جمهوری اسلامی ایران
وزارت کشور

معاونت عمرانی

دفتر حمل و نقل و دبیرخانه شورای عالی هماهنگی

ترافیک شهرهای کشور

راهنمای معرفی انواع سیستم‌های حمل و نقل همگانی ریلی

زمستان ۱۳۸۶

۱– مقدمه

حمل و نقل از نیازهای اولیه و اساسی در هر اجتماع بشری به شمار می‌آید. با پیشرفت و ترقی ساختارهای اجتماعی، نیاز به جابه‌جایی نیز در سطح گسترده‌تری مطرح شده است. شهرها به عنوان مراکز پیشرفت فرهنگی و اجتماعی، اولین اجتماعاتی بودند که با مسائل حمل و نقل بصورت جدی مواجه شدند. با پیشرفت شهرها و تشکیل مراکز جمعیتی بزرگتر، نظیر شهرهای بزرگی که امروزه با آنها مواجه هستیم، نیاز به جابه‌جایی و حمل و نقل نیز به صورت فزاینده‌ای رو به افزایش نهاده است. در این میان حمل و نقل درون شهری، به علت تنوع مخاطب و ساختار، از پیچیدگی خاصی برخوردار است. با رشد و توسعه روزافزون زندگی شهری، جابه‌جایی برای انجام فعالیت‌های جدید، نیاز بیشتری برای به ایجاد زیرساخت‌های حمل و نقل درون شهری و گونه‌های مختلف آن به منظور تأمین سیستم‌های حمل و نقل مطلوب (ایمن- سریع- اقتصادی- راحت) برای شهروندان را نمایان می‌سازد.

در بیشتر مواقع به دلیل عدم نگرش جامع و همه جانبه در مدیریت کلان، حمل و نقل درون شهری با مشکلات متنوعی مواجه است که مهمترین آنها تهدیدهای سه گانه انرژی، منابع انسانی و منابع زیست محیطی می‌باشد. علاوه بر این مسائل به اتلاف میلیونها ساعت وقت ارزشمند مردم و ناراحتی‌های روحی و روانی ناشی از تأخیر در ترافیک نیز می‌توان اشاره نمود.

به طور کلی سیستم حمل و نقل اساساً شامل دو بخش حمل و نقل کالا و حمل و نقل مسافر می‌باشد. سیستم‌های حمل و نقل کالا و مسافر هر یک به نوبه خود به زیر بخش‌هایی تقسیم می‌شود و با توجه به تأکید صورت گرفته در ماده ۳۰ قانون برنامه چهارم توسعه کشور مبنی بر توسعه و ارتقاء سهم حمل و نقل همگانی از سفرهای درون شهری به ۷۵ درصد از کل سفرها، لازم است اقداماتی جهت بهبود و توسعه سیستم‌های حمل و نقل همگانی انبوه بر در دو زمینه کمی و کیفی انجام گیرد. از این جهت در زمینه کمی به گسترش امکانات حمل و نقل همگانی و در زمینه کیفی نیز به ارتقاء تکنولوژی و تکنیک‌های مدیریت سیستم مورد استفاده، می‌توان اشاره نمود.

ایجاد تسهیلات جدید در خصوص حمل و نقل همگانی، نیازمند شناخت و مطالعه سیستم‌های مختلف حمل و نقل همگانی می‌باشد. انواع سیستم‌های حمل و نقل همگانی، باید شرایطی از قبیل راحتی و ایمنی برای جابه‌جایی مسافران را فراهم نمایند. همچنین نیاز است این سیستم‌ها از لحاظ اقتصادی دارای توجیه باشد. از طرفی، هر سیستم حمل و نقل همگانی نیاز است، در جایگاه مناسب خود قرار گیرد و در حوزه مسئولیت خود به نحو مناسب انجام وظیفه نماید. همچنین با توجه به محدودیت‌هایی که از نظر اقتصادی وجود دارد، سیستم‌های حمل و نقل باید در عین حال که نیازهای جابه‌جایی مسافرین را تأمین می‌نمایند، از نظر منابع مالی نیز قابل توجیه باشند.

با توجه به مطالب عنوان شده، در این راهنما به معرفی انواع سیستم‌های ریلی حمل و نقل همگانی به همراه مزایا، معایب، عملکرد، مسیر مورد نیاز و هزینه احداث پرداخته می‌شود.

۲– حمل و نقل همگانی قطار سبک (LRT[1])

در دهه‌های اخیر، LRT شیوه غالب برای حمل و نقل همگانی با عملکرد متوسط محسوب می‌شود. این مد نقش مهمی در ارتباط خدمات ارائه شده توسط اتوبوسهای معمولی (با عملکرد پایین) و حمل و نقل همگانی سریع یا مترو (با عملکرد بالا) دارد. بدین منظور در شهرهایی که سیستم حمل و نقل همگانی از نوع اتوبوس معمولی و مترو می‌باشد، باید شیوه‌ای از حمل و نقل همگانی با عملکرد متوسط (مانند LRT یا BRT[2]) ایجاد گردد تا ارتباط مناسبی بین اتوبوس معمولی و مترو در شبکه حمل و نقل شهری ایجاد شود. LRT یک شیوه بسیار متنوع و پیچیده است، بنابراین تعریف آن در این راهنما شامل: تشریح سیستم، توصیف گسترش آن در دهه‌های اخیر، نوآوری‌ها در اجزای آن و رشد آن از تراموا به سیستم‌های کنونی می‌باشد.

۲-۱- تشریح سیستم LRT

قطار سبک شهری یک سیستم حمل و نقل همگانی ریلی برقی است که دارای مشخصات ظرفیت جابجایی مسافر بالا، خودروهای جادار با یک تا چهار واگن که بیشتر مسیر آن در حق تقدم (ROW [۳]) درجه B و گاهی اوقات در حق تقدم درجه‌های A و C نیز فعالیت می‌نماید. (مسیر درجه C در سیستم‌های حمل و نقل همگانی به مسیری اطلاق می‌گردد که تردد وسیله حمل و نقل همگانی با سایر وسایل نقلیه به صورت مختلط با تقاطعهای همسطح صورت می‌پذیرد. مسیر درجه B به مسیری اطلاق می‌شود که تردد وسیله حمل و نقل همگانی به صورت همسطح و مجزا از سایر وسایل نقلیه صورت گرفته در حالی که تنها تقاطع‌های مسیر وسیله حمل و نقل همگانی با سایر وسایل نقلیه به صورت غیرهمسطح طراحی می‌شود. مسیر درجه A به مسیری عنوان می‌گردد که تردد وسایل نقلیه حمل و نقل همگانی به طور مجزا و غیرهمسطح (به صورت زیرگذر و روگذر) ازسایر وسایل نقلیه انجام می‌پذیرد.)

[1] Light Rail Transit
[2] Bus Rapid Transit
[3] Right of way

احداث مسیر LRT درجه B رایج‌ترین حق‌تقدم مسیر است اما LRT معمولاً بخشهایی با حق‌تقدم درجه A (تونلها و سازه‌های هوایی) و درجه C (قسمتهای خیابانی و گذرگاه‌های عابرپیاده) نیز در طول مسیر دارد. مسیر سیستم قطار سبک شهری می‌تواند از ترکیب هر سه نوع حق‌تقدم ایجاد شود، بنابراین با توجه به نوع مسیر در هر قطعه، سرعت حرکت و زمان سفر این سیستم متفاوت می‌باشد.

خودروهای معمول این سیستم بصورت کمرشکن، دو جهته، و دارای ۴۵-۱۸ متر طول می‌باشند. قطارها بصورت الکتریکی کشیده می‌شوند و دارای ظرفیت ۵۰ تا ۲۴۰ صندلی و ۱۲۰ تا ۷۲۰ فضای کل، (به صورت ایستاده و نشسته) می‌باشند.

حجم مسافر از چند نفر در ساعت در ساعتهای غیر اوج تا ۲۴۰۰۰-۵۰۰۰ مسافر در ساعات اوج متغیر است. حداکثر سرعت سیستم LRT، ۷۰ تا ۱۰۰ کیلومتر در ساعت و سرعت عملیاتی آن ۲۰ تا ۳۵ کیلومتر در ساعت می‌باشد که بسته به نوع مسیر و فاصله ایستگاهها متغیر است.

هدایت سیستم LRT به صورت دستی انجام می‌شود. اما در خطوط حمل و نقل همگانی قطار سبک سریع، (LRRT[1])که مسیر آن کاملاً جداگانه طراحی می‌شود، هدایت سیستم به صورت کاملاً اتوماتیک انجام می‌پذیرد.

