهادها و سازمان‌های آگاه و دغدغه‌مند در حوزه ریلی صورت پذیرد و همچنین تا حد امکان بیشترین تلاش برای جمع‌آوری داده‌های ارزشمند جهت توجیه اجرای راه‌آهن پرسرعت جمع‌آوری شود. مرحله امکان‌سنجی در ۵ بخش به قرار زیر بررسی می‌شود:

۱- مطالعات امکان‌سنجی

۲- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

۳- مطالعه توجیه مالی و اقتصادی

۴- تحلیل‌های چند معیاره

۵- طراحی پایه

۶- توانمندسازی

۴-۲- مطالعات امکان‌سنجی

در این قسمت هدف آن است تا دستگاه اجرایی خروجی مناسبی برای مباحث زیر تهیه کند:

- شناسایی کریدورهای توسعه نیافته برای اجرای راه‌آهن پرسرعت
- برآورد با تقریب نسبی مناسب برای هزینه‌های چرخه عمر راه‌آهن پرسرعت
- انجام مطالعات ژئوتکنیکی در محل موردنظر کریدور برای شناسایی مسیر مناسب
- بررسی اقتصادی و رقابت‌پذیری راه‌آهن پرسرعت
- الگوبرداری نحوه سفر برای شناسایی محل مناسب ایستگاه به همراه شناسایی بازار و پتانسیل اقتصادی منطقه
- شناسایی سناریوهای بودجه‌ریزی بهینه و نحوه تأمین مالی برای ایجاد جریان مالی پایدار و مطمئن

- شناسایی دقیق فناوری‌های نوین و کارآمد در حوزه راه‌آهن پرسرعت مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و ابزارهای هوشمند پایش و برداشت زیرساخت و در نهایت ایجاد نقشه راه استفاده از فناوری‌های یاد شده در مراحل مختلف چرخه عمر
 - برخی از این اطلاعات در مراحل قبلی به دست آمده‌اند که با توجه به بازخوردها می‌توانند تکمیل‌تر شوند. همچنین علاوه بر اهدافی که در بالا ذکر شد، در پایان این مرحله باید اطلاعات زیر در دسترس قرار بگیرد:
 - مناسب‌ترین فناوری‌های پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت با توجه به طبقه‌بندی مبنا
 - بررسی ضرورت و مزایای اجرای پروژه راه‌آهن پرسرعت
 - تحلیل فرصت‌ها و نگرانی‌های مطرح‌شده توسط نهادهای حاکمیتی منطقه‌ای در خصوص اجرای خدمات راه‌آهن پرسرعت
 - تعریف گزینه‌های مکان‌یابی ایستگاه‌ها به همراه بررسی مزایا و معایب هر گزینه
 - بررسی امکان استفاده حداکثری از مسیرهای ترابری موجود
 - بررسی نوآوری‌های اخیر و در حال ظهور در فناوری وسایل نقلیه و مسیرهای راه‌آهن که می‌توانند هزینه‌های طول عمر پروژه و تأثیرات زیست‌محیطی را کاهش دهند
 - شناسایی سامانه‌هایی که در مسیرهای اصلی قابل ادغام و توسعه تدریجی هستند
 - پیش‌بینی میزان مسافرت برای مسیرهای پیشنهادی
 - درصد مسیرهایی که امکان اجرای قطارهای پرسرعت در آنها وجود دارد، با در نظر گرفتن عوامل جغرافیایی و ترافیک دیگر
 - مزایای احتمالی برای سایر کاربران سامانه ترابری، مانند کاهش تراکم در سایر شیوه‌های ترابری.
 - میزان حمایت‌های مالی دولتی، منطقه‌ای و محلی که می‌توان برای بهبود مسیر و تأسیسات مربوطه پیش‌بینی کرد
 - میزان همکاری مالک زیرساخت در اجرای خدمات قطار پرسرعت در مسیرهای مشخص‌شده
- در بررسی مطالعات امکان‌سنجی، در نظر گرفتن برخی مسائل از اهمیت بسیاری برخوردار است. بسیاری از نکات را می‌توان در آیین‌نامه‌ها و مقررات یافت، اما از دید مدیریتی نکات ویژه‌ای در طراحی سامانه حائز اهمیت است که در ادامه بررسی خواهند شد.

۴-۲-۱- نکات کلیدی

۴-۲-۱-۱- معیارهای طراحی

طراحی راه‌آهن پرسرعت بخش اساسی پیاده‌سازی پروژه است و باید معیارها و پارامترهای طراحی و برنامه‌ریزی بهره‌برداری را در نظر بگیرد. در این مرحله، پارامترهای اصلی طراحی باید مشخص شوند، از جمله:

- زمان سفر، سرعت طراحی، طبقه خط، تعداد خطوط اصلی، عرض خط، فاصله بین خطوط، حداقل شعاع قوس، حداکثر شیب، طول مسیرهای ورودی/خروجی ایستگاه‌ها، نوع نیروی کشش، نوع لکوموتیو، سیستم کنترل بهره‌برداری قطار، حداقل سرفاصله زمانی بین حرکت قطارها و چرخه عمر پروژه
- دقت شود که طراحی انجام شده باید با استانداردهای ملی و یا بین‌المللی مرتبط از جمله استانداردها و کدهای اروپایی (IRS) یا ضوابط راه‌آهن پرسرعت چین (TB) بر اساس فناوری و مصالح به کار گرفته شده تطابق داشته باشد.

۴-۲-۱-۲- نکات عمرانی و پیاده‌سازی خط

در صورتی که سرعت طراحی بالاتر از ۳۵۰ کیلومتر بر ساعت است، اجرای خط باید در مراکز تحقیق و توسعه و با توجه به شرایط منطقه اجرای خط مدل‌سازی شود. برای سایر طبقات، میزان و دقت رواداری پارامترهای هندسی خط مطابق آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های موجود نظیر ضابطه‌های ۲۸۸ و ۳۹۴ بررسی می‌شود. در ادامه، برخی از مهمترین نکات به صورت نمونه مورد اشاره قرار می‌گیرد.

• معیارهای طراحی هندسی مسیر

از مهمترین معیارهای طراحی هندسی پلان مسیر می‌توان به حداقل شعاع قوس و فاصله بین خطوط با توجه به سرعت طراحی اشاره نمود. در طراحی پروفیل مسیر نیز الزامات حداکثر شیب و فراز بر اساس شرایط بهره‌برداری باید مدنظر قرار گیرد. به عنوان نمونه در جدول ۴-۱ حداقل شعاع قوس و فاصله بین خطوط با توجه به سرعت طراحی بررسی شده است. به علاوه حداکثر مقدار شیب و فراز به ۲۵ تا حداکثر ۳۵ در هزار محدود می‌شود.

جدول ۴-۱ بررسی تاثیر سرعت بر حداقل شعاع قوس و حداقل فاصله بین خطوط

حداکثر سرعت (کیلومتر بر ساعت)	حداقل شعاع قوس (متر)	حداقل فاصله بین خطوط (متر)
۲۵۰	۳۵۰۰-۲۵۰۰	۴,۶ - ۴,۲
۳۰۰	۵۰۰۰-۳۶۰۰	۴,۸ - ۴,۵
۳۵۰	۷۲۵۰-۵۵۰۰	۵,۰ - ۴,۷

• خط

- خط بالاستی یا بدون بالاست.
- مقطع معمولی یک راه‌آهن پرسرعت: ریل، تراورس و بالاست (برای خطوط بالاستی) یا دال خط (برای خطوط بدون بالاست)، لایه بستر منتخب و لایه‌های مختلف محافظ و زیرسازی.
- خطوط ارتباطی بین مسیرهای رفت و برگشت، هر ۳۰ تا ۶۰ کیلومتر.

• قواره

- قواره بار و ساختمان و محدوده‌های حفاظتی با تاکید بر شرایط دینامیکی سیر

• عملیات خاکی

- باید با توجه به نیازهای خط و ناوگان طراحی شوند.

• تونل‌ها

- باید با ویژگی‌های ایمنی اضافی (از جمله الزامات اضطراری) و با توجه به ملاحظات آیرودینامیکی طراحی شوند. مقطع عرضی باید به درستی تعریف شود.
- در تونل‌های طولانی، استفاده از دال خط به جای بالاست ترجیح داده می‌شود.

• پل‌ها/پل‌های بلند

- اندرکنش بین پل و خط، از جمله ملاحظات دینامیکی و تغییر شکل‌های ساختاری بلندمدت.
- شرایط توپوگرافی و زمین‌شناسی.

۳-۱-۲-۴- سامانه‌های علائم و ارتباطات

• کنترل و فرمان

سامانه‌های علائمی شامل سامانه کنترل حرکت قطار و سامانه صدور فرمان حرکت قطار می‌شوند. نکات کلیدی برای انتخاب یک سامانه علائم عبارتند از:

- عملکرد: باید نیازهای ترابری را برآورده کند.
- قابلیت تعامل‌پذیری: باید تعامل‌پذیری را تضمین کند.
- ایمنی: باید ایمنی حرکت قطار تضمین شود.
- در دسترس بودن/قابلیت اطمینان: باید احتمال خرابی کاهش و قابلیت اطمینان سامانه بهبود یابد.

علائم باید الزامات زیر را برآورده کنند:

- علائم داخل کابین: سرعت واقعی، حداکثر سرعت مجاز، سرعت هدف و فاصله تا مقصد.
- انتقال مداوم اطلاعات و حفاظت از قطار

- عملکرد ترمز خودکار

راه‌آهن‌های پرسرعت باید از سامانه‌های پیشرفته کنترل حرکت قطار مانند سامانه کنترل قطار اروپایی (ETCS, E1, E2) در اروپا، سامانه کنترل قطار چینی (CTCS, C2, C3) در چین و سامانه دیجیتال ATC در ژاپن یا سایر سامانه‌های کنترل قطار که الزامات ایمنی را برآورده می‌کنند، استفاده کنند.

راه‌آهن‌های پرسرعت باید از سامانه‌های پیشرفته صدور فرمان حرکت قطار استفاده کنند، مانند کنترل ترافیک متمرکز (CTC) در چین و اروپا و سامانه ایمنی، نگهداری و عملیات کامپیوتری در ژاپن.

• سامانه‌های ارتباطی

سامانه‌های ارتباطی شامل موارد زیر است:

- ارتباطات ثابت شامل شبکه فیبر نوری، شبکه سیم‌کشی ساختاریافته ساختمان‌ها و ایستگاه‌ها، شبکه انتقال داده دیجیتال برای سامانه کنترل قطار
- ارتباطات سیار شامل ارتباطات بی‌سیم برای پیام‌های صوتی و انتقال داده‌های سامانه کنترل ترافیک و پوشش و در دسترس بودن علائم

۴-۲-۱-۴ سامانه تأمین نیروی کشش

سامانه‌های تأمین نیروی کشش به شرح زیر طراحی می‌شوند:

- تقاضای توان بالا
- سامانه تأمین ولتاژ و توان نیروی کشش
- پست‌های برق: هر ۵۰ تا ۱۰۰ کیلومتر
- ایستگاه‌های ترانسفورماتور خودکار: تقریباً هر ۱۵ کیلومتر
- شبکه برق بالاسری (OCS)
- شبکه برق: راه‌آهن پرسرعت به ولتاژ بالا نیاز دارد و شبکه‌های شهری به‌طور معمول قادر به تأمین این میزان توان نیستند. بنابراین، شناسایی نقطه اتصال به شبکه ولتاژ بالا در این مرحله بسیار مهم است.

۴-۲-۱-۵ پایش ایمنی

• اهداف امنیتی

ضروری است سامانه یکپارچه‌ای برای نظارت و حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی مانند ایستگاه‌ها، سکوها، مناطق عمومی، تونل‌ها، پایانه‌ها و تأسیسات برق، علائم و ارتباطات به منظور کاهش فرصت‌های جرم و کاهش نگرانی‌های مسافران در مورد جرم، ایجاد محیطی امن‌تر و مطمئن‌تر در نظر گرفته شود.

- سامانه پایش ایمنی و تشخیص کمکی
- نظارت بر مخاطرات طبیعی مانند باد، باران، برف، زلزله، فرونشست و غیره
- پایش سلامت سازه‌های خاص (SHM)
- تشخیص اشیاء افتاده روی خط، اشیاء کشیده‌شده، تشخیص جعبه داغ
- تجهیزات امنیتی
- دوربین‌های مداربسته (CCTV)
- تجهیزات بازرسی امنیتی
- سامانه کنترل دسترسی
- سامانه تشخیص نفوذ

۶-۱-۲-۴- ایستگاه‌ها و پایانه‌ها

موارد زیر باید برای هر یک از گزینه‌های در نظر گرفته‌شده برای ایستگاه‌ها و پایانه‌ها تعریف شوند:

- موقعیت: بسته به تعداد مسافران، برنامه‌ریزی، تملک زمین و تأسیسات ریلی
- تعداد خطوط: بسته به ظرفیت برنامه‌ریزی‌شده سامانه (تعداد مسافران)
- اندازه: تأثیر بر تملک زمین

نکات کلیدی برای برنامه‌ریزی ایستگاه‌ها عبارتند از:

- تعداد ایستگاه‌ها
- اندازه شهر/منطقه و جمعیت برای برنامه‌ریزی محدوده یک یا چند ایستگاه در نظر گرفته شود.
- حداقل یک ایستگاه باید در مرکز شهر قرار گیرد.
- ایستگاه‌های مجاور باید مطابق با برنامه‌های شهری/منطقه‌ای و دسترسی (راه‌آهن حومه‌ای و بزرگراه‌ها) برنامه‌ریزی شوند.

• چیدمان عملکردی

- از چیدمان‌های بن‌بست برای ایستگاه‌های جدید اجتناب شود.
- عرض سکو باید نیازهای مسافران هنگام سوار و پیاده‌شدن از قطار را برآورده کند.
- انبارها باید به راحتی از ایستگاه‌ها قابل دسترسی باشند.
- عملیات‌هایی که باید در انبار یا ایستگاه انجام شود (تمیزکردن، پذیرایی و غیره) در نظر گرفته شده و اطمینان حاصل شود که فضای کافی فراهم شده است.

• دسترسی

- برای خطوط جدید حمل‌ونقل عمومی در ایستگاه‌های جدید برنامه‌ریزی شود تا زمان دسترسی به حداقل برسد.
- پارکینگ‌ها باید در مراکز شهر فراهم شوند. صف‌های تاکسی و روش‌های سوارشدن باید بهینه‌سازی شوند تا زمان انتظار کاهش یابد.
- دسترسی به خطوط حومه‌ای و تعویض‌ها برنامه‌ریزی شود.
- **تعویض/انتقال**
 - تعویض‌ها به/از روش‌های دسترسی در ایستگاه‌های جدید بهینه‌سازی شود.
 - اطمینان حاصل شود که برنامه‌ها با سادگی و زمان‌های انتقال سریع طراحی شده‌اند.
- **تهیه بلیط و کنترل امنیتی**
 - تجهیزات و امکانات به مقدار کافی فراهم شود تا تقاضا حتی در ساعات اوج نیز به‌طور رضایت‌بخشی برآورده شود.
 - صف‌ها و گلوگاه‌های مسافری، زمان و فضای مورد نیاز برای عبور مسافران را افزایش می‌دهند.
- **مراکز تجاری در ایستگاه‌ها**
 - باید به همسایگی و دسترسی توجه کافی شود.
 - درآمد حاصل از فضاهای تجاری/اداری ممکن است قابل توجه باشد.
- **توسعه شهری و املاک و مستغلات اطراف ایستگاه**
 - ایستگاه‌هایی که در سطح منطقه‌ای، ملی یا بین‌المللی به راحتی قابل دسترسی هستند، ممکن است برنامه‌ریزی توسعه شهری یا مدل‌های جدیدی را در شهر/منطقه ترسیم کنند.
 - درآمدهای قابل توجه ممکن است به هزینه‌های ساخت یا نگهداری راه‌آهن پرسرعت کمک کنند و سطح خدمات را بهبود بخشند.

۷-۱-۲-۴- ناوگان ریلی

نوع ناوگان ریلی مورد نیاز باید در این مرحله تعیین شود. این امر به تعداد مسافران، سرعت و نوع خدمات بستگی دارد.

- **انواع قطار**
 - توان متمرکز یا توزیع‌شده
 - قطارهای معمولی یا مفصلی
 - قطارهای تک‌طبقه یا دو طبقه
 - قطارهای کج‌شونده

- قطارهای با قواره متغیر
- قطارهای خودکشش، ترکیب ثابت و دوطرفه می‌توانند با ویژگی‌های اصلی زیر، برای راه‌آهن پرسرعت استفاده شوند:
- طول قطار بسته به تقاضا است؛ معمولاً حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر
- به‌عنوان مثال، یک قطار هشت‌واگنی حدود ۲۰۰ متر طول دارد
- قدرت کشش بالا
- منبع تغذیه AC: ۱۵ یا ۲۵ کیلوولت
- حداکثر بار محوری: ۱۷ تن
- سازگار با زیرساخت (قواره، هندسه تعاملی چرخ و ریل، ولتاژ، درهای دسترسی به سکوها، سامانه‌های علائم، حداقل شعاع قوس، پانتوگراف و تماس برق بالاسری و غیره).
- طراحی آیرودینامیکی: طراحی خوب واگن تغییرات فشار برای مسافران در تونل‌ها را کاهش می‌دهد.
- ترمزهای الکتریکی/پنوماتیکی
- مدارهای کنترل باید افزونه باشند
- این قطارها باید نیازهای تجاری به قرار زیر را تامین کنند:
- زمان سفر
- کلاس‌های تجاری: تجاری، باشگاهی و اقتصادی
- صندلی‌ها (تعداد و نوع)
- مسافران با محدودیت حرکتی
- خدمات پذیرایی داخل قطار
- تجهیزات داخل قطار: تهویه مطبوع، صوتی/تصویری، اینترنت، تلفن عمومی، پریز برق و غیره

• نگهداری ناوگان

ضروری است که ناوگان ریلی ارائه‌شده برای خدمات تجاری کاملاً عملیاتی، کاملاً ایمن و با سطح قابلیت اطمینان و در دسترس بودن مورد نیاز در هزینه مناسب باشد. انواع مختلف کارگاه‌های نگهداری ممکن است مورد نیاز باشد، بسته به تعداد قطارهایی که باید نگهداری شوند، اندازه شبکه و سطوح مختلف درگیر. نگهداری ناوگان ریلی باید نیازهای عملیاتی را برآورده کند و معمولاً شامل موارد زیر است:

- ۲۴ ساعت در روز، ۳۶۵ روز در سال
- نگهداری پیشگیرانه و اصلاحی
- تعمیرات خرابکاری و حوادث جزئی

- تمیز کردن بیرون و داخل
- نگهداری تأسیسات
- پشتیبانی فنی

۸-۱-۲-۴- طرح اولیه بهره‌برداری و نگهداری

- زیرساخت
 - کارگاه
 - تجهیزات
- ارتباطات، علائم و سامانه تأمین نیروی کشش
 - کارگاه
 - تجهیزات
- ناوگان ریلی
 - تعیین مکان و اندازه انبارها و کارگاه‌ها
 - چیدمان انبار و کارگاه
 - تجهیزات نگهداری در انبارها و کارگاه‌ها

۹-۱-۲-۴- ملاحظات دسترسی و تملک زمین

تملك زمین به دسترسی بستگی دارد. نیازهای تملك زمین ممکن است پس از توافق بر روی محدوده هر کردور تعیین شوند. در جریان این موضوع باید مقررات مربوطه بررسی و تأسیسات موجود شناسایی شوند.

- تملك زمین
 - راه‌آهن‌های پرسرعت به تملك زمین موقت و دائمی نیاز دارند.
 - زمین دائمی زمینی است که در طول چرخه عمر پیش‌بینی‌شده پروژه راه‌آهن پرسرعت باید تملك شود.
 - تمامی زمین‌های دائمی باید مصادره و سند مالکیت آن‌ها به نام مرجع راه‌آهن ثبت شود.
 - در مناطق جنگلی و در تقاطع با آبراه‌ها یا سایر تأسیسات زیرساختی که انتقال سند مالکیت و ثبت آن ممکن نیست، باید رویه‌های جداگانه‌ای برای تضمین حقوق مربوطه تنظیم شود.
 - زمین موقت به‌صورت موقت تملك می‌شود و شامل تمامی زمین‌های مورد نیاز علاوه بر زمین‌های دائمی تملك‌شده برای انجام ساخت‌وساز و نصب راه‌آهن پرسرعت و تأسیسات و تجهیزات مرتبط است.

• دسترسی

شامل شناسایی قطعات زمین در معرض خطر، تهیه نقشه‌ها براساس ملاحظات قانونی و مذاکرات تملک است. شناسایی قطعات زمین در معرض خطر شامل موارد زیر است:

- باید دسترسی و زمین مازاد (در صورت نیاز)، برای توسعه آینده راه‌آهن پرسرعت تامین شود. به‌ویژه در مناطقی که توسعه سریعی را پیش‌رو داشته یا ایجاد تغییرات بالقوه در کاربری زمین می‌تواند هزینه‌های ساخت را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد.
- در زمینه تامین نقشه‌ها، باید قطعات زمین تحت تأثیر، اندازه و شرایط هر قطعه و نیز شرایط مالکیت و حق عبور از آن‌ها توسط مرجع اصلی جمع‌آوری شود و بر اساس ملاحظات قانونی به‌منظور مذاکرات موردنیاز تکمیلی، مستند شوند. در جریان این مرحله، باید روش‌های ارزش‌گذاری منصفانه و شفاف مطابق قوانین و مقررات ملی تعیین شود.
- با استناد به موارد برشمرده شده، مذاکرات تملک با مالکان و تهیه الگوهای حقوقی، مالی و زمانی مرتبط پیگیری خواهد شد. بدیهی است در جریان این مذاکرات باید شرایط دسترسی مشترک، هزینه‌های دسترسی به خط (در مواردی که مدیریت زیرساخت از بهره‌برداری مجزا است)، مسئولیت جبران خسارت، الزامات بیمه و سایر مسائل قانونی در نظر گرفته شوند.

۱۰-۱-۲-۴- تحلیل RAMS

هدف از تحلیل RAMS، ایجاد داده‌های ورودی برای ارزیابی مناسب بودن یک سامانه در طول چرخه عمر آن است. براین اساس، داده‌هایی در مورد نرخ خرابی اجزای سامانه، حالت‌های خرابی احتمالی، میانگین زمان توقف (MDT)، عملیات نگهداری، خطرات و پیامدها و غیره تعیین می‌شوند. این تحلیل کمک شایانی به محاسبه هزینه‌ها و تحلیل‌های هزینه-فایده مرتبط با سامانه می‌کند. تحلیل RAMS می‌تواند از جنبه‌های مختلفی موثر باشد:

- شاخص‌هایی از میزان پایداری و قابلیت اطمینان طراحی سامانه ارائه دهد.
- به شناسایی بخش‌هایی از سامانه که بیشترین تأثیر را بر خرابی سطح سامانه دارند کمک کند. همچنین می‌تواند خرابی‌هایی را که به احتمال زیاد رخ می‌دهند و خطراتی که برای کاربران، مشتریان یا جامعه ایجاد می‌کنند، شناسایی کند.
- به برنامه‌ریزی عملیات نگهداری و جایگزینی مقرون‌به‌صرفه کمک کند.
- به پیشگیری از خطرات یا حوادث و به بهبود سطح ایمنی به‌صورت یکپارچه کمک کند.
- به ارزیابی اثربخشی بهبودهای طراحی کمک کند.

فرآیند تحلیل RAMS در پیاده‌سازی پروژه راه‌آهن پرسرعت، باید مشتمل بر سطوح زیر باشد:

- در گام اول به عنوان سطح اجزاء، داده‌های موردنیاز RAMS به‌عنوان بستر اصلی شبیه‌سازی تامین می‌شوند. این داده‌ها از جمله نرخ‌های خرابی، متوسط زمان بین خرابی‌ها (MTBF) یا متوسط زمان تا خرابی (MTTF)، قابلیت اعتماد، قابلیت نگهداری، MDT و دردسترس بودن می‌باشند.
- در گام دوم به عنوان سطح سامانه، شبیه‌سازی RAMS با استفاده از مدل منتخب و در بستر داده‌های RAMS پیگیری و نتایج در قالب قابلیت اعتماد طراحی شده یا موردانتظار ارائه می‌شود.
- ارزیابی دوره عمر به عنوان گام سوم تحلیل RAMS و با تاکید بر مزایا و هزینه-درآمد متصور در طول عمر سامانه گزارش می‌شود.

۱۱-۱-۲-۴- دوره عمر سامانه

دوره عمر، چارچوبی برای برنامه‌ریزی، مدیریت، کنترل و نظارت بر تمامی جنبه‌های سامانه (از جمله RAMS) در حین مراحل مختلف توسعه سامانه فراهم می‌کند تا محصول مناسب، با قیمت مناسب و در زمان‌بندی توافق‌شده تحویل داده شود.

۲-۲-۴- ورودی‌ها

ورودی اصلی این مرحله، پذیرش مطالعات مرحله پیش‌امکان‌سنجی توسط مراجع بالادستی راه‌آهن است. در ادامه داده‌های مورد نیاز مطابق محورهای اصلی زیر باید جمع‌آوری شوند:

- قوانین و مقررات
 - اهداف برنامه‌ریزی منطقه‌ای
 - نقشه‌های توپوگرافی
 - داده‌های زمین‌شناسی و ژئوتکنیک
 - زیرساخت‌ها و خدمات موجود (با تاکید بر نقشه‌های چون ساخت و تغییرات احتمالی موجود)
 - گزارش‌های مهندسی در مورد زیرساخت‌های موجود
 - سایر محدودیت‌های طراحی
 - مستندات قانونی
- همچنین باید نقش‌ها و مسئولیت‌های توافق‌شده برای تمامی مشارکت‌کنندگان، تعیین شود و الزامات و برنامه‌ها با مراجع بالادستی راه‌آهن توافق شوند.

۴-۲-۳- خروجی‌ها

خروجی‌های اصلی این مرحله عبارتند از:

- مطالعات امکان‌سنجی مشتمل بر طرح هندسی مسیر، خط، عملیات خاکی، پل‌ها و آبروها، تونل‌ها، ارتباطات و علائم، تأمین نیروی کشش، پایش ایمنی، ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، ناوگان ریلی و غیره
- تملک زمین بر اساس حق عبور
- برآورد هزینه‌ها مشتمل بر ساخت، بهره‌برداری و نگهداری

۴-۲-۴- ذی‌نفعان درگیر

- گروه‌های محیط‌زیستی و مالکان زمین
- این گروه‌ها ممکن است محدودیت‌های محیط‌زیستی را شناسایی و با راه‌آهن پرسرعت جدید مخالفت کنند.
- شرکت‌های مهندسی
- مطالعات امکان‌سنجی را انجام می‌دهند.
- حاکمیت (ستادی یا منطقه‌ای)
- مدل‌های تأمین مالی و روش‌های تملک زمین برای توسعه ترابری پرسرعت را پیگیری خواهند نمود.
- تولیدکنندگان
- اطلاعاتی مرتبط با فناوری‌های پیشرفته ارائه می‌دهند.
- مقامات راه‌آهن
- مطالعات امکان‌سنجی را قبول یا رد خواهند کرد.

۴-۲-۵- توانمندسازی

- تأیید توسط یک مقام راه‌آهن (دولتی یا نهادهای مجاز) قبل از این که مرحله بعدی مطالعات آغاز شود.
- توسعه و مدیریت اطلاعات و دانش ایجاد شده.

۴-۲-۶- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

- ریسک سیاسی، طرح قانونی پیش‌بینی‌شده، تغییرات در مقررات، اختلافات بر سر مسیر، مشکلات تملک زمین و فشار فزاینده بر اقدامات مقابله‌ای محیط‌زیستی باید توسط نهادهای مربوطه مدیریت شوند.
- سایر ریسک‌ها، مانند ریسک در زمینه اقتصادی و مالی، دانش ناقص بازار، پیش‌بینی‌های ترافیکی بیش‌ازحد خوش‌بینانه یا بدبینانه و ارزیابی نادرست حساسیت قیمت، باید توسط شرکت‌های مهندسی مدیریت شوند.

۷-۲-۴- جنبه‌های مالی

یکی از اهداف اصلی مطالعات امکان‌سنجی، برآورد هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری و نگهداری در مقیاس متوسط است. دو نوع هزینه وجود دارد:

- هزینه‌های سرمایه‌ای: هزینه‌های مهندسی، ساخت زیرساخت و خرید ناوگان ریلی
- هزینه‌های عملیاتی: هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری
- **هزینه‌های سرمایه‌ای**
- مهندسی و مدیریت پیمان مشتمل بر مشاوره‌های مهندسی و حقوقی، تهیه نقشه‌ها، نظارت، آزمون‌های آزمایشگاهی، مطالعات صحرایی و خدمات مدیریت پیمان
- سرمایه‌گذاری زیرساخت مشتمل بر خط، عملیات خاکی، ابنیه فنی (شامل پل‌ها، تونل‌ها، دیوارهای حائل و غیره)، برق بالاسری و تأمین توان، علائم و ارتباطات، ایستگاه‌ها، پایانه‌ها، انبارها و پارکینگ‌ها، جاده‌های دسترسی، انشعابات تأسیساتی و سایر موارد
- سرمایه‌گذاری ناوگان ریلی
- **هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری**
- هزینه‌های نگهداری زیرساخت، سامانه‌های ارتباطات و علائم، تأمین نیروی کشش، پایش ایمنی، ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، ناوگان ریلی، ماشین‌آلات نگهداری، نیروی انسانی، بهسازی و بازسازی
- هزینه‌های بهره‌برداری شامل پرسنل (داخل قطار و ایستگاه‌ها)، انرژی، هزینه‌های آموزش، پیمانکاران فرعی (امنیت، نظافت و غیره)، هزینه‌های عمومی و هزینه‌های تهیه بلیط

۳-۴- ارزیابی محیط زیستی

به عنوان نکته اصلی این بحث، مالکان، مجریان و تمامی ذی‌نفعان پروژه مباحث محیط زیستی را باید به صورت الزامی جزئی از ارزش‌های پروژه تلقی نمایند. ارزش پروژه می‌تواند ارزیابی کیفی مناسب و حتی محدوده و هدف نهایی پروژه باشد. پس ذی‌نفعان مسائل زیست‌محیطی و دغدغه‌های این مبحث را باید کاملاً جدی گرفته و در هر مرحله از پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت به آن توجه نمایند.

حفاظت از محیط زیست امروزه به یک موضوع مرکزی در تمامی پروژه‌های توسعه‌ای، به ویژه پروژه‌های مربوط به زیرساخت‌های ترابری تبدیل شده است. بنابراین، در نظر گرفتن عوامل زیست‌محیطی بسیار حیاتی است و یکی از سه پایه اصلی توسعه پایدار در طول چرخه عمر پروژه محسوب می‌شود. هر تلاشی برای طراحی یک راه‌آهن پرسرعت با حداقل تأثیرات منفی زیست‌محیطی باید از همان مراحل اولیه فرآیند طراحی، عوامل زیست‌محیطی را در نظر بگیرد. همچنین در

روندی تکرارپذیر باید در زمان مناسب و با توجه به سطح دقت مطالعات، تایید معیارهای محیط زیستی در نظر گرفته شود. با توجه به امکان تامین سرمایه‌گذاری خارجی و بالابردن شانس اقتصادی‌شدن پروژه‌های پرسرعت، استفاده از آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های زیست‌محیطی بین‌المللی توصیه می‌شود.

۱-۳-۴- مراحل ارزیابی زیست‌محیطی

ارزیابی زیست‌محیطی شامل مراحل زیر است:

- شناسایی چالش‌های خاص سایت پیشنهادی برای خط ریلی پرسرعت جدید از منظر مسائل مختلف زیست‌محیطی
- ارزیابی این مسائل برای تعیین میزان تأثیر آن‌ها بر سایت مورد نظر با توجه به ماهیت و ویژگی‌های خاص پروژه
- طبقه‌بندی مسائل مختلف به ترتیب اهمیت برای شناسایی مناطق با حساسیت کم که از طریق آن‌ها می‌توان زیرساخت را با کمترین یا بدون تأثیر زیست‌محیطی عبور داد.
- ارزیابی تأثیر مسائل بر نحوه پیشرفت پروژه
- ارائه راهکار برای کاهش یا حذف مشکل زیست‌محیطی
- تهیه برنامه مدیریتی حفظ محیط‌زیست

در نظر گرفتن ملاحظات محیط‌زیست با نهایی‌شدن پیشنهادات برای خط پایان نمی‌یابد؛ بلکه باید در تمامی مراحل بعدی پروژه ادامه یابد. یک برنامه مدیریت زیست‌محیطی باید بر اساس مطالعات و تحلیل‌های مسائل مختلف زیست‌محیطی تهیه شود تا مشخص کند که چگونه این عوامل در مراحل مطالعاتی دقیق‌تر مورد توجه قرار خواهند گرفت. این برنامه باید در طول ساخت و بهره‌برداری از راه‌آهن پرسرعت اعمال شود.

برنامه مدیریت زیست‌محیطی شامل رویه‌ها، بررسی‌ها، نظارت و غیره خواهد بود. متولی پروژه راه‌آهن پرسرعت باید بتواند تمامی تضمین‌های لازم در رابطه با حفاظت از محیط‌زیست را ارائه دهد. همچنین مشورت با ذی‌نفعان به خصوص ذی‌نفعان دغدغه‌مند در حوزه محیط‌زیست برای پیشرفت پروژه حیاتی است. لازم به ذکر است که ارزیابی زیست‌محیطی پروژه راه‌آهن پرسرعت در مراحل مختلف پروژه، در اسناد قانونی بالادستی کشور مورد تأکید قرار گرفته است.

