



مدیریت حمل و نقل شهری

تهیه و تنظیم:

معاونت آموزشی

پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مدیریت حمل و نقل شهری

نویسنده:

علی نادران

عبدالاحد چوپانی



استاداری مرکزی
معاونت امور عمرانی
دفتر امور شهری و شوراه



وزارت کشور
سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور
پرونده مدیریت شهری و روستایی



جهاد دانشگاهی
پرونده فرهنگ هنر و معماری



شهرداری کرمان

سری منابع آموزشی شهرداریها

سرشناسه: نادران، علی
عنوان و نام پدیدآور: مدیریت حمل و نقل شهری/ نویسنده علی نادران، عبدالاحد چوپانی، مجری استانداری مرکزی، شهرداری کرمان، پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی؛ تهیه و تنظیم پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور.
مشخصات نشر: تهران: راه‌دان: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری: ر. ۱۴۷ص. : جدول.
فروست...: سری مجموعه منابع آموزشی شهرداری‌ها.
شابک: ۳۳۰۰۰ ریال: ۲-۴۷-۰۵۹۵۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۴۱.
موضوع: حمل و نقل شهری
موضوع: حمل و نقل شهری -- برنامه‌ریزی.
شناسه افزوده: چوپانی، عبدالاحد، ۱۳۶۰ -
شناسه افزوده: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور. پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی
شناسه افزوده: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور
شناسه افزوده: استانداری مرکزی
شناسه افزوده: شهرداری کرمان
شناسه افزوده: جهاد دانشگاهی. پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری
رده بندی کنگره: ۱۳۹۰ م ۴ ن / ۱۲۰۵ TA
رده بندی دیویی: ۳۸۸/۴
شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۵۰۲۴۵

عنوان: مدیریت حمل و نقل شهری

ناشر: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

تهیه و تنظیم: معاونت آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

مجری: استانداری مرکزی - شهرداری کرمان - پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی

مدیر پروژه: هوشنگ بازوند، حسین رجب صلاحی

ناظر پروژه: کیومرث محمودی، سیامک سلیمانی، جواد نیکنام

نویسنده: علی نادران، عبدالاحد چوپانی

ویراستار: تهمینه فتح‌اللهی

شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: تابستان ۱۳۹۰

قیمت: ۳۳۰۰۰ ریال

شابک: ۲-۴۷-۰۵۹۵۰-۶۰۰-۹۷۸

حق چاپ و نشر برای انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور محفوظ است

پیشگفتار

گسترش شهرنشینی و مسائل و مشکلات خاص زندگی شهری، بیش از پیش ضرورت توجه همه جانبه به راهبردهای سودمند برای بهینه سازی زندگی ساکنان شهرها را لازم ساخته است. در میان عوامل تاثیرگذار در شهرها مانند محیط زیست شهری، حمل و نقل شهری، ایمنی شهری و برنامه ریزی شهری، یک عامل بسیار مهم که تاثیر فزاینده و تعیین کننده ای بر دیگر عوامل سازنده زندگی شهری دارد، مدیریت شهری است. هر فعالیت اجتماعی بدون وجود مدیریت سازمان یافته که اهداف و ابزارهای رسیدن به آنها را مشخص کند و فعالیتها را هماهنگ سازد - از هم می باشد و به بی نظمی می گراید. شهرها نیز که پیچیده ترین و متنوع ترین جلوه های زندگی اجتماعی بشری را در خود دارند بدون وجود نظام مدیریت شهری که ضمن انجام برنامه ریزی های لازم برای رشد و توسعه آینده شهر به مقابله با مسائل و مشکلات کنونی آنها بپردازد بی سامان می گردند.

در نظریه های جدید مدیریت، به بالاترین سازمان از نظر کیفیت، سازمان متعالی می گویند. یک سازمان زمانی متعالی است که تمام اعضا به ماهیت ذاتی و درونی روابط خود اهمیت دهند، بدین معنا که هر فردی برای کارایی بیشتر از هیچ کوششی دریغ نرزد. برخلاف یک رابطه متقابل خشک و رسمی که در آن طرفین به چگونگی تقسیم منافع علاقمندی نشان می دهند، اعضا یک سازمان متعالی و برتر بیشتر مایل اند بدانند چگونه هر یک از آنان می توانند نفع بیشتری به سازمان ارائه دهند، افزون بر این، تمامی اعضا سازمان به این موضوع علاقمندند که چگونه می توانند برای افراد خارج از سازمان نیز مثر ثمر باشند.