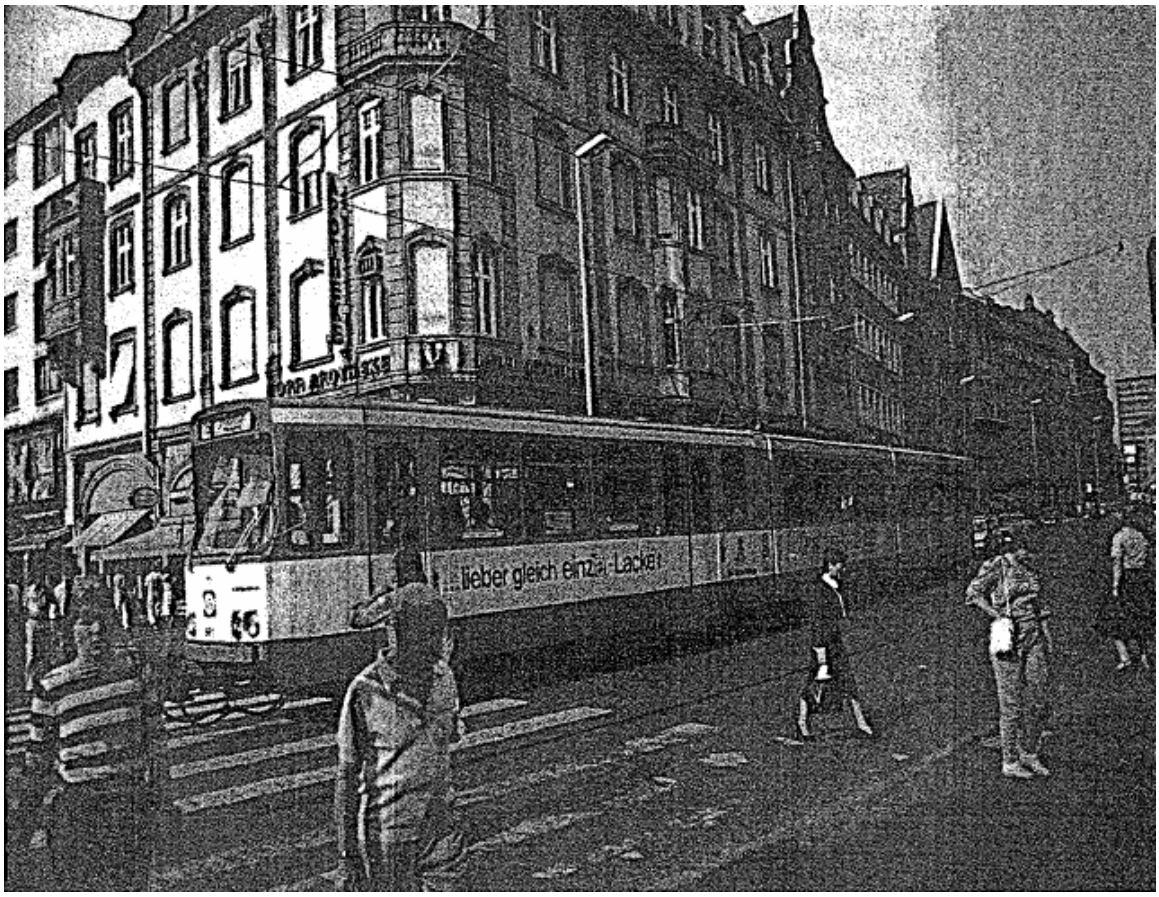
هزینه سرمایه‌گذاری سیستم LRT در قسمتهایی که در سطح زمین ساخته می‌شود، بین ۷۰ تا ۲۷۰ میلیارد ریال در هر کیلومتر (به طور متوسط ۱۴۰ میلیارد ریال در هر کیلومتر) می‌باشد. قسمتهایی از مسیر سیستم LRT که احتیاج به احداث تونل دارد، 200 تا 360 میلیارد ریال در هر کیلومتر (به طور متوسط ۲۸۰ میلیارد ریال در هر کیلومتر) هزینه در بر دارد. هزینه وسایل نقلیه این سیستم با توجه به اندازه، طراحی و پیچیدگی تجهیزات کشنده از ۲۰ تا ۳۰ میلیارد ریال متغیر می‌باشد.

با توجه به قابلیت متنوع طراحی مسیر و حق‌تقدم برای سیستم LRT، این سیستم قابلیت استفاده در کریدورهای مختلف از جمله مناطق مرکزی شهر[2] همراه با ترافیک مختلط با سایر وسایل نقلیه تا بخش‌های با سرعت بالا در حومه شهر را دارا است. با توجه به اینکه سیستم LRT دارای عملکرد متوسط در سیستم حمل و

[1] Light Rail Rapid Transit
[2] Central Business District

نقل شهری می‌باشد از این سیستم می‌توان در خطوط کوتاه تا خطوط بلند حومه همراه با توقفگاههای ساده تا ترمینال‌های بزرگ استفاده نمود.

در شکل (۱) نمونه‌ای از قطار سبک شهری با حق‌تقدم درجه C در یکی از شهرهای آلمان نشان داده شده است.

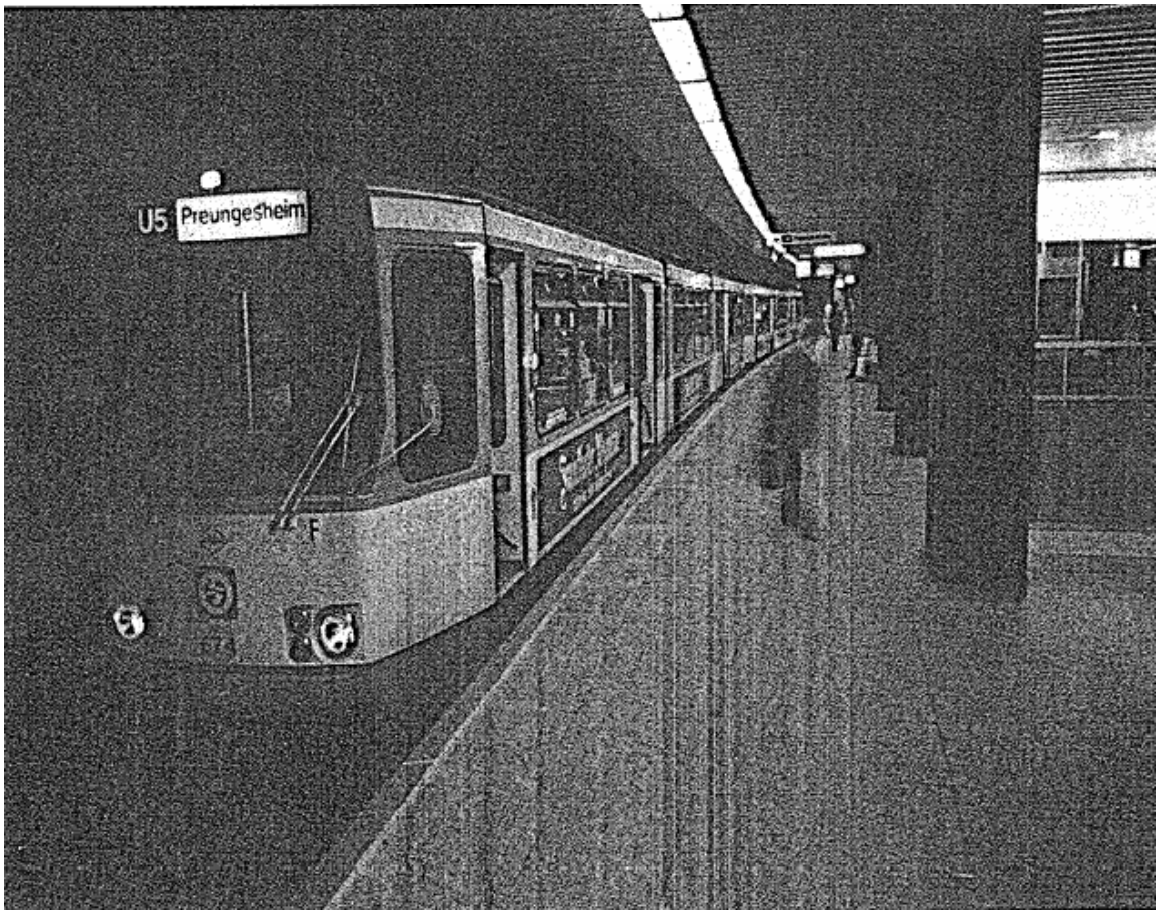


شکل (۱): قطار سبک شهری در فرانکفورت با حق‌تقدم مسیر درجه C

در شکل (۲) نمونه ای از قطار سبک شهری با حق تقدم درجه B در یک از شهرهای آلمان مشخص می باشد.

شکل (۲): قطار سبک شهری در فرانکفورت با حق‌تقدم درجه B

در شکل (۳) نمونه‌ای از قطار سبک شهری با حق‌تقدم درجه A در یکی از شهرهای آلمان نشان داده شده است.



شکل (۳): قطار سبک شهری در فرانکفورت با حق‌تقدم درجه A

سیستم LRT نوع پیشرفته‌ای از تراموا‌های سالهای گذشته می‌باشد که با ارتقاء بخشیدن آنها به وسیله خودروهای کمرشکن (مفصلی) با ظرفیت بالا، جداسازی مسیر عبوری، استفاده از سیستم‌های کنترل هوشمند و سیگنال‌های خاص و احداث ترمینالهای چند مده برای تبادل با اتوبوسها ایجاد شده‌اند.

تفاوت عمده قطار سبک شهری (LRT) نسبت به اتوبوسهای معمولی (با عملکرد پایین)، ظرفیت بیشتر، سرعت بالاتر و قابلیت اطمینان بیشتر برای جابه‌جایی مسافران مسیرهای با تقاضای سفر بالا می‌باشد. از آنجا که برای قطار سبک شهری اغلب مسیر جداگانه و با حق‌تقدم نسبت به مسیر سایر وسایل نقلیه در نظر می‌گیرند، این

مسئله باعث بالا رفتن وجهه عمومی قطار سبک شهری نزد کاربران و در نتیجه جذب مسافر بیشتر نسبت به اتوبوسها می‌گردد.

۲-۲- ویژگی‌های سیستم قطار سبک شهری (LRT)

در ادامه به طور خلاصه خصوصیات اصلی سیستم LRT و برتری‌های آن نسبت به اتوبوسهای معمولی و تراموا‌های سابق عنوان می‌گردد:

۱- خطوط LRT، برخلاف اتوبوسهای معمولی و تراموا‌ها، شبکه گسترده‌ای از معابر شهری را پوشش نمی‌دهد و خطوط پوشش آن محدودتر ولی با کیفیت بالاتر می‌باشد.

۲- مسیر سیستم LRT دارای ترکیبی از حق‌تقدم‌های A، B و C وابسته به شرایط معابر شهری می‌باشد و مانند مسیر اتوبوسهای معمولی و تراموا تنها دارای حق‌تقدم C نمی‌باشد.