۲-۳-۴- نکات کلیدی

در ارزیابی زیست‌محیطی طرح راه‌آهن پرسرعت، باید یک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انتخاب و فهرستی جامع از ویژگی‌های زیست‌محیطی محلی در ابتدای پروژه تهیه شود تا مسائل زیست‌محیطی درک شده و مناطق آسیب‌پذیر سایت پیشنهادی شناسایی شوند. اهمیت نسبی مسائل حساس مختلف باید توسط متخصصان با توجه به ماهیت خاص

پروژه راه‌آهن پرسرعت ارزیابی شود. این کار با تولید نقشه‌هایی با سیستم کدگذاری رنگی برای نشان‌دادن درجات مختلف حساسیت انجام می‌شود. برای منطقه‌بندی محیط زیستی، پس از تنظیم تحلیل مختصر مسائل حساس، نقاط یا مناطق خاصی به قرار زیر مشخص خواهند شد:

- مناطق اجتناب ناپذیر: از ورود و اجرای پروژه در این مناطق جدا باید خودداری کرد. در واقع در روش‌های مدیریت ریسک از تکنیک اجتناب استفاده کرد.
- مناطق بسیار حساس: این مناطق حساسیت کمتری به نسبت مناطق اجتناب ناپذیر دارند، اما هزینه عبور از این مناطق بسیار زیاد است و یا مجوزهای قانونی پیچیده‌ای را شامل می‌شوند. بنابراین ریسک عبور از این مناطق زیاد است و یا مردم محلی از اجرای طرح جلوگیری به عمل می‌آورند.
- مناطق حساس: مناطقی که ممکن است به دلیل محدودیت‌های قانونی یا مشابه در رابطه با استفاده از زمین، پیش‌برد پروژه در آن‌ها دشوار باشد. کار در چنین مناطقی نیاز به اجرای اقدامات حفاظتی بزرگ و پرهزینه دارد.
- مناطق با حساسیت متوسط: مناطقی که ممکن است به دلیل محدودیت‌های مربوط به استفاده از زمین، پیش‌برد پروژه در آن‌ها کمی دشوار باشد. کار در چنین مناطقی نیاز به اجرای اقدامات حفاظتی آسان و با هزینه متوسط دارد.

نقشه‌های تهیه‌شده بر اساس این تحلیل مختصر باید به تیم مسئول طراحی هندسی ارسال شود تا بتواند جزئیات فنی مربوط به مراحل مختلف طراحی را با در نظر گرفتن حداکثر این مسائل حساس زیست‌محیطی تنظیم کند. در مواردی که تصمیم به اجتناب از یک منطقه حساس زیست‌محیطی نیاز به اتخاذ اقدامات فنی پیچیده و یا پرهزینه داشته باشد، متخصصان زیست‌محیطی برای انجام تحلیل عمیق‌تر از مسائل حساسی که به رتبه‌بندی کلی حساسیت کمک می‌کنند، فراخوانده خواهند شد. در چنین مواردی، ممکن است بتوان به یک سازش یا راه‌حل نه تنها از نظر زیست‌محیطی، بلکه از نظر مشخصات فنی و اقتصادی مناسب برای پروژه دست یافت. تعامل مستمر با متخصصان زیست‌محیطی ریسک عدم موفقیت پروژه را تا حد زیادی کاهش خواهد داد. دستگاه اجرایی مربوطه و مشاور او، موظف به ارزیابی زیست‌محیطی و اعمال آن به طراحی‌های مسیر خواهد بود. دستگاه اجرایی مربوطه و دستگاه ناظر بر مسائل محیط زیستی با عنایت کامل به قوانین زیست‌محیطی حاکم بر کشور باید بر سر مسائل زیر کاملاً به توافق برسند:

- اقدامات مقابله‌ای ریسک محیط زیستی که باید اتخاذ شوند
- هزینه این اقدامات
- تأثیر باقیمانده ریسک پس از اجرای این اقدامات

عامل اول و سوم برای صدور تاییدیه توسط مراجع محیط‌زیستی (با محوریت سازمان حفاظت از محیط‌زیست) پیگیری می‌شوند. عامل دوم و سوم به‌عنوان بخشی از معیارهای مورد استفاده برای مقایسه راه‌حل‌های مختلف و تعیین راه‌حل منتخب پروژه استفاده می‌شوند.

۳-۳-۴- ورودی‌ها

- **مقررات محیط‌زیستی ملی، منطقه‌ای یا بین‌المللی**
 - رعایت تمامی قوانین، دستورالعمل‌ها و مقررات قابل اعمال بر پروژه باید تضمین شود.
- **منطقه مطالعه**
 - برای تمامی ارزیابی‌های محیط‌زیستی، ابتدا باید محدوده منطقه مطالعه تعریف شود که به مسائل محیط‌زیستی خاص آن منطقه بستگی دارد.
 - بسته به مرحله پروژه، از یک منطقه بسیار گسترده در ابتدا شروع می‌شود و به تدریج با پیشرفت پروژه محدودتر می‌شود.
- **مطالعات و تحلیل‌های محیط‌زیستی موجود**
 - هرگونه اطلاعات موجود در مورد عوامل محیط‌زیستی ممکن است برای تحلیل محیط‌زیستی استفاده شود، شامل جمع‌آوری داده‌ها، تشخیص‌ها، تحلیل‌ها، مقالات علمی، گزارش‌های تحقیقاتی و غیره.
- **داده‌های فنی**
 - تمامی جزئیات فنی که ممکن است برای ارزیابی پروژه و ارزیابی آن در رابطه با مسائل محیط‌زیستی مختلف مرتبط باشند، باید به تیم مسئول مطالعات محیط‌زیستی ارائه شوند.
 - این جزئیات فنی به طور طبیعی به خط مربوط می‌شوند، اما همچنین به تمامی تأسیسات جانبی، مانند پست‌های برق، پایگاه‌های نگهداری و خطوط برق متصل به پست‌ها نیز مرتبط هستند. به‌عنوان مثال، کارگاه‌های اجرایی ممکن است تأثیر کوتاه‌مدت یا حتی دائمی بر محیط‌زیست داشته باشند.

۴-۳-۴- خروجی‌ها

- **طراحی مسیر**
 - تحلیل محیط‌زیستی منطقه مطالعه و طبقه‌بندی مسائل حساس مربوطه باید به بهبود طراحی مسیر با رویکرد محیط‌زیستی کمک کند.
- **تمهیدات مقابله‌ای**

- بر اساس ارزیابی‌های محیط‌زیستی، راه‌حل‌های مختلف و نسخه نهایی منتخب پروژه راه‌آهن پرسرعت تعیین می‌شود. براین اساس، تمهیدات مقابله تأثیرات محیط‌زیستی توافق شده و هزینه مرتبط تعیین می‌شود.
- **مستندات خروجی**
- اسنادی باید تهیه شوند تا نه تنها عموم، بلکه متخصصان محیط‌زیستی بتوانند ماهیت و اثرات بالقوه پروژه را درک کنند.
- **برنامه مدیریت محیط‌زیستی**
- این برنامه باید همه اقداماتی را که برای کاهش اثرات راه‌آهن پرسرعت بر محیط‌زیست تا حد امکان اجرا می‌شوند، مشخص می‌کند. علاوه بر این، باید شرایطی را که تحت آن این اقدامات و اثربخشی آن‌ها نظارت می‌شوند را ارائه کند.
- در عمل، اقدامات طراحی‌شده برای کاهش تأثیر محیط‌زیستی در تمامی مراحل بعدی پروژه برای متولی قرارداد الزام‌آور خواهند بود.

۵-۳-۴- ذی‌نفعان

- **حاکمیت (با تأکید بر سازمان حفاظت از محیط‌زیست)**
- منابع اطلاعاتی برای ارزیابی مسائل حساس محیط‌زیستی
- مسئول دریافت و تأیید اسناد قانونی ارائه‌شده
- **شهرداری‌ها**
- منابع اطلاعاتی برای ارزیابی مسائل حساس محیط‌زیستی
- درخواست اقدامات تکمیلی علاوه بر آن‌هایی که به‌طور دقیق لازم هستند
- **مالک پروژه در تعامل با دستگاه اجرایی مربوطه**
- تصمیم می‌گیرد که کدام مطالعات باید انجام شوند و آن‌ها را سفارش می‌دهد و نظارت می‌کند.
- مسئول اطمینان از انطباق پروژه راه‌آهن پرسرعت با تمامی مقررات قابل اعمال است.
- باید فهرستی به‌روز از الزامات توافق‌شده با ذی‌نفعان را نگه دارد.
- **شرکت‌های مهندسی**
- مسئول انجام تحلیل‌های محیط‌زیستی و تکمیل اسناد درخواست قانونی مورد نیاز هستند.
- از مالک پروژه و دستگاه اجرایی مربوطه پشتیبانی می‌کنند.
- **گروه‌های محیط‌زیستی**
- ممکن است در فرآیند ارزیابی مسائل حساس محیط‌زیستی مشورت کنند.

- ممکن است الزاماتی را در مورد اقدامات پیشگیرانه یا مقابله‌ای مشخص کنند.
- ساکنان و کشاورزان
- ممکن است با پروژه مخالفت کنند.
- ممکن است الزاماتی را در مورد اقدامات پیشگیرانه یا مقابله‌ای مشخص کنند.
- همچنین ممکن است به دنبال کسب منافع از پروژه برای جبران اثرات منفی آن باشند.

۴-۳-۶- توانمندسازی

- ارزیابی محیط‌زیستی توسط یک مرجع حاکمیتی تأیید می‌شود.

۴-۳-۷- ریسک‌ها و اقدامات مقابله‌ای

- هزینه اقدامات مؤثر در حفاظت از محیط‌زیست ممکن است اعتبار اقتصادی پروژه را تضعیف کند.
- بنابراین، باید از همان ابتدای فرآیند طراحی تلاش شود تا راه‌حل‌های فنی که به مسائل حساس توجه می‌کنند، شناسایی شوند.
- توجه ناکافی به عوامل محیط‌زیستی و اقدامات امنیتی ممکن است پذیرش پروژه را به خطر بیندازد.
- مالک پروژه در تعامل با دستگاه اجرایی باید اطمینان حاصل کند که به‌طور کامل از این مسائل آگاه است.
- عدم تأیید پروژه توسط مرجع دولتی به دلیل مشکلات مربوط به کیفیت داده‌ها و یا مطالعات ارائه‌شده
- این موارد باید به یک شرکت توانمند برای ارائه خدمات با کیفیت برون‌سپاری شوند.

۴-۳-۸- جنبه‌های مالی

- هزینه‌ها
- هزینه‌های این مرحله نه تنها به پروژه، بلکه به حساسیت محیط‌زیستی محلی نیز بستگی دارد.
- تأثیرات عمده بر هزینه پروژه
- هزینه‌های پروژه مرتبط با عوامل محیط‌زیستی قابل توجه هستند.
- اتخاذ اقدامات پیش‌گیرانه در رابطه با مسائل حساس محیط‌زیستی ممکن است هزینه‌هایی را به همراه داشته باشد. برآورد این هزینه‌ها در دو حالت پیگیری می‌شود. یا نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم شناسایی کرد، اما به‌صورت هزینه‌های اضافی برای روش‌های فنی طراحی‌شده برای دور کردن خط راه‌آهن از مناطق حساس محیط‌زیستی برآورد می‌شوند. در حالت دوم به‌طور مستقیم با اقدامات مقابله‌ای برای جبران و کاهش اثرات منفی موقت یا دائمی راه‌آهن پرسرعت، برآورد می‌شوند.

- سهم هزینه‌های مرتبط با حفاظت از محیط‌زیست ممکن است بسته به الزامات و حساسیت‌های قانونی، شدت مخالفت با پروژه و میزان تمایل مالک پروژه (در تعامل با دستگاه اجرایی) به پذیرش درخواست‌های فردی، متفاوت باشد.

۴-۴- ارزیابی مالی و اقتصادی

۴-۴-۱- اهداف

۴-۴-۱-۱- برآورد سودآوری پروژه

اولین تحلیلی که باید برای یک طرح زیرساختی جدید پرسرعت انجام شود، تعیین امکان‌سنجی مالی پروژه است، یعنی احتمال اینکه هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری پروژه توسط کاربران برگشت‌پذیر باشد. بسیاری از پروژه‌های زیرساختی پرسرعت از نظر مالی توجیه‌پذیر نیستند و نیاز به تأمین مالی عمومی برای ساخت دارند. در چنین مواردی، تحلیل‌ها باید برآوردی از سطح تأمین مالی عمومی مورد نیاز برای سودآوری پروژه ارائه دهند. بودجه عمومی تنها به عنوان بخشی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری زیرساخت در نظر گرفته می‌شود. راه‌آهن پرسرعت باید نرخ بازده داخلی (IRR) قابل قبولی داشته باشد.

۴-۴-۱-۲- تحلیل تأمین مالی پروژه

پس از تکمیل تحلیل سودآوری پروژه، مرحله بعدی ارزیابی امکان‌سنجی تأمین مالی است. از آنجا که گزینه‌های تأمین مالی موجود به مدل تأمین مالی بستگی دارد که در این مرحله نهایی نشده است، باید سیاست محوری برای تحلیل اتخاذ شود. تأمین مالی پروژه می‌تواند از طریق مشارکت بخش‌های مختلف حاصل شود. ممکن است تأمین مالی به صورت تنوعی از منابع عمومی و خصوصی باشد و فقط طی یک قرارداد نباشد.

۴-۴-۱-۳- تحلیل منافع اجتماعی-اقتصادی پروژه

تحلیل تکمیلی موردنیاز آن است که آیا جامعه در نتیجه اجرای پروژه در وضعیت بهتری قرار خواهد گرفت یا خیر، یعنی آیا منافع خالص برای جامعه در صورت اجرای پروژه بیشتر از حالتی است که پروژه اجرا نشود. این تحلیل باید با در نظر گرفتن جامعه به عنوان یک کل انجام شود، شامل کاربرانی که به طور مستقیم از پروژه بهره‌مند می‌شوند و همچنین غیرکاربرانی که ممکن است به طور غیرمستقیم منافع یا هزینه‌هایی را متحمل شوند، مانند کاهش یا افزایش ترافیک در سایر انواع زیرساخت‌ها، کاهش یا افزایش آلودگی، افزایش یا کاهش اشتغال، ارتقای ایمنی و غیره.

۴-۴-۱-۴- ارزیابی ریسک

تحلیل‌های ذکر شده در بالا ریسک‌های مرتبط با هزینه‌های ساخت، هزینه‌های بهره‌برداری، هزینه‌های تأمین مالی، تقاضا و غیره را در نظر نمی‌گیرند. بنابراین، تمام ریسک‌های بحرانی باید در تحلیل مالی و اقتصادی پروژه گنجانده شوند. عدم توجه به این ریسک‌ها ممکن است منجر به تصمیم‌گیری‌های ضعیف سرمایه‌گذاری شود.

۴-۴-۲- نکات کلیدی

۴-۴-۲-۱- تحلیل مالی

تحلیل مالی باید با استفاده از یک روش معتبر مانند روش جریان نقدی تنزیل‌شده انجام شود. برای طرح راه‌آهن پرسرعت باید بر هزینه‌ها و درآمدها متمرکز شود و شاخص‌های مالی باید برای تعیین امکان‌سنجی مالی پروژه تحلیل شوند. در صورت جدابودن مدیریت زیرساخت و بهره‌برداری، تحلیل‌های مالی جداگانه‌ای برای هر دو طرف باید انجام شود:

- تحلیل مالی مدیر زیرساخت: این تحلیل شامل هزینه‌های ساخت زیرساخت، ارزش باقی‌مانده زیرساخت، هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری و درآمدهای ناشی از حق دسترسی است.
- تحلیل مالی بهره‌بردار راه‌آهن: این تحلیل شامل هزینه‌های خرید ناوگان، ارزش باقی‌مانده ناوگان، هزینه‌های بهره‌برداری، هزینه‌های دسترسی، درآمدهای حاصل از عوارض و هزینه‌های مالیاتی است.
- در صورت اشتراک مدیریت زیرساخت و بهره‌برداری، یک تحلیل مالی مشترک باید انجام پذیرد:
- هزینه‌ها: هزینه‌های سرمایه‌گذاری زیرساخت، هزینه‌های خرید ناوگان، هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری، هزینه‌های مالیاتی و سایر هزینه‌ها.
- درآمدها: درآمدهای حاصل از عوارض، ارزش باقی‌مانده زیرساخت، ارزش باقی‌مانده ناوگان و سایر درآمدها.
- خروجی‌های این تحلیل‌ها عبارتند از:
- ارزش فعلی خالص مالی (FNPV)
- نرخ بازده داخلی مالی (FIRR)
- نسبت فایده به هزینه مالی (B/C)

پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت باید براساس ترکیب دو شاخص بازگشت اقتصادی و مالی طبقه‌بندی و تصمیم‌سازی شوند. در جدول ۴-۲، ساختار توصیه‌شده برای ارزیابی ترکیبی ارائه شده است.

جدول ۲-۴ بررسی تاثیر بازگشت مالی و اقتصادی در توجیه اجرای پروژه

بازگشت مالی ندارد	بازگشت مالی دارد	
اجرای مشروط با یارانه و مدل مالی	اجرای قطعی	بازگشت اقتصادی دارد
توقف پروژه	-	بازگشت اقتصادی ندارد

معمولاً پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت اجرا شده در دنیا نیز در شرایط اجرای مشروط قرار گرفته‌اند و در این حالت، لازم است سناریوی قیمت‌گذاری، مدل قراردادی، تضامین و یارانه مورد تحلیل قرار گیرد تا امکان‌پذیری پروژه تأیید شود. از این ماتریس در مرحله طراحی نیز می‌توان استفاده کرد.

۲-۲-۴-۴-۴ مدل مالی

منابع تأمین مالی قابل اجرا باید شناسایی شوند تا یک مدل مالی در تحلیل گنجانده شود. این منابع تأمین مالی باید از نظر نرخ بهره اعمال شده بر گزینه‌های مختلف وام و شرایط اضافی برای وام‌گیرنده برای تضمین بازپرداخت بدهی مشخص شوند. هدف از مدل مالی، دستیابی به نسبت بهینه بدهی به سرمایه است. متغیرهای دیگری که باید در توسعه مدل مالی در نظر گرفته شوند شامل سرمایه در گردش، قیمت‌های اسمی و ثابت (یعنی در نظر گرفتن نرخ تورم) و غیره می‌باشند.

۳-۲-۴-۴-۴ ارزیابی اقتصادی

سودآوری اقتصادی پروژه برای جامعه به عنوان یک کل با اندوخته کل ایجادشده توسط کاربران و بهره‌برداران یا مدیران سرمایه‌گذاری نشان داده می‌شود. دامنه این تحلیل باید شامل منطقه نفوذ خط راه‌آهن باشد. تمام زیرساخت‌ها و خدمات ترابری که در دامنه تحلیل قرار می‌گیرند (تمام خدمات و کاربران) باید ارزیابی شوند. ارزیابی اقتصادی تلاش می‌کند تا سهم پروژه در افزایش خالص سرمایه را اندازه‌گیری کند. اصلاح قیمت به دلیل قیمت‌های سایه، اصلاحات مالیاتی یا اثرات خارجی باید برای تحلیل استفاده شود. برای دستیابی به این هدف، جریان خالص هزینه و سود باید برای دو سناریوی عدم اقدام (سناریوی پایه) و اجرای پروژه محاسبه شود.

- تحلیل هزینه خالص: هزینه‌های ساخت زیرساخت، هزینه‌های ناوگان، هزینه‌های بهره‌برداری
- تحلیل جریان سود: صرفه‌جویی در زمان، هزینه‌های تصادف، هزینه‌های محیط‌زیستی، هزینه‌های بهره‌برداری
- شاخص‌های سودآوری اقتصادی از این جریان به دست می‌آیند:
- ارزش فعلی خالص اقتصادی (ENPV)
- نرخ بازده داخلی اقتصادی (EIRR)
- نسبت فایده به هزینه اقتصادی (B/C)

۴-۴-۲-۴ - تحلیل ریسک

شاخص‌های سودآوری (B/C , IRR , NPV) که از ارزیابی مالی و اقتصادی به دست می‌آیند، تنها یک برآورد پیش‌بینانه هستند. این برآورد با سودآوری واقعی پروژه که پس از اجرا مشاهده می‌شود، متفاوت خواهد بود و بنابراین باید به‌عنوان یک متغیر تصادفی در نظر گرفته شده و توزیع احتمال آن محاسبه شود. از آنجا که سودآوری پروژه به تعداد زیادی از متغیرها (سرمایه‌گذاری، هزینه‌های بهره‌برداری، درآمد، نرخ بهره و غیره) بستگی دارد، اولین قدم در هر تحلیل ریسک، شناسایی متغیرهای بحرانی است، یعنی متغیرهایی که بیشترین تأثیر را بر سودآوری دارند. این هدف از طریق تحلیل حساسیت محقق می‌شود که نتایج آن ممکن است در نمودارهای گردباد نمایش داده شود. قدم بعدی در تحلیل ریسک، کمی‌سازی عدم قطعیت مربوط به متغیرهای بحرانی است، یعنی برآورد تابع توزیع احتمال آن‌ها. اطلاعات فوق می‌تواند برای محاسبه تابع توزیع احتمال شاخص‌های سودآوری مختلف با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده شود. این به نوبه خود ارزیابی ریسک مرتبط با پروژه را (برای مثال سودآوری با NPV منفی و غیره) تسهیل می‌کند.

۴-۴-۳ - ورودی‌ها

۴-۴-۳-۱ - فرضیات ارزیابی

- اولین قدم در تحلیل مالی، تعریف یا برآورد فرضیات پایه برای ارزیابی به‌قرار زیر است:
- واحد پول: واحد پولی که برای تحلیل استفاده می‌شود.
 - قیمت‌های ثابت یا اسمی: قیمت‌های ثابت معمولاً برای تحلیل اقتصادی و قیمت‌های اسمی برای تحلیل مالی استفاده می‌شوند؛ یا ممکن است قیمت‌های ثابت برای هر دو تحلیل استفاده شوند. قیمت‌های ثابت افزایش هزینه برخی عوامل تولید را به صورت واقعی رد نمی‌کنند.
 - نرخ تنزیل مالی: که هزینه فرصت سرمایه را منعکس می‌کند.
 - نرخ تنزیل اجتماعی: که دیدگاه اجتماعی در مورد چگونگی ارزش‌گذاری منافع و هزینه‌های آینده در مقابل منافع و هزینه‌های فعلی را منعکس می‌کند.
 - سال پایه: برای محاسبه قیمت‌های ثابت و جریان‌های نقدی تنزیل شده.
 - افق زمانی: که باید با عمر اقتصادی دارایی‌های اصلی و معیارهای استاندارد سازگار باشد.
 - قوانین استهلاک: که برای محاسبه مالیات‌ها و ارزش‌های باقی‌مانده لازم است.
 - قوانین مالیاتی

۲-۳-۴- هزینه‌ها و درآمدهای زیرساخت

سرمایه‌گذاری زیرساخت (هزینه ساخت) که در مطالعه امکان‌سنجی برآورد شده است، به‌منظور شناسایی موارد زیر پیگیری می‌شوند:

- ساختار سرمایه‌گذاری مشتمل بر ایستگاه‌ها، خطوط و غیره که برای محاسبه عمر اقتصادی دارایی‌های مختلف لازم است

- برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری برای تنزیل هزینه‌های سالانه به سال پایه

ویژگی‌های زیرساخت باید تحلیل شود تا برآورد دقیقی از هزینه‌های سالانه نگهداری و بهره‌برداری به‌دست آید. هنگام ارزیابی این هزینه‌ها، باید هزینه‌های واقعی متحمل‌شده برای زیرساخت‌های مشابه در نظر گرفته شود. زیرساخت راه‌آهن به‌طور معمول مستقل از بهره‌برداری مدیریت می‌شود و بنابراین از طریق هزینه‌های دسترسی به خط تأمین مالی می‌شود. هزینه‌های دسترسی به خط باید برای پروژه بر اساس هزینه‌های اعمال‌شده در سایر بخش‌های شبکه یا هزینه‌های برآوردی بر اساس معیارهای پذیرفته‌شده عمومی محاسبه شود.

۳-۳-۴- هزینه‌ها و درآمدهای بهره‌برداری

برنامه‌های بهره‌برداری باید به‌منظور شناسایی موارد زیر تحلیل شوند:

- ناوگان مورد نیاز: یعنی تعداد قطارهای لازم برای اجرای خدمات برنامه‌ریزی‌شده، مشخص شود.
 - تحویل مورد انتظار خدمات برنامه‌ریزی‌شده: از نظر مسافر-کیلومتر سالانه، وسیله نقلیه-کیلومتر و غیره.
 - برای این کار، باید هزینه‌های واحد برای موارد زیر برآورد شود:
 - هزینه‌های ناوگان: بر اساس برآوردهای خریدهای اخیر.
 - هزینه‌های واحد بهره‌برداری خدمات راه‌آهن: بر اساس هزینه‌های مشاهده‌شده: انرژی، راهبری ناوگان، بازاریابی، پذیرایی، نگهداری و غیره.
 - عوارض: بر اساس مقادیر واقعی مشاهده‌شده در خدمات مشابه.
- این داده‌های بهره‌برداری می‌توانند برای برآورد هزینه‌های سرمایه‌گذاری ناوگان، هزینه‌های بهره‌برداری و درآمدهای حاصل از عوارض برای استفاده از خدمات راه‌آهن برنامه‌ریزی‌شده استفاده شوند.

۴-۳-۴- هزینه‌ها و منافع اجتماعی-اقتصادی

ساخت و بهره‌برداری از یک زیرساخت ترابری جدید منافع و هزینه‌هایی را برای جامعه به عنوان یک کل ایجاد می‌کند که شامل موارد زیر است:

- هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای زیرساخت و ناوگان: که بر اساس هزینه‌های فرصت به جای قیمت‌های بازار محاسبه می‌شوند تا نارسایی‌های بازار حذف شوند. هزینه‌های نیروی کار باید بر اساس نرخ دستمزد سایه به جای دستمزدهای بازار، با در نظر گرفتن پرداخت‌های تأمین اجتماعی و نرخ بیکاری محاسبه شوند.
- مازاد تولیدکننده: این تفاوت در هزینه‌ها، که با استفاده از هزینه‌های فرصت اندازه‌گیری می‌شود، برای تولیدکنندگان در صورت اجرای پروژه در مقابل حالتی است که پروژه اجرا نشود. در این شرایط باید هزینه‌های ارائه خدمات جدید و تغییرات در هزینه‌های تولید برای خدمات موجود در نظر گرفته شود.
- مازاد مصرف‌کننده: این تغییر در هزینه‌های کلی ترابری است و تمام هزینه‌های مرتبط با سفر را شامل می‌شود: کرایه‌ها، عوارض، هزینه‌های مشخص وسیله نقلیه، هزینه‌های مشخص زمان (زمان سفر از درب به درب). ارزش زمان ممکن است به عنوان خروجی از کالیبراسیون مدل‌های پیش‌بینی ترافیک آشکار شود یا ممکن است به عنوان مقادیر قانونی توسط مرجع ترابری تعیین شود.
- صرفه‌جویی در هزینه‌های خارجی: این تفاوت در تمام هزینه‌های خارجی ترابری در صورت اجرای پروژه و در صورت عدم اجرای پروژه است. صرفه‌جویی در هزینه‌های خارجی شامل موارد زیر است:
 - ✓ صرفه‌جویی در هزینه‌های تصادف
 - ✓ صرفه‌جویی در مصرف انرژی
 - ✓ صرفه‌جویی در زمان
 - ✓ کاهش انتشار آلاینده‌ها
 - ✓ کاهش آلودگی صوتی
 - ✓ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
 - ✓ افزایش اثرات مطلوب و عدالت اجتماعی

۴-۴-۴- خروجی‌ها

- شاخص‌های مالی پروژه: ارزش فعلی خالص مالی و نرخ بازده داخلی مالی پروژه برای تمام بازیگران درگیر (بهره‌بردار راه‌آهن و مدیر زیرساخت) برآورد خواهد شد.
- نیاز به وجوه عمومی: سطح تأمین مالی از بودجه عمومی مورد نیاز برای تضمین سودآوری پروژه نیز برآورد خواهد شد.
- مدل تأمین مالی: بازده سرمایه پروژه با استفاده از یک مدل تأمین مالی مبتنی بر فرضیات برآورد خواهد شد.

- شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی: ارزش فعلی خالص اقتصادی و نرخ بازده داخلی اقتصادی پروژه برای جامعه به عنوان یک کل برآورد خواهد شد، که وضعیت در صورت اجرای پروژه را با وضعیت در صورت عدم اجرای پروژه مقایسه می‌کند.
- تحلیل ریسک: متغیرهای بحرانی که سودآوری پروژه را تعیین می‌کنند، شناسایی خواهند شد. ریسک مرتبط با پروژه برآورد خواهد شد.

۴-۴-۵- ذی‌نفعان درگیر

- سازمان‌های برنامه‌ریزی زیرساخت: منابع اطلاعاتی برای ارزیابی سودآوری پروژه
- نهادهای بازار مالی: منابع اطلاعاتی برای ارزیابی گزینه‌های تأمین مالی
- سرمایه‌گذاران: نظرات خود را در مورد تحلیل‌های مالی ارائه می‌دهند.

۴-۴-۶- توانمندسازی

ارزیابی مالی و اقتصادی توسط یک مرجع حاکمیتی تأیید خواهد شد.

۴-۵- تحلیل چندمعیاره

۴-۵-۱- اهداف

در مرحله امکان‌سنجی، و در صورت لزوم توسط مرجع قرارداد، تحلیل چندمعیاره باید پس از تکمیل مطالعات فنی، محیط زیستی و اقتصادی انجام شود تا نتایج این مطالعات در نظر گرفته شود. یک تحلیل چندمعیاره اولیه ممکن است در مرحله پیدایش نیز انجام شود. به طور مشابه، تحلیل چندمعیاره ممکن است در مرحله طراحی برای انتخاب بین گزینه‌های مختلف بهره‌برداری یا فنی مورد نیاز باشد. هدف دیگر تحلیل چندمعیاره، داشتن ابزاری است که می‌تواند برای مقایسه گزینه‌های مختلف بر اساس معیارهای عینی و انتخاب بین آن‌ها استفاده شود. این مرحله برای پروژه راه‌آهن پرسرعت اساسی است، زیرا منجر به انتخاب یک راه‌حل خاص می‌شود که در مطالعات مراحل بعدی با جزئیات بیشتری بررسی خواهد شد. این مرحله باید انتخاب راه‌حلی را ممکن سازد که به عنوان بهترین تعامل ممکن در رابطه با پارامترهای مختلف و دیدگاه‌های مختلف ذی‌نفعان، که ممکن است هم‌سو نباشند، در نظر گرفته شود. تحلیل چندمعیاره باید تا حد امکان عمیق باشد تا در برابر انتقادات اصلی منتقدان پاسخگویی کند.

۴-۵-۲- نکات کلیدی

تحلیل چندمعیاره باید از ورودی تمام مطالعات انجام‌شده در این مرحله و از فرآیند مشاوره عمومی که به موازات آن انجام می‌شود، استفاده کند. به‌نفع مالک پروژه، دستگاه اجرایی مربوطه و نهاد دولتی متخصص در امر ترابری جهت کسب حمایت حداکثری است که تحلیل چندمعیاره تاحدامکان عینی باشد، دیدگاه‌های مختلفی که از مشاوره به دست می‌آیند را در نظر بگیرد و در مورد استدلال‌های استفاده‌شده و توضیحات ارائه‌شده شفاف باشد.

۴-۵-۲-۱- تعریف معیارها برای استفاده در تحلیل و مقایسه

معیارها باید از مسائل بررسی‌شده شناسایی شوند. این معیارها ممکن است فنی، محیط زیستی، اجتماعی یا اقتصادی باشند. یکی از راه‌های اطمینان از انطباق پروژه با الزامات توسعه پایدار، پایه‌گذاری تحلیل چندمعیاره بر سه جنبه اصلی توسعه پایدار است:

- محیط زیستی: اثرات باقی‌مانده پروژه پس از اعمال تمهیدات مقابله
- اجتماعی: آیا پروژه قابل قبول است و منافع آن برای جامعه به عنوان یک کل در نظر گرفته شده است.
- اقتصادی: هزینه‌ها و منافع مرتبط با راه‌حل‌های مختلف

تعداد معیارهای استفاده‌شده در تحلیل باید در محدوده معقولی نگه داشته شود تا اطمینان حاصل شود که رویکرد کلی به راحتی قابل درک است. مهم است که بین معیارهای فنی، محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی تعادل برقرار شود تا از ایجاد تحریف از ابتدا جلوگیری شود. عواملی که تأثیر خاصی دارند نباید دو بار شمارش شوند. به عنوان مثال، اگر یک عامل خاص تأثیر محیط‌زیستی داشته باشد که با اتخاذ اقدامات مقابله‌ای کاهش می‌یابد، باید اطمینان حاصل شود که راه‌حل مربوطه در تحلیل چندمعیاره دو بار جریمه نشود، یعنی نه تنها برای تأثیر منفی آن، بلکه برای هزینه‌های ناشی از اتخاذ اقدامات مقابله‌ای نیز جریمه نشود.