نظام مدیریت شهری نیز می باید به جایگاه متعالی خود برای خدمات رسانی بهتر به منظور رضایتمندی هر چه بیشتر شهروندان کشور دست یابد. مهمترین راه برای رسیدن به این هدف برای نظام مدیریت شهری دست یابی به جریان دانش و اطلاعات بهتر در جهت اخذ تصمیم مناسب و کاهش خطاها در تصمیم گیری و اجرا می باشد. داشتن دانش و اطلاعات از عدم قطعیت در روند تصمیم گیری ها می کاهد. مهمترین ابزار دست یابی به اطلاعات در جهان امروز متون نوشتاری یا الکترونیک می باشد که اگر حاصل تلفیق علم و عمل باشند تاثیرگذاری آن به مراتب بر مخاطبین بیشتر خواهد بود. به منظور انتشار دست آوردهای جدید علمی و عملی در زمینه های مختلف مدیریت شهری پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور با همکاری دفتر امور شهری و شوراهای استانداری مرکزی اقدام به انتشار کتب آموزشی ای با عناوین زیر نموده است تاگامی هر چند

کوچک در ارتقاء سطح علمی شهرداری ها کشور برداشته شده باشد .

۱- آشنایی با مهندسی ارزش .

۲- اصول و مبانی مدیریت خدمات شهری در شهرداری .

۳- مدیریت حمل و نقل شهری .

۴- آشنایی با وظایف و اختیارات شهردار و نحوه انتخاب و شرایط احراز شهردار .

۵- تنظیم و صدور شناسنامه ساختمانی .

کتاب حاضر با عنوان مدیریت حمل و نقل شهری در شش فصل تهیه شده است فصول این کتاب عبارتند از: فصل اول: مدیریت تقاضای حمل و نقل، فصل دوم: مدیریت عرضه حمل و نقل، فصل سوم: یکپارچه سازی حمل و نقل همگانی، فصل چهارم: ایمنی حمل و نقل، فصل پنجم: حمل و نقل و محیط زیست و فصل ششم: سیستم های هوشمند حمل و نقل. در پایان از همکاری صمیمانه آقایان هوشنگ بازوند معاون امور عمرانی استانداری مرکزی، حسین رجب صلاحی معاون آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداری ها و دهیاری کشور، کیومرث محمودی مدیرکل اسبق دفتر امور شهری و شوراهای استانداری مرکزی، سیامک سلیمانی سرپرست دفتر امور شهری و شوراهای استانداری مرکزی، شهرداری کرمان و پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی که در تهیه، تدوین و نشر این کتاب تلاش فراوانی نمودند نهایت تقدیر و تشکر به عمل می آید .

محمد رضا بمانیان

رئیس پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور

علی اکبر شعبانی فرد

استاندار مرکزی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار.....	أ.....
فصل اول: مدیریت تقاضای حمل و نقل.....	۱.....
اهداف	۲.....
۱. مدیریت تقاضای حمل و نقل	۳.....
۱-۱. توسعه حمل و نقل غیرموتوری	۳.....
۱-۱-۱. مزایای حمل و نقل غیرموتوری.....	۴.....
۱-۱-۲. موانع استفاده از حمل و نقل غیرموتوری.....	۵.....
۱-۱-۳. برنامه ریزی برای حمل و نقل غیرموتوری	۵.....
۲-۱. دور کاری	۷.....
۳-۱. هم پیمایی در سفر	۱۱.....
۴-۱. تغییر ساعات کاری	۱۳.....
۱-۴-۱. زمان کاری انعطاف پذیر	۱۴.....
۲-۴-۱. هفته کاری فشرده	۱۶.....
۳-۴-۱. جابه جایی ساعت کاری	۱۷.....
۵-۱. اولویت دهی به خودروهای پرسرنشین.....	۱۷.....
۱-۵-۱. هدف از ایجاد خطوط پرسرنشین	۱۸.....
۲-۵-۱. انواع خطوط پرسرنشین	۱۹.....
۶-۱. مدیریت پارکینگ	۲۳.....
۷-۱. محدوده طرح ترافیک	۲۷.....
۸-۱. طرح زوج و فرد	۲۹.....
۹-۱. قیمت گذاری	۳۰.....
۱-۹-۱. قیمت گذاری استفاده از معابر	۳۱.....
۲-۹-۱. قیمت گذاری پارکینگ	۳۲.....