۳- با توجه به آنکه LRT ، دارای عملکرد متوسط در سیستم حمل و نقل شهری می‌باشد، برای افزایش کارآیی آن از ایستگاه‌های چند مده و ایجاد ارتباط با اتوبوسهای معمولی (عملکرد پایین) و مترو (عملکرد بالا) استفاده می‌شود.

۴- در سیستم LRT از ریلها و سوزنهای با کیفیت بسیار بالا که سبب کاهش صدا و لرزش می‌گردد، استفاده می‌شود.

۵- وسایل نقلیه مورد استفاده در سیستم LRT معمولاً به صورت کمرشکن (مفصلی) می‌باشند و معمولاً یک تا ۴ واگن به یکدیگر متصل می‌شوند.

۶- در سیستم LRT ، از وسایل نقلیه دوطرفه‌ای که شبیه مترو می‌باشد، استفاده می‌گردد.

۷- جمع‌آوری کرایه در سیستم LRT به صورت اتوماتیک و هوشمند صورت می‌گیرد که سبب تسریع در سوار و پیاده شدن مسافران می‌شود.

۸- کف‌های پایین سیستم LRT (۰/۳ تا ۰/۳۵ متر بالای ریل) باعث شده است که سوار و پیاده شدن مسافران به ویژه معلولان تسهیل گردد.

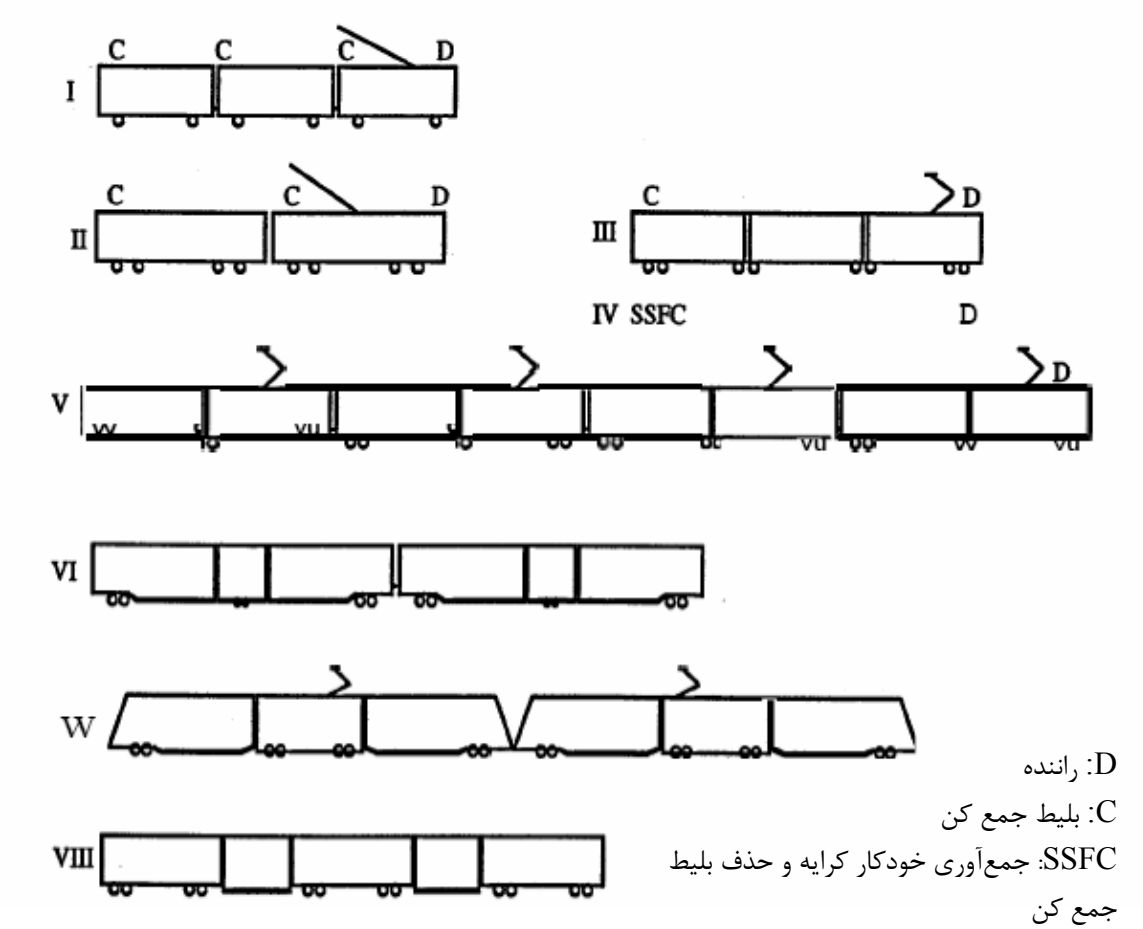
۹- امکان حرکت سیستم قطار سبک شهری (LRT) در محدوده مرکزی تجاری شهرها با تراکم بالای تردد عابران پیاده، مشخصه اصلی این سیستم می‌باشد که نسبت به سایر سیستم‌های ریلی به عنوان مزیت شناخته می‌شود.

۱۰- مسیر سیستم قطار سبک شهری (LRT) قابل ادغام با خطوط حومه ریلی به منظور ارائه خدمات به مناطق حومه شهرها می‌باشد.

۲-۳- افزایش کارآیی سیستم قطار سبک شهری (LRT)

پیشرفت‌های ذکر شده در سیستم LRT تاثیر زیادی روی مشخصه‌های عملیاتی و کارآیی این شیوه حمل و نقل همگانی داشته است. این پیشرفتها در شکل (۴) نشان داده شده است. تراموای سنتی از یک تا سه واگن تشکیل شده است. (حالت شماره I در شکل ۴) دارای یک راننده و سه بلیط جمع‌کن می‌باشد. ظرفیت این قطار ۳۰۰ فضا است که در نتیجه به ازای هر خدمه، ۷۵ فضا سرویس‌دهی می‌شود. به منظور کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهبود کیفیت خدمات، خودروهای ۴ محوره با یک کشنده ایجاد شدند. (II) و سپس توسعه و پیشرفت واگن‌های مفصلی باعث ایجاد خودروهای کمرشکن جفت ۳۰ متری گردید که تنها با دو خدمه سرویس‌دهی می‌شوند (III). سپس با ارائه سیستم جمع‌آوری خودکار کرایه[1] خدمه به تنها یک نفر کاهش یافت (IV) که نرخ کارآیی خدمه را دو برابر نمود. با افزایش تقاضا برای استفاده از این سیستم و به منظور افزایش راحتی کاربران از قطارهای سه و چهار واگنه که دارای ظرفیت بیش از ۷۶۰ فضا می‌باشند، استفاده گردید. (V) این امر موجب شد بهره‌وری خدمه به ۷۶۰ فضا برسد که حدود ۱۰ برابر بیشتر از تراموای قدیمی دهه ۱۹۶۰ می‌باشد. با پیدایش خودروهای کف پایین، طراحی‌های متنوع تری از نوع خودرو بوجود آمده است، همانطور که در حالت‌های VII– VI مشخص می‌باشد، آخرین نمونه یک واگن ۴۵ متری با ۱۲ محور است.

[1] Self Service Fare Collection



شکل (۴): افزایش کارآیی سیستم قطار سبک شهری

با توجه به آنکه سرعت عملیاتی سیستم‌های قطار سبک شهری (LRT) نسبت به تراموای قدیم حدود دو برابر است، (از ۱۴-۱۲ کیلومتر در ساعت به ۳۰-۲۴ کیلومتر در ساعت رسیده است) کارآیی خدمه از نظر فضا-کیلومتر ارائه شده حدود ۲۰ برابر می‌باشد. این پیشرفت و افزایش سرعت LRT به علت احداث مسیرهای حق‌تقدم بالا (مسیرهای طبقه A و B)، ایجاد اولویت برای سیستم قطار سبک شهری در تقاطع‌ها، استفاده از قطارهای طویل با ۱۶ درب در هر سمت و استفاده از سیستم‌های خودکار برای پرداخت کرایه می‌باشد. بنابراین نوآوری در زیرساختها و استفاده از وسایل نقلیه با تکنولوژی بالا موجب شده تا سیستم LRT به عنوان کارآترین سیستم حمل و نقل همگانی با عملکرد متوسط در بسیاری از شهرها به کار گرفته شود. در شکل (۵) سیستم قطار سبک شهری پیشرفته‌ای با کف کاملاً پایین در یکی از شهرهای آلمان نشان داده شده است.

شکل (۵): LRT پیشرفته با کف کاملا پایین- درسدن، آلمان

۲-٤- انواع سیستم‌های قطار سبک در شهرهای مختلف

همانطورکه در بخشهای قبل اشاره شد، سیستم‌های LRT فرمهای متعددی از نظر قابلیت تنظیم شدن برای اهداف عملکردی سیستم حمل و نقل، شرایط محیطی و ارتباط با شیوه‌های دیگر حمل و نقل در یک شهر دارند. یک محدوده گسترده‌ای از سیستم‌های LRT که شامل سیستم‌هایی با عملکرد پایین‌تر (ترامواها) تا عملکرد بالاتر (LRRT[1] و ALRT[2]) می‌شود در ادامه در جدول (۱) آورده شده است. همانطور که مشخص است، ۹ سیستم قطار سبک شهری در شهرهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

[1] Light Rail Rapid Transit
[2] Automated Light Rail Transit

جدول (۱): انواع سیستم‌های قطار سبک شهری

نوع سیستم	شهرهای مورد استفاده
تراموای سنتی	مسکو، سنت پترزبورگ، تورنتو
تراموای ارتقا یافته	آمستردام، ملبورن، اسلو، وینا[1]، زوریخ
سیستم‌های تراموای جدید	گرنوبل[2]، نیواورلئان، پورتلند لوپ، والنسیا (اسپانیا)
شبکه‌های LRT توسعه یافته از تراموا	برلین، بوستون، کلن، سان فرانسیسکو، اشتوتگارت
سیستم‌هایLRT جدید	بیرمینگهام، کالگری، دالاس، دنور، نانس[3]، سان دیگو
سیستم‌های LRT در حومه کلان شهرها	هنگ کنگ(Tuen Mun)، لندن (Corydon)، نیویورک (Hudson-Bergen)، پاریس(Bobigny)
سیستم‌های یکپارچه LRT/ قطار منطقه‌ای	برن[4]، کارلزروهه، منچستر، ساربروخن[5]
حمل و نقل همگانی قطار سبک سریع (LRRT)*:	اسن- مولهایم[6]، مانیلا، گوتبورگ[7] (خط ۸)، فیلادلفیا (Norristown)
حمل و نقل همگانی قطار سبک هدایت شونده (ALRT)**:	کپنهاگ[8]، کوآلالامپور، لندن(Dockland)، ون کوور(Sky train)

* سیستم LRRT به علت آنکه صرفاً دارای مسیر طبقه A می‌باشد از سرعت عملکردی بالاتری نسبت به سیستم‌های LRT برخوردار است.