۴-۵-۲-۲- تحلیل راه‌حل‌ها

هر یک از راه‌حل‌ها باید بر اساس معیارهای مختلف ارزیابی شود، به‌گونه‌ای که یک متخصص برای هر معیار تعیین شود تا به هر راه‌حل در رابطه با معیار خاص امتیاز دهد. اکیداً توصیه می‌شود که گزینه عدم اجرای پروژه نیز مورد بررسی و مقایسه با سایر گزینه‌ها قرار گیرد. قوانین امتیازدهی باید از قبل بین متخصصان مختلف توافق شود. روند امتیازدهی باید تا حد امکان بر اساس عوامل کمی‌سازی شده باشد تا از عینی بودن آن اطمینان حاصل شود. اگر امتیازهای اختصاص‌یافته برای معیارهای خاص برای هر یک از راه‌حل‌های مختلف یکسان باشد، برخی از معیارها ممکن است در تحلیل خنثی به نظر برسند. تحلیل چندمعیاره راه‌حل‌های مختلف از طریق یک جدول دو ورودی انجام می‌شود.

۳-۲-۴- انتخاب راه‌حل، ارزیابی حساسیت و تایید

پس از انجام تحلیل، ممکن است بتوان راه‌حلی را شناسایی کرد که به عنوان بهترین تعامل کلی بین معیارهای مختلف بر اساس جدول تولیدشده توسط متخصصان مختلف برجسته شود. ارزیابی حساسیت شامل اختصاص وزن به معیارها است و ممکن است برای تأیید انتخاب راه‌حل استفاده شود. رویه وزن‌دهی باید بین متخصصان مختلف و مرجع قرارداد توافق شود. وزن‌دهی ممکن است در دو سطح اعمال شود:

- سطح اول: مربوط به پایداری تحلیل در مورد طبقه‌بندی معیارها توسط متخصصان بر اساس اهمیت نسبی است؛ ضرایب اعمال‌شده به معیارها ممکن است تعدیل شوند.
- سطح دوم: شامل اعمال مجموعه دوم ضرایب برای انعکاس مواضع ذی‌نفعان مختلف درگیر در پروژه است. به عنوان مثال، مجموعه دوم ضرایب ممکن است وزن بیشتری به هزینه پروژه و وزن کمتری به حفاظت محیط زیستی بدهد اگر از دیدگاه تأمین‌کنندگان مالی پروژه دیده شود. در مقابل، از دیدگاه ساکنان محلی یا گروه‌های محیط‌زیستی، وزن این معیارهای بسیار بیشتر از معیارهای فنی یا اقتصادی خواهد بود.

۳-۵-۴- ورودی‌ها

- پیش‌بینی‌های ترافیک: داده‌های ترافیک می‌توانند برای ارزیابی ارتباط و منافع بالقوه راه‌حل‌های مختلف استفاده شوند. همان مدل و فرضیات باید برای هر موقعیت یا جایگزین، از جمله وضعیت مرجع، استفاده شود.
- تحلیل هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری: هزینه‌ها یک ورودی اساسی هستند و نه تنها در مرحله ساخت (هزینه‌های سرمایه‌گذاری)، بلکه در مرحله بهره‌برداری نیز باید در نظر گرفته شوند تا بتوان راه‌حل‌ها را به طور کلی ارزیابی و مقایسه کرد. در عمل، برخی از ترتیبات ممکن است از نظر سرمایه‌گذاری کم‌هزینه به نظر برسند، اما از نظر نگهداری پرهزینه باشند. به طور مشابه، سرمایه‌گذاری سنگین ممکن است نیاز به عملیات نگهداری را در برخی موارد کاهش دهد یا به طور موقت حذف کند.
- جنبه‌های اقتصادی: مهم است که تمام جنبه‌های اقتصادی را در مقایسه، فراتر از هزینه راه‌حل، در نظر بگیرید.
- الگوهای خدمات، زمان‌های سفر، ایستگاه‌های مربوطه: داده‌های الگوی خدمات حاصل از راه‌حل‌های مختلف پاسخ مبتنی بر عملکرد ارائه می‌دهند و ممکن است از یک راه‌حل به راه‌حل دیگر متفاوت باشند. بنابراین، برخی از راه‌حل‌ها ممکن است گران‌تر باشند اما امکان ارائه طیف وسیع‌تری از خدمات را فراهم کنند.
- ارزیابی محیط‌زیستی: در حالی که ملاحظات محیط‌زیستی تا حدی در هزینه‌ها منعکس می‌شوند، هنوز میزان تأثیر باقی‌مانده‌ای وجود دارد که باید در تحلیل چندمعیاره در نظر گرفته شود.
- نتایج مشاوره عمومی: بسیار مهم است که معیاری در مورد پذیرش پروژه در مقایسه چندمعیاره راه‌حل‌های مختلف گنجانده شود تا زمینه برای مراحل بعدی فرآیند به درستی آماده شود و به پروژه بهترین شانس ممکن

برای اجرا داده شود. ارزیابی‌ها در رابطه با این معیار به یافته‌هایی بستگی دارد که از مشاوره‌های انجام‌شده به موازات مطالعات به دست می‌آیند.

۴-۵-۴- خروجی‌ها

تحلیل چندمعیاره شامل موارد زیر است:

- سندی که انتخاب معیارهای انتخاب‌شده، سیستم وزن‌دهی پیشنهادی و ارزیابی راه‌حل‌های مختلف در رابطه با معیارها را توضیح می‌دهد.
- ماتریسی که تحلیل راه‌حل‌های مختلف را بر اساس معیارهای انتخاب‌شده خلاصه نشان می‌دهد.
- جداولی که ارزیابی حساسیت را نشان می‌دهند (در برخی موارد).
- انتخاب راه‌حل: انتخاب راه‌حل توسط مرجع قرارداد تأیید خواهد شد.

۴-۵-۵- ذی‌نفعان درگیر

- مرجع قرارداد
- مطالعات مربوط به مسائل مختلف را تأیید می‌کند و تحلیل چندمعیاره را برنامه‌ریزی و هدایت می‌کند. در مورد معیارهای انتخاب‌شده و وزن‌های نسبی آنها موضع می‌گیرد. راه‌حل انتخاب‌شده را تأیید می‌کند. در نهایت مسئول راه‌حل(های) انتخاب‌شده است.
- شرکت‌های مهندسی
- معیارها را پیشنهاد می‌دهند و راه‌حل‌ها را بر اساس معیارها ارزیابی می‌کنند. روند وزن‌دهی را برای معیارها پیشنهاد می‌دهند. ارزیابی‌های حساسیت را انجام می‌دهند. یک یا چند راه‌حل پیشنهاد می‌دهند. از دستگاه اجرایی مربوطه (در تعامل با مالک پروژه) در دفاع از راه‌حل انتخاب‌شده حمایت می‌کنند.

۴-۵-۶- ریسک‌ها و اقدامات مقابله‌ای

- انتخاب ضعیف معیارها: انتخاب معیارهای مناسب حیاتی است و می‌تواند بر کل فرآیند تحلیل و تصمیم‌گیری تأثیر بگذارد. مهم است که برای به حداقل رساندن ریسک‌های مرتبط، از حمایت متخصصان با تجربه قابل توجه استفاده شود.
- پتانسیل وزن‌دهی متعصبانه: برای اطمینان از اینکه مرجع قرارداد متهم به تعصب نشود، مهم است که ارزیابی حساسیت انجام شود تا تأیید شود که نتایج تحلیل پایدار هستند. چنین ارزیابی‌هایی همچنین ممکن است به

مرجع قرارداد کمک کند تا ارتباط انتخاب خود را ارزیابی کند و در صورت لزوم گزینه‌های خود را بازنگری کند یا تغییرات، اضافات یا بهبودهایی در راه‌حل انتخاب‌شده ایجاد کند.

- نتایج غیرقطعی: اگر تحلیل نتواند یک راه‌حل ترجیحی را به دست آورد، لازم است معیارها اصلاح شوند یا اجازه داده شود که نقطه نظرات سیاسی مالک پروژه، دستگاه اجرایی مربوطه و نهاد دولتی متخصص در امر ترابری تصمیم نهایی را بگیرند.

۴-۵-۷- جنبه‌های مالی

- هزینه: هزینه‌های واقعی درگیر در این مرحله کم است. نتایج غیرقطعی ممکن است منجر به هزینه‌های اضافی شود.

- تأثیر بر هزینه‌های پروژه: تأثیر بر هزینه پروژه به ویژه به اهمیت نسبی معیارهای اقتصادی بستگی دارد.

۴-۶- طراحی پایه

۴-۶-۱- اهداف

هدف از فرآیند طراحی پایه، نهایی‌سازی پلان و پروفیل مسیر و پیشنهاد مسیرهای جایگزین است. این مرحله تأثیر بالایی بر مالکان املاک، ارائه‌دهندگان خدمات و منافع شهری دارد. اهداف اصلی برای مرحله طراحی پایه عبارتند از:

- تهیه مستندات طراحی سطح بالای فنی و ذی‌نفعان
- شناسایی اجزای اصلی طرح هندسی مسیر
- ارتباط بین مطالعات فرآیندی مراحل قبلی به فرآیند الزامات مهندسی
- رفع هرگونه نقص یا خطا
- گنجاندن ویژگی‌های قابلیت اطمینان، نگهداری و آزمایش لازم برای برآورده‌سازی الزامات عملکردی و کیفی و اطمینان از اینکه آزمایش‌ها می‌توانند برای تأیید الزامات انجام شوند.
- شناسایی محدودیت‌های سایر عناصر سامانه

طراحی پایه بر روی نقشه‌های با مقیاس ۱:۵۰۰ یا ۱:۲۰۰۰ توسعه می‌یابد و شامل یک فرآیند تکراری است که گزینه‌های طراحی مختلفی را ایجاد می‌کند. اثرات تغییر یک معیار یا پارامتر طراحی ممکن است تحلیل شود تا یک طراحی بهینه انتخاب شود. طراحی پایه نمودارهایی را به عنوان خروجی ارائه می‌دهد. تعریف هندسی حق عبور در نقشه‌های پلان و پروفیل گنجانده شده است. نقشه‌های پلان همچنین پل‌ها و آب‌گذرها، تونل‌ها، ایستگاه‌ها و تأسیسات راه‌آهن که در

محدوده پروژه قرار می‌گیرند را تعریف می‌کنند و ممکن است ارتباطات احتمالی با سایر بخش‌ها یا قسمت‌های خط را شناسایی کنند.

۲-۶-۴- نکات کلیدی

۱-۲-۶-۴- الزامات طراحی پایه

اگرچه محاسبات طراحی پایه دقیق نیستند، اما باید در محدوده رواداری پذیرفته‌شده قرار گیرند. الزامات طراحی پایه به قرار محورهای اصلی زیر می‌باشند:

- نقشه‌برداری و تهیه نقشه‌های طرح
 - تهیه نقشه‌ها در سطح طراحی
- طراحی ژئوتکنیکی
 - مروری بر سوابق مطالعات ژئوتکنیک موجود در محدوده پروژه برای شناسایی و حل مسائل طراحی و هزینه مرتبط
 - تهیه توصیه‌های طراحی ژئوتکنیک مقدماتی بر اساس داده‌های ژئوتکنیک موجود
 - تهیه توصیه‌های برنامه بررسی ژئوتکنیک برای پشتیبانی از طراحی
 - بررسی‌های زیرسطحی برای شرایط خاص که در آن اطلاعات ژئوتکنیک اضافی برای تعریف محدوده پروژه یا برآورد هزینه ساخت معقول مورد نیاز است.
- طراحی هیدرولوژی
 - تهیه مطالعات هیدرولوژی و هیدرولیک
 - بررسی رواناب طوفان و کیفیت آب
- طراحی مسیر
 - نقشه‌های مسیر در مقیاس مناسب با زمینه (مقیاس تطبیقی برای مناطق توسعه‌نیافته، مناطق توسعه‌یافته، مناطق شهری محدود، ایستگاه‌ها و مناطق مطالعه ویژه)
 - طرح پلان شامل نواحی انتقال، قوس‌های دایره‌ای، قطعات مستقیم و غیره
 - پروفیل طولی شامل شیب، قوس‌های قائم، طول شیب، حداکثر تفاوت جبری بین شیب‌های مجاور و غیره
 - مکان ایستگاه‌ها، نوع ایستگاه، طول و شیب محل ایستگاه.
 - نقشه‌ها مشتمل بر پلان و پروفیل مسیر و ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، داده‌های هندسی پلان و پروفیل، مقاطع عرضی معمولی شامل مسیر کلی و محدوده ایستگاه‌ها و نقشه‌های تخریب

- طراحی خاک‌برداری شامل: شکل و عرض، لایه‌های بستر مسیر، مقطع عرضی، نسبت شیب، نشست پس از ساخت، زهکشی، بخش انتقال، مشخصات فنی برای زمین اصلی، مشخصات فنی برای مواد پرکننده و تراکم.

- طراحی زیرسازی

- شکل و عرض زیرسازی
- لایه‌های بستر مسیر
- مقطع عرضی
- نسبت شیب‌های کناری
- ارزیابی نشست پس از ساخت
- زهکشی
- نواحی انتقال
- مشخصات فنی زمین اصلی، خاکریزی و خاکبرداری

- طراحی روسازی

- شناسایی محدوده ابنیه در طول مسیر
- طراحی روسازی بالاستی
- طراحی روسازی بدون بالاست
- تأیید نوع و مکان انشعابات، تقاطع‌ها و دستگاه خطوط ویژه
- طراحی ریل جوشکاری پیوسته (CWR)

- طراحی ابنیه فنی

- اهداف اصلی طراحی پایه برای هر سازه عبارتند از:
 - به دست آوردن مقادیر مصالح برای برآورد هزینه‌ها
 - به دست آوردن تصویری واضح از وضعیت ابنیه فنی
 - تعیین ابعاد سازه
 - استفاده از طراحی مقدماتی به عنوان بررسی برای طراحی تفصیلی
 - طراحی پل و آب‌گذر شامل مواردی از جمله تواتر سیل، بار زنده طراحی، ارتفاع قابل کشتی‌رانی، قواره سازه، پایه‌ها و دیواره‌ها، فونداسیون، روسازی و دستگاه خطوط تعبیه شده، پل‌ها و آبروها در مناطق ویژه و غیره است.

- طراحی تونل شامل مواردی از جمله موقعیت تونل، اندازه سازه، نوع پوشش و پشتیبانی تونل، درگاه‌های تونل و سازه‌های انتقال، دوام سازه، مصالح ساخت، طرح زهکشی تونل، دسترسی اضطراری، تهویه عملیاتی و غیره است.

• طراحی ساختمان

توسعه ساختمان‌ها بر اساس برنامه کلی عملکردی ساختمان مشتمل بر موارد زیر است:

- مرکز کنترل عملیات
- تأسیسات نگهداری (نگهداری سنگین و سبک)
- تأسیسات کنار خط برای نگهداری مسیر
- دسترسی، پارکینگ و خدمات آب و برق برای تأسیسات فوق در صورت نیاز برای تعریف الزامات حق عبور
- ملاحظات کارمندان در صورت لزوم

• طراحی لرزه‌ای

- طراحی لرزه‌ای مهندسی‌شده برای پشتیبانی از سطح کلی پروژه
- اسناد برآورده‌سازی معیارهای طراحی لرزه‌ای

• طراحی سامانه علائم

- سامانه کنترل قطار: الزامات برای سامانه‌های کنار خط و برخط
- کنترل ترافیک متمرکز: الزامات مرکز کنترل
- سامانه بلاک‌بندی
- سامانه اینترلاکینگ
- سامانه نظارت علائمی متمرکز

• طراحی سامانه ارتباطی

- تعیین الزامات فناوری ارتباطات
- محدوده و الزامات دسترسی برای تأسیسات ارتباطی
- تعیین الزامات تجهیزات ارتباطی مشتمل بر سامانه انتقال و دسترسی، سامانه ارتباط داده‌ها، سامانه ارتباط دیسپچ، سامانه ارتباط موبایل و غیره

• طراحی نیروی کشش

- شناسایی مکان سایت، دسترسی و پارکینگ برای پست‌های برق، ایستگاه‌های سوئیچینگ و موازی‌سازی
- تعیین تأسیسات مورد نیاز برای برق از پست برق به راه‌آهن

- ترتیبات برای اتصالات بین پست‌های برق، ایستگاه‌های سوئیچینگ و موازی‌سازی و OCS و فیدرهای منفی
- طراحی اتصالات شبکه برق
 - تأیید نقاط تأمین برق و الزامات اتصال در هماهنگی با شرکت‌های آب و برق
 - تأیید نوع اتصال آب و برق ولتاژ بالای مورد نیاز: اتصال مستقیم به خط HV موجود، اتصال حلقه‌ای به خط HV موجود، اتصال به گسترش خط HV موجود و غیره
 - طراحی سامانه برق بالاسری (OCS)
 - طراحی OCS شامل: سامانه تعلیق، ارتفاع سیم تماس، ارتفاع سازه، طول کشش، ترتیبات هم‌پوشانی، سامانه کشش، لنگر نقطه میانی، فاصله از جلوی دکل تا مرکز مسیر، شکاف فاز، مواد و کشش برای هادی‌ها و سیم‌ها و طول دهانه.
 - هماهنگی هم‌پوشانی‌های عایق‌شده با ترتیبات تغذیه در پست‌های برق کششی، ایستگاه‌های سوئیچینگ و موازی‌سازی
 - طراحی ایستگاه
 - توسعه برنامه‌های کلی ایستگاه و شناسایی و طراحی سایت‌های بالقوه، شامل حداقل موارد زیر:
 - ✓ سکوها ایستگاه
 - ✓ طرح اولیه ایستگاه
 - ✓ تأسیسات ایستگاه (بلیط‌فروشی، مناطق انتظار و غیره)
 - ✓ گردش عمودی و افقی مسافران
 - ✓ محدوده پارکینگ، ارتفاع، دسترسی و خروج
 - ✓ گردش ترافیک و اتصالات بین حوزه‌ای
 - ✓ جاده‌ها و تأسیسات سوار و پیاده‌شدن، دسترسی و خروج
 - ✓ توسعه تجاری و املاک و مستغلات
 - پایانه‌ها
 - محدوده‌های اتصال راه‌آهن
 - طرح کلی پایانه‌ها و محوطه
 - طراحی ناوگان
 - تعامل‌پذیری با شبکه راه‌آهن موجود
 - تعامل‌پذیری با تأسیسات عملیاتی و نگهداری موجود

- توسعه الزامات عملکردی و ایمنی برای ناوگان
- بررسی الزامات با اسناد خرید سازنده
- مشخصات عملکردی، الزامات قواره وسیله نقلیه تامین‌کنندگان بالقوه ناوگان را نتیجه می‌دهد.
- **حق عبور**
 - تأیید مناطق مورد نیاز برای خرید حق عبور و حق ارتفاق
 - شناسایی زمین‌های موجود برای خرید و متوسط مساحت مورد نیاز برای هر کیلومتر خط
 - شناسایی سایت‌هایی که به‌طور احتمالی بر پروژه تأثیر می‌گذارند (به عنوان مثال، مناطق یا حفاری‌های بزرگ با خاک‌های آلوده، مناطق آب‌گیری با آلودگی آب زیرزمینی و غیره)
 - شناسایی مناطق میراث فرهنگی با ارزش بالا
 - تأیید قطعات و هزینه‌های برآوردی برای:
 - ✓ خرید کامل و جزئی
 - ✓ حق ارتفاق دائمی
 - ✓ بازتخصیص زمین
 - ✓ تغییر زهکشی زمین
 - ✓ مناطق ساخت
 - ✓ مناطق موقت استقرار و حق ارتفاق
 - ✓ تهیه گزارش الزامات حق عبور
- **طراحی تأسیسات شهری**
 - برای جمع‌آوری داده‌های تأسیساتی باید با شرکت‌های تأسیساتی تماس گرفته شود. جمع‌آوری داده‌ها شامل خطوط برق، تأسیسات ارتباطی، کابل‌های علائمی، خطوط لوله نفت و گاز، خطوط لوله آب و زهکشی، جوی‌ها، جاده‌ها و غیره است.
 - شناسایی تعارضات، مالکیت و حقوق برای تأسیسات اصلی تحت تأثیر مسیر
 - شناسایی گزینه‌های احتمالی جابجایی/کاهش و مسئولیت‌ها و هزینه‌های مربوطه
- **طراحی تأسیسات ساخت**
 - توسعه طراحی به سطحی که امکان‌پذیری ساخت تأیید شود.
 - شناسایی روش‌ها/مراحل/زیرسازی/حفاری تونل/نیازهای شفت و دسترسی و ارزیابی و شناسایی سایت‌های دفع مناسب برای هر گزینه.

- تأثیرات محیط‌زیستی (مانند انتشار دیاکسید کربن) باید شناسایی و در مقایسه راه‌حل‌های ساخت رقیب در نظر گرفته شود.
- شناسایی الزامات جاده/بزرگراه.
- شناسایی الزامات سایر بهره‌برداران راه‌آهن
- برنامه‌ریزی برای حق‌ارتفاق موقت ساخت
- **طراحی تأسیسات بهره‌برداری**
 - تأیید فعالیت‌ها و الزامات بهره‌برداری برای مراکز بهره‌برداری و نگهداری
 - تأیید الزامات برای افزونگی تأسیسات بهره‌برداری
 - تأیید مکان‌ها و اندازه تأسیسات بهره‌برداری
 - نقشه‌ها برای تأسیسات کنترل مرکزی شامل نقشه سایت، طرح سایت و مقاطع معمولی، نقشه طبقه ساختمان و ارتفاع ساختمان
- **طراحی تأسیسات نگهداری**
 - تأیید فهرست فعالیت‌ها و عملکردها برای تأسیسات نگهداری/تعمیر سنگین
 - تأیید فهرست فعالیت‌ها و عملکردها برای تأسیسات ذخیره‌سازی، ذخیره و نگهداری دوره‌ای واقع در نزدیکی ایستگاه‌های پایانه
 - نهایی‌سازی الزامات برای تأسیسات نگهداری ناوگان
 - نهایی‌سازی طرح مسیر و الزامات دسترسی برای تأسیسات نگهداری و تعمیر مرکزی (نگهداری/تعمیر سنگین) و تأسیسات نگهداری پایانه (ذخیره‌سازی، ذخیره و نگهداری دوره‌ای)

۲-۲-۶-۴- برنامه مدیریت یکپارچه‌سازی سامانه‌ها

- یک پروژه یکپارچه نیاز به طراحی یکپارچه دارد و این هدف از مراحل اولیه چرخه عمر پروژه تعیین می‌شود. یکپارچه‌سازی سامانه‌ها اطمینان می‌دهد که عناصر مختلف سامانه پرسرعت یک کل منسجم و یکپارچه را با توجه به الزامات پایه تشکیل می‌دهند. یک برنامه یکپارچه‌سازی باید در مرحله طراحی پایه توسعه یابد تا اطمینان حاصل شود که:
- رابط‌های بین عملکردی شناسایی و تخصیص داده می‌شوند.
 - سازگاری رابط‌های سامانه‌ای (هم داخلی و هم خارجی)
 - سازگاری زیرساخت فیزیکی/فضایی
 - استفاده از استانداردهای مشترک برای رابط‌های مشترک
 - طراحی امکان فرآیند آزمایش و راه‌اندازی را فراهم می‌کند که در مرحله بعدی انجام می‌شود.

- طراحی مسائل ساخت‌پذیری را در نظر می‌گیرد.
- طراحی مسائل قابلیت اطمینان، در دسترس‌پذیری، قابلیت نگهداری و ایمنی را در نظر می‌گیرد.
- طراحی ملاحظات عملیاتی را در نظر می‌گیرد.
- یک فهرست کامل از الزامات طراحی پایه تولید، تخصیص و نگهداری می‌شود.

۳-۲-۴- مدیریت ریسک

مدیریت ریسک به‌طور عمده بر شناسایی تهدیدات احتمالی برای خلق ارزش راه‌آهن پرسرعت، ارزیابی این تهدیدات و اجرای اقدامات برای به حداقل رساندن اثرات نامطلوب متمرکز است و به دستیابی به اهداف اعلام‌شده سامانه راه‌آهن پرسرعت کمک می‌کند. مدیریت ریسک و مدیریت ارزش بسیار مکمل هستند. مدیریت ارزش می‌تواند ریسک را کاهش دهد، در حالی که مدیریت ریسک می‌تواند فرصت‌هایی برای افزایش یا جلوگیری از تخریب ارزش فراهم کند. بر اساس استاندارد ISO 31000، اصولی که باید برای دستیابی به مدیریت ریسک مؤثر رعایت شوند عبارتند از:

- مدیریت ریسک به ایجاد ارزش و محافظت از آن می‌انجامد.
- مدیریت ریسک بخشی جدایی‌ناپذیر از تمام فرآیندهای سازمانی است.
- مدیریت ریسک بخشی از تصمیم‌گیری است.
- مدیریت ریسک به طور صریح به عدم قطعیت می‌پردازد.
- مدیریت ریسک نظام‌مند، ساختارمند و به‌روز است.
- مدیریت ریسک بر اساس بهترین اطلاعات موجود است.
- مدیریت ریسک سفارشی‌سازی شده است.
- مدیریت ریسک عوامل انسانی و فرهنگی را در نظر می‌گیرد.
- مدیریت ریسک شفاف و فراگیر است.
- مدیریت ریسک پویا، تکراری و پاسخگو به تغییرات است.
- مدیریت ریسک بهبود مستمر سازمان را تسهیل می‌کند.

۴-۲-۴- پرونده ایمنی

در این مرحله، معیارهای تحمل ریسک و اهداف ایمنی باید تعریف شوند. پرونده‌های ایمنی باید در مراحل بعدی توسعه یابند تا به اهداف شناسایی‌شده دست یابند. توسعه پرونده ایمنی شامل ارزیابی ریسک سامانه‌ها شامل ارزیابی فنی مستقیم طیف وسیعی از عناصر، از سازگاری الکترومغناطیسی تا عوامل انسانی و نیز قابلیت بررسی ارزیابی ایمنی مستقل است. رویکرد پرونده ایمنی باید در تمام مراحل (طراحی و عملیات) استفاده شود.

• اهداف ایمنی

تعدادل باید بین موارد زیر برقرار شود:

- پیشگیری از حوادث
- تسهیل نجات و تخلیه
- کاهش پیامدها

• راهبرد ایمنی

یک راهبرد ایمنی باید برای عناصر زیر تعریف شود:

- ایمنی در طول خط
 - ✓ دستگاه‌های ارتباطی
 - ✓ تأسیسات حصار
 - ✓ خروجی‌های اضطراری واضح
- ایمنی در تونل‌ها
 - ✓ کنترل دسترسی
 - ✓ مسیرهای فرار مسافران با علائم و نشانه‌های اضطراری و نور اضطراری
 - ✓ تشخیص آتش
 - ✓ اطفاء حریق
 - ✓ سامانه رادیویی برای عملیات نجات
 - ✓ سامانه تلفن اضطراری
- ایمنی در ایستگاه‌ها
 - ✓ دسترسی/خروج: خروجی‌های اضطراری واضح
 - ✓ سامانه تشخیص و هشدار آتش
 - ✓ اطفاء حریق
 - ✓ دستگاه‌های ارتباطی
 - ✓ نور اضطراری
- ایمنی ناوگان
 - ✓ ترمز اضطراری
 - ✓ تشخیص/اطفاء حریق
 - ✓ تجهیزات ارتباطی

✓ هشدارهای خطر

۵-۲-۶-۴- ارزیابی ایمنی

در حوزه فناوری راه‌آهن، یک ارزیابی ایمنی باید قبل از درخواست تأیید ایمنی انجام شود. ارزیابی ایمنی شامل تحلیل و ارزیابی فعالیت‌های یک سازنده یا بهره‌بردار است که به طور خاص با پرونده ایمنی در رابطه با فعالیت‌های اختصاص یافته به اطمینان از عملیات ایمن سامانه راه‌آهن سروکار دارد. ارزیابی ایمنی به شدت با سایر فرآیندها و فعالیت‌ها هم‌سو است. در بسیاری از موارد، ارزیابی ایمنی توسط یک نهاد صلاحیت‌دار که توسط یک مرجع به رسمیت شناخته شده است، انجام می‌شود. تأیید ایمنی توسط مراجع برای سامانه‌ها و اجزای فنی بر اساس ارزیابی ایمنی اعطا می‌شود. مراجع مربوطه الزامات خاصی را برای فرآیند ارزیابی ایمنی تعیین می‌کنند. از آنجا که ایمنی از طریق طراحی و عملیات به دست می‌آید، سازندگان و بهره‌برداران سامانه‌های مرتبط با ایمنی و نحوه سازمان‌دهی چنین سامانه‌هایی نیز نقش مهمی ایفا می‌کنند. تأیید ایمنی برای پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت ممکن است از کشوری به کشور دیگر متفاوت باشد.

۶-۲-۶-۴- تجهیزات و ارزیابی امنیتی

تجهیزات امنیتی باید در صورت لزوم ارائه شوند و ممکن است شامل دوربین‌های مداربسته، تجهیزات بازرسی امنیتی، سامانه‌های کنترل دسترسی، سامانه‌های تشخیص نفوذ و غیره باشند. تجهیزات امنیتی باید برای اطمینان از انطباق با قوانین، مقررات و الزامات ضدتروریسم مربوطه بازرسی شوند.

۳-۶-۴- ورودی‌ها

- مطالعات امکان‌سنجی تأییدشده توسط مرجع راه‌آهن
- برنامه مالی تأییدشده
- نقشه‌های تأییدشده توپوگرافی، ژئوتکنیک و حقوقی مسیر
- تحلیل برنامه منطقه‌ای تأییدشده و قوانین توسعه
- قیود عمرانی، سازه‌ای و مهندسی سیستم
- محدودیت‌های محیط‌زیستی
- برنامه زمانی پروژه

۴-۶-۴- خروجی‌ها

خروجی این مرحله، راهبرد پایه برای مسیر شامل موارد زیر است:

- تدقیق پروژه

- اثرات بالقوه محدوده پروژه
- ارزیابی مجدد و تأیید اهمیت پروژه
- رویکرد(های) بالقوه برای مرحله‌بندی ساخت و کنترل ترافیک
- راهبرد بالقوه ترابری محدوده
- هماهنگی با سایر پروژه‌ها و مسائل برنامه‌ریزی
- سایر مسائل هماهنگی (محیط‌زیستی، حق عبور، اثرات اجتماعی و غیره)
- برآورد هزینه‌ها و برنامه‌های پیاده‌سازی سطح بالا برای راهبردهای مدیریت منطقه پروژه
- مطالعه مدیریت ترابری
- پرونده ایمنی

۵-۶-۴- ذی‌نفعان

- **مرجع حاکمیتی**
- مشاوره با مراجع حاکمیتی برای جنبه‌های کلیدی طراحی که ممکن است فراتر از راه‌حل قابل قبول باشد و همچنین هرگونه مسائل غیرمعمول/چالش‌برانگیز مرتبط از جمله روش‌های خرید زمین (املاک) منطقه طرح
- **گروه‌های محیط‌زیستی**
- ممکن است محدودیت‌های محیط‌زیستی را شناسایی کنند و ممکن است با پروژه راه‌آهن پرسرعت مخالف باشند.
- **مالکان زمین**
- با مالکان پروژه مذاکره می‌کنند.
- **شرکت‌های مهندسی**
- مطالعات طراحی پایه را پیگیری می‌کنند.
- **سازندگان**
- اطلاعاتی در مورد فناوری‌های پیشرفته ساخت ارائه می‌دهند.
- **مراجع راه‌آهن**
- طراحی مقدماتی را تأیید یا رد می‌کنند.
- **نهاد صدور گواهی**
- تطابق طراحی و اجرا و پرونده‌های ایمنی را تأیید می‌کند.

۴-۶-۶- توانمندسازی

- ارزیابی RAMS
- یک نهاد ارزیابی صلاحیت‌دار مسئول اطمینان از برآورده‌شدن معیارهای RAMS است.
- تأیید رسمی توسط مرجع راه‌آهن
- در بیشتر موارد، طراحی پایه به طور رسمی توسط مرجع قرارداد تأیید می‌شود.

۴-۶-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

ریسک‌های زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- عدم قطعیت
- تجهیزات فنی نوظهور که به‌موقع در دسترس نیستند
- منسوخ‌شدن تجهیزات فنی
- تجدیدنظر در مسیر به دلیل مسائل محیط‌زیستی نوظهور
- عدم قطعیت در مورد خرید زمین و خرید املاک اضافی

۴-۶-۸- جنبه‌های مالی

برآورد هزینه‌های دقیق به طور کلی در این مرحله نمی‌تواند ارائه شود، چرا که عوامل تفصیلی به اندازه کافی در نظر گرفته نشده‌اند. با این حال، مهم است که اطمینان حاصل شود که مرجع راه‌آهن مشاوره حرفه‌ای مستقل در مورد هزینه دریافت می‌کند. در این مرحله، فرض می‌شود که برآورد هزینه دامنه دقت ۲۰ درصدی را دارد.