۳۳	..... دریافت مالیات بر مالکیت خودرو	۳-۹-۱
۳۳	..... تعیین یارانه‌ها	۴-۹-۱
۳۴	..... پارک‌سوار	۱۰-۱
۳۷	..... خلاصه	
۳۸	..... خودآزمایی	
۳۵	فصل دوم: مدیریت عرضه حمل و نقل	
۴۰	..... اهداف	
۴۱	..... ۲. مدیریت عرضه حمل‌ونقل	
۴۱	..... ۱-۲. توسعه حمل‌ونقل همگانی	
۴۲	..... ۱-۱-۲. سامانه اتوبوس تندرو	
۴۲	..... ۱-۱-۱-۲. تاریخچه سامانه اتوبوس تندرو در جهان و ایران	
۴۴	..... ۲-۱-۱-۲. مسیر حرکت	
۴۶	..... ۳-۱-۱-۲. ایستگاه‌ها	
۴۷	..... ۴-۱-۱-۲. ناوگان	
۴۷	..... ۵-۱-۱-۲. سیستم‌های هوشمند کنترل مسیر حرکت BRT	
۵۰	..... ۲-۱-۲. خطوط ویژه اتوبوس	
۵۰	..... ۱-۲-۱-۲. میزان و چگونگی تفکیک مسیر حرکت	
۵۱	..... ۲-۲-۱-۲. موقعیت خطوط ویژه اتوبوس	
۵۳	..... ۳-۱-۲. اولویت‌دهی به اتوبوس در تقاطع	
۵۵	..... ۴-۱-۲. مسیرهای فرار از صف	
۵۶	..... ۵-۱-۲. اطلاع‌رسانی در سیستم حمل‌ونقل همگانی	
۵۷	..... ۶-۱-۲. بالا بردن جذابیت عمومی سیستم حمل‌ونقل همگانی	
۵۹	..... ۲-۲. حمل‌ونقل شخصی	
۵۹	..... ۱-۲-۲. کنترل تقاطع‌های چراغ‌دار	
۶۰	..... ۱-۱-۲-۲. کنترل مستقل	
۶۵	..... ۲-۱-۲-۲. چراغ‌های هماهنگ	

۶۹	۲-۲-۲. اصلاح هندسی تقاطع‌های شهری
۶۹	۳-۲-۲. مدیریت جهت حرکت معابر
۷۰	خلاصه
۷۲	خودآزمایی
۶۷	فصل سوم: یکپارچه‌سازی حمل و نقل همگانی
۷۴	اهداف
۷۵	۳. یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل همگانی
۷۶	۳-۱. یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل با کاربری زمین
۷۷	۳-۲. یکپارچه‌سازی عملکردی زیر سیستم‌های حمل‌ونقل
۷۸	۳-۳. یکپارچه‌سازی وجهه عمومی سیستم حمل‌ونقل
۷۹	۳-۴. یکپارچه‌سازی سازمانی
۸۰	۳-۵. یکپارچگی در کرایه‌ها
۸۱	۳-۶. یکپارچگی در پوشش تقاضاهای موجود در شبکه
۸۲	۳-۷. یکپارچه‌سازی در سرمایه‌گذاری
۸۳	خلاصه
۸۴	خودآزمایی
۷۹	فصل چهارم: ایمنی حمل و نقل
۸۶	اهداف
۸۷	۴. ایمنی حمل‌ونقل
۸۷	۴-۱. ایمنی حمل‌ونقل و کاربری زمین
۸۸	۴-۱-۱. کاهش ترافیک حمل‌ونقل موتوری
۸۸	۴-۱-۱-۱. کاربری زمین مناسب و کارآمد
۸۹	۴-۱-۱-۲. تأمین مسیرهای کوتاه و ایمن تر
۸۹	۴-۱-۱-۳. کاهش تعداد سفرها
۹۰	۴-۱-۲. تشویق به استفاده از حمل‌ونقل همگانی
۹۱	۴-۲. طراحی مناسب شبکه و زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری

۹۲.....	۱-۲-۴. رعایت ضوابط ایمنی در توسعه شبکه معابر.....
۹۳.....	۲-۲-۴. بازرسی ایمنی راه.....
۹۳.....	۳-۲-۴. ایمن‌سازی حاشیه راه‌ها.....
۹۴.....	۴-۲-۴. ایمن‌سازی نقاط حادثه خیز.....
۹۶.....	۵-۲-۴. تناسب و هماهنگی ایمنی با طراحی راه.....
۹۷.....	۳-۴. مدیریت حمل‌ونقل در راستای ایمنی تردد.....
۹۹.....	۴-۴. آرام‌سازی ترافیک.....
۱۰۲.....	۵-۴. تعیین قوانین ایمنی و روش اعمال آن.....
۱۰۳.....	۱-۵-۴. تعیین و اجرای محدودیت‌های سرعت.....
۱۰۴.....	۲-۵-۴. به‌کارگیری دوربین در تقاطع‌های چراغ‌دار.....
۱۰۴.....	۳-۵-۴. استفاده از تجهیزات ایمنی در درون خودرو.....
۱۰۵.....	۱-۳-۵-۴. قوانین الزام استفاده از کمربند ایمنی.....
۱۰۵.....	۲-۳-۵-۴. اعمال قانون و تبلیغات.....
۱۰۷.....	۳-۳-۵-۴. محدودکردن کودکان روی صندلی خودرو.....
۱۰۷.....	۴-۵-۴. تنظیم و اعمال قوانین الزام استفاده از کلاه ایمنی.....
۱۰۸.....	۶-۴. آموزش، یادگیری و تبلیغات.....
۱۰۹.....	۱-۶-۴. آموزش و یادگیری.....
۱۰۹.....	۲-۶-۴. تبلیغات.....
۱۱۰.....	خلاصه.....
۱۱۱.....	خودآزمایی.....
۱۰۵.....	فصل پنجم: حمل و نقل و محیط زیست.....
۱۱۳.....	اهداف.....
۱۱۴.....	۵. حمل‌ونقل و محیط زیست.....
۱۱۶.....	۱-۵. عوارض زیست‌محیطی حمل‌ونقل.....
۱۱۷.....	۱-۱-۵. کیفیت هوا.....
۱۱۹.....	۲-۱-۵. کیفیت صدای فضای شهری.....

۱۲۰	۳-۱-۵. مصرف سوخت
۱۲۰	۴-۱-۵. کاربری زمین
۱۲۰	۵-۱-۵. اجتماع و اقتصاد
۱۲۱	۶-۱-۵. نقل مکان
۱۲۱	۷-۱-۵. نواحی حساس زیست محیطی
۱۲۱	۸-۱-۵. آثار تاریخی و باستانی
۱۲۲	۹-۱-۵. ساخت و ساز
۱۲۲	۱۰-۱-۵. عوارض وارد بر چشم انداز
۱۲۲	۲-۵. کنترل آلاینده‌گی زیست محیطی حمل و نقل شهری
۱۲۳	۱-۲-۵. بهبود کیفیت سوخت
۱۲۴	۲-۲-۵. بهبود عملکرد خودروها
۱۲۴	۳-۲-۵. تعمیر و بازسازی خودروهای موجود
۱۲۵	۴-۲-۵. وضع استانداردهای زیست محیطی
۱۲۵	۵-۲-۵. بازرسی و معاینه فنی خودرو
۱۲۶	۶-۲-۵. از رده خارج کردن خودروهای فرسوده
۱۲۷	۷-۲-۵. اولویت سیستم حمل و نقل عمومی
۱۲۷	۸-۲-۵. مدیریت ترافیک
۱۲۸	۹-۲-۵. مدیریت تقاضای سفر
۱۲۹	خلاصه
۱۳۱	خودآزمایی
۱۳۳	فصل ششم: سیستم‌های هوشمند حمل و نقل
۱۳۳	اهداف
۱۳۴	۶. سیستم‌های هوشمند حمل و نقل
۱۳۵	۱-۶. مزایای استفاده از ITS
۱۳۵	۱-۱-۶. کاهش تصادفات
۱۳۶	۲-۱-۶. کمک به کاهش شلوغی

۱۳۷.....	۳-۱-۶. نظارت و حفظ محیط زیست.....
۱۳۸.....	۴-۱-۶. افزایش بهره‌وری و کارآیی عملکردی.....
۱۳۹.....	۵-۱-۶. افزایش راحتی سفر.....
۱۳۹.....	۲-۶. خدمات کاربر.....
۱۴۲.....	۱-۲-۶. سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک.....
۱۴۲.....	۱-۱-۲-۶. کنترل ترافیک شهری.....
۱۴۳.....	۲-۱-۲-۶. سیستم‌های مدیریت بزرگراه و کنترل رمپ.....
۱۴۴.....	۳-۱-۲-۶. مدیریت تقاضا.....
۱۴۴.....	۲-۲-۶. سیستم‌های پیشرفته اطلاعات مسافر.....
۱۴۴.....	۱-۲-۲-۶. ترافیک و اطلاعات مسافران.....
۱۴۵.....	۲-۲-۲-۶. هدایت و راهنمای مسیر.....
۱۴۶.....	۳-۲-۶. سیستم‌های پیشرفته کنترل خودرو.....
۱۴۶.....	۱-۳-۲-۶. سیستم جلوگیری از برخورد طولی خودروها.....
۱۴۷.....	۴-۲-۶. سیستم عملکرد خودروهای تجاری.....
۱۴۷.....	۵-۲-۶. سیستم‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی.....
۱۴۸.....	۱-۵-۲-۶. اطلاعات حمل‌ونقل همگانی.....
۱۴۸.....	۲-۵-۲-۶. پشتیبانی و مدیریت ناوگان حمل‌ونقل همگانی.....
۱۴۹.....	۳-۵-۲-۶. اولویت عبور برای خودروهای حمل‌ونقل همگانی.....
۱۴۹.....	۶-۲-۶. سیستم‌های مدیریت اضطراری.....
۱۵۰.....	۷-۲-۶. سیستم‌های پرداخت الکترونیکی.....
۱۵۱.....	خلاصه.....
۱۵۱.....	خودآزمایی.....
۱۵۲.....	فهرست منابع و مراجع.....