** سیستم ALRT به عنوان مینی‌مترو نیز شناخته می‌شود و دارای خصوصیاتی نزدیک به سیستم مترو است و دارای مسیر طبقه A و سیستم‌های کنترل هوشمند می‌باشد.

[1] Vienna
[2] Grenoble
[3] Nantes
[4] Bern
[5] Saarbrucken
[6] Mulheim
[7] Goteborg
[8] Copenhagen

۳- حمل و نقل سریع ریلی (مترو)

حمل و نقل همگانی سریع ریلی[1] (RRT) که بیشتر با نام مترو شناخته می‌شود از قطارهای الکتریکی با ظرفیت زیاد و نرخ شتاب و ترمز بالا استفاده می‌کند. این شیوه حمل و نقل بالاترین عملکرد را با کمترین هزینه عملیاتی به ازای فضا-کیلومتر در بر دارد. راه‌اندازی این مد نیاز به سرمایه‌گذاری بالا و ساخت و ساز زیادی است. به هر حال سیستم‌های RRT مجازاً عمر نامحدودی دارند و اثرات مهم و دائمی روی شکل شهر و مشخصاتش می‌گذارند. سیستم مترو (RRT) در سیستم حمل و نقل عمومی شهری دارای عملکرد بالا می‌باشد و هدف از ساخت آن جابجایی سریع مسافر حدفاصل قطب‌های اصلی تولید و جذب سفر در شهرها می‌باشد و برای پوشش مناطق شهری باید از مدهای با عملکرد پایین‌تر، که دارای ارتباط مناسبی با مترو هستند، استفاده نمود.

در ادامه مقایسه‌ای میان خصوصیات سیستم RRT (حمل و نقل همگانی با عملکرد بالا) با سیستم LRT استاندارد (حمل و نقل همگانی با عملکرد متوسط) صورت می‌پذیرد.

۱- سیستم مترو با توجه به آنکه دارای مسیری تنها با حق تقدم طبقه A و کنترل کاملاً هوشمند می‌باشد، از سرعت، قابلیت اطمینان و ایمنی بیشتری نسبت به LRT برخوردار است.

۲- سیستم مترو از قطارهای طویل‌تر، ظرفیت خط بیشتر و با استفاده از سیستم‌های هوشمند از تبادل سریعتر مسافر در ایستگاهها برخوردار می‌باشد.

۳- سیستم مترو با توجه به عملکرد بالا و وجهه عمومی مناسب‌تر، از جذب مسافر بیشتری برخوردار است.

۴- با توجه به جذب سفر و وجهه عمومی بالای مترو و خصوصیات متمایز ایستگاههای آن، این سیستم پتانسیل بیشتری برای اثرگذاری بر روی توسعه شهری نسبت به سایر مدهای سیستم حمل و نقل همگانی دارا می‌باشد.

۵- سیستم مترو به سرمایه‌گذاری و زمان راه‌اندازی بیشتری نسبت به سیستم LRT نیاز دارد.

[1] Rail Rapid Transit

۶- سیستم مترو دارای مسیر غیرقابل انعطافی می‌باشد و مانند سیستم LRT نمی‌تواند، از میان محدوده‌های تجاری شهرها به صورت مختلط با تردد عابران پیاده و سایر وسایل نقلیه عبور نماید.

۷- LRT قابلیت احداث در طبقه‌های مختلف حق تقدم را دارا است، ولی مسیر سیستم RRT محدود به طبقه A (غیرهمسطح با تردد سایر وسایل نقلیه) می‌باشد.

مقایسه مذکور نشان می‌دهد که RRT بطور محسوسی از عملکرد بالاتری نسبت به LRT برخوردار است. RRT در واقع نشانگر بالاترین مد حمل و نقل همگانی از نظر عملکرد می‌باشد که نیاز به بالاترین هزینه سرمایه‌گذاری دارد و بادوام ترین اثرات را روی شهر و منطقه می‌گذارد. تفاوت مشخصات سیستم‌های RRT و دیگر سیستم‌های حمل و نقل عمومی قابل توجه هستند اما تفاوتهایی که در طراحی مدهای مختلف وجود دارد، نشان داده است که LRT و سیستم‌های ریلی منطقه‌ای می‌توانند به‌گونه‌ای با استانداردهای دقیق طراحی شوند که مشخصاتشان به RRT نزدیک شود. (که از آن جمله می‌توان به سیستم‌های LRRT و ALRT اشاره نمود) همانطور که قبلا ذکر شد نوآوری‌هایی که در طراحی سیستم حمل و نقل همگانی در دهه‌های اخیر روی داده است، سبب گشته پیوستگی در مدهای حمل و نقل همگانی وجود داشته باشد. این مسأله مخصوصاً در مدهای ریلی و هدایت شونده مشهود است. (باید در شهرها ارتباط میان سیستم‌های حمل و نقل همگانی عملکرد پایین، متوسط و بالا وجود داشته باشد.)[1]

دلیل اصلی به کارگیری ساخت بسیاری از متروها ارائه ظرفیت بالا در کریدورهای اصلی و شریانی شهر می‌باشد. به هر حال بطور روزافزونی متروها در شهرهای مختلف برای ارائه خدمات با کیفیت بالاتر و نه صرفاً ظرفیت بیشتر ساخته می‌شوند. دلیل این رشد، افزایش انتظارات از خدمات حمل و نقل همگانی و نیاز به جذب کاربران خودروهای شخصی به سمت حمل و نقل همگانی می‌باشد. حرکت‌پذیری بهتر، فعالیت‌های اقتصادی مجتمع‌تر، و پایداری شهری بیشتر، از دلایل دیگر ساخت مترو است.

[1]- سیستمهای حمل و نقل همگانی با عملکرد پایین شامل اتوبوس معمولی، عملکرد متوسط شامل اتوبوس سریع و قطار سبک شهری و عملکرد بالا شامل مونوریل و مترو می باشد.

هر چند گاهی اوقات برای RRT یک مفهوم و تعریف ثابت در نظر گرفته می‌شود، اما در واقع دامنه گسترده‌ای را در مشخصه‌های عملیاتی و فیزیکی شامل می‌شود که در ادامه ارائه می‌گردد.

از نظر نوع مسیر، سیستم‌های RRT معمولاً در شهرهای بزرگ مانند نیویورک، پاریس، و توکیو در تونل فعالیت می‌کنند. عملیات زیرزمینی این سیستم، وجهه عمومی خاص به آن می‌دهد و معمولاً نامگذاری آن متأثر از همین مشخصه است. Subway در ایالات متحده، Underground در انگلستان، U-Bahn در آلمان، و T-Bana در سوئد. به هر حال سیستم‌های RRT غالباً انواع مسیرهای مختلفی دارند هر چند همیشه بصورت جدا شده نسبت به تردد سایر وسایل نقلیه شرکت می‌کنند. اما مسیر می‌تواند در سطح، در ساحل، روی پلهای هوایی، در ترانشه یا در تونل احداث گردد. از آنجا که تونل هزینه‌بر ترین، نوع حق مسیر است بسیاری از سیستم‌های RRT مانند متروهای شیکاگو، هامبورگ، لندن، و نیویورک بخش زیادی از مسیرهایشان بالای زمین می‌باشد. تنوع نوع مسیر در این سیستم نشان می‌دهد که RRT توانایی سازگار شدن با شرایط فیزیکی، محیط شهری و منابع مالی را دارا است. از نظر گستردگی شبکه و فاصله ایستگاهها، سیستم‌های RRT از خطوط محلی مترو در مناطق شهری پرتراکم با ایستگاههای نزدیک (برلین، مادرید، پاریس، فیلادلفیا) گرفته تا خطوط منطقه‌ای همراه با ایستگاههای کم و سرعت عملیاتی بالا (سان فرانسیسکو و واشنگتن) را شامل می‌شوند.

از نظر خودرو و اندازه قطار نیز این سیستم تفاوت‌های زیادی با وسایل نقلیه سایر مدها دارد. متروی لیون قطارهایی دارد که تنها سه واگن ۱۸ متری دارند در حالی که BART در سانفرانسیسکو با قطارهایی فعالیت می‌کند که تا ۱۰ واگن ۲۱ متری می‌رسند. بنابراین طول وسایل نقلیه سیستم مترو از ۵۴ متر تا ۲۱۰ متر متغیر است. قطارهای کوتاهی که در ساعات شب در خط PATCO در فیلادلفیا فعالیت می‌کنند متشکل از یک واگن ۲۱ متری هستند.

سرعت متوسط عملیاتی سیستم RRT از ۳۰ کیلومتر در ساعت در خطوط کوتاه داخل شهری با فواصل کوتاه بین ایستگاه‌ها، تا ۶۰ کیلومتر در ساعت در خطوط متروی منطقه‌ای از قبیل BART و متروی واشنگتن

متغیر است و در مناطق حومه که فواصل ایستگاهها زیاد می‌شوند، سرعت عملیاتی ممکن است به ۸۰ کیلومتر در ساعت نیز برسد.