۴-۷- توانمندسازی

۴-۷-۱- اهداف

- این مرحله در پایان مرحله امکان‌سنجی پیگیری می‌شود، زمانی که جزئیات کافی پروژه به ویژه در مورد محیط‌زیست و ایمنی وجود دارد تا تمام ذی‌نفعان درگیر را متقاعد کند که فرآیند باید ادامه یابد و منابع تأمین مالی شناسایی شوند. بخشی از این مرحله (خرید زمین) ممکن است پس از شروع مرحله طراحی ادامه یابد. اهداف اصلی این مرحله عبارتند از:
- تکمیل موفقیت‌آمیز رویه‌های قانونی مورد نیاز و به‌پایان رساندن مراحل مقدماتی فرآیند طراحی به‌ویژه باتاکید بر الزامات محیط‌زیست و ایمنی راه‌آهن
 - دریافت چراغ سبز برای ادامه پروژه

- امضای تمام توافق‌نامه‌های موردنیاز با شرکای کلیدی پروژه: تأمین‌کننده برق و سازندگان ناوگان (در صورت لزوم)
- سازماندهی تأمین مالی برای پروژه
- شناسایی مالک پروژه برای مراحل بعدی
- انتخاب روشی که برای پیاده‌سازی پروژه اتخاذ خواهد شد: تأمین مالی عمومی یا خصوصی

۲-۷-۴- نکات کلیدی

۱-۲-۷-۴- مدل تأمین مالی

مدل تأمین مالی باید در این مرحله تعریف شود. در این مرحله، پروژه به اندازه کافی بالغ خواهد بود و سطح پذیرش کافی خواهد داشت تا امکان مشارکت یک شریک خصوصی برای اجرای کامل یا بخشی از پروژه در نظر گرفته شود. مدل‌های مختلف تأمین مالی ارزیابی و بررسی شده تا بهترین روش برای تحویل اجزای مختلف سامانه راه‌آهن پرسرعت تعیین شود. یکپارچه‌سازی و بهره‌گیری از قراردادهای شفاف بر اساس الگوهای بین‌المللی مطرح (نظیر راهنماهای تدوین قراردادهای بین‌المللی فیدیک^۱) پیشنهاد می‌شود. مدل تأمین مالی پروژه باید براساس مجموعه‌ای از شاخص‌های کلیدی انتخاب شود از جمله:

- زمان‌بندی مورد نیاز پروژه (اجرای میان‌مدت یا بلندمدت)
- میزان دسترسی به منابع مالی عمومی
- توان جذب سرمایه بخش خصوصی
- پیچیدگی فنی یا سطح ریسک پروژه
- ساده‌ترین شکل مشارکت عمومی-خصوصی (PPP) قرارداد خدمات است
- در چنین قراردادهایی، یک بخش دولتی معمولاً به یک طرف خصوصی حق و تعهد انجام یک خدمت خاص را مطابق با مشخصات تعریف‌شده برای مدت چند سال اعطا می‌کند. دولت مالکیت و کنترل تمام تأسیسات، دارایی‌های سرمایه‌ای و املاک را حفظ می‌کند.
- ویژگی کلیدی مشارکت عمومی-خصوصی پیچیده‌تر، مانند امتیازات و راه‌حل‌های ساخت-بهره‌برداری-انتقال (BOT)، استفاده محدود از تأمین مالی خصوصی است
- در مورد قبلی، مسئولیت‌های امتیازگیرنده شامل نگهداری، بازسازی، ارتقاء و بهبود تأسیسات است که ممکن است شامل سرمایه‌گذاری قابل توجهی باشد. در مورد دوم، طرف خصوصی متعهد می‌شود که یک تأسیسات

^۱ FIDIC

زیرساختی خاص را بسازد و تأمین مالی کند و بهره‌برداری و نگهداری آن را برای مدت مشخصی تضمین کند. با توجه به سرمایه‌گذاری قابل توجه بخش خصوصی در چنین ترتیباتی، قراردادهای معمولاً برای مدت طولانی (۲۵ سال و بیشتر) منعقد می‌شوند. ریسک‌ها و پاداش‌های بالقوه PPPها معمولاً از یک انتهای طیف PPP به انتهای دیگر افزایش می‌یابد، یعنی از قراردادهای ساده خدمات و مدیریت تا امتیازات و BOTها.

در ادامه، انواع مختلف مشارکت بالقوه با بخش خصوصی فهرست شده‌اند:

- قرارداد طراحی-ساخت (DB) یا کلید در دست: بخش خصوصی زیرساخت را طراحی و می‌سازد تا مشخصات عملکردی بخش عمومی را برآورده کند، اغلب برای یک قیمت ثابت، به طوری که ریسک تأخیر پروژه و هزینه‌های اضافی به بخش خصوصی منتقل می‌شود. یک قرارداد کلید در دست شامل مهندسی، تأمین و ساخت (EPC) است.
- قرارداد ارائه خدمات: یک بهره‌بردار خصوصی یک دارایی متعلق به بخش عمومی را برای یک مدت مشخص و تحت قرارداد اداره می‌کند. مالکیت دارایی با نهاد عمومی باقی می‌ماند.
- قرارداد مدیریت: یک نهاد خصوصی قراردادی برای مدیریت یک نهاد متعلق به دولت دریافت می‌کند و بازاریابی و ارائه یک خدمت را مدیریت می‌کند.
- قرارداد اجاره و بهره‌برداری: یک بهره‌بردار خصوصی قراردادی برای اجاره و مدیریت و بهره‌برداری از یک تأسیسات متعلق به دولت و خدمات مرتبط دریافت می‌کند و ممکن است برای توسعه و ارائه خدمت برای یک مدت مشخص بیشتر سرمایه‌گذاری کند.
- طراحی، ساخت، تأمین مالی، بهره‌برداری (DBFO): بخش خصوصی یک تأسیسات جدید را تحت یک اجاره بلندمدت طراحی، تأمین مالی و می‌سازد و در طول مدت اجاره آن را اداره می‌کند. شریک خصوصی، تأسیسات جدید را در پایان مدت اجاره به بخش عمومی منتقل می‌کند.
- ساخت-بهره‌برداری-انتقال (BOT): یک نهاد خصوصی امتیاز تأمین مالی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری از یک تأسیسات (و دریافت هزینه‌های کاربر) برای یک دوره مشخص دریافت می‌کند، پس از آن مالکیت به بخش عمومی منتقل می‌شود.
- خرید-ساخت-بهره‌برداری (BBO): انتقال یک دارایی عمومی به یک نهاد خصوصی یا شبه‌عمومی، معمولاً با تعهد قراردادی برای ارتقاء و بهره‌برداری از دارایی‌ها برای یک دوره مشخص. کنترل عمومی از طریق قرارداد اعمال می‌شود.
- ساخت-مالکیت-بهره‌برداری (BOO): بخش خصوصی یک تأسیسات یا خدمت را برای همیشه تأمین مالی، می‌سازد، مالکیت آن را دارد و اداره می‌کند. محدودیت‌های عمومی در توافق اولیه و از طریق تعهدات نظارتی مداوم بیان می‌شوند.

- ساخت-مالکیت-بهره‌برداری-انتقال (BOOT): بخش خصوصی یک تأسیسات را برای یک دوره مشخص به عنوان توافق‌شده در قرارداد می‌سازد، مالکیت آن را دارد و اداره می‌کند و سپس به بخش عمومی منتقل می‌کند.
- مجوز بهره‌برداری: یک بهره‌بردار خصوصی مجوز یا حقوقی برای ساخت و بهره‌برداری از یک خدمت عمومی، معمولاً برای یک مدت مشخص دریافت می‌کند.
- فقط تأمین مالی: یک نهاد خصوصی، معمولاً یک شرکت خدمات مالی، به‌طور مستقیم یک پروژه را تأمین مالی می‌کند یا از روش‌های مختلفی مانند اجاره بلندمدت یا انتشار اوراق قرضه استفاده می‌کند.

۲-۲-۷-۴- رویه‌های قانونی

هدف از رویه‌های قانونی، رسیدن به تصمیمی برای ادامه فرآیند است. رویه‌های قانونی باید نشان دهند که پروژه پیشنهادی بهترین سازش ممکن برای تمام ذی‌نفعان پروژه را ایجاد نموده است. پروژه باید از نظر فنی امکان‌پذیر و با هزینه قابل قبول، تا حد امکان دوست‌دار محیط‌زیست و دارای اعتبار ایمنی و امنیتی بی‌عیب و نقص باشد. رویه‌های قانونی نقطه اوج فرآیند مشاوره انجام‌شده به موازات مرحله طراحی پایه هستند و ممکن است منجر به تعلیق موقت یا بلندمدت اقدامات شوند یا حتی ممکن است پروژه را به طور قطعی متوقف کنند. در این خصوص توجه به ظرفیت‌های قانونی نظیر اخذ مجوز ماده ۲۳ الحاق ۲ یا هماهنگی با سایر رویه‌های قانونی جایگزین در خصوص تأمین سرمایه از بخش عمومی الزامی است. رعایت موضوعاتی همچون پیوست عدالت نیز می‌تواند احتمال موفقیت پروژه را بالا ببرد. همچنین دسترسی به نظرات عمومی و رسمی در فرآیندهای تصمیم‌گیری، بر اساس اصول شفافیت توصیه می‌شود.

• محیط‌زیست

- رویه‌های قانونی ممکن است یک الزام اجباری باشند، به‌ویژه در رابطه با آب، حفظ برخی گونه‌های گیاهی و یا جانوری، یا اسکان مجدد افرادی که خانه‌های آنها مصادره شده است. اهداف مالک آینده پروژه به‌طور معمول در این مرحله شناسایی می‌شوند.

• ایمنی

- پروژه ممکن است نیاز به ارائه به یک مرجع ایمنی راه‌آهن مستقل داشته باشد. این مرجع مجوزهای مربوطه را صادر می‌کند و از طریق بررسی‌ها و حسابرسی‌ها اطمینان می‌دهد که الزامات قانونی در مورد تحقق مداوم شرایط فنی و عملیاتی ایمنی و همچنین قابلیت همکاری شبکه راه‌آهن برآورده می‌شوند. در این حوزه اخذ مجوزهای پدافند غیرعامل نیز الزامی است.

۳-۲-۷-۴ - مسائل مربوط به املاک

هنگامی که مطالعات فنی و محیط‌زیستی تکمیل شوند، می‌توان محاسبه کرد که چه مقدار زمین برای خود پروژه و هرگونه تمهیدات مقابله‌ای که ممکن است لازم باشد، مورد نیاز است. این زمین‌ها حق عبور آینده را تشکیل می‌دهند و به عنوان پایه‌ای برای خرید زمین عمل می‌کنند. همچنین ممکن است لازم باشد زمین‌ها به طور موقت اشغال شوند. خط ممکن است اثر تقسیم‌کننده‌ای داشته باشد که نمی‌توان آن را به سادگی با برقراری مجدد اتصالات قطع‌شده جبران کرد. ممکن است لازم باشد زمین‌های مختلف، به ویژه اگر خط از میان زمین‌های کشاورزی عبور کند، بازسازی شوند.

• خرید زمین

- فرآیند خرید ممکن است به صورت توافقی یا از طریق مصادره انجام شود. ارزیابی‌های املاک توسط یک سازمان تخصصی که به مراجع مربوطه پاسخگو است یا توسط آن‌ها برای این منظور مأمور شده است، انجام می‌شود.

• اشغال موقت

- اشغال موقت زمانی اتفاق می‌افتد که، به عنوان مثال:
 - ✓ عرض‌های اضافی حق عبور برای اهداف ساخت خط استفاده می‌شوند.
 - ✓ مواد مازاد نیاز به تخلیه دارند.
 - ✓ اقدامات مقابله‌ای برای دلایل محیط زیستی لازم است.
- توافق‌نامه‌هایی ممکن است هنگام اشغال موقت زمین امضا شوند و ممکن است غرامت پرداخت شود.

• سازمان‌دهی مجدد زمین

- هنگامی که یک خط از مناطق کشاورزی عبور می‌کند، می‌تواند تأثیر عمده‌ای بر مزارع و سایر املاکی که از آن‌ها عبور می‌کند، بگذارد. این املاک ممکن است به دو قسمت تقسیم شوند، ساختمان‌های مزرعه ممکن است از زمین‌ها جدا شوند و مسافتی که باید برای رسیدن به زمین‌ها طی شود ممکن است به طور قابل توجهی افزایش یابد. برای بازگرداندن مقداری انسجام به مزارع و سایر عملیات کشاورزی مربوطه و ساده‌سازی سازمان‌دهی، ممکن است سازمان‌دهی مجدد زمین توسط سازمان‌های تخصصی که به مراجع مربوطه گزارش می‌دهند یا توسط آن‌ها برای این منظور مأمور شده‌اند، انجام شود. در برخی کشورها، سازمان‌دهی زمین ممکن است در شهرستان‌های مستقل نیز انجام شود، که مرزهای آنها ممکن است نیاز به ترسیم مجدد داشته باشد.

۴-۲-۷-۴ - تصمیم به راه‌اندازی پروژه

براساس نظرات مختلفی که در مشاوره‌ها با بخش‌های رسمی و در مشاوره‌های عمومی قانونی بیان شده است، مرجع دولتی سرنوشت پروژه را تعیین می‌کند. این تصمیم، همراه با پیامدهای پروژه، سپس برای تمام ذی‌نفعان درگیر الزام‌آور

است. دولت همچنین ممکن است پیش‌بینی کند که مسئولیت پروژه در مراحل بعدی به یک شریک خصوصی واگذار شود (در چنین مواردی، یک مرحله اضافی برای انتخاب شریک خصوصی مورد نیاز خواهد بود).

۵-۲-۷-۴- امضای توافق‌نامه تأمین مالی

پس از تصمیم به ادامه پروژه، باید یک توافق‌نامه تأمین مالی بین شرکا منعقد شود و این توافق‌نامه معمولاً در این مرحله مذاکره می‌شود. از آنجا که تمام مراحل بعدی تا راه‌اندازی راه‌آهن پرسرعت به صورت مشترک تأمین مالی خواهند شد، توافق‌نامه تأمین مالی باید امضا شود.

۳-۷-۴- ورودی‌ها

• مطالعات فنی و محیط‌زیستی

- در مرحله رویه‌های قانونی، مهم است که تا حد امکان عناصر و استدلال‌ها برای توجیه انتخاب‌ها و پیشنهادهای ارائه‌شده (نتایج تحلیل چندمعیاره) وجود داشته باشد.

• نتایج مراحل اولیه فرآیند مشاوره عمومی

- دسترسی به نظرات مختلف بیان‌شده در تعاملات با بخش‌های رسمی و در فرآیند مشاوره عمومی و در نظر گرفتن آنها ضروری است.

• اسناد قانونی

- رویه‌ها بر اساس اسناد قانونی هستند که باید از قبل بر اساس مطالعات برای تعیین مشخصات فنی خط و ارزیابی محیط‌زیستی تهیه شوند.

۴-۷-۴- خروجی‌ها

• توافق‌نامه‌های مطالعه

- شامل مطالعات فنی، محیط‌زیستی و اقتصادی باید توسط یک تصمیم در سطح دولت یا وزارتخانه تأیید شود.

• تصمیم به اجرای پروژه

- تصمیم به ادامه پروژه در پایان مرحله رویه‌های قانونی، بر اساس نه‌تنها مطالعات مختلف انجام‌شده بلکه نظرات مختلف بیان‌شده توسط بخش‌های مشاوره‌شده و در جلسات عمومی گرفته می‌شود.

• تأمین مالی کلیدی

- توافق‌نامه تأمین مالی تمام مطالعات و کارهای انجام‌شده تا راه‌اندازی راه‌آهن پرسرعت را پوشش می‌دهد.

• مرجع قرارداد برای مراحل بعدی

- از آنجا که پروژه اکنون به مرحله دیگری منتقل می‌شود، مسئله مرجع قرارداد باید مورد توجه قرار گیرد. مراجع دولتی ممکن است تصمیم بگیرند کنترل را حفظ کنند یا مسئولیت را به یک شریک خصوصی منتخب از طریق یک فرآیند مناقصه رقابتی واگذار کنند.

۵-۷-۴- ذی‌نفعان درگیر

- **حاکمیت ستادی و منطقه‌ای**
 - بررسی گزارش‌های قانونی
 - تصمیم می‌گیرد که آیا پروژه ادامه یابد یا خیر
 - شرایط اجرای پروژه (کنترل مستقیم یا PPP) را تعیین می‌کند.
- **شهرداری‌ها**
 - ممکن است الزاماتی را در مورد خدمات و تمهیدات مقابله‌ای یا پیشگیرانه بیان کنند.
- **مالک پروژه (در تعامل با دستگاه اجرایی مربوطه)**
 - مسئول پروژه در طول رویه‌های قانونی مختلف (تهیه اسناد، جلسات و غیره) است.
- **شرکت‌های مهندسی**
 - از مالک پروژه (در تعامل با دستگاه اجرایی) حمایت می‌کنند (مطالعات تکمیلی، تهیه استدلال‌ها، پشتیبانی فنی در جلسات و غیره).
- **شرکت‌های ساخت**
 - برای یک راه‌حل PPP تعامل می‌کنند و به نفع یا علیه امتیازات طرفداری می‌کنند.
- **گروه‌های محیط‌زیستی**
 - ممکن است الزاماتی را برای اقدامات پیشگیرانه یا مقابله‌ای مشخص کنند.
- **ساکنان و کشاورزان**
 - ممکن است با پروژه مخالف باشند. ممکن است الزاماتی را برای اقدامات پیشگیرانه یا مقابله‌ای مشخص کنند.

۶-۷-۴- توانمندسازی

- تأیید توسط یک مرجع دولتی قبل از تصمیم به ادامه پروژه

۷-۷-۴- ریسک و تمهیدات مقابله‌ای

- ریسک سیاسی در رابطه با تأخیرها و احتمال تعلیق ساخت: اقدامات مقابله‌ای باید توسط مراجع مربوطه انجام شود.
- عدم توجه کافی به نگرانی‌های محیط‌زیستی ممکن است پذیرش پروژه توسط ساکنان محلی یا مراجع را به خطر بیندازد: باید به درخواست‌های مطرح‌شده در مشاوره‌های عمومی توجه کافی شود. پیشنهاد طراحی باید تمام الزامات فنی و محیط‌زیستی قانونی را برآورده کند.
- اعتراض به نقض الزامات رویه‌های قانونی: باید از کمک مشاوران حقوقی استفاده شود (بررسی اسناد قانونی، سازمان‌دهی رویه‌ها و غیره).
- مسائل مربوط به خرید زمین: مذاکرات باید در اسرع وقت آغاز شود تا اطمینان حاصل شود که زمین تا حد امکان به صورت دوستانه خریداری می‌شود.

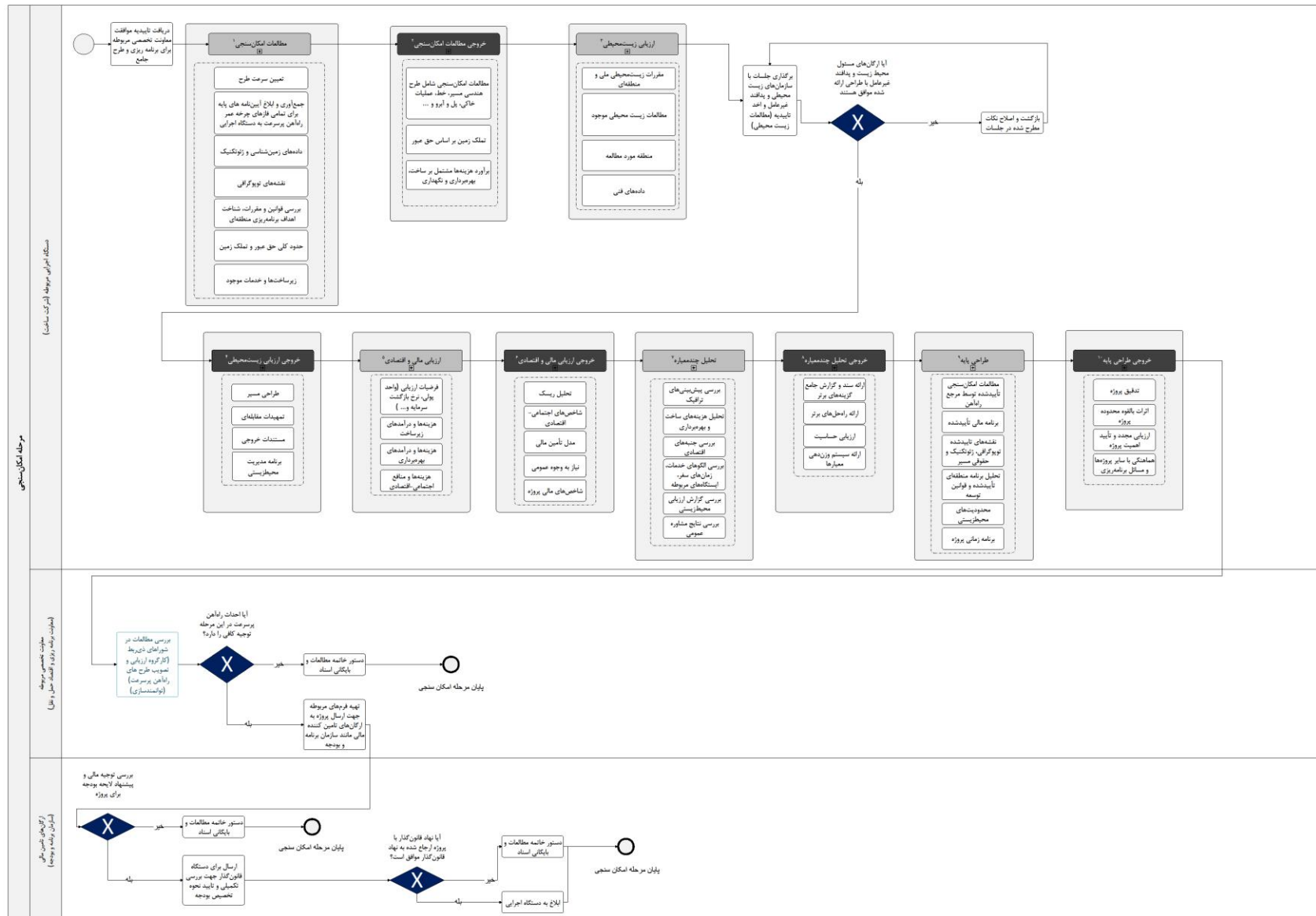
۸-۷-۴- جنبه‌های مالی

- هزینه
- هزینه‌های متحمل‌شده در این مرحله به مقیاس پروژه و شرایط کشور محل اجرای پروژه بستگی دارد.
- تأثیرات عمده بر هزینه پروژه
- علاوه بر هزینه‌های اضافی پروژه ناشی از ملاحظات محیط‌زیستی در مرحله طراحی پایه، هزینه‌های بیشتری نیز ممکن است در مراحل رویه‌های قانونی تحمیل شود. در بیشتر موارد، این هزینه‌ها را می‌توان به دلیل توجه بیشتر مالک پروژه به مسائل محیط‌زیستی نسبت داد:
- ✓ چه به‌عنوان نتیجه یک تصمیم عمدی از سوی مالک، برای مثال هزینه‌های اضافی برای زمین‌های خریداری‌شده از طریق مذاکرات دوستانه
- ✓ یا به عنوان یک الزام، برای مثال تغییرات در پروژه یا اقدامات جبرانی برنامه‌ریزی‌شده که توسط مرجع دولتی ابلاغ شده است.
- نسبت هزینه‌های اضافی متحمل‌شده در مرحله رویه‌های قانونی ممکن است بسته به تعدد بخش‌های طرف درخواست، میزان بسیج مخالفان پروژه و میزان تمایل مالک پروژه به انعطاف در برابر خواسته‌های مرتبط متفاوت باشد.

۸-۴- فرآیند بخش امکان‌سنجی پروژه

مطالعات امکان‌سنجی بسیار گسترده‌تر از مطالعات پیدایش است و بنابراین نهادهای بیشتری در این مرحله درگیر خواهند بود. شکل ۴-۱ روند حاکم برای مطالعات امکان‌سنجی پروژه را با نگاه فرآیندی و تعیین نقش نهادهای مرتبط ارائه نموده است. انجام فعالیت‌های این مرحله از پروژه با دستگاه اجرایی مربوطه در تعامل با مالک پروژه (پیشنهاد شرکت ساخت و توسعه زیربنای حمل‌ونقل کشور) است. معاونت تخصصی مربوطه (معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد حمل‌ونقل) نقش نهاد ناظر و تاییدکننده مطالعات این مرحله را دارد. همچنین نیاز است تا در این مرحله حمایت ذی‌نفعان کاملاً جلب شده و ضرورت‌های اجرای راه‌آهن پرسرعت برای ذی‌نفعان آشکار شود.

علاوه بر نظارت و بررسی طرح توسط معاونت تخصصی مربوطه، نهادهای تخصیص دهنده بودجه (با تاکید بر ارگان‌های تامین مالی به‌ویژه راهبری سازمان برنامه و بودجه) و نهادهای قانون‌گذار پس از اتمام و تایید مطالعات، به بررسی توجیه پذیری طرح از دید اقتصادی و امکان تخصیص بودجه به طرح خواهند پرداخت. همچنین اولویت‌بندی اجرای طرح مشخص می‌شود. کاملاً مطلوب است که دستگاه اجرایی (با هماهنگی مالک پروژه) در مطالعات خود برنامه زمانبندی اجرا و تاریخ مطلوب آغاز پیاده‌سازی طرح راه‌آهن پرسرعت را مشخص کرده تا نهادهای قانون‌گذار دید روشن‌تری جهت اولویت‌بندی تخصیص بودجه به دست آورند.



شکل ۴-۱ روند مطالعات مرحله امکان‌سنجی پروژه

- ۱- ارجاع به ۲-۲-۴
- ۲- ارجاع به ۳-۲-۴
- ۳- ارجاع به ۳-۳-۴
- ۴- ارجاع به ۴-۳-۴
- ۵- ارجاع به ۳-۴-۴
- ۶- ارجاع به ۴-۴-۴
- ۷- ارجاع به ۳-۵-۴
- ۸- ارجاع به ۴-۵-۴
- ۹- ارجاع به ۳-۶-۴
- ۱۰- ارجاع به ۴-۶-۴

فصل ۵

مرحله طراحی

۵-۱- برنامه بهره‌برداری و نگهداری

۵-۱-۱- اهداف

۵-۱-۱-۱- توسعه برنامه نگهداری

- توسعه برنامه‌های مفهومی نگهداری در سطح برنامه برای تعریف تأسیسات نگهداری، شامل مکان، اندازه و فعالیت‌های هر تأسیسات.
- توسعه برنامه نگهداری زیرساخت، شامل فعالیت‌های بازرسی و نگهداری و فواصل زمانی (زمان یا مسافت پیموده‌شده، بسته به مورد) که به‌طور معمول برای زیرساخت راه‌آهن پرسرعت اعمال می‌شود. هدف این برنامه تعیین نیازمندی‌های تأسیسات زیرساخت، شامل فعالیت‌ها در هر سایت، نیازمندی‌های تجهیزات، و اندازه و مکان‌های تقریبی است.
- توسعه برنامه نگهداری ناوگان، شامل فعالیت‌های بازرسی و نگهداری و فواصل زمانی (زمان یا مسافت پیموده‌شده، بسته به مورد) که به‌طور معمول برای ناوگان راه‌آهن پرسرعت اعمال می‌شود. هدف این برنامه تعیین نیازمندی‌های تأسیسات ناوگان، شامل انواع تأسیسات، فعالیت‌ها در هر یک از تأسیسات (شامل تجهیزات اصلی)، فرکانس مورد نیاز بازرسی و نگهداری، مکان تقریبی برای هر نوع تأسیسات، و زمان توقف ناوگان در هر مکان است.

۵-۱-۱-۲- توسعه برنامه بهره‌برداری

- توسعه مفاهیم بهره‌برداری برای راه‌آهن پرسرعت، شامل اهداف بهره‌برداری، پیکربندی خط اصلی، نظارت بر عملیات، نگهداری و تعمیر ناوگان.
- برنامه‌ریزی عملیاتی، که از تأیید مطالعات سطح برنامه و توصیه‌های پروژه منطقه‌ای برای بهینه‌سازی عملکرد سامانه از نظر تعداد مسافران و درآمد حمایت می‌کند.
- معیارهای طراحی برای بهره‌برداری، شامل مسیرهای بهره‌برداری، سرعت بهره‌برداری و محدودیت‌ها، ساعات بهره‌برداری، برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری و زمان توقف در ایستگاه، حالت‌های عادی و اضطراری بهره‌برداری، زمان بازیابی، فواصل بین قطارها، طول قطار و ظرفیت قطار.

۳-۱-۱-۵- برآورد هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری

هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری شامل هزینه‌های بهره‌برداری زیرساخت، هزینه‌های نگهداری و هزینه‌های بهره‌برداری خدمات است. هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری هر یک باید بر اساس برنامه‌های بهره‌برداری و نگهداری به موارد مختلف تقسیم شوند.

۲-۱-۵- نکات کلیدی

۱-۲-۵- تعریف مدل بهره‌برداری

در پروژه‌های راه‌آهن پرسرعت، سیاست بهره‌برداری باید در این مرحله، طراحی شود. توصیه می‌شود نهاد بهره‌بردار (اعم از دولتی یا خصوصی) مشخص و از ابتدا در طراحی و انتخاب تجهیزات مشارکت داشته باشد. تدارک ناوگان، آموزش رانندگان و اپراتورها و طراحی شبیه‌ساز آموزشی باید حداقل ۱۲ ماه پیش از بهره‌برداری مطابق با سند بهره‌برداری تدوین شده، آغاز شود. کلیه این موارد و همچنین سایر جزئیات و پیش‌نیازهای بهره‌برداری مطابق با اصول سازنده باید در سند بهره‌برداری به تفصیل مشخص و توافق شده و مطابق زمان‌بندی اجرا شود. در این مرحله، مدل‌های بهره‌برداری باید تعریف شوند تا برنامه‌های بهره‌برداری و نگهداری بر اساس مدل بهره‌برداری انتخاب‌شده توسعه یابند. چهار مدل مختلف بهره‌برداری قابل تعریف است:

- مدل بهره‌برداری انحصاری: با جدایی کامل بین خدمات پرسرعت و خدمات معمولی که هر کدام با زیرساخت خود مشخص می‌شود. یکی از مزایای اصلی این مدل این است که سازمان‌دهی بازار هر دو خدمات پرسرعت و معمولی به‌طور کامل مستقل است.
- مدل ترکیبی سرعت بالا: قطارهای پرسرعت هم روی خطوط جدید ساخته‌شده و هم روی بخش‌های ارتقاءیافته خطوط معمولی حرکت می‌کنند. این مدل هزینه‌های ساخت را کاهش می‌دهد، که یکی از مزایای اصلی آن است.
- مدل ترکیبی معمولی: برخی قطارهای معمولی روی زیرساخت پرسرعت حرکت می‌کنند. مزایای اصلی این مدل صرفه‌جویی در هزینه‌های خرید و نگهداری ناوگان و انعطاف‌پذیری برای ارائه خدمات پرسرعت میانی در برخی مسیرها است.
- مدل کاملاً ترکیبی: هر دو خدمات پرسرعت و معمولی می‌توانند (با سرعت‌های مربوطه خود) روی هر نوع زیرساخت حرکت کنند. این مدل حداکثر انعطاف‌پذیری در استفاده از زیرساخت را فراهم می‌کند، اما هزینه‌های نگهداری را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

۵-۱-۲-۲- اهداف نگهداری

- تضمین ایمنی سامانه
 - به حداقل رساندن خرابی‌ها (اتفاقی، نظام‌مند و غیره)
 - به حداکثر رساندن در دسترس‌پذیری
 - ارزیابی سطح ایمنی
 - امکان بازیابی سریع از اختلال
- نیازمندی‌های بهره‌برداری و نگهداری باید در مراحل اولیه طراحی در نظر گرفته شوند. تجربه نشان داده است که در بهره‌برداری از زیرساخت‌های پرسرعت، تطبیق‌های پسین زیرساخت گران‌تر از آن‌هایی است که در طول ساخت خط انجام می‌شوند.

۵-۱-۲-۳- سیاست‌های نگهداری

- مدیر نگهداری باید بین موارد زیر انتخاب کند:
- سرمایه‌گذاری در یک سامانه تشخیصی پیشرفته و به حداکثر رساندن کیفیت داده‌ها
 - محدود کردن نظارت، با ریسک افزایش عدم در دسترس‌پذیری خط
- حداقل دو سیاست نگهداری در دسترس است: نگهداری درمانی و نگهداری مبتنی بر شرایط (پیش‌بینانه). تجربه نشان داده است که هزینه‌های مرتبط با نگهداری درمانی بیشتر از هزینه‌های نگهداری مبتنی بر شرایط است.
- نگهداری زیرساخت، ناوگان و ایستگاه‌ها می‌تواند به صورت یکپارچه یا مجزا واگذار شود، اما باید در قالب SLA (موافقتنامه سطح خدمت)^۱ تعریف شود.

۵-۱-۲-۴- نیازمندی‌های نگهداری

- دسترسی به زیرساخت
- ✓ بهینه‌سازی دسترسی می‌تواند تأثیر مثبتی بر زمان دسترسی کارکنان نگهداری و دسترسی ارائه‌شده به خدمات نجات داشته باشد. جلوگیری از دسترسی اشخاص ثالث مهم است.
- دسترسی توصیه‌شده
- ✓ اتصال به خطوط دیگر

^۱ Service Level Agreement (SLA)

- ✓ دسترسی جاده‌ای: انبارهای نگهداری، پست‌های کنترل و عملیات، پست‌های برق، ایستگاه‌های پایه ارتباطات رادیویی، پل‌ها، تونل‌ها، خروجی‌های اضطراری و غیره.
- ✓ سایت‌های پارکینگ
- ✓ دسترسی کارکنان
- منطقه مونتاز برای ادوات تقاطع و انشعاب
- مسیرهای طولی برای کارکنان نگهداری
- روشنایی توصیه‌شده در مناطق خارج از تونل‌ها، مناطق انشعاب مسیر، انبارهای نگهداری و غیره.
- انبارهای نگهداری: انبارهای اضطراری برای مواد؛ انبار نگهداری سبک و انبار نگهداری کامل
- هنگامی که راه‌آهن پرسرعت به راه‌آهن موجود متصل می‌شود، باید توجه کافی به استفاده از تأسیسات نگهداری راه‌آهن موجود شود.
- دستگاه‌های آزمایش، قطعات فرسوده، قطعات یدکی و غیره.
- تجهیزات اضطراری، واحدهای کششی
- داده‌های RAMS
- هزینه‌های چرخه عمر

۵-۱-۲-۵- سطوح نگهداری

• سطوح نگهداری برای زیرساخت

- سطح ۱: در محل، تنظیم ساده، به عنوان مثال تنظیم سطح طولی و عرضی مسیر با افزایش ارتفاع بالشتک ریل؛ تنظیم زاویه و ارتفاع سیستم تماسی OCS.
- سطح ۲: مداخله تیم نگهداری برای جایگزینی برنامه‌ریزی شده قطعات معیوب، به عنوان مثال تقویت یا جایگزینی ریل‌های معیوب، تعمیر یا جایگزینی قطع‌کننده‌های معیوب. مداخلات نیاز به دستگاه‌های کنترل و در برخی موارد ابزارهای خاص دارند.
- سطح ۳: مداخله تیم تأمین‌کننده: پشتیبانی فنی، شناسایی خرابی و تعمیر ریل‌های سوزن و ریل‌های اصلی معیوب یا سیم‌های تماس و بازوهای OCS معیوب.
- سطح ۴: کارهای سنگین جایگزینی و بازسازی، به عنوان مثال جایگزینی قطعات معیوب؛ جایگزینی کل OCS در بخش کشش.