فهرست جداول و اشکال

عنوان	صفحه
شکل شماره ۱-۱: جایگزینی سفر با ارتباطات از راه دور	۸
شکل شماره ۲-۱: تعداد ناوگان مورد نیاز برای حمل ۴۵ مسافر	۱۲
شکل شماره ۳-۱: مسیر ویژه مشترک خودروی پرسرشتین و اتوبوس در هوستون آمریکا	۲۰
شکل شماره ۴-۱: خطوط ویژه یک طرفه در آزادراهی در مینیاپولیس	۲۱
شکل شماره ۵-۱: خطوط هم جهت با تردد در آزادراهی در ویرجینیای آمریکا	۲۲
جدول شماره ۱-۱: راهبردهای مدیریت پارکینگ	۲۵
جدول شماره ۱-۱: راهبردهای مدیریت پارکینگ (ادامه)	۲۶
شکل شماره ۷-۱: پارک سوار در کنار ایستگاه قطار سبک شهری با ظرفیت بیش از ۷۰۰۰ خودرو در روز	۳۵
جدول شماره ۲-۱: تاثیر احداث پارک سوار بر ترافیک شهر	۳۷
شکل شماره ۱-۲: نمونه‌ای از سامانه اتوبوسرانی سریع (BRT) در تهران	۴۳
شکل شماره ۲-۲: خطوط ویژه سامانه اتوبوسران تندرو	۴۵
شکل شماره ۳-۲: ظرفیت مسافر در هر جهت سیستم‌های مختلف حمل و نقل همگانی	۴۶
شکل شماره ۴-۲: نمونه‌هایی از مسیر و ایستگاه‌های BRT	۴۷
جدول شماره ۱-۲: طبقه‌بندی مسیرهای حرکت بر اساس نحوه و میزان تفکیک	۵۱
شکل شماره ۵-۲: ایجاد اولویت عبور برای اتوبوس در تقاطع چراغ‌دار	۵۵
شکل شماره ۶-۲: خط فرار از صف در تقاطع چراغ‌دار	۵۶
شکل شماره ۷-۲: اطلاع‌رسانی در ایستگاه‌های اتوبوس	۵۷
جدول شماره ۱-۴: نمونه‌های اقدامات کم هزینه انجام شده در کشور نروژ	۹۶
جدول شماره ۲-۴: هزینه و منافع کاهش سرعت توسط اقدامات آرام‌سازی در سطح ناحیه‌ای در انگلیس	۱۰۱
شکل شماره ۱-۴: استفاده از کمربند ایمنی در سرنشینان جلو در ایالت ساسکاتچوان کانادا	۱۰۶
شکل شماره ۱-۵: میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در چرخه عمر یک خودرو	۱۱۴

- شکل شماره ۵-۲: وضعیت آلودگی هوا در برخی شهرهای جهان..... ۱۱۸
- جدول شماره ۵-۱: میزان آلاینده‌گی (کیلوگرم در سال) خودروهای سواری و باری با فرض ۲۴۰۰۰ کیلومتر در سال رانندگی (۲۰۰۳)..... ۱۱۹
- جدول شماره ۶-۱: خدمات کاربر..... ۱۴۱



فصل اول

مدیریت تقاضای حمل و نقل

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. آشنایی با مفاهیم مدیریت تقاضای سفر
۲. آشنایی با روش های مدیریت تقاضا
۳. شناخت ویژگی های حمل و نقل غیرموتوری
۴. شناخت انواع روش های تغییر ساعت کاری
۵. آشنایی با کاربرد انواع خطوط پرسر نشین
۶. شناخت پارک سوار