ظرفیت خطوط مترو نیز بطور مشابه محدوده گسترده‌ای را در بر می‌گیرد، از حدود ۱۶۰۰۰ فضا در ساعت در لیون تا بیش از ۷۰۰۰۰ فضا در ساعت در نیویورک و هنگ کنگ متغیر می‌باشد.

هزینه ساخت این سیستم بطور عمده بستگی به نوع مسیر و شرایط محیطی دارد. بصورت کلی کمترین هزینه در مسیر سطحی (مخصوصاً اگر کریدور از قبل وجود داشته باشد مانند خط راه آهن یا میانه بزرگراه) وجود دارد. استفاده از سازه‌های هوایی در مسیر مترو ۲ تا ۴ برابر بیشتر از مسیرهای سطحی هزینه در بردارند. در حالی که هزینه ساخت تونل ۲ تا ۴ برابر بیشتر از هزینه مسیرهای هوایی است. بیشتر هزینه مسیرهای زیرزمینی صرف ساخت ایستگاه می‌شود. باید توجه داشت که زیرساختهای سیستم مترو نه تنها باید از نظر خصوصیات عملیاتی یک خط (به عنوان مثال تونلها بطور کامل در برابر شرایط جوی حفاظ هستند) بررسی شوند، بلکه باید در برابر گزینه‌های دیگر نیز ارزیابی گردند. در بسیاری از شرایط هر چه مسیر سیستم مترو مستقیم‌تر باشد و مناطق متراکم‌تری را خدمات‌دهی نماید، هزینه ساخت بیشتر می‌شود اما منافع دائمی‌تری را برای کاربران و شهر به دنبال خواهد داشت. از طرف دیگر پایین‌ترین هزینه‌های مسیر ممکن است از جذب مسافر و وجهه عمومی بالا برخوردار نباشند.

همانطور که در قسمتهای قبل عنوان گردید، سیستم مترو می‌تواند باعث توسعه بی رویه شهرها گردد. بدین منظور لازم است برنامه‌ریزی دقیق در خصوص مسیرهای این سیستم صورت پذیرد. به طور کلی برای جلوگیری از رشد بی رویه شهرها و کنترل هزینه، سیستم (RRT) می‌تواند به طور موثری از میانه قسمتهایی از آزادراههای درون شهری شعاعی عبور نماید (به شرطی که کاربران از ایمنی کافی برای دسترسی به ایستگاههای سیستم مترو برخوردار گردند) و سپس برای رسیدن به مناطق تجاری یا مسکونی با تراکم بالا از آزادراه خارج شده و توسط تونل ادامه مسیر دهد.

در نتیجه هر چند (RRT) یک مد با زیرساخت‌های گسترده می‌باشد اما حالتهای بسیار متنوعی از نظر نوع مسیر، نوع ایستگاهها، تسهیلات حرکتی قطار، نوع وسیله نقلیه و عملکرد دارا است که می‌توان سیستم مترو

مناسب را با توجه به شرایط محل انتخاب نمود. با در نظر گرفتن بیش از ۱۰۰سیستم حمل و نقل همگانی سریع در جهان می توان گزینه‌های متفاوتی را یافت که طراحان سیستم‌های جدید قادر هستند مورد استفاده قرار دهند.

در شکل (۶) نمونه‌ای از متروی چرخ لاستیکی در یکی از شهرهای فرانسه نشان داده شده است.

شکل (۶): نمونه‌ای از متروی چرخ لاستیکی در شهر پاریس

۴- مونوریل‌ها

مونوریل یک سیستم حمل و نقل همگانی با عملکرد بالا می‌باشد. امروزه رایج ترین نوع مونوریل بر اساس طراحی Alweg (دهه ۱۹۵۰) با اصلاحات زیادی که روی آن صورت گرفته، متداول می‌باشد. چنین مونوریل‌هایی در خطوط طویل توکیو (از ایستگاه Hamamatsucho در شهر تا فرودگاه Haneda)، مورد استفاده قرار گرفته است. در سیاتل یک خط کوتاه شاتل از زمان افتتاح نمایشگاه بین المللی (۱۹۶۲) فعالیت می‌کند که بعدا با یک خط طویل‌تر جایگزین شد. یک خط جدید با تکنولوژی مشابه در لاس وگاس با سرمایه‌گذاری خصوصی راه اندازی شده است در حالی که در Disney Land (کالیفرنیا) و Disney World (فلوریدا) دو مونوریل با تقاضای بسیار بالا با مقیاس کوچک با تکنولوژی مشابه، چندین دهه است که فعالیت می‌کنند. چندین مونوریل دیگر با تکنولوژیهای مختلف (زمینی و معلق) در شهرهای مختلف مخصوصاً در ژاپن وجود دارد. در کشور مالزی از مونوریل به عنوان یک مد حمل و نقل نیمه انبوه به صورت گسترده استفاده می‌شود.

از اشکالات مونوریل می‌توان به ماهیت مسیرها و سوزنهای آن اشاره نمود. برخلاف سایر سیستم‌های ریلی، تیرهای مونوریل نمی‌توانند یکدیگر را قطع کنند و سوزنها بسیار آهسته عمل می‌کنند و فضای زیادی را می‌گیرند. از معایب دیگر، مقطع بزرگتر این سیستم نسبت به مدهای دیگر هدایت‌شونده است، بنابراین احداث مسیر این سیستم در تونل مناسب و اقتصادی نمی‌باشد. سازه هوایی مونوریل متشکل از ستون و یک تیر مسیر است، به هر حال سازه هوایی مونوریل کوچکتر از سازه هوایی سایر مدهای ریلی می‌باشد. این مشخصه‌ها سبب شده است که مونوریل بیشتر بصورت خطهای مجزا طراحی شوند تا شبکه. (اغلب سیستم‌های مونوریل متصل کننده مناطق تولید و جذب سفر بالا در شهرها می‌باشند و برای پوشش مناطق شهری، باید از مدهای با عملکرد پایین‌تر، که دارای ارتباط مناسبی با مونوریل هستند، استفاده نمود) این موضوع در تمام مونوریل‌های موجود مشاهده می‌گردد. مونوریل بیشتر در خیابانها و بلوارهای عریض و در فضای باز که نیاز به تونل‌زنی نباشد، احداث می‌گردد. بنابراین مونوریل‌ها یک گزینه فنی برای خطوط حمل ونقل همگانی سریع و در بعضی مواقع یک راه حل برای جذب مسافر با توجه به نوع مسیر آن محسوب می‌شوند. فاکتورهایی که می‌تواند سبب

انتخاب این مد در سیستم حمل و نقل همگانی شود، عبارتند از: ظاهر و وجهه عمومی برتر، نیاز به داشتن قوسهای قائم و افقی (خصوصیات سیستم مونوریل به شکلی است که از لحاظ طرح هندسی مسیر، قابلیت انطباق بیشتری نسبت به سایر مدها دارد) و نیاز به داشتن دید کافی در راستای مسیر (با توجه به نوع مسیر سیستم مونوریل دید آن نسبت به سایر مدها بیشتر است.) به هر حال مشخصه‌های فنی این مد دارای پیچیدگی‌های عملیاتی می‌باشد. این مسأله مخصوصاً برای ایجاد شبکه حمل و نقل همگانی در محدوده‌های شهری و در تونل‌ها مشهودتر است.

متوسط سرعت عملکردی سیستم مونوریل در حدود ۳۸ کیلومتر در ساعت می‌باشد و حداکثر سرعت این سیستم در خطوطی که فاصله ایستگاهها از یکدیگر زیاد است فواصل ایستگاههای مونوریل توکیو به طور متوسط ۱/۸ کیلومتر می باشد.) به ۸۰ تا ۹۵ کیلومتر در ساعت نیز می‌رسد. با توجه به آنکه مونوریل یک سیستم همگانی با عملکرد بالا محسوب می‌شود، معمولاً فاصله ایستگاههای این سیستم نسبت به سیستم‌های عملکرد پایین‌تر، بیشتر و به طور متوسط حدود ۱ کیلومتر می‌باشد.

با توجه به آنکه در مسیر مونوریل از تیرهای بتنی و پیش‌تنیده استفاده می‌شود، قابلیت انطباق این سیستم از لحاظ طرح هندسی با محیط بیشتر از سایر سیستمهای حمل و نقل همگانی است.

در مونوریل‌های بزرگ و متوسط معمولاً به ترتیب از قطارهای ۶ و ۴ واگنه استفاده می‌شود. ظرفیت جابه‌جایی مونوریل‌های بزرگ در هر جهت در حدود ۱۳۵۰۰ تا ۲۲۷۰۰ مسافر در ساعت می‌باشد. این مقدار در مونوریل‌های متوسط با توجه به شرکت‌های سازنده آنها در هر جهت در حدود ۴۸۰۰ تا ۱۴۹۰۰ مسافر در هر ساعت متغیر است.