• سطوح نگهداری برای ناوگان

- سطح ۱: بازرسی روزانه - جایگزینی، تنظیم و پرکردن قطعات آسیب‌دیده یا فرسوده آسان

- سطح ۲: بازرسی قطعات کلیدی، انجام آزمایش‌های عملکردی و بازرسی‌های ایمنی روی ناوگان، با تأکید بر سطح چرخ و محور
- سطح ۳: جداسازی، بازرسی و تعمیر سامانه‌های مهم ناوگان، با تأکید بر بوژی‌های EMU
- سطح ۴: جداسازی، بازرسی و تعمیر تمام سامانه‌های اصلی ناوگان و در صورت لزوم رنگ‌آمیزی مجدد بدنه واگن.
- سطح ۵: کارهای ارتقاء، جداسازی و ارتقاء ناوگان

۵-۱-۲-۶- خدمات نگهداری برای زیرساخت و ناوگان

فعالیت‌های نگهداری برای زیرساخت شامل نگهداری عمرانی و مسیر، نگهداری علائم و ارتباطات، نگهداری انرژی و الکترومکانیک است. خدمات نگهداری تأثیر قابل‌توجهی بر زمان بازیابی ترافیک در صورت اختلال دارند. این موضوع به موارد زیر بستگی دارد:

- در دسترس بودن کارکنان نگهداری
 - منابع لجستیکی
 - قراردادهای کمک فنی تأمین‌کنندگان
 - قراردادهای فرعی
- نگهداری یکپارچه زیرسامانه‌های مختلف، مانند داشتن یک تیم مدیریت مرکزی و یک واحد برنامه‌ریزی مرکزی زیرسامانه، می‌تواند تأثیر مثبتی بر قابلیت اطمینان و در دسترس‌پذیری خط داشته باشد.

۵-۱-۲-۷- هزینه‌های چرخه عمر

نگهداری تأثیر مستقیمی بر هزینه‌های چرخه عمر زیرساخت دارد و تأثیر غیرمستقیمی بر هزینه‌های بهره‌برداری ترابری و درآمدها دارد. چرخه عمر به طراحی، ساخت، ترافیک (تعداد قطار و سرعت بهره‌برداری)، سیاست نگهداری و شرایط آب‌وهوایی و غیره بستگی دارد.

۵-۱-۲-۸- ویژگی‌های بهره‌برداری

- سرعت یک مشخصه کلیدی راه‌آهن پرسرعت است.
- ✓ سرعت طراحی: یک پارامتر فنی که به‌طور عمده به زیرساخت مربوط می‌شود و شعاع قوس‌ها، زیرساخت، علائم، OCS و غیره را در مرحله طراحی تعیین می‌کند.
- ✓ سرعت بهره‌برداری: مربوط به مشخصات فنی و نحوه بهره‌برداری قطارها است.
- ✓ سرعت تجاری: با تقسیم طول خط بر کل زمان سفر محاسبه می‌شود.

- ظرفیت قطار: ظرفیت یک قطار (تعداد صندلی‌ها) به مشخصات فنی پیش‌بینی شده توسط سازنده و پیکربندی داخلی خاص توافق شده با خریدار بالقوه بستگی دارد.
- فاصله بین قطارها: تعداد خدمات در ساعت؛ بر اساس ظرفیت قطار و مدل علائمی
- برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری: به تقاضای مسافران بستگی دارد و بر ساعات نگهداری تأثیر می‌گذارد.
- تعداد کارکنان به ویژگی‌های ترافیک بستگی دارد.

۹-۲-۵- خدمات بهره‌برداری

خدمات بهره‌برداری باید عملیات ایمن و به موقع را تضمین کنند و زمان واکنش بهره‌برداران را در صورت بروز خطای پیش‌بینی نشده به حداقل برسانند.

۳-۱-۵- ورودی‌ها

- معیارهای طراحی
- معیارهای طراحی زیرساخت
- زیرسامانه‌ها
- زیرسامانه‌های اصلی در مراحل طراحی پایه و طراحی تفصیلی تعریف می‌شوند. بنابراین، فهرستی از تمام زیرسامانه‌ها و ویژگی‌های اصلی باید تهیه شود تا این مرحله اجرا شود. به عنوان مثال:
 - ✓ روسازی و مسیر، به عنوان مثال کیلومترهای خط، نوع ریل و روسازی (مسیر بالاستی یا بدون بالاست)
 - ✓ تأمین برق، به عنوان مثال تعداد و ویژگی‌های پست‌های برق، سامانه‌های الکترومکانیکی
 - ✓ ارتباطات و علائم
 - ✓ ویژگی‌های ناوگان
 - ✓ انبارهای نگهداری
- تعاریف باید به اندازه‌ای باشند که درک چرخه عمر هر عنصر پروژه را فراهم کنند.

• RAMS

- عملکرد یک شبکه پرسرعت تا حد زیادی به در دسترس‌پذیری خط بستگی دارد. در دسترس‌پذیری زمانی حتی مهم‌تر است که درآمدهای مالک زیرساخت و یا بهره‌برداران خط به‌طور مستقیم به سطح در دسترس‌پذیری بستگی دارد.

۴-۱-۵- خروجی‌ها

- مدل بهره‌برداری

- برنامه بهره‌برداری و نگهداری
- هزینه‌های برآوردشده بهره‌برداری و نگهداری

۵-۱-۵- ذی‌نفعان

- مراجع راه‌آهن
- بر راهبرد بهره‌برداری و نگهداری تأثیر می‌گذارند.
- شرکت مهندسی
- داده‌ها را جمع‌آوری می‌کند؛ برنامه بهره‌برداری و نگهداری را تهیه می‌کند.
- شرکت ریلی بهره‌برداری
- اطلاعاتی برای بهینه‌سازی بهره‌برداری راه‌آهن پرسرعت ارائه می‌دهد. بهتر است این نهاد در این مرحله به طور کامل مشخص باشد و در تهیه تجهیزات و طراحی بهره‌برداری، مشاوره و مشارکت خبرگی ارائه دهد.
- شرکت ریلی نگهداری
- اطلاعاتی برای بهینه‌سازی نگهداری راه‌آهن پرسرعت ارائه می‌دهد.
- سازندگان
- چرخه عمر زیرساخت‌ها را تعریف می‌کنند؛ وظایف نگهداری را تعریف می‌کنند.
- مسافران
- خدمات ترابری بهینه را تعیین می‌کنند؛ نیازمندی‌های فاصله بین قطارها را تعیین می‌کنند.
- مالکان زمین
- بر انبارهای نگهداری، دسترسی جاده‌ای و غیره (خرید زمین) تأثیر می‌گذارند.

۵-۱-۶- توانمندسازی

- مدل بهره‌برداری
- تصمیمات مربوط به مدل بهره‌برداری باید توسط مراجع راه‌آهن در مراحل اولیه طراحی تأیید شود، زیرا برنامه بهره‌برداری و نگهداری بر اساس مدل بهره‌برداری خواهد بود.
- هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری
- هزینه‌ها توسط مراجع راه‌آهن تأیید خواهند شد.

۷-۱-۵- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

• زمینه بازار

- افزایش قیمت‌ها منجر به افزایش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری می‌شود. افزایش قیمت‌های بالقوه باید در برآورد هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در نظر گرفته شود.

• فناوری راه‌آهن

- تجهیزات فنی نوظهور به‌موقع دردسترس نیستند؛ تجهیزات فنی به‌تدریج منسوخ می‌شوند. بنابراین باید از تجهیزات فنی موجود استفاده شده و از تجهیزاتی که در معرض خطر منسوخ‌شدن هستند، خودداری شود.

• استانداردهای طراحی

- تغییرات در استانداردها در طول چرخه عمر طراحی. پس از مرحله ساخت، معیارهای طراحی باید تأیید شود و برنامه بهره‌برداری و نگهداری بر اساس آن تنظیم شود.

۸-۱-۵- جنبه‌های مالی

اگرچه هزینه‌های سرمایه‌ای یک ملاحظه اصلی در تعیین امکان‌پذیری پروژه هستند، هزینه‌های بهره‌برداری، به‌همان اندازه مهم هستند، زیرا تأثیر بر درآمدها و بنابراین مازاد موجود برای بازپرداخت سرمایه خدمات را تعیین می‌کنند. در نتیجه، دقت بالایی لازم است تا برآوردهای واقع‌بینانه‌ای از این هزینه‌ها به‌دست آید.

۱-۸-۱-۵- هزینه‌های برآورده‌شده نگهداری و بهره‌برداری

دو نوع هزینه در نگهداری و بهره‌برداری راه‌آهن پرسرعت وجود دارد:

- هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری زیرساخت
- هزینه‌های بهره‌برداری خدمات

اگر زیرساخت و بهره‌برداری جداگانه باشند، هر دو نوع هزینه باید به طور جداگانه برآورد شوند. اگر زیرساخت و بهره‌برداری یکپارچه باشند، هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری باید به طور کلی برآورد شوند. در هر صورت، مهم این است که اطمینان حاصل شود تمام عناصری که هزینه‌هایی را ایجاد می‌کنند، در نظر گرفته شده‌اند.

هنگام محاسبه هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری، مهم است به یاد داشته باشید که زیرساخت با گذشت زمان فرسوده می‌شود و باید برای هزینه‌های نگهداری سنگین دوره‌ای در طول دوره مرجع در نظر گرفته شود. به طور مشابه، مانند مورد هزینه‌های سرمایه‌ای، هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری باید به اجزای خاص تقسیم شوند. سازه‌های بزرگ مهندسی با

هزینه‌های نگهداری بالا باید به طور جداگانه نشان داده شوند. هزینه‌های نگهداری متغیر به تعداد و نوع قطارهای مسافری و باری بستگی دارد.

• هزینه‌های برآوردشده بهره‌برداری و نگهداری زیرساخت

- این دسته شامل هزینه‌های نیروی کار، انرژی و مصالح و غیره است که به دلیل نگهداری و بهره‌برداری روزانه مسیرها، پایانه‌ها، ایستگاه‌ها، سامانه تأمین انرژی و سامانه‌های علائمی ایجاد می‌شود. برخی از این هزینه‌ها ثابت هستند و بر اساس بهره‌برداری‌هایی هستند که به طور معمول مطابق با استانداردهای فنی و ایمنی انجام می‌شوند. در موارد دیگر، مانند نگهداری مسیر و نگهداری تأسیسات کشش برقی و برق بالاسری، هزینه‌ها تحت تأثیر شدت ترافیک قرار می‌گیرند. این هزینه‌ها به طور دوره‌ای بر اساس برنامه‌های زمان‌بندی شده مربوط به استهلاک دارایی‌ها ایجاد می‌شوند.

• هزینه‌های برآوردشده بهره‌برداری خدمات

- هزینه‌های بهره‌برداری خدمات راه‌آهن پرسرعت را می‌توان به چهار دسته اصلی تقسیم کرد: مانور و بهره‌برداری قطار (به‌طور عمده هزینه‌های نیروی کار)، نگهداری ناوگان و تجهیزات، انرژی و فروش و مدیریت.

- این هزینه در بین بهره‌برداران راه‌آهن بسته به سطح ترافیک مورد انتظار متفاوت بوده و به‌طور عمده شامل هزینه‌های نیروی کار برای فروش بلیط و ارائه اطلاعات در ایستگاه‌های راه‌آهن است. هزینه‌های نگهداری ناوگان (شامل نیروی کار، مصالح و قطعات یدکی) به طور غیرمستقیم تحت تأثیر تقاضا (اندازه ناوگان) قرار می‌گیرند و عمدتاً تحت تأثیر استفاده از قطار هستند، که می‌توان آن را با محاسبه کل مسافت پیموده‌شده هر سال توسط هر قطار برآورد کرد.

۲-۸-۱-۵- اقلام اصلی هزینه

• اقلام هزینه نگهداری

هزینه‌های نگهداری اصلی شامل هزینه‌های نیروی کار، هزینه‌های ادوات، هزینه‌های قطعات یدکی و غیره در رابطه با موارد زیر است:

- نگهداری زیرساخت
 - ✓ ابنیه و مسیر
 - ✓ تأمین و توزیع برق
 - ✓ علائم و ارتباطات
- نگهداری ناوگان و تجهیزات
 - ✓ نگهداری جاری

✓ نگهداری اساسی

✓ نظافت

• اقلام هزینه بهره‌برداری

هزینه‌های بهره‌برداری اصلی شامل هزینه‌های نیروی کار، هزینه‌های انرژی، هزینه‌های فروش، هزینه‌های مدیریت و غیره در رابطه با موارد زیر است:

- بهره‌برداری قطار

✓ خدمه قطار

✓ مصرف انرژی

✓ مرکز کنترل

- خدمات به مشتریان

✓ کارکنان خدمات داخل قطار

✓ بهره‌برداری ایستگاه

✓ سامانه بلیط‌دهی و رزرو

✓ فروش تلفنی یا پیشخوان

✓ تبلیغات و ترویج

- بیمه، مالیات، حق دسترسی

✓ بیمه و دعاوی

✓ مالیات بر املاک

✓ هزینه‌های حق عبور و استفاده از مسیر

۳-۸-۱-۵- درآمد برآوردشده

محاسبه درآمد باید بر اساس تقاضای پیش‌بینی‌شده و فرضیات دقیق درآمد باشد. درآمدهای حاصل از پروژه‌های زیرساخت راه‌آهن شامل درآمدهای بهره‌برداری (هزینه‌های دسترسی به خطوط راه‌آهن، هزینه‌های جبرانی برای بهره‌برداری و نگهداری زیرساخت راه‌آهن، سایر درآمدها) و ارزش دارایی‌های جایگزین‌شده است.

۵-۲- طراحی تفصیلی

۵-۲-۱- اهداف

۵-۲-۱-۱- تعریف دقیق راه حل منتخب

هدف از مرحله طراحی تفصیلی دستیابی به تعریف دقیق تری از تمام پارامترها و انتخاب‌های فنی، معماری و منظرسازی مورد نیاز برای اجرای کارها است. به طور خاص، اهداف اصلی این مرحله عبارت است از:

- نهایی کردن مشخصات فنی، نقشه‌ها و موقعیت فعالیت‌های عمرانی مختلف
- نهایی کردن مسیرهایی خطوط مختلف تأمین برق و کانال‌های زهکشی (بر اساس شبکه‌های موجود)
- نهایی کردن شرایط عمومی و مشخصات فنی مورد نیاز برای تأمین الزامات بهره‌برداری
- شناسایی رابط‌های بین اقلام مختلف تجهیزاتی و تاسیساتی

۵-۲-۱-۲- تعیین مرزهای نهایی خرید زمین

پس از توافق بر روی طراحی تفصیلی پروژه، مرزهای خرید زمین می‌توانند به طور دقیق تعریف شوند.

۵-۲-۱-۳- برآورد هزینه‌های دقیق پروژه

مقادیر مصالح مورد استفاده و تجهیزات نصب‌شده محاسبه می‌شوند تا طراح بتواند هزینه پروژه را برآورد کند. برآوردهای دقیق بر اساس عناصر فنی سازگار انجام می‌شوند: مطالعات، آزادسازی حق عبور و انطباق املاک، مهندسی عمران، تجهیزات راه‌آهن و غیره. در صورت لزوم، برآوردها می‌توانند به هزینه‌های مورد انتظار برای هر مرحله اجرایی تقسیم شوند. همچنین برای مدیریت صحیح

۵-۲-۲- نکات کلیدی

۵-۲-۲-۱- یکپارچه‌سازی سامانه

یکپارچه‌سازی سامانه دیدگاه سامانه‌محور از کل پروژه را ارائه می‌دهد تا انسجام طراحی داخلی در تمام سامانه‌های درگیر را تضمین کند: خط، مسیر، سازه‌ها، علائم، ارتباطات، برق‌رسانی، ساختمان‌ها و غیره. الزامات هر یک از سامانه‌ها در مرحله طراحی پایه، همراه با فصول مشترک مورد نیاز، شناسایی می‌شوند.

اهداف مرحله طراحی تفصیلی به شرح زیر است:

- بررسی و توصیف دقیق تمام الزامات قابل اعمال برای کل راه‌آهن پرسرعت و تخصیص به زیرسامانه‌ها

- طراحی تفصیلی و مشخصات فنی برای هر زیرسامانه، که باید اهداف توصیف‌شده در الزامات را برآورده کند
 - طراحی جزئی محورهای مربوطه و فصول مشترک مرتبط با آنها
 - تایید تعامل بین الزامات، مشخصات طراحی و فصول مشترک
- روش‌های آزمایش و راه‌اندازی نیز باید در طول یکپارچه‌سازی سامانه مطابق با نیازمندی‌های سطح بالای سامانه راه‌آهن پرسرعت ایجاد شوند.

۲-۲-۵- تطابق با استانداردها، قوانین و مقررات

طراح زیرساخت جدید باید اطمینان حاصل کند که با استانداردها و مقررات فعلی در مورد فناوری، ایمنی، تعامل‌پذیری، محیط‌زیست، توسعه پایدار و غیره مطابقت دارد.

• برنامه مدیریت پروژه برای طراحی

- برای اطمینان از رعایت این الزامات، طراح باید یک برنامه مدیریت پروژه تهیه کند که به طور خاص مشخص می‌کند چگونه روش‌های ارزیابی کیفیت و کنترل کیفیت سازمان‌دهی خواهند شد. برنامه مدیریت پروژه (یا برنامه تضمین کیفیت) باید بر اساس اصول مندرج در ISO 9000، ISO 9001، ISO 9004، ISO/TR 10013، ISO 14001، OHSAS 18001 و غیره باشد.

• بررسی‌های پروژه

- بررسی‌های پروژه باید در جلسات دوره‌ای گروه‌های افراد واجد شرایط و متخصصان انجام شود تا:
 - ✓ تحلیل کامل و دقیق کارهای انجام‌شده انجام شود،
 - ✓ بررسی شود که آیا اهداف برآورده شده‌اند،
 - ✓ اقدامات پیشگیرانه یا اصلاحی سفارش داده شود،
 - ✓ توصیه‌ها و پیشنهادات در پایان فرآیند بررسی صادر شود.

• بررسی مطالعات طراحی

- سطوح مختلفی که به طور کلی برای بررسی طراحی پروژه‌های خط جدید اعمال می‌شوند به شرح زیر است:
 - ✓ بررسی‌های داخلی: توسط خود شرکت طراحی در دو بخش انجام می‌شوند: بررسی‌ها توسط شخصی که کار را انجام داده است و توسط فردی که در فرآیند طراحی مشارکت نداشته است.
 - ✓ بررسی‌های خارجی: توسط سازمانی غیر از سازمانی که برای طراحی پروژه مأمور شده است، انجام می‌شوند.
 - ✓ سایر توصیه‌ها: سایر سازمان‌ها (متخصصان فنی، نهادهای ارزیابی واجد شرایط و غیره) نیز در طول کار بر روی طراحی تفصیلی توصیه‌هایی ارائه می‌دهند.

• ممیزی‌ها

- ممیزی‌های داخلی یا خارجی به صورت نظام‌مند یا تصادفی انجام می‌شوند تا اعمال صحیح روش‌های تضمین کیفیت را تأیید کنند.

۳-۲-۵- مدیریت الزامات

• تعریف

- فرآیند مستندسازی، تحلیل، پایش، اولویت‌بندی و توافق بر روی الزامات و همچنین مدیریت تغییرات و ارتباط با اعضای پروژه و ذی‌نفعان مربوطه است. این یک فرآیند مستمر در طول چرخه عمر کل پروژه است. فرآیند مدیریت الزامات در طول چرخه عمر پروژه و براساس ارتباط دوطرفه بین انتظارات ذی‌نفعان، الزامات مشتری، الزامات فنی، الزامات زیرسامانه و اجزاء، اسناد طراحی و برنامه‌ها و روش‌های آزمایش است.

• فعالیت‌ها

- جمع‌آوری اطلاعات از:
 - ✓ اسناد قراردادی
 - ✓ مطالعات امکان‌سنجی و سایر مطالعات
 - ✓ محدودیت‌های محیط‌زیستی
 - ✓ نیازهای کاربران
 - ✓ تجربیات گذشته و فعلی
- افراز:
 - ✓ الزامات عمودی: الزامات هر زیرسامانه خاص شناسایی می‌شوند: مسیر، عملیات خاکی، خط، علائم، برق‌رسانی، ناوگان و غیره.
 - ✓ الزامات افقی: مربوط به کارایی کلی سامانه پرسرعت شامل رویه‌های بهره‌برداری، ظرفیت، برنامه‌های زمان‌بندی، اثرات محیط‌زیستی، سر و صدا، ایمنی، قابلیت اطمینان و غیره است.
- پایش:
 - ✓ همان‌طور که هر الزامی مستند می‌شود، پایش دوطرفه آن نیز باید ثبت شود. هر الزامی باید به یک الزام مادر در یک سند پایه مرتبط شود که برای برآورده‌سازی انتظارات ذی‌نفعان مربوطه است. الزاماتی بدون ارتباط، منجر به طرحی می‌شوند که اهداف را برآورده نمی‌کند و بنابراین معتبر نیست. برعکس، الزامات سطح پایین‌تر که نمی‌توانند به الزامات سطح بالاتر متصل شوند، نشان‌دهنده طراحی بیش از حد غیرضروری هستند.

۴-۲-۵- نقشه‌های طراحی تفصیلی

یادداشت‌های محاسباتی و نقشه‌های تفصیلی باید در این مرحله، با توجه ویژه به عناصر زیر تهیه شوند:

- نقشه‌های پلان مسیر و انشعابات که شامل پلان افقی، پروفیل، نقشه طراحی ایستگاه و محوطه و غیره می‌شود.
- نقشه‌های عملیات خاکی که شامل مقطع عرضی معمولی، مقاطع عرضی خاکریز بلند و خاکبرداری عمیق، مکان‌های خاص و غیره می‌شود.
- برنامه مدیریت یکپارچه مصالح و نقشه پهنه‌بندی تعادل خاکی مسیر که شامل نمودار تعادل خاکبرداری و خاکریزی، تعیین کمی و مکانی احجام خاکبرداری و خاکریزی به تفکیک کیلومتر، قابلیت استفاده مجدد مصالح، جانمایی دیوهای موقت و دائم، معادن قرضه و مسیرهای حمل پیشنهادی بوده و مبنای کنترل و به‌روزرسانی احجام در فاز ساخت به‌منظور جلوگیری از انباشت مازاد و غیرضروری مصالح در اراضی مجاور قرار گیرد.
- پل‌ها و آبروها که شامل نقشه‌های تفصیلی برای پل‌ها و آبروها، پایه‌ها، دیواره‌ها، فونداسیون‌ها، سازه‌های خاص و غیره می‌شود.
- تونل‌ها (درگاه، کمکی و اضطراری، تهویه و غیره) که شامل نقشه تونل، پروفیل تونل، مقطع عرضی بدنه تونل، نقشه درگاه، پروفیل و مقطع عرضی درگاه، شفت و دسترسی، تهویه عملیاتی، روشنایی، دسترسی اضطراری و غیره می‌شود.
- زهکشی عمودی و افقی که شامل زهکشی برای خاک‌برداری، زهکشی برای تونل‌ها، زهکشی برای ایستگاه‌ها، زهکشی برای پل‌ها و آبروها و غیره می‌شود.
- برنامه پایش و مدیریت فعال آب‌های زیرزمینی و سطحی (شبکه پایش مستمر سطح آب زیرزمینی در محدوده مسیر، حریم ژئوتکنیکی و مناطق حساس مجاور (از جمله اراضی کشاورزی، سکونت‌گاه‌ها و تأسیسات حیاتی)، پایش آب‌های سطحی و رواناب‌ها به‌ویژه در بازه‌های بارش فصلی و حوادث حدی، تحلیل برهم‌کنش عملیات خاکی بزرگ‌مقیاس (نظیر حفاری تونل‌ها، اجرای خاکریزهای مرتفع، گودبرداری‌ها و زهکشی‌های طولی) با رژیم هیدروژئولوژیکی منطقه و به‌روزرسانی مستمر مدل‌های پیش‌بینی نشست و پایداری زمین، تدوین و اجرای برنامه مدیریت ریسک ژئوتکنیکی و هیدرولوژیکی و ...)
- روسازی که شامل روسازی مسیر و موارد مرتبط می‌شود.
- ارتباطات که شامل نقشه‌های طرح‌بندی شبکه ارتباطی، خطوط ارتباطات راه‌دور، مرکز ارتباطات، شبکه ارتباطی برای ایستگاه‌ها، سامانه ارتباطات بی‌سیم دیجیتال، نمودارهای پایه برای سازمان‌دهی کانال‌های ارتباطی و غیره می‌شود.
- علائم که شامل اینترلاکینگ، کنترل قطار، کنترل ترافیک متمرکز، سامانه نظارت و پایش متمرکز و غیره می‌شود.

- تأمین و توزیع برق که شامل سیم‌کشی اصلی، نقشه کلی، نقشه خلاصه برای شبکه‌های تأسیسات، نمودارهای تک‌خطی سویچ‌گیر پست‌های برق، نقشه برای ساختمان‌های تولیدی، نقشه حفاظت از صاعقه و زمین‌کردن، کابل‌کشی، نصب تجهیزات اصلی، سامانه کنترل نظارتی و جمع‌آوری داده (اسکادا)^۱ و غیره می‌شود.
- سامانه خط تماس هوایی که شامل نقشه OCS برای ایستگاه، پایانه، بلاک و تونل، نقشه‌های سامانه تأمین برق، نصب تجهیزات و غیره می‌شود.
- تأسیسات راه‌آهن (در ایستگاه‌ها، ساختمان‌های نگهداری و غیره) که شامل نقشه انبارهای نگهداری کلی، نقشه‌های کلی پایگاه EMU (پست)، تأسیسات در ایستگاه و غیره می‌شود.
- تأسیسات و تجهیزات ایمنی که شامل خروجی اضطراری، علائم و نشانه‌های اضطراری، روشنایی اضطراری، تشخیص و اطفاء حریق، دوربین‌های مداربسته، تجهیزات امنیتی، سامانه تشخیص نفوذ و غیره می‌شود.
- اقدامات حفاظت محیط‌زیستی (گذرگاه‌های حیوانات، صفحات صوتی، حوضچه‌های ته‌نشینی و غیره)
- حصارکشی و کارهای تکمیلی
- جاده‌های دسترسی و تقاطع‌های زیرساخت
- پل‌های هوایی و زیرگذرها
- مرزهای تملک زمین

۳-۲-۵- ورودی‌ها

- طراحی پایه
- طراحی تفصیلی بر اساس آخرین مطالعات انجام‌شده، یعنی طراحی پایه انجام می‌شود.
- استانداردها، قوانین و مقررات قابل اعمال
- الزامات RAMS
- یکی از جنبه‌های اساسی طراحی تفصیلی، الزامات RAMS است و طراح باید بتواند نشان دهد که طراحی تفصیلی این نیازمندی‌ها را برآورده می‌کند.
- نتایج ملاحظات حقوقی
- بسته به یافته‌های تحقیقات در مورد سودمندی عمومی پروژه، ممکن است مطالعات بیشتری قبل از شروع کار بر روی طراحی تفصیلی لازم باشد.
- ارزیابی تأثیر محیط‌زیستی

^۱ SCADA

- نتایج ارزیابی تأثیر محیط‌زیستی (EIA) و به ویژه برنامه مدیریت محیط‌زیستی باید در طراحی تفصیلی در نظر گرفته شود.

• داده‌های فنی

- برای پیش‌برد طراحی از مرحله پایه به مرحله تفصیلی، داده‌های بیشتری در زمینه‌های زیر باید جمع‌آوری شوند:
 - ✓ تحقیقات زمین‌شناسی و ژئوتکنیک
 - ✓ بررسی‌های توپوگرافی و نقشه‌برداری پایه
 - ✓ شناسایی تأثیر حق عبور و مالکان زمین
 - ✓ بررسی تأسیسات موجود
 - ✓ داده‌های محیط‌زیستی

۴-۲-۵- خروجی‌ها

• نقشه‌ها

- ویژگی‌های دقیق پروژه در مجموعه‌ای از نقشه‌ها در طراحی تفصیلی نشان داده می‌شوند.

• برآورد هزینه‌ها

- طراحی تفصیلی برای ارزیابی مقادیر مصالح مورد نیاز و فعالیت‌های ساخت واقعی در اجرای پروژه استفاده می‌شود. سپس از نقشه‌ها و فهرست مقادیر برای تولید هزینه‌های دقیق پروژه استفاده می‌شود.

• الزامات سامانه و فصول مشترک

- طراحی تفصیلی مجموعه‌ای کامل از الزامات را برای کل محدوده پروژه، از سطوح بالاتر جزئیات مورد نیاز در مرحله امکان‌سنجی تا توصیف‌های فنی زیرسامانه‌ها، تولید می‌کند.

• الزامات ارزیابی RAMS

- یک برنامه RAMS باید توسط طراح تهیه و به‌روز نگه داشته شود و باید اهداف RAMS پروژه را به وضوح بیان کند و یک ارزیابی پیش‌بینی‌شده از RAMS برای طراحی تفصیلی ارائه دهد.

• مشخصات فنی

- ویژگی‌های طراحی تفصیلی سازه‌هایی که باید ساخته شوند و تجهیزاتی که باید نصب شوند، در سندی به نام مشخصات فنی مشخص می‌شوند.

• معیارهای طراحی

- سند معیارهای طراحی تمام فرضیات طراحی را مرور می‌کند و استانداردها و مقررات استفاده‌شده در فرآیند طراحی را یادآوری می‌کند.

۵-۲-۵- ذی نفعان

• مرجع قرارداد

- فرآیند جمع‌آوری داده‌ها را آغاز می‌کند یا این وظیفه را به بخش مهندسی محول می‌کند. شرکت(های) مهندسی را برای انجام کارهای طراحی تفصیلی انتخاب می‌کند (برای قراردادهای رایج). سپس مرجع قرارداد بر خدمات ارائه‌شده توسط این شرکت‌ها نظارت می‌کند، نتایج آن‌ها را تأیید می‌کند و مالکیت فرآیند را برعهده می‌گیرد. در مورد قراردادهای طراحی-ساخت (یعنی DB، DBOM، DBFM)، مرجع قرارداد، گروه ساخت یا مهندسی را که کارهای طراحی تفصیلی را انجام می‌دهد انتخاب می‌کند و مسئولیت طراحی تفصیلی را به این گروه محول می‌کند.

• شرکت ساخت

- مسئولیت طراحی تفصیلی را به یک شرکت مهندسی محول می‌کند (در مورد قراردادهای طراحی-ساخت).
- شرکت مهندسی
- در جمع‌آوری داده‌ها مشارکت می‌کند. طراحی تفصیلی را تهیه می‌کند. سایر شرکت‌های مهندسی ممکن است برای کمک به مرجع قرارداد برای تأیید مستقل شرکت کنند.

۵-۲-۶- توانمندسازی

• تأیید مستقل

- طراحی تفصیلی باید توسط یک نهاد خارجی، معمولاً یک شرکت مهندسی مستقل، ممیزی شود.

• ارزیابی RAMS

- یک نهاد واجد شرایط مسئول اطمینان از برآورده شدن معیارهای RAMS است.
- تأیید رسمی توسط مرجع قرارداد
- در بیشتر موارد، مرجع قرارداد طراحی تفصیلی را بر اساس نظرات ممیز مستقل و نهاد مسئول ارزیابی RAMS به طور رسمی تأیید می‌کند. در برخی موارد، با این حال (به ویژه قرارداد DBFM)، مرجع قرارداد ممکن است مسئولیت طراحی تفصیلی را به گروه ساخت/مهندسی منتقل کند.

۵-۲-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

• کمبود داده‌های ورودی

- اگر کمبود داده‌های ورودی وجود داشته باشد یا اگر داده‌ها به اندازه کافی دقیق نباشند (داده‌های توپوگرافی ناکافی، بررسی‌های ژئوتکنیک ناقص، تجهیزات کلیدی تعیین‌نشده و غیره)، مقادیر تخصیص‌یافته ممکن است در

مرحله کارها (حق عبور، مقادیر مصالح) مورد چالش قرار گیرند. راه‌حل‌های فنی توصیه‌شده در طراحی تفصیلی نیز ممکن است مورد چالش قرار گیرند. بسیار مهم است که اطمینان حاصل شود داده‌های ورودی تا حد امکان کامل و دقیق هستند و با سطح جزئیات مورد نیاز در مطالعات طراحی تفصیلی مطابقت دارند.

• **راه‌حل‌های فنی نامناسب و یا هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده**

- با ارائه سطح بالاتری از جزئیات، طراحی تفصیلی ممکن است برخی از توصیه‌های ارائه‌شده در مرحله طراحی پایه را زیر سؤال ببرد. بنابراین، توصیه می‌شود که حاشیه‌های مناسب برای چنین عدم قطعیت‌هایی در مرحله طراحی پایه در نظر گرفته شود تا از افزایش بودجه و از غیرممکن شدن پروژه جلوگیری شود.