۱. مدیریت تقاضای حمل و نقل

سفرهای درون‌شهری از فعالیت‌های روزانه شهروندان ناشی می‌شوند. این فعالیت‌ها ممکن است با هدف کار، خرید، آموزش، تفریح و غیره باشد. برای انجام این امور کاربران از وسایل سفر مختلفی (پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری، خودروی شخصی، اتوبوس و ...) می‌توانند استفاده نمایند. این در حالی است که گستردگی و جمعیت زیاد شهرها سبب شده تعداد سفرها و لزوم انجام آن‌ها بسیار بیشتر از تسهیلات ارائه شده در یک شهر باشد. بنابراین لازم است که سفرها به گونه‌ای مدیریت شوند که هم از ایجاد سفرهای غیرضروری جلوگیری شود و هم از تسهیلات ارائه شده به‌نحو بهینه استفاده گردد. بخش اول مدیریت تقاضای سفر^۱ نامیده شده به‌نحوی که با انجام اقداماتی مدیریتی، سعی در کاهش تقاضای سفر دارد. بخش دوم به مدیریت عرضه^۲ معروف است که با انجام اقداماتی باعث استفاده بهینه از تسهیلات عرضه شده در سیستم حمل‌ونقل می‌شود. در این فصل انواع روش‌های مدیریت تقاضا معرفی شده و روش‌های مدیریت عرضه در فصل بعد ارائه خواهد شد.

۱-۱. توسعه حمل‌ونقل غیرموتوری

در حمل‌ونقل غیرموتوری^۳، نیروی لازم برای جابه‌جایی از طریق نیروی ماهیچه‌ای تأمین می‌شود که مرسوم‌ترین آن‌ها عبارت است از حرکت پیاده و دوچرخه.

^۱. Travel Demand Management (TDM)

^۲. Supply (Facility) Management

^۳. Non-motorized Transportation

پیاده‌روی به عنوان قدیمی‌ترین روش جابه‌جایی، امروزه هم لازم‌ترین سیستم برای حرکت افراد در شهرهاست و بدون آن، کمتر سیستم دیگری قادر است که مسافر را از مبدا به مقصد برساند.

دوچرخه، دیگر وسیله جابه‌جایی است که نسبت به پیاده‌روی بازدهی بیشتری در مسیرهای نسبتاً طولانی‌تر دارد. هر دو روش مزبور، علاوه بر جابه‌جایی، برای سلامتی انسان نیز مفید هستند و از نقشی تفریحی و ورزشی برخوردار هستند. عملکرد و خصوصیات دوچرخه در حمل‌ونقل شباهت بسیار زیادی به پیاده‌روی دارد. بنابراین در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری از جایگاه یکسانی برخوردار بوده و معمولاً همیشه با هم مد نظر کارشناسان قرار می‌گیرند. پس از معرفی مزایا و موانع حمل‌ونقل غیرموتوری، راه‌کارهایی به منظور توسعه حمل‌ونقل غیرموتوری (پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری) پیشنهاد می‌شود.

۱-۱-۱. مزایای حمل‌ونقل غیرموتوری

بهبود شرایط برای انجام سفرهای غیرموتوری، تعداد آن‌ها را افزایش می‌دهد. انتقال سفرها از حمل‌ونقل موتوری به غیرموتوری مزایای فراوانی دارد، از جمله:

- کاهش تراکم ترافیک،
- کاهش مشکلات پارکینگ،
- صرفه‌جویی در هزینه تسهیلات پارکینگ و جاده،
- صرفه‌جویی در هزینه سفر،
- کاهش ریسک تصادفات برای دیگر کاربران راه‌ها و معابر شهری،
- افزایش سلامتی،

- کاهش مصرف انرژی،
- بهبود تناسب حمل‌ونقل با توسعه و کاربری زمین در شهر،
- بهبود گزینه‌های جابه‌جایی برای افرادی که امکان رانندگی ندارند [۱].

۱-۲. موانع استفاده از حمل‌ونقل غیرموتوری

- در به کارگیری حمل‌ونقل غیرموتوری موانعی وجود دارد که عبارتند از:
- کمبود تسهیلات حمل‌ونقل غیرموتوری، شامل پیاده‌روها، تقاطع‌های ایمن، پارکینگ‌ها، خطوط دوچرخه‌سواری، مسیرهای چندمنظوره،
 - تأثیر شرایط نامناسب آب‌وهوایی،
 - مشکلات برآورد تعداد دقیق کاربران حمل‌ونقل غیرموتوری،
 - طولانی بودن مسافت سفر مخصوصاً در شهرهای بزرگ،
 - زمان طولانی‌تر پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری،
 - اثرات منفی توپوگرافی،
 - جذابیت ظاهری کمتر در سرمایه‌گذاری برای حمل‌ونقل غیرموتوری،
 - آسیب‌پذیری کاربران به لحاظ ایمنی.