۵– کنترل هوشمند سیستم‌های حمل و نقل همگانی

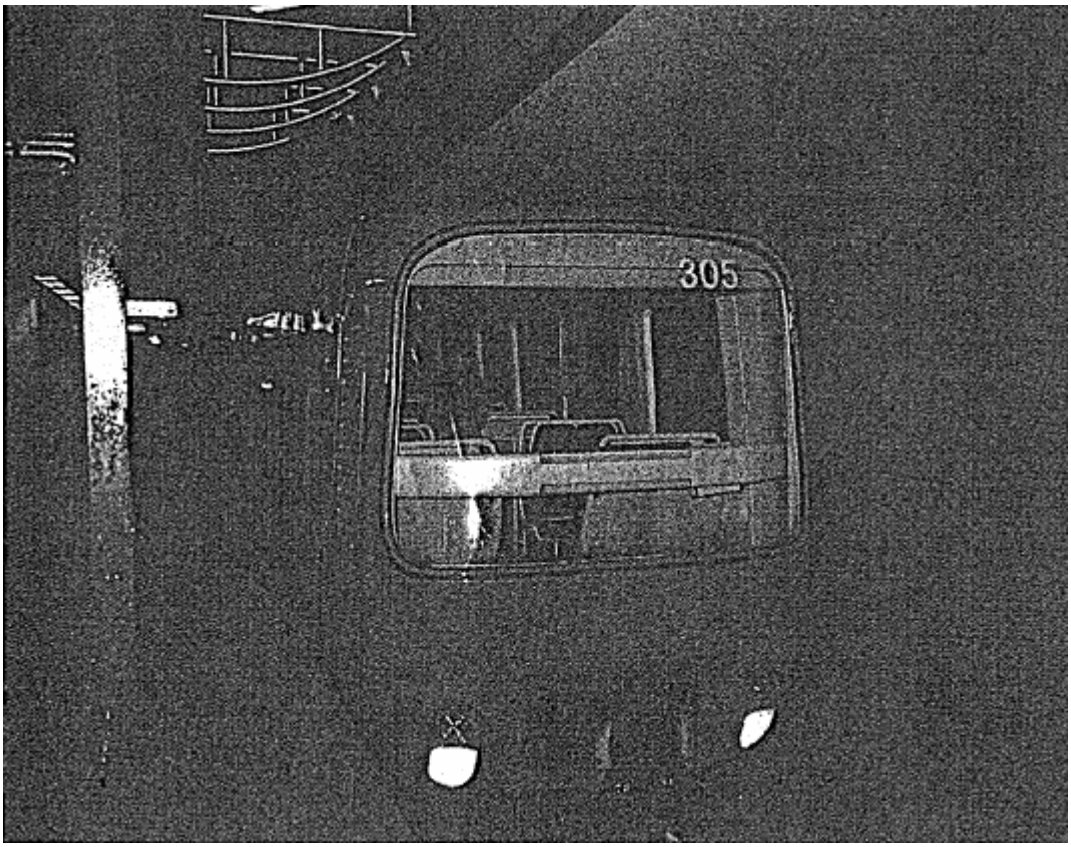
در قسمت‌های قبل عنوان گردید که سیستم‌های حمل و نقل ریلی دامنه گسترده‌ای از مشخصات را در بر می‌گیرند. طبقه‌بندی این سیستم‌ها، بر اساس نوع مسیر، نوع خودرو، مشخصه‌های عملکردی و درجه هوشمند یا اتوماتیک بودن، همپوشانی‌های زیادی را در این سیستم‌ها بوجود می‌آورد. در سیستم‌های حمل و نقل همگانی ریلی استفاده از سیستم‌های هوشمند از اهمیت زیادی برخوردار است.

سیستم‌های مترو مورد استفاده در سانفرانسیسکو (BART) و مونیخ (U-Bahn) به صورت کاملاً هوشمند و با ظرفیت حمل مسافر بسیار بالا عمل می‌نمایند. همچنین در سیستم قطار سبک شهری سریع احداث شده در تورنتو (Scar borough) نیز از سیستم‌های کاملاً هوشمند استفاده گشته است.

ارائه این نکته در این قسمت الزامی است که انتظار می‌رود عملیات کاملاً هوشمند نمودن قطارها (بدون راننده) افزایش یابد. به هر حال مزیت استفاده از سیستم هوشمند برای مدهای با ظرفیت متوسط بیشتر می‌باشد تا سیستم‌های حمل و نقل همگانی سریع بزرگ از قبیل نیویورک، هنگ‌کنگ و مکزیکوسیتی که در آنها حضور یک نفر راننده به چندین دلیل لازم است و هزینه یک نفر در قطاری که تعداد مسافر زیادی را حمل می‌کند، سرشکن می‌شود. بنابراین عملیات کاملاً اتوماتیک نمودن در سیستم‌های حمل و نقل همگانی سریع به عنوان یک مزیت محسوب نمی‌گردد.

اتوماسیون نمودن سیستم‌های حمل و نقل همگانی دارای مزایایی نیز می‌باشد. اتوماسیون سبب می‌شود که امکان خدمات با تواتر بالا فراهم گردد. به هر حال در سیستم‌های حمل و نقل همگانی به طور کامل هوشمند، دو مزیت عمده ارائه تواتر بالا بدون افزایش هزینه عملیاتی و به اندازه درآوردن تعداد واگنها بر اساس تقاضای موجود جهت کاهش هزینه‌های عملیاتی وجود دارد.

در شکل شماره (۷) نمونه‌ای از سیستم حمل و نقل همگانی کاملاً اتوماتیک در یکی از شهرهای فرانسه نشان داده شده است.



شکل (۷): نمونه‌ای از سیستم حمل و نقل همگانی سریع کاملا اتوماتیک-لیون خط D

۶- سیستم‌های حمل و نقل همگانی منطقه‌ای[1]

با گسترش و توسعه شهرها بطور روز افزون، نیاز به سیستم‌های حمل و نقل همگانی منطقه‌ای بیشتر می‌شود. مشخصه این سیستم‌ها خطوط بلندی است که از مراکز شهر شروع و تا مناطق حومه‌ای ادامه می‌یابد. از آنجائیکه فواصل ایستگاهها در شبکه‌های منطقه‌ای زیاد است، سرعت سفر این سیستم بسیار بیشتر از حمل و نقل همگانی درون‌شهری می‌باشد. از آنجا که حمل و نقل همگانی منطقه‌ای بیشتر سفرهای بلند را پوشش می‌دهد، این سیستم اغلب مناطق اصلی تولید و جذب سفر را در شهرهای مختلف به یکدیگر متصل می‌نمایند و دارای تعداد ایستگاه نسبتاً کمی در طول مسیر می‌باشد. بنابراین برای افزایش پوشش، این سیستم لازم است به صورت ترکیبی با حمل و نقل همگانی با عملکرد پایین‌تر فعالیت نماید. (به طوریکه سیستم‌های حمل و نقل همگانی با عملکرد پایین‌تر، سفرهای محلی در مراکز شهر و حومه را پوشش دهند). بدین شکل در صورتی که

[1] Regional Transit

سیستم حمل و نقل همگانی منطقه‌ای LRT باشد، سیستم‌های با عملکرد پایین‌تر مانند اتوبوس معمولی، مسافران را از مناطق مسکونی جمع‌آوری می‌نماید و به ایستگاه سیستم LRT می‌رساند. این سیستم با حداکثر سرعت ممکن، کاربران را به مناطق مرکزی شهر رسانده و از آنجا مسافران برای دسترسی به مراکز مورد نظر، می‌توانند مجدداً از سیستمی با عملکرد پایین‌تر مانند اتوبوس معمولی یا تاکسی استفاده نمایند. خدمات حمل و نقل همگانی منطقه‌ای بوسیله سیستم اتوبوس سریع[1]، LRT، و مدهای ریلی با عملکرد بالا منطقه‌ای/هر روزه[2] ارائه می‌شوند. اتوبوس‌های سریع‌السیر منطقه‌ای می‌توانند بصورت مختلط با ترافیک یا در خطهای ویژه فعالیت نمایند و نمی‌توان آنها را جزء مدهای با عملکرد بالا بشمار آورد و قابلیت اطمینان آنها بستگی به شرایط ترافیک دارد. علی‌رغم این مسئله در بسیاری از شهرها استفاده از سیستمهای اتوبوس سریع به عنوان تنها نوع خدمات حمل و نقل همگانی منطقه‌ای به شمار می‌آیند و از اهمیت زیادی برخوردار است. (دفتر حمل و نقل وزارت کشور، دستورالعمل جداگانه‌ای در خصوص ویژگیهای عملکردی سیستم‌های اتوبوس سریع تهیه نموده است) در کنار مسأله مذکور برای افزایش پوشش سیستم اتوبوس سریع در مناطق مسکونی، لازم است ارتباط مناسبی میان این سیستم با سایر مدهای با عملکرد پایین (اتوبوس معمولی و تاکسی) در شهرها ایجاد گردد.