۸-۲-۵- جنبه‌های مالی

• **هزینه‌ها**

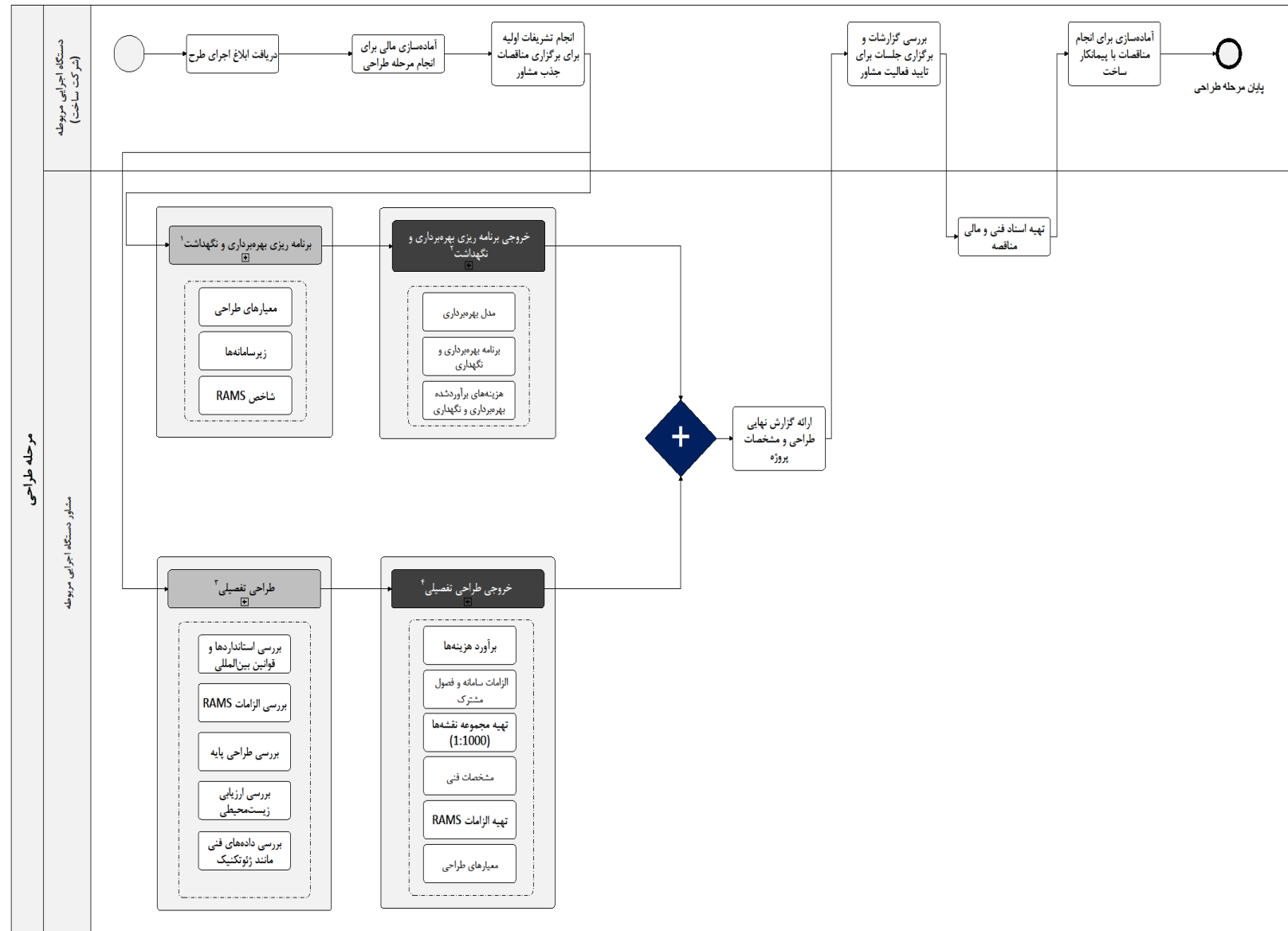
- هزینه‌ها به نوع پروژه (مشارکت عمومی-خصوصی، طراحی-ساخت و غیره) بستگی دارد.

• **تأثیر بر هزینه‌های پروژه**

- جزئیات هزینه‌های نهایی در پایان مرحله طراحی تفصیلی بسیار دقیق می‌شوند. هرچه طراحی تفصیلی گسترده‌تر باشد، عدم قطعیت‌های کمتری در مورد هزینه‌های کار باقی می‌ماند.

۳-۵- فرآیند بخش طراحی پروژه

شکل ۵-۱ روند حاکم برای مطالعات طراحی پروژه را با نگاه فرآیندی و تعیین نقش نهادهای مرتبط ارائه نموده است. انجام فعالیت‌های این مرحله از پروژه با دستگاه اجرایی مربوطه (پیشنهاد شرکت ساخت و توسعه زیربنای حمل‌ونقل کشور) در تعامل با مالک پروژه است. به‌طوری‌که پس از انجام تشریفات موردنیاز برای انتخاب مشاور طراحی پروژه، انجام این مطالعات توسط مشاور تخصصی با دو رویکرد اصلی برنامه‌ریزی بهره‌برداری و نگهداشت و نیز مطالعات طراحی تفصیلی انجام خواهد پذیرفت. خروجی این مرحله از مطالعات مشتمل بر نقشه‌ها، برآورد دقیق هزینه‌ها، الزامات سامانه‌ها و فصول مشترک مرتبط با آن‌ها، الزامات ارزیابی RAMS، مشخصات فنی و معیارهای طراحی خواهد بود.



شکل ۵-۱ روند مطالعات مرحله طراحی پروژه

۱- ارجاع به ۳-۱-۵

۲- ارجاع به ۴-۱-۵

۳- ارجاع به ۳-۲-۵

۴- ارجاع به ۴-۲-۵

فصل ٦

مرحله ساخت

۶-۱- برنامه‌ریزی ساخت

۶-۱-۱- اهداف

هدف از برنامه‌ریزی ساخت، یافتن بهترین روش برای سازمان‌دهی کارهای تولیدی پروژه و نظارت بر فرآیندها به‌منظور اطمینان از کنترل تمام مراحل ساخت و رعایت مهلت‌های کلیدی است. این برنامه‌ریزی امکان زمان‌بندی وظایف مختلف را فراهم می‌کند و ابزاری ضروری برای توافق بر سر تقسیم وظایف و ترکیب آن‌ها و همچنین نظارت بر مسیر بحرانی است. این برنامه به‌عنوان مبنایی برای انعقاد قراردادها عمل می‌کند و تمام محدودیت‌هایی که باید برای اطمینان از اجرای به‌موقع پروژه در نظر گرفته شوند را مشخص می‌کند. همچنین، این برنامه اطمینان می‌دهد که تاریخ راه‌اندازی پروژه مطابق برنامه رعایت خواهد شد.

۶-۱-۲- نکات کلیدی

۶-۱-۲-۱- برنامه‌ریزی ساخت

برنامه‌ریزی ساخت بخشی از برنامه‌ریزی کلی پروژه است. ساخت بخش بزرگی از فرآیند کلی توسعه یک پروژه خط جدید را تشکیل می‌دهد. این فرآیند در قالب یک برنامه کلان ارائه می‌شود. برنامه کلان از مرحله مطالعه امکان‌سنجی تدوین می‌شود و باید شامل رویه‌های مختلف، تملک زمین، تحویل ناوگان، آموزش پرسنل آینده، تحویل منبع تغذیه و تمام داده‌های خارجی که ممکن است بر پروژه تأثیر بگذارند، باشد. برنامه‌ریزی ساخت یک ابزار مدیریتی واقعی برای مدیر پروژه است که به او امکان می‌دهد در هر زمان دیدگاهی روشن از پیشرفت کارهای ساخت داشته باشد و او را از هرگونه تأخیری که ممکن است بر تاریخ راه‌اندازی پیش‌بینی شده تأثیر بگذارد، مطلع کند.

۶-۱-۲-۲- فعالیت‌های بحرانی

• عملیات خاکی زمان‌بر است

به‌طور کلی، دو فصل خشک برای تکمیل عملیات خاکی مورد نیاز است: در فصل اول، بیشتر حجم کار انجام می‌شود و فصل دوم برای عملیات تکمیلی است. اگر مدت زمان پروژه محدود باشد، می‌توان از روش‌های دیگری برای کاهش زمان ساخت به حد قابل قبول استفاده کرد.

• حفاری تونل می‌تواند یک فعالیت بحرانی باشد

ساخت تونل‌های طولانی زمان‌بر است. عملیات حفاری تونل به روش مورد استفاده بستگی دارد.

• ساخت پل می‌تواند یک فعالیت بحرانی باشد

پل‌هایی با ساختار یا فناوری پیچیده می‌توانند عاملی کلیدی در پیشرفت پروژه باشند. گاهی اوقات یک پل بلند نیز می‌تواند یک وظیفه بحرانی باشد.

• سازماندهی کارهای روسازی یک عامل کلیدی است

انتخاب مکان پایگاه‌های کاری و روش انجام کارهای روسازی برای بسته‌های کاری و تاریخ‌های تحویل آن‌ها بسیار مهم است. برای زمان‌بندی کارهای روسازی، ابتدا باید مدت زمان آزمایش‌ها و راه‌اندازی مشخص شود، آخرین تاریخ‌های تکمیل کارهای عمرانی در رابطه با راهبرد انتخاب‌شده برای کارهای خطی شناسایی شود و آخرین تاریخی که این کارها باید بر اساس مدت زمان بسته‌های کاری شروع شوند، تعیین شود. از این طریق می‌توان مهلت‌های لازم برای اطمینان از آزادسازی تمام املاک مورد نیاز و تکمیل رویه‌های اجباری را تعیین کرد.

• سامانه الکترومکانیکی می‌تواند یک عامل کلیدی باشد

زمان‌بندی ساخت و نصب تجهیزات ارتباطی، علائمی و انرژی بسیار مهم است.

۳-۲-۱-۶- سایر فعالیت‌ها

برای تکمیل یک خط و راه‌اندازی موفق آن در زمان مقرر، هماهنگی نزدیک بین تخصص‌های مختلف که در آماده‌سازی خط برای بهره‌برداری نقش دارند، ضروری است. عوامل مهم در این زمینه شامل خرید ناوگان، استخدام و آموزش رانندگان و کارکنان قطار، ساخت تأسیسات نگهداری ناوگان و زیرساخت‌ها، تطبیق ساختمان‌های ایستگاه‌های موجود یا ساخت ساختمان‌های ایستگاه جدید (اغلب خطوط قبل از ایستگاه‌ها تکمیل می‌شوند) است.

۴-۲-۱-۶- استفاده از ابزارهای مناسب در برنامه‌ریزی زمان‌بندی ساخت

سه دسته اصلی از وظایف باید در فرآیند برنامه‌ریزی ساخت زمان‌بندی شوند و هر کدام به ابزارهای متفاوتی نیاز دارند:

- در مرحله اول، رویه‌های مقدماتی و مجوزها، مطالعات دقیق و وظایف کلی که برای تمام خطوط اعمال می‌شوند، باید تحت یک فرآیند برنامه‌ریزی از نوع PERT یا CPM قرار گیرند تا وظایف بحرانی و مهم‌تر از آن، ترتیب انجام آن‌ها مشخص شود.
- وظایف مرتبط با فعالیت‌های طراحی و عمرانی که ممکن است به صورت خطی یا با استفاده از نمودار گانت زمان‌بندی شوند و می‌توانند به تعداد تأسیسات مورد نیاز برای ساخت، تقسیم شوند.
- در نهایت، وظایف مرتبط با نصب خط و تجهیزات روی خط که برای آن‌ها برنامه‌هایی در قالب نمودارهای زنجیره‌ای زمانی مورد نیاز است.

۳-۱-۶- ورودی‌ها

• تملک زمین

لازم است رویه‌های تملک زمین زمان‌بندی شوند، زیرا این رویه‌ها تعیین می‌کنند که چه زمانی حق عبور لازم برای کار فراهم می‌شود و همچنین اطمینان می‌دهند که اگر حفاری‌های باستان‌شناسی لازم باشد، قبل از شروع کارگاه ساخت تکمیل شوند.

• مجوزها

تمام مجوزهای لازم برای شروع کار باید اخذ شوند. این مجوزها ممکن است مربوط به محیط‌زیست (حفاظت از آب و خاک، دوره‌های ممنوعه برای حفظ برخی گونه‌های جانوری و غیره)، مجوزهای قبلی در مورد مقررات ایمنی (پرونده ایمنی، تأیید بازرسی کار و غیره) و مجوز ساخت باشند.

• طراحی تفصیلی

طراحی تفصیلی تأییدشده به‌عنوان مبنای برنامه‌ریزی ساخت عمل می‌کند.

• خروجی انبارهای کاری

خروجی انبارها در سایت‌های مختلف باید مشخص باشد، عاملی که به‌ویژه برای کارهای روسازی و ساخت پل که بسیار زمان‌بر هستند، مهم است.

• بسته‌های کاری

هنگام زمان‌بندی عملیات کاری مختلف، ضروری است که این فعالیت‌ها به بسته‌های کاری تقسیم شوند، زیرا این کار نه تنها امکان کار موازی تخصص‌های مختلف روی بسته‌های کاری جداگانه را فراهم می‌کند، بلکه اطلاعاتی درباره مدت زمان هر وظیفه پایه نیز ارائه می‌دهد.

۴-۱-۶- خروجی‌ها

• برنامه‌ریزی زمان‌بندی ساخت

هر کار پایه‌ای می‌تواند در بهترین زمان ممکن زمان‌بندی شود، با یک مهلت تکمیل، تاریخچه آن و داده‌های ورودی برای نظارت، با در نظر گرفتن هرگونه حاشیه مرتبط.

• داده‌های مسیر بحرانی

داده‌های مسیر بحرانی برای تحلیل برنامه پیشنهادی و اعمال کنترل بیشتر بر فعالیت‌های مختلف حیاتی هستند.

• برنامه آزمایش‌ها و راه‌اندازی

قبل از شروع مرحله آزمایش‌ها و راه‌اندازی، لازم است که بیشتر کارها تکمیل شده باشند، از جمله اتصال منبع تغذیه برق تراکشن، پست‌های فرعی، ارتباطات و غیره، که همگی برای اولین آزمایش‌ها مورد نیاز هستند.

• زمان‌بندی و مدت زمان ساخت

زمان‌بندی مرحله ساخت و مدت زمان آن عوامل حیاتی در تعیین زمان تأمین مالی و تاریخ‌های پرداخت هستند.

۵-۱-۶- ذی‌نفعان

• مرجع قرارداد

برنامه کلان را ارائه می‌دهد و اهداف ساخت و شروع بهره‌برداری را تعیین می‌کند. این مرجع فرض می‌کند که تمام رویه‌های مقدماتی به‌موقع تکمیل و تمام مجوزها اخذ شده‌اند.

• مدیر زیرساخت

این مرجع به اتصالات با خطوط موجود (در صورت وجود) و آموزش پرسنل بهره‌برداری و نگهداری مربوط می‌شود. برنامه‌های بهره‌برداری و نگهداری خود را که به برنامه ساخت مرتبط هستند، تدوین می‌کند. همچنین مسئولیت اطمینان از خرید تجهیزات لازم برای نگهداری خط را بر عهده دارد.

• شرکت‌های راه‌آهن

این شرکت‌ها باید الگوهای خدمات آینده را پیش‌بینی کنند، دعوت به مناقصه برای ناوگان مورد نیاز را زمان‌بندی کنند و برای استخدام و آموزش پرسنل برنامه‌ریزی کنند.

• تولیدکنندگان ناوگان

در صورت نیاز، باید ساخت ناوگان جدید را با توجه به تاریخ‌های مشخص‌شده در برنامه کلان زمان‌بندی کنند.

• شرکت‌های مهندسی

این شرکت‌ها مسئول تهیه برنامه زمان‌بندی هستند. آن‌ها باید تمام داده‌های ورودی لازم را جمع‌آوری کنند و برنامه خود را با کار به‌عقب از مهلت‌های نهایی توسعه دهند. از این تحلیل، آن‌ها باید بتوانند تاریخ‌هایی را که مطالعات برای بسته‌های کاری عمرانی و تجهیزات باید تکمیل شوند تا از تأخیر در شروع کار واقعی جلوگیری شود، تعیین کنند.

• شرکت‌های پیمانکار

این شرکت‌ها باید مدت‌های زمان تخمین‌زده‌شده را در نظر بگیرند و منابع و نرخ کار خود را با حجم کار و زمان کلی موجود تطبیق دهند.

۶-۱-۶- توانمندسازی

• تأیید برنامه‌ها توسط مرجع قرارداد

ضروری است که مرجع قرارداد برنامه‌های زمان‌بندی تهیه‌شده توسط مدیر قرارداد را تأیید کند، زیرا سند حاصل ابزار ارتباطی مشترکی برای کل تیم پروژه خواهد بود.

۷-۱-۶- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

• خطا در تخمین مدت زمان

شناسایی مسیر بحرانی و در نظر گرفتن حاشیه‌های موقت برای هر یک از وظایف بحرانی

• عدم توجه به توالی

تحلیل روابط بین بسته‌های کاری مختلف، مدت زمان کار و محدودیت‌ها و تعیین منطقی توالی ساخت. تحلیل جدی فصل مشترک‌ها، به‌ویژه بین کارهای عمرانی و تجهیزات راه‌آهن (که برای آن‌ها یک برنامه مدیریت اشتراکی موردنیاز است)، از مرحله طراحی مقدماتی ضروری است.

۸-۱-۶- جنبه‌های مالی

یک برنامه زمان‌بندی خوب طراحی‌شده می‌تواند تأثیرات مثبتی بر هزینه‌های کلی ساخت داشته باشد. کارها باید تا حد امکان نزدیک به تاریخ راه‌اندازی انجام شوند تا پرداخت‌های بهره بر وجوه تأمین‌شده برای پروژه به حداقل برسد.

۲-۶- مدیریت ساخت

۱-۲-۶- اهداف

هدف اصلی، توسعه یک زیرساخت کامل است که با اهداف مدیریت ایمنی، کیفیت و محیط‌زیست مطابقت داشته باشد و در مهلت‌های تعیین‌شده انجام شود. ساخت راه‌آهن پرسرعت نه‌تنها شامل خط جدید، بلکه ارتباطات با شبکه راه‌آهن موجود، ایستگاه‌ها، پایانه‌ها، تأسیسات نگهداری، مرکز کنترل بهره‌برداری و ارتقای خطوط موجود را نیز در بر می‌گیرد. نظارت بر کارها باید اطمینان دهد:

- رویه‌های کنترل مشخص‌شده در برنامه تضمین کیفیت شرکت ساخت به‌درستی اعمال می‌شوند.
- برنامه مدیریت محیط‌زیست رعایت می‌شود.

۲-۲-۶- نکات کلیدی

۱-۲-۲-۶- تخصیص بسته‌های کاری

این امر به مهارت، توانایی و اندازه پیمانکاران، گستره جغرافیایی پروژه، دانش فنی و چشم‌انداز صنعتی بستگی دارد. مرجع قرارداد ممکن است تصمیم بگیرد که بسته‌های کاری مختلف را تعیین کند یا این کار را به طراح-سازنده واگذار کند تا تحت یک قرارداد طراحی و ساخت برای بخش عمده‌ای از خط جدید انجام دهد.

تقسیم وظایف ممکن است بر اساس موقعیت (به‌عنوان مثال عملیات خاکی از یک فاصله مشخص تا فاصله دیگر)، ساختارهای کاری پایه (پل، پل بلند، تونل و غیره) یا بر اساس حوزه فنی (خط، علائم، ارتباطات، خطوط برق بالاسری، ساختمان‌ها و غیره) انجام شود.

۲-۲-۲-۶- رویه مناقصه

قراردادها بر اساس دو مرحله متمایز منعقد می‌شوند:

• مرحله ۱: آماده‌سازی مناقصه

- دعوت به فراخوان
- تهیه اسناد پیش‌تأیید صلاحیت
- جلسه توجیهی پروژه
- ارزیابی پاسخ‌های فراخوان و پیش‌تأیید صلاحیت (اعمال معیارهای ارزیابی بر پاسخ‌های دریافت‌شده منجر به تهیه فهرست کوتاهی از پیشنهاددهندگان می‌شود که به مرحله مناقصه واقعی منتقل می‌شوند).
- تهیه اسناد مناقصه (اسناد مناقصه مناسب، درک پیشنهاددهندگان بالقوه از الزامات را بهبود می‌بخشد و به آن‌ها امکان می‌دهد پیشنهادهایی ارائه دهند که الزامات بیان‌شده را برآورده کنند)

• مرحله ۲: فرآیند مناقصه

- دعوت به مناقصه (درخواست پیشنهاد)
- صدور اسناد مناقصه
- رفع ابهامات و الحاقیه‌های مناقصه
- بررسی سایت
- باز کردن پیشنهادها
- ارزیابی پیشنهادها
- اعطای قرارداد

در برخی رویه‌های مناقصه، مرحله سومی نیز اضافه می‌شود. این مرحله شامل یک فرآیند تعاملی (گفت‌وگوی رقابتی) با دو یا سه پیشنهاددهنده، قبل از اعطای قرارداد واقعی است.

۳-۲-۲-۶- طراحی تفصیلی

طراحی نهایی آخرین مرحله در فرآیند طراحی خط جدید است. به طور کلی، این طراحی تحت مسئولیت شرکت ساخت انجام می‌شود. این طراحی از طراحی تفصیلی تهیه می‌شود و در آن اصلاحات و تطبیقات نهایی اعمال می‌شود. این طراحی به عنوان خط پایه برای ساخت استفاده می‌شود و باید برای بررسی مستقل ارائه شود.

۴-۲-۲-۶- مدیریت ایمنی

• تهیه برنامه ایمنی

برنامه ایمنی باید بر اساس قوانین ایمنی، برنامه اجرای پروژه و رویه‌ها تهیه شود. برنامه ایمنی باید شامل اهداف ایمنی، الزامات ایمنی، اقدامات ایمنی و منابع مورد نیاز باشد.

• آموزش ایمنی

آموزش ایمنی باید اطمینان دهد که تمام کارکنان در کارگاه ساخت به طور کامل از برنامه ایمنی و دانش ایمنی کار آگاه هستند.

• بازرسی ایمنی

بازرسی ایمنی باید در طول کل فرآیند ساخت انجام شود تا مشکلات ایمنی شناسایی، اقدامات اصلاحی انجام و ریسک‌های ایمنی حذف شوند.

۵-۲-۲-۶- مدیریت هزینه‌ها

مدیریت هزینه‌ها در طول ساخت به معنای کنترل هزینه‌ها در چارچوب بودجه تأییدشده پروژه و اصلاح هرگونه انحراف هزینه به موقع است. مدیریت هزینه‌ها شامل موارد زیر است:

- تعیین میزان منابع مورد نیاز و مدت زمان لازم بر اساس برنامه پروژه
- تخمین دقیق کل هزینه‌های تمام منابع مورد نیاز
- تهیه برنامه هزینه‌ها و تخصیص کل هزینه‌ها به هر بسته کاری
- کنترل هزینه‌ها به معنای مقایسه هزینه‌های بودجه‌ای کار انجام شده (BCWP) با هزینه‌های واقعی کار انجام شده (ACWP)، تحلیل دلایل انحراف هزینه و اتخاذ اقدامات اصلاحی متناسب است.

۶-۲-۲-۶- نظارت بر کارها

یکی از وظایف اصلی شرکت‌های مهندسی، ایجاد ساختاری برای نظارت بر کارها به نمایندگی از مرجع قرارداد، شامل مدیریت قرارداد و بازرسی‌های کمی و کیفی است. نظارت بر کارها شامل وظایف زیر است:

- اطمینان از اینکه کارهای در حال انجام با طراحی نهایی مطابقت دارند.
- اطمینان از اینکه اسناد تولیدشده توسط شرکت‌های ساخت با نیازمندی‌های قرارداد کار مطابقت دارند.
- اطمینان از اینکه کارها مطابق با مفاد قرارداد(های) کار از نظر کیفیت (فنی و اجرایی)، هزینه‌ها، زمان‌بندی‌ها و حفاظت محیط‌زیست (شامل اعمال برنامه تضمین کیفیت و برنامه مدیریت محیط‌زیست) انجام می‌شوند.
- صدور تمام دستورات خدمات و تهیه تمام سوابق لازم برای اجرای قرارداد(های) کار و انجام بازرسی‌های مشترک.
- سازماندهی و ریاست جلسات کارگاه.
- پیگیری پیشرفت کار و الگوهای هزینه.
- بررسی فاکتورهای تفکیک‌شده ارائه‌شده توسط شرکت‌های ساخت.
- کمک به مرجع قرارداد در مورد هرگونه اعتراضی که ممکن است توسط شرکت‌های ساخت در طول اجرای کار بیان شود.
- کمک به مرجع قرارداد در صورت بروز اختلافات در مورد اجرا یا پرداخت کار.
- رسیدگی به ادعاهای مطرح‌شده توسط شرکت‌های ساخت.
- سازماندهی آزمایش‌های عملیاتی قبل از رویه‌های پذیرش کار.
- اطمینان از پیگیری در صورت بیان هرگونه اعتراض در طول پذیرش کار تا زمانی که مشکلات مربوطه حل شوند.
- سازماندهی تهیه اسناد چون‌ساخت برای پروژه.

۷-۲-۲-۶- حفاظت از محیط‌زیست

در مرحله ساخت، برنامه مدیریت محیط‌زیست باید اجرا شده تا اطمینان حاصل شود که تأثیرات موقت کارها در نظر گرفته شده‌اند. چالش این است که اطمینان حاصل شود کارها به گونه‌ای انجام می‌شوند که کیفیت زندگی در همسایگی سایت را تضعیف نکنند (سر و صدا، آلودگی هوا، ثبات ساختمان‌ها، گرد و غبار، گل و لای و غیره) و منابع طبیعی و میراث ملی (سایت‌ها و بقایای باستان‌شناسی، مواد، کیفیت آب، محیط‌زیست طبیعی، گونه‌های محافظت‌شده و غیره) را حفظ کنند. نیاز به رعایت این شرایط در قراردادهای شرکت‌های ساخت گنجانده می‌شود.

شرکت‌های مهندسی مسئول نظارت بر کارها به نمایندگی از مرجع قرارداد، مسئولیت اطمینان از مطابقت فرآیند ساخت با این نیازمندی‌ها را بر عهده دارند:

- تحلیل و تأیید برنامه مدیریت محیط‌زیست و رویه‌های ویژه تهیه‌شده توسط شرکت‌های ساخت
- نظارت بر کارگاه
- تحلیل گزارش محیط‌زیست
- نظارت بر عدم انطباق

از میان بسیاری از حوزه‌های مهمی که باید به‌دقت مورد توجه قرار گیرند، موارد زیر قابل توجه هستند:

- **مناطق روستایی و میراث ملی**
 - حفاری‌های باستان‌شناسی
 - عملیات منظرسازی
- **محیط‌زیست طبیعی**
 - خطر نابودی زیستگاه‌های طبیعی گونه‌های قابل توجه و یا خود گونه‌ها در طول عملیات خاکی، توسط ماشین‌آلات مورد استفاده در سایت یا در نتیجه عملیات قطع درختان
 - خطر آسیب به زیستگاه‌های طبیعی توسط ضایعات کارگاه
- **آب‌های سطحی**
 - خطر آلودگی آب‌های سطحی در نتیجه نفوذ آب باران از مناطق عملیات خاکی یا ضایعات آلوده‌کننده از ماشین‌آلات کارگاه
 - خطر آسیب به بستر و کناره‌های رودخانه‌ها در طول کار بر روی ساخت پل‌ها روی رودخانه‌ها یا هنگام تغییر مسیر رودخانه‌ها و جویبارها
 - خطرات تداخل با رواناب در طول کار سایت و در نتیجه اشغال موقت بسترهای اصلی و غیره
- **آب‌های زیرزمینی**
 - خطر قطع لایه‌های آبدار در نتیجه حفاری‌های عمده برای راه‌آهن پرسرعت
 - خطر کاهش نفوذپذیری لایه‌های آبدار در نتیجه خاکریزهای ساخته‌شده بر روی خاک‌های فشرده
 - خطر آسیب‌پذیری بیشتر سطح آب در نتیجه برداشتن لایه‌های سطحی خاک
- **سر و صدا**
 - ماشین‌آلات مورد استفاده برای کارهای عمرانی همیشه سر و صدایی ایجاد می‌کنند که می‌تواند ساکنان محلی را آزار دهد.
- **استفاده موقت از زمین**
 - اشغال موقت مناطق زمین برای تأسیسات کارگاه، سایت‌های مورد استفاده برای عبور و ذخیره‌سازی، مسیرهای دسترسی به کارگاه
 - توقف یا تغییر موقت جریان ترافیک در نزدیکی سایت‌ها
- **مصالح**
 - باید تلاش شود تا پروفیل طولی خط بهینه‌سازی شود تا تعادل نسبی بین حجم خاکبرداری و خاکریزی برقرار شود، با این حال، اغلب لازم است که معادن محلی، مناطق برای انباشت خاک (موقت یا دائمی) و سایت‌های عبور

مواد در طول خط راه‌آهن پرسرعت شناسایی شوند. در مرحله ساخت، پیمانکار موظف باشد مطابق با نقشه پهنه‌بندی تهیه شده در مرحله طراحی با استقرار نظام کنترل جریان مصالح در مقیاس قطعات اجرایی، تطبیق دوره‌ای احجام خاکبرداری و خاکریزی و مدیریت مرحله‌بندی دیوهای موقت، از ایجاد انباشت مازاد و غیرضروری در اراضی مجاور جلوگیری نماید.

۸-۲-۲-۶- مدیریت فصول مشترک

برنامه مدیریت فصل‌های مشترک که در مرحله طراحی تفصیلی تهیه شده است، در مرحله ساخت اجرا می‌شود. این برنامه فصل مشترک‌های ساخت و راه‌اندازی تجهیزات، آزمون‌ها و تأییدیه‌هاست. در فرآیند برنامه‌ریزی عمومی کارها، محتوای این برنامه باید به‌گونه‌ای در نظر گرفته شود که هماهنگی مناسب بین فعالیت‌های شرکت‌های مختلف تضمین شود.

۹-۲-۲-۶- آزمایش‌های مدیریت تحویل پروژه

آزمایش‌های مدیریت تحویل پروژه شامل موارد زیر است:

- پس از تکمیل کارها، پیمانکار باید گزارش تحویل موقت را به مرجع قرارداد ارائه دهد و درخواست آزمایش‌های تحویل کند.
 - دستگاه نظارت مسئول بازرسی نهایی است.
 - مرجع قرارداد پس از دریافت گزارش تحویل موقت، آزمایش‌ها را انجام می‌دهد.
 - پس از گذراندن آزمایش‌های تکمیل، دستگاه نظارت گواهی تحویل را برای پیمانکار صادر می‌کند.
 - پیمانکار اسناد و نقشه‌های چون‌ساخت را تکمیل و به مرجع قرارداد ارائه می‌دهد.
- اسناد چون‌ساخت شامل موارد زیر هستند:
- تمام نقشه‌های مورد استفاده برای اجرای کارها
 - مشخصات فنی دقیق
 - دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری برای کارها
 - برنامه تضمین کیفیت و رویه‌های شرکت
 - مجموعه‌ای از تمام اطلاعات کیفیت، ممیزی‌ها، بازبینی‌های طراحی، پرونده‌های ایمنی، مطالعات RAMS و غیره
 - ارائه‌های تأیید (زیرپیمانکاران، تأمین‌کنندگان)
 - گزارش‌های کنترل کیفیت (مصالح، بازرسی‌های کیفیت ساخت)
 - گزارش‌های ثبت بررسی‌های مربوط به برنامه مدیریت محیط‌زیست

- گزارش‌های رویه‌های حذف نقاط نگهداری
- گزارش‌های ثبت تغییرات انجام‌شده
- گزارش‌های موارد عدم انطباق
- نتایج آزمایش‌های انجام‌شده به‌عنوان بخشی از ممیزی‌های خارجی
- سوابق پذیرش کارها

دوره تضمین پروژه به‌معنای دوره‌ای برای اعلام نقص در کارها است که از تاریخ تکمیل کارها همان‌طور که در گواهی تحویل موقت مشخص شده است، تا تاریخ صدور گواهی بهره‌برداری توسط دستگاه نظارت (تحويل قطعی) محاسبه می‌شود.

۳-۲-۶- ورودی‌ها

- طراحی تفصیلی
 - استانداردها، قوانین و مقررات قابل اجرا
 - الزامات RAMS
- ارزیابی RAMS اجزای نصب‌شده در مرحله ساخت بر اساس الزامات RAMS تعریف‌شده در طراحی تفصیلی است.

۴-۲-۶- خروجی‌ها

- ساخت کامل راه‌آهن
- اسناد و نقشه‌های چون‌ساخت

۵-۲-۶- ذی‌نفعان

- مرجع قرارداد
 - تصمیم‌گیری در مورد رویه انعقاد قرارداد
 - انتخاب دستگاه نظارت
 - انتخاب پیمانکاران ساخت
- دستگاه نظارت
 - تهیه اسناد مناقصه
 - نظارت بر شرایط قرارداد
 - بررسی طراحی نهایی

- شرکت‌های پیمانکار

- اجرای پروژه

- مهندس ناظر

- نظارت بر کارها

- گروه‌های محیط‌زیستی

- ممکن است اعتراض کنند

- ساکنان و کشاورزان

- زمین را به‌صورت موقت (برای کارها، برای انباشت مواد) در اختیار قرار می‌دهند

- ممکن است اعتراض کنند

۶-۲-۶- توانمندسازی

- اعطای قراردادهای ساخت

- مرجع قرارداد پس از برگزار مناقصه، قراردادها را به شرکت‌های ساخت اعطا می‌کند.