۱-۳. برنامه‌ریزی برای حمل‌ونقل غیرموتوری

- دو رویکرد عمده در برنامه‌ریزی برای حمل‌ونقل غیرموتوری وجود دارد:
- ایجاد تسهیلات ویژه برای حمل‌ونقل غیرموتوری،
 - بهبود شرایط برای حمل‌ونقل غیرموتوری از طریق کاهش نفوذ و تهدید حمل‌ونقل موتوری.

اقدامات گروه اول می‌تواند شامل، مسیریابی دوباره برای حمل‌ونقل موتوری برای حفظ پیوستگی مسیر، محدودیت دسترسی حمل‌ونقل موتوری به برخی مناطق، محدودیت پارکینگ و اقدامات آرامسازی جریان ترافیک باشد. اقدامات آرامسازی جریان ترافیک در مناطق بازار و مراکز عمده خرید از جمله مؤثرترین اقدامات برای برنامه‌ریزی غیرمستقیم و جذب شهروندان به جابه‌جایی غیرموتوری است. محدود کردن حمل‌ونقل موتوری در حمایت از برنامه‌های مدیریت حمل‌ونقل غیرموتوری خیلی کارا تر به نظر می‌رسد و اغلب به عنوان اولین گام مؤثر، در هنگامی که هنوز سرمایه‌گذاری برای تسهیلات ویژه انجام نشده است به کار می‌رود. نکته مهم این است که برنامه‌ریزی ویژه و جامع حمل‌ونقل غیرموتوری می‌بایست مکمل همدیگر باشند که در این صورت یک مشارکت جمعی برای حصول نتایج مثبت حاصل خواهد شد.

برای نمونه، برخی راهکارهای توسعه پیاده‌روی و ترغیب شهروندان به آن برای مسیره‌های کمتر از ۱ کیلومتر عبارتند از:

- طراحی شبکه پیوسته‌ای از مسیره‌های عابران پیاده،
- طراحی مناطق ویژه عابر پیاده (مخصوصاً در محدوده مرکزی شهر)،
- گسترش فرهنگ پیاده‌روی (پیاده‌روی همگانی در شهر)،
- افزایش پیوستگی شبکه پیاده‌روهای حاشیه‌ی خیابان‌ها (گذرگاه‌های طولی، عرضی، روگذر، زیرگذر)،
- اجرای روسازی مناسب برای گذرگاه‌های عابر پیاده،
- ایمن‌سازی مسیره‌های عابر پیاده با استفاده از تجهیزات ترافیکی،
- نصب مبلمان شهری و تابلوهای راهنما به میزان کافی،

به طور مشابه، استفاده از دوچرخه نیز برای مسیرهای کمتر از ۱۰ کیلومتر مناسب است. راهکارهای توسعه دوچرخه‌سواری عبارتند از:

- طراحی شبکه مسیرهای دوچرخه‌سواری،
- احداث مسیرهای مجزا و ایمن ویژه تردد دوچرخه سواران،
- ایجاد پارکینگ‌های دوچرخه در محل ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی،
- گسترش فرهنگ دوچرخه‌سواری برای انجام سفرهای روزمره.