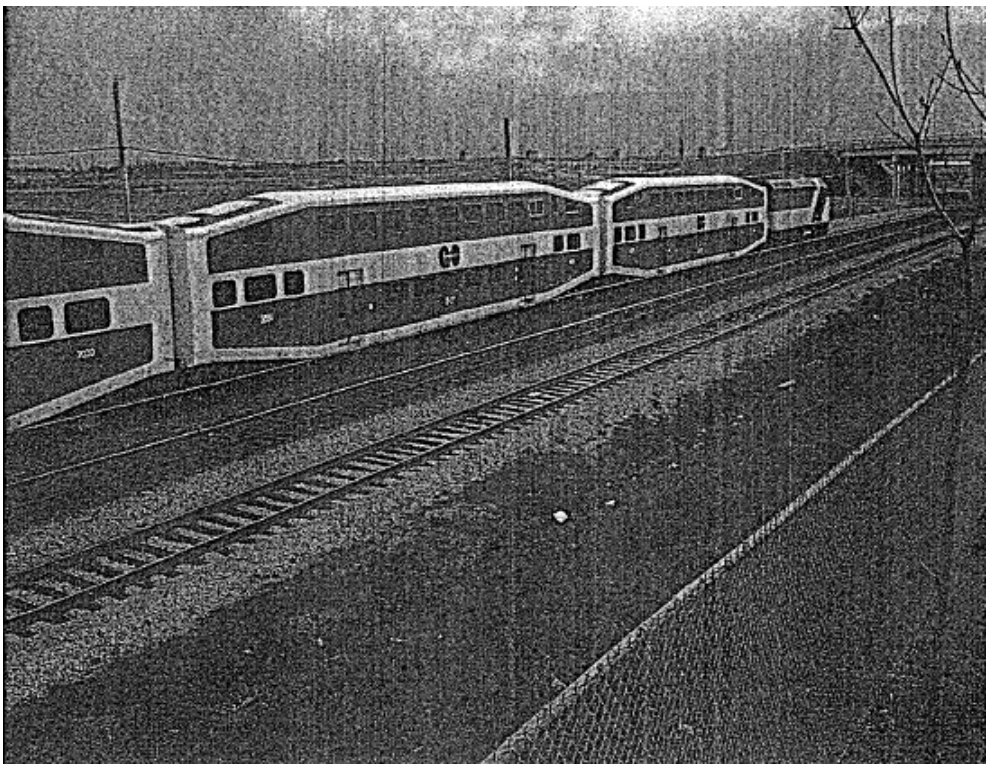
۶-۱- قطارهای مسافرین هر روزه

در بسیاری از شهرها در سراسر جهان، خطوط ریلی که از حومه شروع و وارد شهر می‌شوند برای قطارهای مسافرین هر روزه (برای رساندن مسافرین هر روزه به شهر و برگرداندن آنها) استفاده می‌شوند. این خطوط معمولاً در ایستگاه‌های حومه‌ای در حاشیه شهر مرکزی خاتمه می‌یابند به عنوان مثال شهر لندن چندین ایستگاه دارد که خطوط مسافرین هر روزه (که توسط British Rail ارائه می شوند) در آنها خاتمه می‌یابند و در آنجا به خطوط مترو (RRT) متصل شده و کاربران توسط سیستم مترو RRT به مناطق مرکزی شهر دسترسی پیدا می‌نمایند. نقش اساسی این سیستم جمع‌آوری مسافران هر روزه شهرهای حومه و انتقال آنها به شهر مرکزی می‌باشد. همچنین کاربران برای دسترسی به مناطق تجاری شهر مرکزی لازم است در

[1] Bus Rapid Transit (BRT)
[2] Commuter/regional

ایستگاههای حومه شهر تغییر وسیله نقلیه دهند و از سایر سیستمهای حمل و نقل همگانی با ظرفیت بالا استفاده نمایند. به منظور کاهش هزینه‌ها معمولاً مسیر قطارهای مسافرین هر روزه به صورت هم سطح و در امتداد بزرگراهها و آزادراههای ارتباط دهنده دو شهر، با تعداد ایستگاههای محدود ساخته می‌شوند.

در شکل (۸)، نمونه‌ای از قطارهای مسافرین هر روزه در یکی از شهرهای کشور انگلستان نشان داده شده است.



شکل (۸): نمونه‌ای از قطارهای مسافرین هر روزه در شهر لندن

قطارهای مسافرین هر روزه نقش بسیار مهمی در انتقال کارگران و کارمندان (مسافران هر روزه) به شهرهای بزرگ، هم در شهرهای صنعتی (مانند میلان، مسکو، نیویورک، اوزاکا، توکیو و غیره) و هم در شهرهای در حال توسعه (مانند بمبئی، کیپ تاون، ژوهانسبورگ، سائوپائولو و بسیاری دیگر) دارد. سیستم‌های ریلی مسافرین هر روزه در بسیاری از شهرها کاراترین مد برای آوردن و باز گرداندن مسافرین هر روزه در ساعات اوج محسوب می‌شود. این سیستم‌ها دارای سرعت بالا، راحتی زیاد، قابلیت اطمینان و ظرفیت بالای خط می‌باشند. عیب این سیستم‌ها سر فاصله زیاد و نامنظم است که استفاده از آنها را در ساعات غیر اوج سخت یا کاملاً غیرممکن

می‌سازد. بنابراین سیستم مذکور در ساعات اوج صبح و عصر که تقاضا برای رساندن مسافرین هر روزه به شهر مرکزی و بازگرداندن آنها زیاد می‌باشد، مورد اهمیت هستند. لذا لازم است در خصوص سر فاصله زمانی این سیستم در ساعات مختلف روز برنامه‌ریزی مناسبی صورت پذیرد. با افزایش تقاضا برای حمل و نقل همگانی منطقه‌ای با کیفیت بالا، تمایل برای ارتقای قطارهای مسافرین هرروزه به شبکه‌ها یا به خطوط قطارهای منطقه‌ای بوجود آمده است.

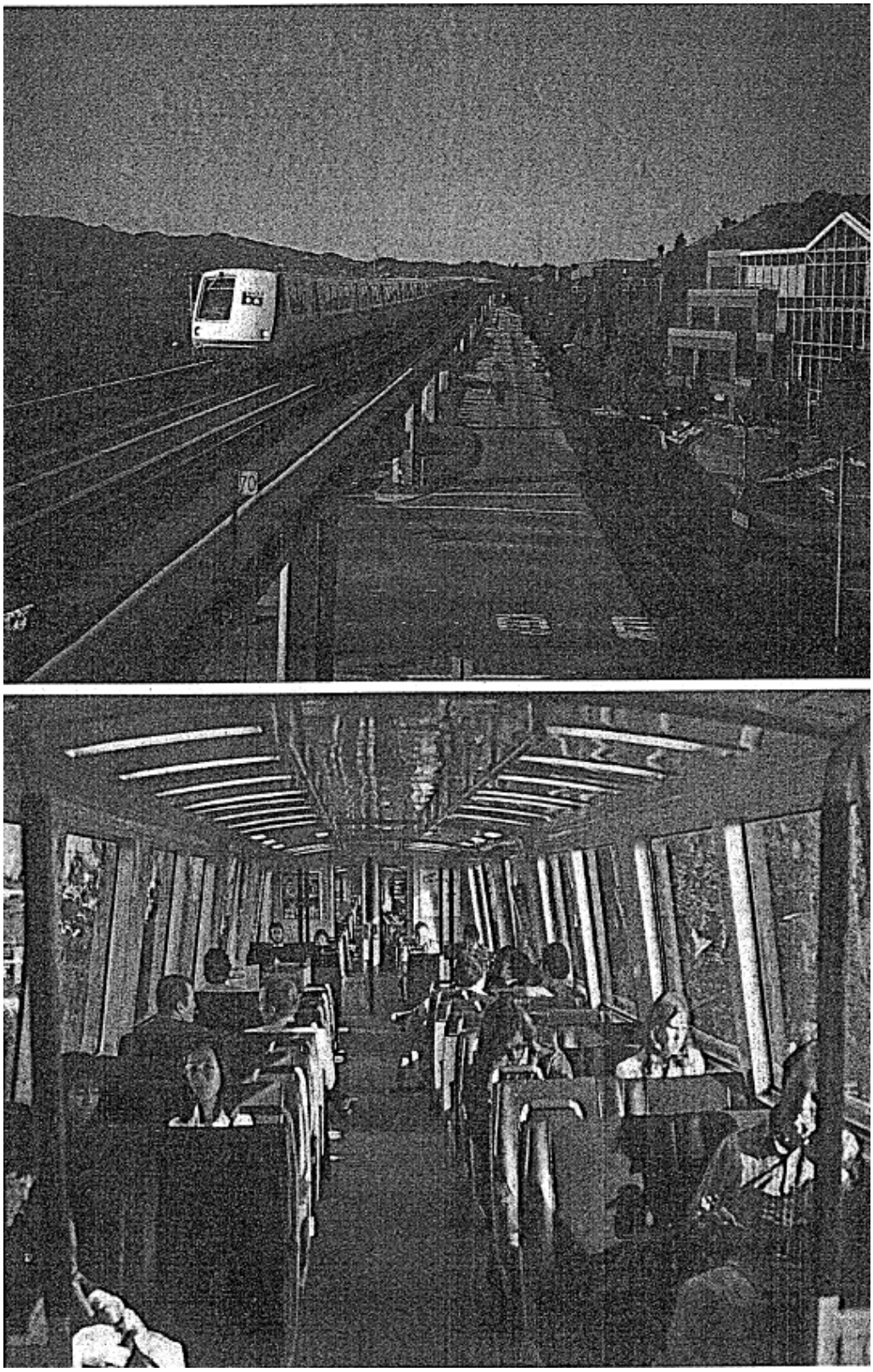
شکل (۹) نمونه‌ای از قطار منطقه‌ای الکتریکی در کشور آلمان را نشان داده است.

شکل (۹): قطار منطقه‌ای الکتریکی S-Bahn در آلمان

۶-۲- قطارهای منطقه‌ای[1]

سیستم قطارهای منطقه‌ای طوری طراحی می‌شوند که مناطق با تولید سفر دارای اهمیت حومه شهر را به یکدیگر و به منطقه مرکزی شهر با تعداد ایستگاههای محدود متصل می‌نمایند. با استفاده از این سیستم، مناطق مسکونی حومه شهر توسط سیستم ریلی به یکدیگر ارتباط پیدا می‌نمایند و این سیستم پوشش بهتری را نسبت به خطوط شعاعی مسافرین هر روزه که تنها یک منطقه مسکونی (حومه شهر) را به منطقه مرکزی متصل می‌کند، ایجاد می‌نماید. علاوه بر این مسأله با توجه به رشد مناطق شهری چند مرکزه با مراکز فعالیت عمده در حومه‌ها، تقاضا برای استفاده از شبکه‌های حمل و نقل همگانی با عملکرد بالا که این مراکز را به یکدیگر متصل می‌نمایند، افزایش یافته است. استفاده از سیستم مذکور باعث جذب سفر بیشتر کاربران به سیستم حمل و نقل همگانی می‌شود. وسیله نقلیه مورد استفاده در این سیستم بیشتر اتوبوسهای معمولی و اتوبوسهای سریع می‌باشند. این در حالی است که برای جذب مسافر بیشتر به سیستم حمل و نقل همگانی، علاقه روزافزونی به ارتقای این خطوط مماسی[2] یا حاشیه‌ای[3] به سیستمهای ریلی به وجود آمده است از این سیستم بین ساکرامنتو و سان ژوزه در کالیفرنیا توسط یک خط مماس بر سانفرانسیسکو استفاده شده، همچنین احداث خطوطی نیز در شیکاگو، لس‌آنجلس، و فیلادلفیا مدنظر می‌باشد. در شکل (۱۰)، نمونه‌ای از حمل و نقل همگانی منطقه‌ای با سطح راحتی بالا که با خودروی شخصی در سفرهای شهری، قابل رقابت می‌باشد، نشان داده شده است.