- نظارت بر قرارداد

- دستگاه نظارت به نمایندگی از مرجع قرارداد مسئول نظارت بر قرارداد است.

- فرآیند تحویل

- مهندس ناظر به‌صورت روزانه بر عملیات ساخت نظارت می‌کند.

- نظارت و تحویل نهایی توسط دستگاه نظارت انجام می‌شود.

۶-۲-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

- فراتر از بودجه، هزینه‌های اضافی

یکی از ریسک‌های مهم، هزینه‌های اضافی پروژه (نسبت به بودجه مشخص شده در طراحی تفصیلی) است. بنابراین باید حاشیه‌های مناسبی در تخمین‌های هزینه ارائه شده در طراحی تفصیلی در نظر گرفته شده و برای ریسک پیش‌بینی شود. یک رویه بازرسی کمی قوی ممکن است در نظر گرفته شود.

- تأخیرها

تأخیرها ممکن است ناشی از اعتراض‌ها یا رویدادهای فنی پیش‌بینی نشده باشد. برنامه ساخت باید با دقت تهیه شود، مسیر بحرانی شناسایی شود و حاشیه‌هایی برای ریسک‌های تأخیر در نظر گرفته شود.

۸-۲-۶- جنبه‌های مالی

این مرحله نیازمند تأمین مالی قابل توجه، باتوجه به هزینه پروژه است. هزینه‌ها در این دوره بالاترین است.

۳-۶- آزمایش‌ها و راه‌اندازی

۱-۳-۶- اهداف

در طول ساخت و پس از تحویل موقت، آزمایش‌ها و راه‌اندازی باید انجام شود. این مرحله برای اطمینان از رعایت الزامات مشخص شده در مقررات مربوطه است.

۱-۳-۶-۱- بررسی سامانه راه‌آهن جدید برای اطمینان از عملکرد صحیح

یکی از اهداف اصلی مرحله آزمایش‌ها و راه‌اندازی، اطمینان از عملکرد صحیح اجزای مختلف، زیرمجموعه‌ها و زیرسامانه‌های تشکیل‌دهنده سامانه راه‌آهن و فصول مشترک بین آن‌ها است. بررسی‌ها انجام می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که اهداف عملکردی (سرعت، راحتی و غیره) محقق شده‌اند.

۲-۳-۶-۱- بررسی سامانه راه‌آهن جدید برای اطمینان از رعایت نیازمندی‌های ایمنی

بسیار مهم است که اطمینان حاصل شود تأسیسات و رویه‌های ایمنی به‌طور کامل کار می‌کنند و با قوانین و استانداردهای قابل اجرا مطابقت دارند.

۳-۳-۶-۱- امکان بهره‌برداری از خط جدید

به‌وضوح هدف اصلی این مرحله خاص است. فرآیند آزمایش‌ها و راه‌اندازی همچنین باید قوانینی را که در مرحله بهره‌برداری و نگهداری اعمال می‌شوند، تعریف کند.

۲-۳-۶- نکات کلیدی

۱-۳-۶-۲- آماده‌سازی برای آزمایش‌ها و راه‌اندازی

فرآیند آزمایش‌ها و راه‌اندازی باید از مرحله طراحی پایه آماده شود. اهداف عملکردی و ایمنی در مرحله توانمندسازی تعیین و در مناقصه فنی گنجانده می‌شوند. روش‌های دستیابی به این اهداف در طراحی تفصیلی، به‌ویژه در مورد ایمنی، توصیف می‌شوند. بودجه آزمایش‌ها و راه‌اندازی (به‌ویژه آزمایش‌های یکپارچه‌سازی دینامیکی و بهره‌برداری آزمایشی) باید در نظر گرفته و تنظیم شود. الزامات مربوطه در این مرحله بیان می‌شوند.

۲-۳-۶- برنامه آزمایش‌ها و راه‌اندازی

برنامه آزمایش‌ها و راه‌اندازی باید رویکردی را که برای تمام فعالیت‌های آزمایشی اتخاذ می‌شود، مشخص کند، از جمله تحویل قطعی و انتقال زیرساخت به بهره‌بردار. برنامه آزمایش‌ها و راه‌اندازی باید شامل موارد زیر باشد، اما محدود به آن‌ها نیست:

- سازمان آزمایش در هر مرحله آزمایش، شامل نقش‌ها و مسئولیت‌های تمام اعضای تیم و موقعیت تیم آزمایش در سازمان پروژه
- روش مدیریت و کنترل هر مرحله آزمایش
- ابزارهای آزمایش
- برنامه‌ای از تمام فعالیت‌های آزمایشی که شامل مراحل آزمایشی و نقاط عطف کلیدی و وابستگی‌های کلیدی با سایر تأمین‌کنندگان و ذی‌نفعان است.
- برنامه‌ای دقیق برای مرحله آزمایش‌های یکپارچه‌سازی سامانه‌ها که وابستگی‌های بین تأمین‌کنندگان پیمانکار و سایر تأمین‌کنندگان و ذی‌نفعان را نشان می‌دهد.
- الزامات ایمنی
- الزامات تهیه گزارش آزمایش
- الزامات تهیه گزارش خرابی و حادثه

۳-۳-۶- رویه‌های آزمایش

رویه‌های آزمایش باید برای تمام آزمایش‌هایی که در تمام مراحل آزمایشی کارها انجام می‌شوند، تهیه شوند. دو دسته اصلی آزمایش وجود دارد: آزمایش‌های پذیرش کارخانه (FAT) و آزمایش‌های پذیرش در سایت (SAT). رویه‌های آزمایش باید نشان دهند که مورد آزمایش تمام الزامات، چه از نظر عملکردی، ایمنی یا بهره‌برداری را برآورده می‌کند. به‌طور کلی، پنج مرحله در فرآیند آزمایش‌ها و راه‌اندازی وجود دارد.

• مرحله ۱: پذیرش مصالح و اجزاء

این مرحله شامل اطمینان از این است که مصالح و اجزاء مورد استفاده با استانداردهای جاری مطابقت دارند و برای ساخت و نگهداری مناسب هستند.

• مرحله ۲: آزمایش‌های استاتیک زیرمجموعه یا زیرسامانه

این آزمایش‌ها برای بررسی این طراحی شده‌اند که اجزاء به‌درستی مونتاژ شده‌اند و زیرمجموعه یا زیرسامانه تشکیل‌شده با الزامات مشخص‌شده، به‌ویژه در مورد ایمنی، مطابقت دارد.

• مرحله ۳: آزمایش‌های یکپارچه‌سازی استاتیک

هدف این آزمایش‌ها بررسی رابط‌های بین اجزاء، زیرمجموعه‌ها و زیرسامانه‌ها است. همچنین بررسی فصول مشترک با شبکه راه‌آهن موجود نیز در این مرحله انجام می‌شود. در این مرحله، قطارها با سرعت‌های پایین‌تر حرکت می‌کنند.

• مرحله ۴: آزمایش‌های یکپارچه‌سازی دینامیک

هدف آزمایش‌های یکپارچه‌سازی دینامیک آن است که نشان دهد زیرساخت سامانه و فصول مشترک به گونه‌ای هستند که امکان عملکرد صحیح در سرعت‌های بهره‌برداری عادی و سرعت طراحی خط با ایمنی کامل و میزان راحتی مطلوب مسافران وجود دارد.

• مرحله ۵: بهره‌برداری آزمایشی

هدف این آزمایش‌ها بررسی این است که اهداف بهره‌برداری تعیین‌شده برای خط راه‌آهن پرسرعت محقق شده‌اند. بدون حضور مسافران، بهره‌برداری آزمایشی همچنین فرصتی برای آموزش بهره‌برداران آینده خط فراهم می‌کند: شرکت‌های راه‌آهن، کنترل‌کنندگان ترافیک، نگهدارندگان زیرساخت، خدمات اضطراری و غیره.

۴-۲-۳-۶- رعایت اهداف عملکردی

آزمایش‌ها، به‌ویژه بهره‌برداری آزمایشی، برای بررسی این انجام می‌شوند که اهداف عملکردی تعیین‌شده در مراحل قبلی پروژه به‌طور پایدار محقق شده‌اند.

۵-۲-۳-۶- رعایت الزامات

ساخت و راه‌اندازی خط جدید باید با مجموعه‌ای از مقررات، استانداردها و الزامات قراردادی مطابقت داشته باشد. فرآیند تأیید برای اطمینان از رعایت الزامات انجام می‌شود. این موضوع به‌ویژه در مورد الزامات RAMS و مشخصات فنی منطقه‌ای یا مرزی برای تعامل‌پذیری بین کشورها صادق است.

۶-۲-۳-۶- صدور گواهی ایمنی

بررسی‌های سطح ایمنی یک راه‌آهن پرسرعت از مرحله طراحی شروع می‌شود، از طراحی پایه شروع شده و تا مراحل اجرایی و آزمایش‌های یکپارچه‌سازی دینامیکی و بهره‌برداری آزمایشی ادامه می‌یابد.

• پرونده‌های ایمنی

به‌طور کلی، سه پرونده ایمنی جداگانه باید تهیه شود تا مجوز بهره‌برداری از خط جدید صادر شود:

- یک پرونده تعریف ایمنی که در مرحله طراحی پایه تهیه می‌شود.
- یک پرونده ایمنی پایه که در مرحله طراحی تفصیلی تهیه می‌شود.
- پرونده ایمنی نهایی که در مرحله ساخت (شامل آزمایش‌ها و راه‌اندازی) تهیه می‌شود.

در هر یک از این مراحل، پرونده ایمنی:

- پروژه را از منظر فنی و عملکردی توصیف می‌کند.
- جزئیات مطالعاتی را که امکان ارزیابی سطح ایمنی پروژه را فراهم می‌کنند، ارائه می‌دهد.
- تحلیل تمام عواملی که بر ایمنی تأثیر می‌گذارند را ارائه می‌دهد و ترتیبات لازم برای مقابله با موقعیت‌های بالقوه خطرناک را توصیف می‌کند.
- به‌عنوان یک سند مرجع در مورد مسائل ایمنی برای بازیگران مختلف مرحله بهره‌برداری عمل می‌کند: بهره‌بردار، نگهدارنده، خدمات اضطراری.

این پرونده‌های ایمنی باید توسط یک یا چند سازمان مستقل بررسی شوند که نقشه‌ها، مطالعات و رویه‌های اجرا شده را بررسی می‌کنند و بازرسی‌های سایت را انجام می‌دهند تا اطمینان حاصل شود که کارها مطابق با اسناد مرجع و مطالعات پیش می‌رود. توصیه‌های صادرشده توسط سازمان یا سازمان‌ها توسط مرجع ملی که مسئول صدور مجوز بهره‌برداری از خط است، بررسی می‌شود.

این پرونده‌های ایمنی سپس باید به مرجع ملی مسئول ایمنی راه‌آهن برای تأیید ارائه شوند یا توسط سایر مراجع صلاحیت‌دار بسته به کشورهای مختلف تأیید شوند. این سازمان‌های مستقل یا مرجع ملی ایمنی راه‌آهن باید از مراحل طراحی در پروژه مشارکت داشته باشند تا بتوانند به‌طور مداوم رعایت مقررات را کنترل کنند و اطمینان حاصل کنند که پروژه مطابق با استانداردهای ایمنی راه‌آهن جاری پیش می‌رود.

۳-۳-۶- ورودی‌ها

• مقررات و قوانین

تمام الزامات قابل اجرا برای پروژه، به‌ویژه آن‌هایی که مربوط به اهداف ایمنی هستند.

• مشخصات فنی و عملکردی

اجزاء، زیرمجموعه‌ها، زیرسامانه‌ها و خود سامانه در برابر مشخصات فنی و عملکردی پروژه آزمایش می‌شوند.

• اسناد طراحی و اسناد چون‌ساخت کارها

این اسناد باید قبل از شروع فرآیند آزمایش بررسی و تأیید شوند.

• گواهی‌های انطباق برای تمام تجهیزات و محصولات مورد استفاده در پروژه

اعلامیه‌ای در این زمینه باید توسط تأمین‌کننده پس از آزمایش‌های کار ارائه شود.

• زیرساخت تکمیل‌شده

آزمایش‌های یکپارچه‌سازی دینامیکی و بهره‌برداری آزمایشی پس از تکمیل کارها انجام می‌شوند.

• پرونده فنی کامل تأییدشده

جنبه‌های ایمنی توسط یک ارزیاب ایمنی مستقل بررسی می‌شوند.

۴-۳-۶- خروجی‌ها

- مجموعه نتایج آزمایش‌ها

نتایج آزمایش‌های مختلف جمع‌آوری می‌شوند تا در پرونده ایمنی و پرونده تأیید گنجانده شوند.

- پرونده ایمنی نهایی

پرونده ایمنی با افزودن نتایج آزمایش‌ها تکمیل می‌شود.

- پرونده تأیید

پرونده تأیید شامل تمام اسنادی است که می‌توانند برای نشان دادن آمادگی سامانه برای بهره‌برداری استفاده شوند. محتوای دقیق این پرونده ممکن است بسته به الزامات مرجع ملی خاص متفاوت باشد.

- مجوز بهره‌برداری از خط جدید

این مجوز باید توسط مراجع یا سازمان مربوطه صادر شود.

۵-۳-۶- ذی‌نفعان

- دولت ملی یا منطقه‌ای

- چارچوب قانونی برای فرآیند تأیید را تعیین می‌کند.

- یک مرجع یا سازمان را مأمور می‌کند تا مسئول صدور مجوز بهره‌برداری از خط باشد.

- مرجع ملی ایمنی راه‌آهن یا سازمان

- پرونده ایمنی و پرونده تأیید را که قبلاً توسط یک یا چند سازمان مستقل بررسی شده‌اند، تأیید می‌کند.

- مرجع قرارداد

- یک یا چند سازمان مستقل را انتخاب می‌کند تا مسئول بررسی انطباق پروژه با استانداردهای ایمنی راه‌آهن جاری باشند.

- سازمان مستقل

- انطباق طرح و اجرا، پرونده‌های ایمنی و پرونده تأیید را بررسی می‌کند.

- سازمان کنترل و آزمایش

- آزمایش‌های یکپارچه‌سازی دینامیکی و بهره‌برداری آزمایشی را با کارکنان حرفه‌ای و ابزارها انجام می‌دهد.

- مدیر زیرساخت

- درخواست مجوز راه‌اندازی خط را ارائه می‌دهد.

- شرکت‌های راه‌آهن

- در آزمایش‌ها (به‌ویژه بهره‌برداری آزمایشی) شرکت می‌کنند.

- شرکت‌های مهندسی

- بر رویه‌های آزمایش نظارت می‌کنند.

- شرکت‌های ساخت/تولیدکنندگان

- آزمایش‌های استاتیک را بر روی اجزاء، زیرمجموعه‌ها یا زیرسامانه‌های مورد استفاده انجام می‌دهند.
- در آزمایش‌های یکپارچه‌سازی دینامیکی حضور دارند و ممکن است مشارکت کنند.
- مسئول نگهداری و وضعیت مناسب تمام زیرسامانه‌های ارائه‌شده یا مونتاژشده یا بخش‌هایی از آن‌ها در طول آزمایش‌های یکپارچه‌سازی دینامیکی هستند.
- عملکرد زیرسامانه‌های خود را به‌موقع بر اساس سوابق آزمایش و یا توصیه‌های ارائه‌شده توسط سازمان آزمایش تنظیم می‌کنند.

۶-۳-۶- توانمندسازی

- مجوز بهره‌برداری از خط

مجوز بهره‌برداری از یک خط جدید باید توسط مرجعی که به‌طور مستقیم به دولت پاسخگو است، صادر شود. این مجوز پس از بررسی‌های انجام‌شده توسط یک سازمان مستقل که برای بررسی انطباق با مقررات مأمور شده است، صادر می‌شود.

۶-۳-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

- عدم انطباق پروژه با الزامات

خطر عدم انطباق پروژه با یک یا چند الزام باید با ترتیب بررسی‌های انطباق توسط یک سازمان مستقل از مرحله طراحی پایه محدود شود.

- تأخیر در راه‌اندازی

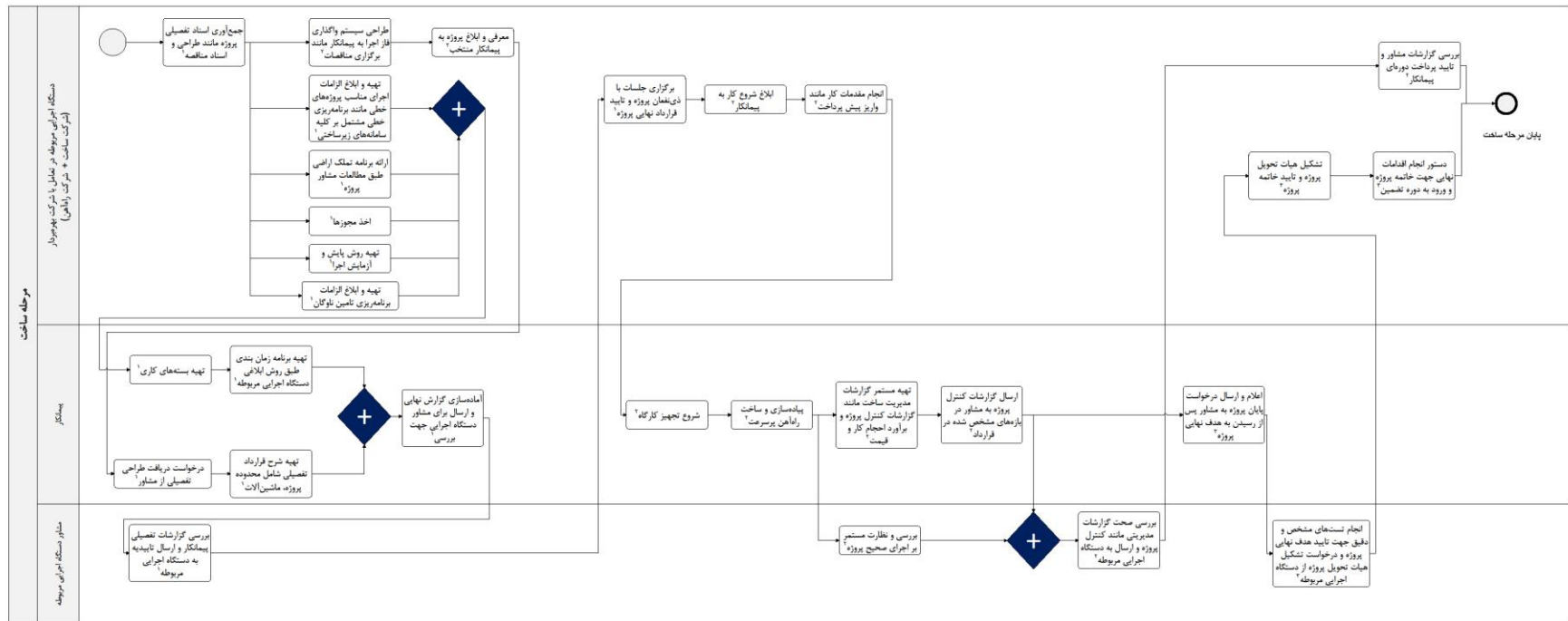
تمام مراحل فرآیند آزمایش‌ها و راه‌اندازی باید از قبل به‌خوبی آماده و برنامه‌ریزی شوند.

۶-۳-۸- جنبه‌های مالی

- هزینه‌های آزمایش باید در بودجه پروژه گنجانده شود.
- تأثیر تأخیر در دریافت مجوز بهره‌برداری از خط می‌تواند تأثیر بسیار بزرگی بر سودآوری پروژه داشته باشد.

۴-۶- فرآیند بخش ساخت پروژه

شکل ۶-۱ روند حاکم برای مرحله ساخت پروژه را با نگاه فرآیندی و تعیین نقش نهادهای مرتبط ارائه نموده است. انجام فعالیت‌های این مرحله از پروژه با دستگاه اجرایی مربوطه (پیشنهاد شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل‌ونقل کشور) در تعامل با شرکت بهره‌بردار (شرکت راه‌آهن) به همراه پیمانکار/پیمانکاران و مشاور/مشاوران تخصصی (دستگاه نظارت پروژه) است. به‌طوری‌که پس از انجام تشریفات موردنیاز برای روش اجرای پروژه (نوع پیمان)، فرآیند انتخاب پیمانکار پیگیری می‌شود. پس از انتخاب پیمانکار، شرح خدمات تفصیلی پیمان مشتمل بر روش‌های برنامه‌ریزی، اجرا، تجهیز، ماشین‌آلات و نیروی انسانی مورد نیاز با تعامل با دستگاه اجرایی و دستگاه نظارت پیگیری می‌شود. مدیریت فصول مشترک سامانه‌ها و زیرسامانه‌ها (زیرساخت و ناوگان) در جریان ساخت باید به‌دقت در نظر گرفته شود. پس از ابلاغ شروع کار به پیمانکار، اجرای پیمان و به‌موازات آن نظارت موردنیاز انجام گرفته و شرایط تحویل اجزای مختلف پروژه در حوزه‌های مختلف زیرساخت (مشتمل بر علائم، ارتباطات و برقی‌کردن) و نیز ناوگان پیگیری می‌شود. نظارت بر این فرآیند توسط دستگاه نظارت تخصصی با دو رویکرد اصلی برنامه‌ریزی و مدیریت ساخت انجام خواهد پذیرفت و در پایان مرحله تست و تحویل به‌عنوان گام نهایی پیگیری خواهد شد. خروجی این مرحله از مطالعات مشتمل بر مجموعه نتایج آزمایش‌ها، پرونده ایمنی نهایی، پرونده تأیید و مجوز بهره‌برداری از خط جدید خواهد بود.



شکل ۱-۶ روند مرحله ساخت پروژه

۱- ارجاع به ۱-۶

۲- ارجاع به ۲-۶

۳- ارجاع به ۳-۶

فصل ۷

مرحله بهره‌برداری و نگهداری

۷-۱- بهره‌برداری و نگهداری

۷-۱-۱- اهداف

۷-۱-۱-۱- هدف عمومی

هدف عمومی مرحله بهره‌برداری و نگهداری، بهره‌برداری و نگهداری سامانه‌های راه‌آهن پرسرعت و ناوگان با قابلیت اطمینان، دسترسی، قابلیت نگهداری و ایمنی مناسب است. اموری مانند استخدام و آموزش، توسعه و برنامه‌ریزی مقررات بهره‌برداری و نگهداری، تخصیص تأسیسات نگهداری و ایجاد سازمان مدیریت باید قبل از شروع بهره‌برداری تکمیل و مسئولیت‌ها تعیین شوند.

۷-۱-۱-۲- نگهداری

نگهداری برای اطمینان از عملکرد صحیح و ایمن سامانه راه‌آهن پرسرعت و ارائه خدمات ترابری به مسافران با سطح بالایی از راحتی است. کیفیت خط راه‌آهن پرسرعت تا حد زیادی به کیفیت اولیه در حین و پس از ساخت و مراقبت از حفظ کیفیت اولیه در دوره راه‌اندازی و بهره‌برداری آزمایشی و در ماه‌های اولیه بهره‌برداری بستگی دارد. نگهداری، نظارت و بهبود عناصر زیرساخت و روسازی باید از زمان شروع بهره‌برداری خط انجام شود. هنگام برنامه‌ریزی نگهداری، تحلیل نیازها باید انجام شود و کارها به موقع برنامه‌ریزی شوند. حوادث باید تحلیل شوند تا به بهترین شکل ممکن حل شوند. علاوه بر این، مدیریت اقدامات برای بهبود خدمات به منظور کاهش خرابی‌ها و مسدودی‌ها در بهره‌برداری مهم است. پس از اتمام ساخت خط و قبل از شروع بهره‌برداری، تعدادی از فعالیت‌های بررسی و نگهداری باید انجام شود. عناصری که در نظارت مستمر نگهداری باید بررسی شوند شامل موارد زیر هستند:

- سازه‌های عمرانی

✓ سازه‌های نیازمند پایداری (تونل‌ها، پل‌ها، روگذرها، دیوارهای حائل و غیره)

✓ سامانه‌های زهکشی

✓ خاکریزها

✓ تأسیسات

✓ راه‌های دسترسی

✓ سکوها

- خط

✓ هندسه خط

- ✓ خط بالاستی یا بدون بالاست
- ✓ ریل‌ها
- ✓ تراورس‌ها و ادوات اتصالات
- ✓ سوزن‌ها و تقاطع‌ها
- تأمین برق
 - ✓ پست‌های برق
 - ✓ ترانسفورماتورها
 - ✓ سامانه کنترل نظارتی و جمع‌آوری داده (اسکادا)
- سامانه خطوط شبکه بالاسری
 - ✓ فیدر
 - ✓ سیم تماس
 - ✓ عایق‌ها
 - ✓ زمین‌سازی
- ارتباطات و علائم
 - ✓ سامانه کنترل خودکار قطار
 - ✓ سامانه‌های نظارتی
 - ✓ علائم
 - ✓ الکترونیک
 - ✓ سامانه انتقال داده
 - ✓ زیرسامانه‌های ارتباط رادیویی
 - ✓ GSM-R
- سامانه اطلاعات
 - ✓ سامانه یکپارچه اطلاعات
 - ✓ سامانه مدیریت نگهداری
 - ✓ سامانه مدیریت بهره‌برداری
 - ✓ سامانه بلیط‌دهی
 - ✓ سامانه اطلاعات مسافران
 - ✓ سامانه مدیریت ترابری مسافران

- تجهیزات جانبی
 - ✓ تهویه
 - ✓ درهای نجات
 - ✓ سامانه‌های پمپاژ
 - ✓ سامانه تشخیص آتش
 - ✓ سامانه محافظت در برابر آتش
- ناوگان
 - ✓ واگن‌های خودکشش
 - ✓ واگن‌های یدک

۳-۱-۱-۷- بهره‌برداری

هدف مدیریت بهره‌برداری قطار، استفاده بهینه از زیرساخت‌های موجود، ناوگان و نیروی انسانی است. برای دستیابی به این اهداف و نتایج قابل قبول، سطح پایدار بهره‌برداری، مطابق با یک راهبرد معین، برنامه زمان‌بندی مشخص و نظارت بر جلوگیری از تأخیرهای احتمالی، تعیین می‌شود.

۴-۱-۱-۷- مدیریت

اهداف مدیریت ممکن است شامل پایداری، هزینه بهینه، سازمان‌دهی بهینه و قابلیت اطمینان، دسترسی، قابلیت نگهداری و ایمنی (RAMS) باشد. نمودار سازمانی باید در مراحل اولیه بهره‌برداری توسعه یابد و به‌طور مداوم به‌روزرسانی شود.

۲-۱-۷- نکات کلیدی

۱-۲-۱-۷- نگهداری

تیم‌های مکانیکی و انسانی باید مسیرها و نیازهای بهره‌برداری را در هر نقطه از خط پوشش دهند تا اطمینان حاصل شود که تأسیسات کار می‌کنند و خط قبل از اولین قطار برنامه‌ریزی‌شده روز برای ترافیک آماده است.

• بازرسی و آزمایش

تواتر بازرسی‌ها و آزمایش‌ها به نوع ترافیک و طبقه خط بستگی دارد. ممکن است قطارهای بازرسی، برای اطمینان از آمادگی خط و سامانه‌ها برای بهره‌برداری، مورد استفاده قرار گیرند. مقامات راه‌آهن مسئول تعیین تواتر بازرسی‌ها و آزمایش‌ها هستند. ریل، خط، سامانه خطوط تماس بالاسری (OCS)، تأسیسات ارتباطی، علائم و سایر تجهیزات مربوط به

راه‌آهن پرسرعت باید توسط قطارهای بازرسی چندمنظوره به‌طور جامع بازرسی شوند. این بازرسی‌ها همچنین اطلاعاتی را ارائه می‌دهند که ممکن است برای نگهداری و بازسازی زیرساخت مفید باشد. سرعت قطار بازرسی باید با سرعت بهره‌برداری مطابقت داشته باشد. یک قطار ثبت‌کننده با دستگاه‌های بازرسی باید پس از نگهداری زیرساخت و قبل از شروع بهره‌برداری حرکت کند. از تأسیسات ثابت برای بازرسی تجهیزات متحرک باید استفاده شود و نتایج بازرسی باید به‌طور هم‌زمان بارگذاری شوند.

• نظارت

راه‌آهن پرسرعت باید روزانه نظارت شود. جنبه‌های محیطی مانند باد، باران، عمق برف، زلزله و ورود اجسام خارجی باید نظارت شوند. پایش سلامت سازه‌ای (SHM) باید بر روی سازه‌های منفرد انجام شود و نظارت ویدئویی باید در مناطق بحرانی استفاده شود. تأسیسات و تجهیزات باید مطابق با دستورالعمل‌های مربوطه نگهداری شوند تا کیفیت نگهداری و بهره‌برداری پایدار تضمین شود.

• دسترسی به خط

هنگام برنامه‌ریزی بهره‌برداری، پنجره‌های زمانی باید برای فعالیتهای نگهداری رزرو شوند. تمام کارهای نگهداری که نیاز به مداخله مستقیم روی خط، محیط اطراف آن یا تأسیسات خدماتی دارند، باید در بازه‌های زمانی سازگار با برنامه‌های قطار انجام شوند تا اطمینان حاصل شود که کارهای نگهداری با ترافیک عادی تداخل ندارند.

• سامانه مدیریت نگهداری

یک سامانه مدیریت نگهداری باید برای بهینه‌سازی دسترسی، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، افزایش عمر دارایی‌ها، کاهش موجودی قطعات یدکی و تسهیل کنترل و تحلیل برنامه‌های نگهداری استفاده شود. سامانه مدیریت نگهداری، نگهداری پیش‌گیرانه را بر اساس برنامه‌های نگهداری و یا تحلیل بازرسی‌ها برنامه‌ریزی می‌کند، وظایف را تعیین می‌کند، پرسنل را تخصیص می‌دهد، مصالح را آماده می‌کند، هزینه‌ها را ثبت می‌کند و اطلاعاتی مانند علل مشکلات، زمان مسدودی و توصیه‌هایی برای اقدامات آینده را ردیابی می‌کند، از جمله:

- نمای جزئی از تکنسین‌ها و زمان‌بندی‌ها
- کنترل و مدیریت قطعات یدکی (موجودی، سفارشات، رسیدهای تحویل، هزینه‌ها و غیره)
- برنامه‌ریزی نگهداری پیش‌گیرانه
- مدیریت نگهداری اصلاحی
- اتصال موردی با ماشین‌آلات، ثبت چرخه‌ها و داده‌های شمارنده زمان به‌طور مستقیم از ماشین‌آلات
- ایجاد برنامه‌های کاری
- ردیابی دستورالعمل‌های کاری

استفاده از یک سامانه مدیریت نگهداری کامپیوتری که عملکردهای فوق را یکپارچه می‌کند، در بیشتر موارد توصیه می‌شود.

• وسایط نقلیه ریلی

قوانین و مشخصات فرآیندی برای نگهداری وسایط نقلیه ریلی باید به‌دقت تدوین و اعمال شود. یک وسیله تمام تجهیز شده نگهداری با قطعات یدکی موردنیاز باید تامین شود. سامانه پایش و کنترل برای هشدار خرابی به‌هنگام و انتقال هم‌زمان داده‌های مهم خرابی باید بر روی وسایط نقلیه ریلی نصب شود. سامانه مدیریت نگهداری باید به‌منظور در دسترس بودن، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، ارتقای دوره عمر دارایی، کاهش انبارهای قطعات یدکی و تسهیل در تحلیل و کنترل برنامه نگهداری پیاده‌سازی شود.

۷-۱-۲-۲- بهره‌برداری

وظایف اصلی مربوط به بهره‌برداری شامل طراحی برنامه بهره‌برداری، کنترل ترافیک، سازمان‌دهی ترابری، بهره‌برداری قطار، آمار و تحلیل و مدیریت ایمنی است. هنگام طراحی برنامه بهره‌برداری، تقاضای ترابری، شرایط تجهیزات و سایر عوامل مرتبط باید به‌طور جامع تنظیم شوند و برنامه زمان‌بندی تعطیلات باید برای فصل‌های اوج به‌طور مناسب تطبیق داده شود. در مواردی که زیرساخت و بهره‌برداری به‌طور جداگانه مدیریت می‌شوند، تخصیص ظرفیت باید در نظر گرفته شود تا تعارضات احتمالی بین شرکت‌ها برطرف شود. کارکنان کنترل ترافیک باید برنامه بهره‌برداری را دنبال کنند و بتوانند تأخیرهای احتمالی را به‌طور دقیق و سریع شناسایی کنند تا اقدامات مؤثری برای جلوگیری از وقوع تأخیرها و اطمینان از اجرای برنامه به‌طور زمان‌بندی‌شده انجام شود. شرایط بهره‌برداری اغلب تغییر می‌کند. اختلالات جزئی و عمده ممکن است باعث تأخیر شوند، بنابراین استفاده کامل از سامانه فرماندهی و نرم‌افزار مدیریت بهره‌برداری بسیار مهم است. راننده قطار باید قطار را به‌طور دقیق مطابق با قوانین و برنامه زمان‌بندی‌شده اداره کند. او باید شرایط غیرعادی را به‌موقع مشاهده و به‌طور مناسب برخورد کند. تجهیزات نظارتی ایمنی باید برای نظارت به‌هنگام بر فرآیند بهره‌برداری نصب شوند. در صورت بروز خرابی تجهیزات، بلایای طبیعی بزرگ یا سایر شرایط اضطراری، تجهیزات باید قادر به ارسال هشدار، کاهش سرعت یا حتی توقف قطار باشند. سامانه‌های اطلاعاتی پیشرفته باید به‌طور کامل برای بهینه‌سازی خدمات ترابری و مسافران و اجرای اقدامات مؤثر برای جذب مسافر استفاده شوند.