[1] Regional Rail
[2] Tangential
[3] Circumferential



شکل (۱۰): نمونه‌ای از حمل و نقل همگانی منطقه‌ای با ایمنی، راحتی و سرعت بالا

در شکل (۱۱)، نمونه‌ای از قطار سبک منطقه‌ای با نیروی محرکه دیزل در نیوجرسی مشخص می‌باشد.

شکل (۱۱): قطار سبک منطقه‌ای با نیروی محرکه دیزل-خط River، جنوب نیوجرسی

مشخصاتی از قبیل استفاده از نیروی الکتریکی، ظرفیت زیاد و سرفاصله‌های کوتاه، این شیوه حمل و نقل را بیشتر شبیه RRT ساخته است تا سیستم‌های ریلی مسافرین هر روزه که در ایستگاه‌های حاشیه‌ای خاتمه می‌یابند.

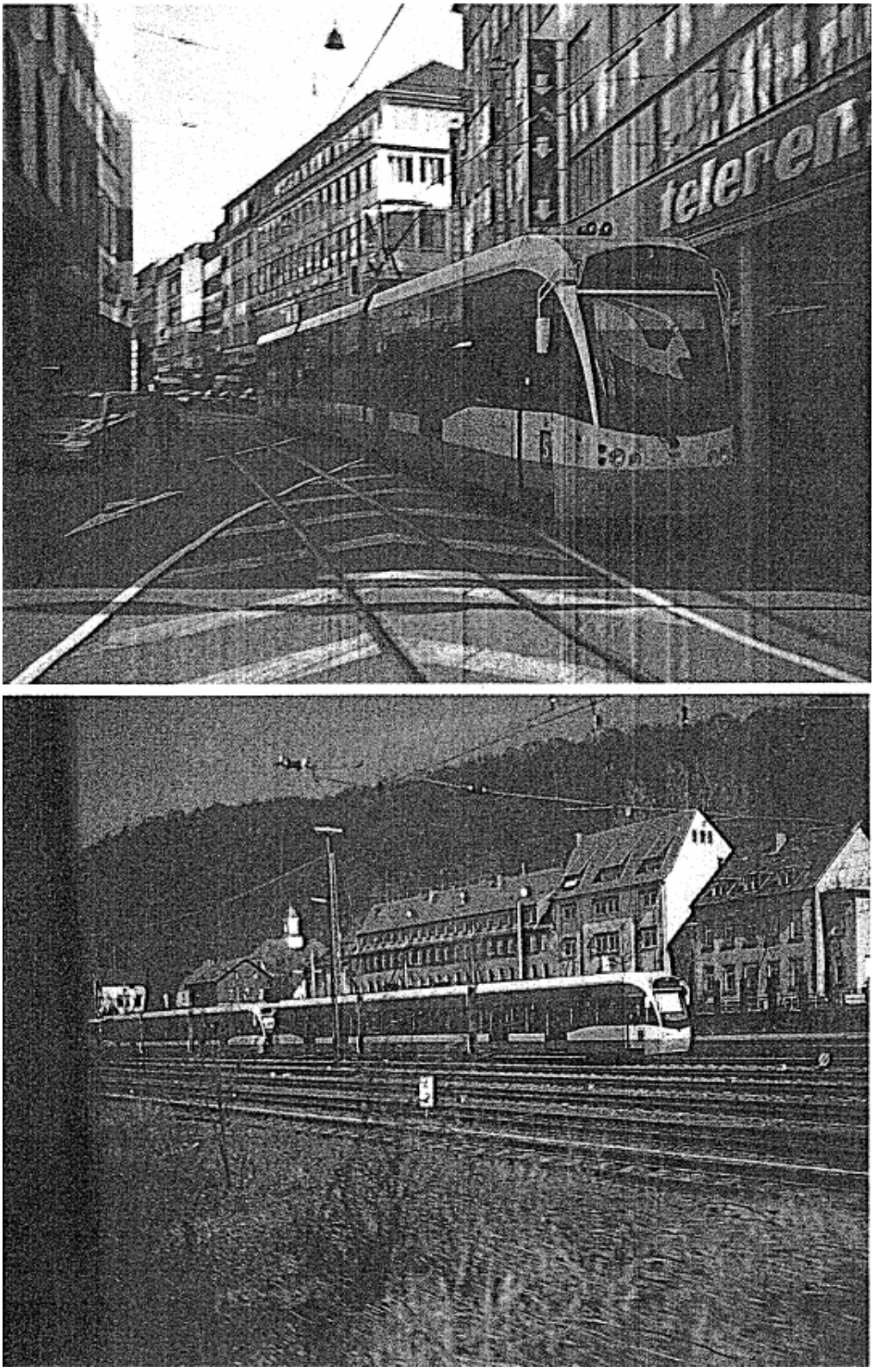
همانطور که در قسمتهای قبل عنوان گردید، اغلب شهرها، شبکه‌های مسافرین هر روزه را با اقداماتی از قبیل متصل نمودن به ترمینالهای حاشیه‌ای، الکتریکی کردن خطوط و ادغام سیستم با حمل و نقل همگانی معمول درون شهری، تبدیل به قطارهای منطقه‌ای نموده‌اند.

به طور کلی تفاوتهای عمده میان سیستم‌های ریلی هر روزه و قطارهای منطقه‌ای را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود.

۱- اغلب سیستم‌های ریلی هر روزه به صورت دیزل فعالیت می‌نمایند این مسأله در حالی است که سیستم اغلب قطارهای منطقه‌ای به صورت الکتریکی می‌باشد.

۲- معمولاً اغلب سیستمهای ریلی هر روزه بدین منظور که به صورت اقتصادی درآیند، چند سرویس در ساعت اوج صبح و چند سرویس در ساعت اوج عصر خدمات می‌دهند این مسأله در حالی است که اغلب قطارهای منطقه‌ای در تمام طول روز با سر فاصله‌های ۵ تا ۲۰ دقیقه سرویس‌دهی می‌نمایند. به طور کلی استفاده از سیستم‌های ریلی هر روزه، در شهرهایی که دارای تعداد محدودی مناطق مسکونی در حومه شهر می‌باشند، به منظور متصل کردن آنها به مناطق مرکزی شهر مناسب می‌باشد، این موضوع در حالی است که استفاده از قطارهای منطقه‌ای در شهرهایی که دارای تعداد زیادی مناطق مسکونی اصلی در حومه شهر هستند، به منظور اتصال این مناطق تولید سفر به یکدیگر و مرکز شهر پیشنهاد می‌گردد.

در شکل (۱۲) نمونه‌ای از سیستم‌های قطار منطقه‌ای در شهر ساربروخن نشان داده شده است.



شکل (۱۲): (a): سیستم قطار منطقه‌ای/قطار سبک در راستای مرکز شهر ساربروخن
(b): سیستم قطار منطقه‌ای/قطار سبک در خط راه‌آهن بین شهری ساربروخن

۶-۳- حمل و نقل همگانی سریع منطقه‌ای[1]

در شهرهای جهان در دهه‌های اخیر سیستم‌های حمل و نقل همگانی با عملکرد بالا احداث شده است و سیستم‌های مختلف ریلی را مشابه قطارهای منطقه‌ای طراحی نموده‌اند: خطوط بلند سرویس‌دهی به حومه شهر با فواصل زیاد ایستگاه‌ها، سرعت عملیاتی بالا، و تکیه بر ایجاد ارتباط با سیستمهای حمل و نقل عمومی با عملکرد پایین‌تر (اتوبوسرانی) و پارک سوارها از ویژگیهای آنها به شمار می‌آید. به هر حال بر خلاف قطارهای منطقه‌ای، آنها بوسیله تونل به شهر مرکزی وارد می‌شوند و تعدادی ایستگاه در مراکز شهری دارند که تبادلهای زیادی با شیوه‌های دیگر حمل و نقل همگانی از قبیل LRT و اتوبوسها انجام می‌دهند. مشخصه دیگر این سیستمها، شباهت زیر ساختهای آنها با سیستم RRT[2] است: ایستگاه‌های مسقف با سکوهای بلند، سرفاصله‌های کوتاه و ظرفیت بالای سیستم از خصوصیات آن بشمار می‌آید. بنابراین این سیستم نشانگر حمل و نقل همگانی سریع منطقه‌ای یا در واقع پل ارتباطی بین قطارهای منطقه‌ای و سیستمهای RRT می‌باشند. در مجموع، این سیستمها شبکه‌ای شبیه شبکه‌های متروی درون‌شهری دارند که در خطوط مناطق حومه‌ای ادامه پیدا می‌نمایند.

[1] Regional Rapid Transit
[2] Rail Rapid Transit

۷– نتیجه گیری

در این راهنما، انواع سیستمهای حمل و نقل همگانی معرفی و خصوصیات و کاربرد آنها مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی در کلانشهرهای کشور با توجه به خصوصیات اقتصادی و اجتماعی هر شهر، تقاضای موجود، مراکز تولید و جذب سفر، خصوصیات عملکردی سیستمهای مختلف ریلی، ظرفیت سیستم‌های حمل و نقل همگانی مختلف، جذابیت استفاده برای کاربران، وضعیت معابر شهر و هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری سیستم‌های مختلف حمل و نقل همگانی شهری، بهترین نوع سیستم که هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ تعداد جابجایی مسافران مقرون به صرفه باشد، باید انتخاب گردد. در کنار این مساله لازم است هماهنگی سیستم‌های حمل و نقل همگانی در رده‌های عملکردی مختلف، به شکلی تأمین گردد تا میزان جابه‌جایی و جذب مسافر نیز حداکثر شود.