۷-۱-۲-۳- منابع انسانی

• استخدام

نیاز به ارائه خدمات با کیفیت بالا چالش‌های قابل توجهی برای بهره‌بردار و نگهدارنده سامانه راه‌آهن پرسرعت ایجاد می‌کند. تمام کارکنان باید به‌موقع در محل باشند و توانایی انجام وظایف خود را داشته باشند. برای دستیابی به این هدف،

رویکرد استخدامی دقیقی مورد نیاز است تا اطمینان حاصل شود که تنها افرادی با تحصیلات، تجربه، آموزش و صلاحیت مورد نیاز انتخاب می‌شوند. رویکرد استخدامی باید اطمینان حاصل کند که شرکت‌های بهره‌برداری و نگهداری راه‌آهن افراد مناسب را برای کارهای مناسب در زمان مناسب و با مهارت‌ها، تجربه و آموزش مناسب در اختیار دارند.

• آموزش

ارائه خدمات راه‌آهن پرسرعت با سطح کیفی مورد نظر نیازمند کارکنان واجد شرایط است و بدون سرمایه‌گذاری در دانش، مهارت‌ها و صلاحیت‌های آن‌ها محقق نخواهد شد. کارکنان مورد نیاز باید آموزش دیده و آماده بهره‌برداری و نگهداری سامانه راه‌آهن پرسرعت باشند. برنامه‌های آموزشی ممکن است به روش‌های مختلفی اجرا شوند، بسته به کشور مورد نظر و تجربه قبلی آن در زمینه راه‌آهن. به عنوان توصیه، کارکنان ممکن است در مرحله مدیریت ساخت آموزش ببینند تا برای مرحله آزمایش و راه‌اندازی آماده باشند. اهداف آموزش باید شامل موارد زیر باشد:

- تسهیل توسعه فرهنگ عملکرد بالا از طریق توسعه مهارت‌های رهبری، مدیریتی و نظارتی و با ارتباط و تقویت اهداف و استانداردهای عملکردی مورد نیاز در تمام سطوح سازمان
 - توسعه دانش، مهارت‌ها و صلاحیت‌های کارکنان و بهبود عملکرد آن‌ها
 - کمک به رشد کارکنان برای پاسخگویی به نیازهای آینده منابع انسانی در سازمان
 - اعمال روش‌های آموزشی بهینه برای اطمینان از اینکه کارکنان به‌طور کامل واجد شرایط می‌شوند و این کار به بهترین شکل ممکن انجام شود
- روش‌های آموزشی مختلفی ممکن است برای اطمینان از دسترسی به سطح لازم از تخصص و دانش برای فراگیران استفاده شود. روش‌های ارائه شامل موارد زیر خواهد بود:
- متخصصان موضوعی: ممکن است متخصصان فردی در سازمان یا از تأمین‌کنندگان قراردادی باشند که دارای تخصص موضوعی برای آموزش فراگیران به سطح مورد نیاز هستند. این مورد در تعدادی از حوزه‌ها مانند آموزش سامانه‌ها و تجهیزات و آموزش ایمنی اعمال خواهد شد.
 - تأمین‌کنندگان برون‌سپاری: متخصصان آموزشی خواهند بود که آموزش در حوزه‌های خاصی مانند مراقبت از مشتری، مهارت‌های رسانه‌ای، اجتناب از تعارض و آموزش آگاهی از معلولیت را ارائه می‌دهند.
 - مدرسین آموزش دیده: تعدادی از مدیران و ناظران بهره‌برداری و نگهداری باید آموزش ببینند تا آموزش در تعدادی از رشته‌ها مانند سامانه‌ها و تجهیزات، دستورالعمل‌های کاری و غیره را ارائه دهند. شرکت‌های درگیر از این طریق با دسترسی مداوم به منابع آموزشی به صورت اقتصادی تر بهره‌مند خواهند شد و مسئولیت‌پذیری و پاسخگویی مدیران در اطمینان از اینکه کارکنان دارای مهارت‌ها و صلاحیت‌های لازم برای انجام وظایف خود هستند، تقویت خواهد شد.

- مدرسین داخلی: شرکت‌ها باید مدیران آموزش و نمایندگان آموزش داشته باشند که کمک تخصصی به سازمان در ارائه آموزش ارائه دهند.

• کارکنان مورد نیاز

یک تیم چندرشته‌ای برای عملیات بهره‌برداری و نگهداری در شرایط اضطراری به قرار زیر مورد نیاز است:

- کارکنان بهره‌برداری
- کارکنان روی قطار
 - ✓ رانندگان
 - ✓ مأموران درآمد
 - ✓ خدمه قطار
- کارکنان در ایستگاه
 - ✓ کارکنان خدمات مشتری
 - ✓ کارکنان میز کمک به مسافران
 - ✓ نمایندگان برنامه‌ریزی خدمات
 - ✓ منشی مسافران (در صورت لزوم)
 - ✓ منشی رزرو (در صورت لزوم)
 - ✓ بازرس بلیط (در صورت لزوم)
 - ✓ بازرس امنیتی (در صورت لزوم)
- کارکنان در مرکز کنترل
 - ✓ برنامه‌ریز ترافیک
 - ✓ کنترل‌کننده ترافیک
 - ✓ تکنسین‌های پشتیبانی فنی
 - ✓ کارکنان مدیریت
 - ✓ کارکنان بهره‌بردار
- کارکنان نگهداری
- کنترل‌کننده برنامه‌ریزی نگهداری
- تکنسین‌های ناوگان
- تکنسین‌های زیرساخت
- تکنسین‌های ارتباطات

- تکنسین‌های الکتریکی و مکانیکی
- انبارداران

۷-۱-۳- ورودی‌ها

- مدل بهره‌برداری
- مدل بهره‌برداری تعریف خواهد شد و برنامه بهره‌برداری و نگهداری توسعه خواهد یافت.
- برنامه بهره‌برداری و نگهداری
- جزئیات برنامه‌های بهره‌برداری و نگهداری در مرحله طراحی تفصیلی ارائه شده است.
- هزینه‌های تخمینی بهره‌برداری و نگهداری
- جزئیات هزینه‌های تخمینی بهره‌برداری و نگهداری در مرحله طراحی تفصیلی ارائه شده است.
- ویژگی‌های زیرساخت
- جزئیات ویژگی‌های زیرساخت در مرحله طراحی پایه ارائه شده است.

۷-۱-۴- خروجی‌ها

- هزینه‌های واقعی بهره‌برداری و نگهداری
- پایش روزانه بر اساس مشخصات تحلیل چندمعیاره در مطالعات مرحله امکان‌سنجی، برنامه‌ریزی بهره‌برداری و نگهداری در مطالعات مرحله طراحی تفصیلی و ارزیابی اختلافات هزینه تعیین می‌شود.
- بهره‌برداری روزانه
- بررسی و پایش
- ✓ شبیه‌سازی حرکت قطار
- ✓ برنامه زمان‌بندی
- ✓ سازمان‌دهی و خدمات بهره‌برداری
- آمار و تحلیل
- ✓ اهداف عملکرد ترابری
- ✓ گزارش تحلیل
- نگهداری روزانه
- برنامه‌ریزی نگهداری
- کنترل بر فعالیت‌های نگهداری

- ایجاد دستورالعمل‌های کاری
- تهیه درخواست‌های کار و تأمین قطعات یدکی و مواد مصرفی
- مدیریت دارایی‌ها

۷-۱-۵- ذی‌نفعان

• سازندگان/کارکنان نگهداری

همکاری بین کارکنان ساخت و نگهداری مورد نیاز است. مشارکت کارکنان نگهداری در ساخت بهترین راه برای آموزش این کارکنان و آماده‌سازی آن‌ها برای پذیرش مسئولیت در مورد نگهداری و تعمیرات در صورت خرابی است.

• مدیران راه‌آهن

مدیران راه‌آهن، سامانه راه‌آهن پرسرعت را بهره‌برداری و نگهداری می‌کنند تا به اهداف RAMS تعریف‌شده در مراحل قبلی دست یابند. اگر زیرساخت و بهره‌برداری به‌طور جداگانه اجرا شوند، سامانه راه‌آهن پرسرعت توسط مدیر زیرساخت نگهداری و توسط بهره‌بردار اداره خواهد شد.

• مسافران

به‌عنوان ذی‌نفعان اصلی که روزانه از راه‌آهن پرسرعت استفاده می‌کنند و منبع درآمد مدیران راه‌آهن هستند.

• بهره‌بردار

قطارها را اداره می‌کند و خدمات ترابری را به مسافران ارائه می‌دهد.

• تنظیم‌گر

شرکت‌های راه‌آهن را تنظیم می‌کند تا استاندارد بالایی از خدمات در بهره‌برداری و ایمنی ترابری تضمین شود.

۷-۱-۶- توانمندسازی

• تأیید رسمی توسط مقامات راه‌آهن

مقامات راه‌آهن مسئول تأیید، ارزیابی و حسابرسی فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری هستند.

۷-۱-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

• بافت بازار

افزایش قیمت‌ها باعث افزایش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری می‌شود. مدیریت و کنترل هزینه باید تقویت شود. افزایش قیمت بلیط یا هزینه‌های خط ممکن است برای حداکثر کردن سود در نظر گرفته شود. همچنین ممکن است کمک‌های دولتی درخواست شود.

• فناوری راه‌آهن

تجهیزات فنی جدید، به‌موقع در دسترس نیستند. همچنین ممکن است تجهیزات فنی موجود منسوخ شود. براین اساس باید فناوری پیشرفته و اثبات‌شده‌ای اتخاذ شود و تجهیزات منسوخ باید در صورت لزوم به‌روزرسانی شوند.

• مدیریت بهره‌برداری

بهره‌برداری و مدیریت نادرست منجر به افزایش هزینه‌ها و از دست دادن سهم بازار به دلیل کاهش رقابت‌پذیری می‌شود. رقابت‌پذیری باید با بهینه‌سازی مدیریت بهره‌برداری، کاهش هزینه‌ها، اجرای راهبرد بازاریابی انعطاف‌پذیر و ارائه محصولات و خدمات جدید برای افزایش سهم بازار بهبود یابد.

۸-۱-۷- جنبه‌های مالی

هزینه‌های واقعی باید بررسی و با هزینه‌های تخمینی مقایسه شده تا اختلافات شناسایی شوند. اختلافات ممکن است به دلیل مدیریت ضعیف سامانه راه‌آهن پرسرعت یا تخمین نادرست هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در مراحل قبلی باشد. علل اختلافات هزینه باید ارزیابی شوند تا اقدامات اصلاحی شناسایی و اجرا شوند.

۲-۷- ارزیابی پس‌از اجرا

۱-۲-۷- اهداف

هدف ارزیابی پس‌از اجرا این است که مشخص شود آیا پروژه یا سامانه توسعه‌یافته به اهداف خود دست یافته است یا خیر. این ارزیابی شامل موارد زیر است:

- ارزیابی پارامترهای کلیدی از مشخصات فنی
- جنبه‌های هزینه
- جنبه‌های ترافیک و درآمد
- سه جنبه توسعه پایدار: محیط زیست، رشد اقتصادی و عدالت اجتماعی
- تعهدات انجام‌شده قبل از ساخت

این فرآیند همچنین فرصتی برای تأیید استاندارد اجرای پروژه و کارایی اقدامات مقابله‌ای محیطی و ارزیابی اثربخشی ترتیبات مالی موجود فراهم می‌کند. در صورت مشاهده اختلافات در هر یک از موارد فوق، بازخورد جمع‌آوری می‌شود تا نتیجه‌گیری‌ها و توصیه‌هایی برای بهبود در پروژه‌های بعدی ارائه شود.

۷-۲-۲- نکات کلیدی

۷-۲-۲-۱- اهداف فنی اصلی

ارزیابی پس از اجرا باید بررسی کند که آیا اهداف فنی برای راه‌آهن پرسرعت در بهره‌برداری محقق شده‌اند یا خیر. این اهداف فنی شامل، اما محدود به مواردی از جمله حداکثر سرعت بهره‌برداری، سرعت فنی متوسط، زمان سفر، فاصله بین قطارها، ظرفیت صندلی‌ها، حداقل شعاع قوس، شیب غالب، حجم ترافیک و غیره است. در صورت عدم دستیابی به اهداف، توضیحات باید ارائه شود.

۷-۲-۲-۲- هزینه نهایی پروژه

هنگام محاسبه هزینه نهایی پروژه، لازم است نه تنها هزینه واقعی ساخت خط جدید، بلکه هزینه خرید ناوگان و سرمایه‌گذاری در نگهداری خط و ناوگان نیز در نظر گرفته شود. خط پایه ممکن است شامل جنبه‌هایی مانند آموزش کارکنان و هزینه ساخت یا ارتقای ایستگاه‌های جدید یا قدیمی باشد که توسط قطارهای در حال حرکت در خط جدید سرویس می‌دهند. برعکس، ممکن است با ارتقای شبکه موجود، صرفه‌جویی‌هایی صورت گرفته باشد، بنابراین از نیاز به سرمایه‌گذاری اضافی مانند ساخت زیرساخت خط معمولی که برای غلبه بر مشکلات بهره‌برداری باید ساخته می‌شد، اجتناب شده است. همچنین ممکن است در خرید ناوگان معمولی (لوکوموتیوها و واگن‌ها) به دلیل خدمات جدید راه‌آهن پرسرعت صرفه‌جویی شود. مقایسه هزینه نهایی پروژه با ارقام پیش‌بینی‌شده در اسناد مورد استفاده برای تأیید پروژه به شناسایی اختلافات احتمالی کمک می‌کند، که ممکن است به دلیل عوامل مختلفی به‌قرار زیر باشد:

- تغییرات در شرایط اقتصادی و بازار بین زمان طراحی پروژه تا زمان اتمام آن
 - تغییرات عمده در هزینه مصالح اولیه یا نیروی کار
 - محاسبه نادرست مقادیر موردنیاز برای تکمیل کارها
 - کارهای اضافی یا پیش‌بینی‌نشده ناشی از شرایط اضطراری در حین ساخت، اصلاح طراحی و فرآیند بهره‌برداری
 - تغییرات پیش‌بینی‌نشده در سیاست‌ها، قوانین و مقررات یا شرایط اقتصادی، مالی و محیطی
- با مقایسه هزینه‌های پیش‌بینی‌شده و واقعی، می‌توان مشخص کرد که آیا برای هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده، تخمین مناسب انجام شده است یا خیر. توصیه می‌شود نهاد بهره‌بردار جزئیات دقیق هزینه مراحل قبل از بهره‌برداری را از نهادهای ذی‌ربط مانند کارفرمای طراحی و ساخت پروژه پرسرعت دریافت نماید و مدل هزینه چرخه عمر پروژه را توسعه دهد. همچنین کارفرمای هریک از مراحل پیاده‌سازی راه‌آهن پرسرعت از پیدایش تا انتهای بهره‌برداری موظف هستند داده‌های هزینه راه‌آهن پرسرعت را به دقت دریافت، ثبت و بررسی نمایند و در نهایت به بهره‌بردار تحویل دهند.

۷-۲-۲-۳- هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری

به‌طور کلی می‌توان فرض کرد که هزینه‌های بهره‌برداری از سال سوم بهره‌برداری پایدار می‌مانند. در این مرحله، نگهداری دیگر شامل کارهای نهایی یا اصلاح خرابی‌های شناسایی‌شده در زمان راه‌اندازی نخواهد بود. در عوض، هزینه‌ها صرفاً بر اساس هزینه‌های نگهداری در حین بهره‌برداری خواهد بود. به‌طور مشابه، هزینه‌های بهره‌برداری با حجم ترافیک مطابقت دارد، که تا این زمان مرحله اولیه رشد خود (پس از راه‌اندازی) را تکمیل کرده است. با در نظر گرفتن این هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری، می‌توان هزینه‌های چرخه عمر را محاسبه و با ارقام تخمینی مقایسه کرد.

۷-۲-۲-۴- دقت پیش‌بینی‌های ترافیک و درآمد

تصمیم به اجرای یک سامانه راه‌آهن پرسرعت تا حد زیادی نتیجه یک تحلیل چندمعیاره است که مزایای بالقوه پروژه برای جامعه را برجسته می‌کند. این مزایا به شکل صرفه‌جویی در زمان و جابه‌جایی بیشتر برای تمام مناطق تحت پوشش است. بنابراین، ضروری است که تأیید شود پروژه در دستیابی به اهداف خود موفق بوده است. به‌ویژه، مهم است که از آمار ترافیک برای دوره پس از راه‌اندازی استفاده شود تا بتوان مزایای واقعی برای جامعه را کمی‌سازی و با پیش‌بینی‌ها (از جمله ترافیک ناشی از قطارهای معمولی، ترافیک جاده‌ای، ترافیک هوایی و ترافیک القایی) مقایسه کرد.

۷-۲-۲-۵- تحلیل اختلافات

اختلافات بین پیش‌بینی‌های ترافیک و ارقام واقعی ممکن است به دلیل عوامل مختلفی باشد:

- عوامل ذاتی پروژه: زمان‌های سفر مورد انتظار محقق نشده‌اند، تواتر خدمات ناکافی یا برنامه‌های زمان‌بندی ضعیف طراحی شده‌اند، الگوهای خدمات ضعیف هستند، ناوگان ناکافی است، قیمت بلیط‌ها نامعقول است، بازاریابی ضعیف بوده یا برعکس، کیفیت خدمات بهتر از حد انتظار است، تصویر مثبت از روش ترابری، الگوهای خدمات مناسب، قیمت‌های جذاب و غیره.
- عوامل خارجی پروژه: تحولات اقتصادی، قیمت سوخت، رقابت از سوی خطوط هوایی کم‌هزینه، دسترسی به ایستگاه‌ها مطابق با انتظارات نیست، که همه این عوامل ممکن است تأثیر مثبت یا منفی نسبت به پیش‌بینی‌ها داشته باشند. تفاوت‌ها در مورد درآمدهای مورد انتظار نتیجه ترکیبی از اختلافات در مورد پیش‌بینی‌های ترافیک و قیمت‌های واقعی (میانگین هزینه سفر) است.

۷-۲-۲-۶- اثربخشی اقدامات محیطی

از صورت‌وضعیت مباحث محیطی، ابتدا می‌توان تأیید کرد که آیا آنچه انجام شده است با تعهدات نهاد تحت قرارداد تمهیدات مقابله‌ای سازگار است یا خیر. سپس می‌توان دید که آیا اقدامات انجام‌شده موفق به برآورده کردن الزامات قانونی

و مقرراتی و ارائه پاسخ مناسب به نگرانی‌های مطرح‌شده در جلسات عمومی شده‌اند یا خیر. برای بررسی چنین عواملی و تأیید اینکه اقدامات به‌طور مورد انتظار کار می‌کنند، ممکن است لازم باشد برداشت‌های محیطی (مانند برداشت صدا یا ارتعاش) انجام شوند.

۷-۲-۳- ورودی‌ها

• اسناد مورد استفاده برای تأیید پروژه

اهداف عملکردی در مراحل مختلف تعریف پروژه تعیین می‌شوند. این‌ها ممکن است شامل حداکثر سرعت بهره‌برداری، زمان‌های سفر، فاصله بین قطارها، تعداد خدمات، تواتر خدمات و غیره باشند. این اهداف فرضیات کاری برای مطالعات اقتصادی مورد استفاده برای تأیید پیش‌بینی‌های ترافیک تشکیل می‌دهند. این مطالعات اقتصادی، بر اساس شاخص‌های فعالیت اقتصادی و روند قیمت‌ها، امکان محاسبه درآمدهای مورد انتظار و نرخ بازده سرمایه‌گذاری را فراهم می‌کنند. علاوه بر این، پروژه باید بر اساس برآورد هزینه‌های کار تأیید شود. برنامه‌های پروژه همچنین شامل مطالعات محیطی هستند که در آن تأثیر احتمالی پروژه ارزیابی و اقدامات مقابله‌ای برنامه‌ریزی می‌شوند.

• صورت وضعیت مالی

صورت وضعیت‌هایی که هزینه‌های ساخت واقعی را نشان می‌دهند، برای انجام ارزیابی‌های پس از اجرا مورد نیاز هستند. ارقام موجود در آن‌ها باید شامل تمام سرمایه‌گذاری‌ها، از جمله هزینه مطالعات و ناوگان و تأسیسات نگهداری مورد نیاز برای پروژه باشد. اگر زیرساخت و بهره‌برداری به‌طور جداگانه مدیریت شوند، سرمایه‌گذاری در ناوگان ممکن است در صورتی که صورت وضعیت محدود به مدیر زیرساخت باشد، حذف شود.

• ترافیک

پس از یک دوره اولیه رشد، ترافیک مسافری در سطحی که نشان‌دهنده تأثیر واقعی پروژه است، تثبیت می‌شود. آمار دقیق برای اهداف ارزیابی پس از اجرا مورد نیاز است: داده‌ها باید برای ترافیک هر روز، برای جفت‌های مبدأ-مقصد (OD) مختلف و برای دسته‌بندی‌های مختلف قیمت‌ها در دسترس باشند. اگر زیرساخت و بهره‌برداری به‌طور جداگانه مدیریت شوند، آمار دقیق برای تعداد قطارها و هزینه‌های دسترسی به خط مورد نیاز است.

۷-۲-۴- خروجی‌ها

• صورت وضعیت محیطی

اسناد مربوط به ارزیابی محیطی تأثیرات پروژه بر محیط زیست و اقدامات انجام‌شده برای کاهش پیامدهای آن را توضیح می‌دهند. با تحلیل وضعیت واقعی ناشی از اجرای پروژه، می‌توان اثربخشی چنین اقداماتی را ارزیابی کرد. صورت وضعیت محیطی (که ممکن است شامل تراز مالی انتشار دی‌اکسید کربن باشد) تمام تعهدات نهاد طرف قرارداد را فهرست می‌کند،

بررسی می‌کند که آیا اقدامات انجام‌شده با این تعهدات سازگار هستند و آیا پاسخ مناسبی به تأثیرات بالقوه شناسایی‌شده ارائه داده‌اند یا خیر.

• گزارش ارزیابی

گزارش ارزیابی ویژگی‌های اصلی پروژه، اهداف آن، زمان‌بندی تکمیل آن و پیش‌بینی‌های ترافیک و درآمد را ارائه می‌دهد. این گزارش شامل تحلیل مقایسه‌ای هزینه‌ها و نرخ‌های بازده اقتصادی و اجتماعی-اقتصادی است. این گزارش هرگونه اختلاف را برجسته می‌کند و علل آن‌ها را تحلیل می‌کند. همچنین نشان می‌دهد که آیا اهداف محیطی و برنامه‌ریزی شهری تعریف‌شده محقق شده‌اند یا خیر.

• توصیه‌ها

توصیه‌ها از تحلیل هرگونه اختلاف شناسایی‌شده ناشی می‌شوند و مبنایی را تشکیل می‌دهند که مقامات عمومی (دولت) می‌توانند بر اساس آن‌ها دستورالعمل‌هایی برای پروژه‌های آینده صادر کنند.

۵-۲-۷- ذی‌نفعان

• حاکمیت ستادی یا منطقه‌ای

دولت ممکن است قوانینی را وضع کند که لازم باشد ارزیابی‌های مربوط به نحوه هزینه‌کرد بودجه عمومی را پیگیری نماید و بتواند تأیید کند که آیا پروژه‌های نهایی‌شده به اهداف تعیین‌شده در چارچوب قانونی از پیش تعریف‌شده دست یافته‌اند یا خیر. ممکن است در برخی کشورها الزام قانونی برای تهیه چنین سندی وجود داشته باشد و دولت حتی ممکن است لازم بداند که این سند به اطلاع عموم برسد.

• نهاد طرف قرارداد

نهاد طرف قرارداد از ارزیابی پس‌از اجرا، سود زیادی می‌برد، زیرا این ارزیابی به آن نهاد امکان می‌دهد تا اقداماتی برای اصلاح هرگونه تفاوت مشاهده‌شده در پیش‌بینی‌های ترافیک خود انجام دهد و بازخوردی دریافت کند که به بهبود دانش در مورد تأثیر پروژه و ریسک‌هایی که باید در پروژه‌های آینده در نظر گرفته شوند، کمک می‌کند.

• مدیر زیرساخت

مدیر زیرساخت نیز به‌طور مساوی علاقه‌مند به دریافت بازخورد است تا بتواند سیاست‌های بهره‌برداری و نگهداری خود را تطبیق دهد و نیازهای خود را برای پروژه‌های آینده بهتر تعریف کند.

• بهره‌بردار

برای بهره‌برداران راه‌آهن، ارزیابی‌های پس‌از اجرا در تنظیم و تطبیق راهبردهای بازاریابی و سیاست‌های زمان‌بندی و قیمت‌گذاری آن‌ها برای بهره‌برداری حداکثری از یک پروژه خاص و محاسبه بهتر نیازهای ناوگان در آینده مفید خواهد بود. موضوعی که نحوه محاسبه هزینه‌های دسترسی به خط را نیز متأثر می‌سازد.

• نهادهای مستقل

ارزیابی‌های پس‌از اجرا که به مسائل اقتصادی و محیطی می‌پردازند، اغلب توسط نهادهایی غیر از مجری انجام می‌شوند. این یکی از راه‌های تضمین استقلال تحلیل انجام‌شده و فرصتی مناسب برای دریافت دیدگاه مستقل در مورد اهداف مورد نظر پروژه است.

۷-۲-۶- توانمندسازی

علاوه بر جنبه‌های اقتصادی و محیطی، ممکن است گزارشی که ایمنی سامانه ایجادشده را در نظر می‌گیرد نیز توسط مقامات مربوطه موردنیاز باشد. ارزیابی پس‌از اجرا ممکن است توسط تأمین‌کنندگان بودجه، موردنیاز باشد و نتایج این ارزیابی می‌تواند برای تأیید کمک‌های مالی آینده استفاده شود.

۷-۲-۷- ریسک‌ها و تمهیدات مقابله‌ای

• عدم وجود چارچوب قانونی

بر عهده حاکمیت است که دستورالعمل‌هایی را برای شرایطی که ارزیابی‌های پس‌از اجرا باید انجام شوند، صادر کند تا اطمینان حاصل شود که همان رویکرد می‌تواند برای زیرساخت‌های مختلف ساخته‌شده در یک کشور اعمال شود. بدون چنین چارچوب قانونی، ارزیابی ممکن است بی‌ارزش یا حتی گمراه‌کننده باشد.

• ناکافی بودن اقدامات محیطی

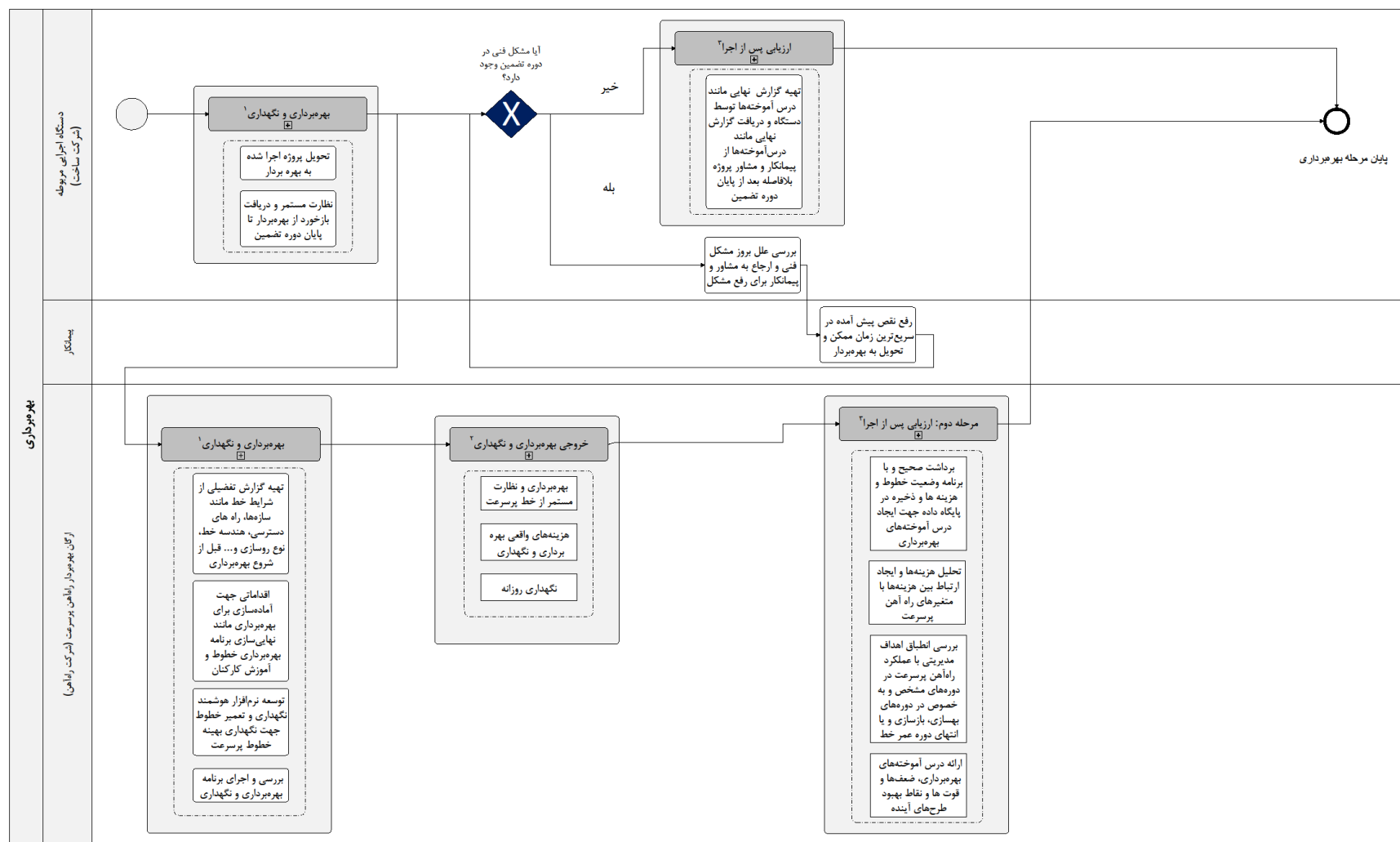
در این مورد، نهاد طرف قرارداد ملزم خواهد بود اقدامات اضافی انجام دهد تا پروژه را با تعهدات خود سازگار کند.

۷-۲-۸- جنبه‌های مالی

ارزیابی پس‌از اجرا به خودی خود یک تمرین پرهزینه نیست، اما یافته‌های آن ممکن است پیامدهای عمده‌ای برای مدل اقتصادی اتخاذشده برای پروژه‌ها داشته باشد. به‌ویژه، این ارزیابی فرصتی برای تأیید این است که آیا پیش‌بینی‌های خوش‌بینانه ترافیک و برآوردهای کم‌تر از حد واقعی هزینه‌ها ممکن است مقامات عمومی را ترغیب کرده باشد که به پروژه‌ای که نتایج موردنظر را تولید نکرده است، چراغ سبز نشان دهند. همچنین راهی برای تضمین کنترل بیشتر بر فرآیندهای درگیر در پروژه‌های بزرگ با نشان‌دادن ریسک‌هایی است که در غیر این صورت شناسایی نمی‌شدند. در نهایت، ممکن است استقرار بودجه عمومی و خصوصی در توسعه شبکه راه‌آهن پرسرعت را بهبود بخشد.

۳-۷- فرآیند بخش بهره‌برداری پروژه

شکل ۳-۱ روند حاکم برای مرحله بهره‌برداری پروژه را با نگاه فرآیندی و تعیین نقش نهادهای مرتبط ارائه نموده است. انجام فعالیت‌های این مرحله از پروژه با دستگاه اجرایی مربوطه (پیشنهاد شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل‌ونقل کشور)، شرکت بهره‌بردار (شرکت راه‌آهن) و همراهی پیمانکار/پیمانکاران پروژه است. به‌طوری‌که تحویل پروژه به بهره‌بردار و ارزیابی‌های پس از اجرا در این مرحله پیگیری خواهد شد. در مرحله بهره‌برداری و نگهداری، مدل بهره‌برداری، برنامه بهره‌برداری و نگهداری، هزینه‌های تخمینی و ویژگی‌های زیرساخت به‌عنوان ورودی و هزینه‌های واقعی، بهره‌برداری روزانه و نگهداری روزانه به‌عنوان خروجی در نظر گرفته می‌شوند.



شکل ۷-۱ روند مرحله بهره‌برداری پروژه

۱- ارجاع به ۱-۷ و ۳-۱-۷

۲- ارجاع به ۴-۱-۷

۳- ارجاع به ۳-۲-۷ و ۴-۲-۷

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هشتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یادشده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال های اخیر در سایت اینترنتی nezamfanni.ir قابل دست یابی می باشد.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Basics and Considerations of High-Speed Railway Implementation

IR-Code 893

Last Edition:02-15-2026

**Deputy of Technical, Infrastructure and
Production Affairs**

Department of Technical & Executive affairs,
Consultants and Contractors
nezamfanni.ir

**The Ministry of Road & Urban
Development**

Road, Housing and Urban Development
Research Center
bhrc.ir

این ضابطه

با عنوان «مبانی و ملاحظات پیاده‌سازی
راه‌آهن پرسرعت» با رویکردی فرآیندمحور،
چارچوبی جامع و یکپارچه برای تعریف،
برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری از
سامانه‌های راه‌آهن پرسرعت در کشور ارائه
می‌دهد.