۲-۱. دورکاری

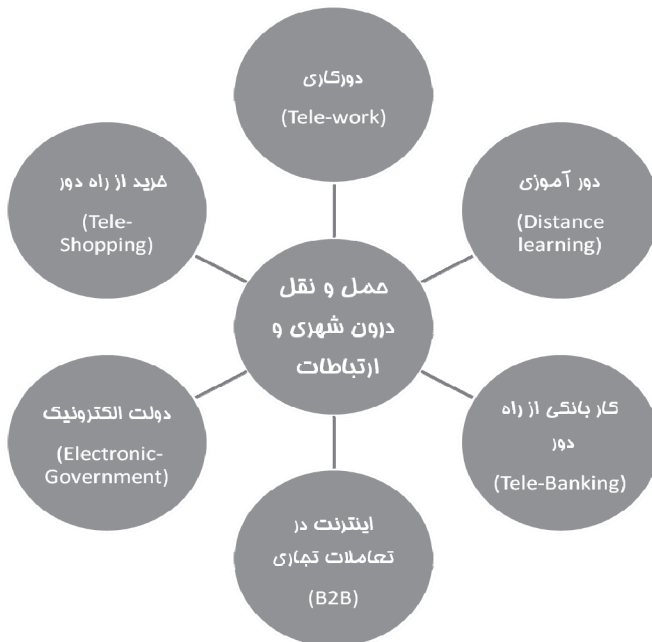
دورکاری^۱ یا جایگزین کردن سفر با ارتباطات^۲، شامل انواع گوناگونی از برنامه‌ها و فعالیت‌هایی است که طی آن نیاز به انجام سفرهای درون‌شهری و به خصوص سفر به مقصد محیط کار، با ارتباطات مرتفع می‌گردد. سیستم‌های ارتباطی از قبیل تلفن، نمابر، نامه‌های الکترونیکی، اینترنت، ارتباطات ویدیویی و غیره از جمله تسهیلات تأمین‌کننده دورکاری هستند. در شکل (۱-۱) انواع روش‌های ارتباط از راه دور به منظور کاهش تعداد سفرها نشان داده شده است [۲]. مثال‌هایی از دورکاری عبارتند از:

- دورکاری مشاغلی که مکان ثابتی ندارند: به عنوان مثال بازاریاب یا نماینده فروش یک شرکت که برای کارهای خود به‌جای مراجعه به فروشگاه‌های متعدد، از سیستم‌های ارتباطی استفاده می‌نماید.

^۱ . Tele-work

^۲ . Tele-communication

- دورکاری برای افراد با شغل آزاد که قادرند از دفتر خویش در منزل اقدام به انجام کار خود با ارتباطات نمایند.
- ارتباطات برای کارمندان حقوق‌بگیری که به آن‌ها اجازه داده شده که در خانه و یا در نقطه‌ای دیگر (به منظور کاهش سفرهای هر روزه) کارکنند. لازم به ذکر است که جایگزینی ارتباطات به‌جای رجوع به محل کار معمولاً به صورت پاره‌وقت است. یعنی کارمندان مثلاً در حدود یک تا دو روز در هفته در مکانی غیر از محل کار فعالیت می‌نمایند.



شکل شماره ۱-۱: جایگزینی سفر با ارتباطات از راه دور

دورآموزی^۱: یادگیری از دور نیز از نمونه‌های دیگر تأثیر ارتباطات برای حذف سفرهای روزانه است. در این مورد، ارتباطات جایگزین سفر به محل تحصیل و بازگشت از آن میشود. بدین ترتیب در دانشگاه‌ها پس از راه‌اندازی رشته‌های مجازی، اساتید و دانشجویان به‌جای حضور فیزیکی در کلاس از طریق ابزارهای ارتباطی با یکدیگر تماس حاصل می‌نمایند.

خرید از راه دور^۲: خرید از طریق ارتباطات شامل خرید اینترنتی یا تلفنی شامل تسهیلاتی است که از طریق آن، افراد در منزل یا محل کار خود اقدام به خرید اقلام مورد نیاز روزانه خود می‌نمایند و از حضور فیزیکی در فروشگاه‌ها و مراکز خرید اجتناب می‌نمایند.

کار بانکی از راه دور^۳: کار بانکی از طریق ارتباطات (مثل بانک‌داری اینترنتی) شامل استفاده از ابزارهای ارتباطی برای انجام کارهای بانکی، پرداخت صورت‌حساب‌ها، وجه معاملات و غیره می‌شود.

دولت الکترونیک^۴: دولت الکترونیک مفهومی است که با هدف توسعه استفاده از ابزارهای ارتباط از راه دور برای پاسخگویی به نیازهای شهروندان تدوین شده است. به‌این ترتیب، در قدم اول، شهروندان از طریق پست یا اینترنت اقدام به رفع نیازهای خود می‌کنند و در گام دوم، به‌جای مراجعه‌ی متمرکز به یک نقطه در شهر، از طریق دفاتر پیشخوان دولت که در سطح شهر پراکنده شده‌اند، نیازهای ارباب‌رجوع برطرف خواهد شد.

تجارت الکترونیک^۵: تجارت الکترونیک شامل ارایه روش‌های ارتباطی مثل استفاده از اینترنت بین شرکت‌ها برای برگزاری مناقصه، مزایده، فروش، برنامه‌ریزی و غیره است. این

1. Distance Learning

2. Tele-Shopping

3. Tele-Banking

4. Electronic Government

5. Internet Business to Business

قبیل کارها اصولاً در مورد کارهای رقابتی به خوبی همساز و کارا خواهد بود (به عنوان مثال به منظور شناخت کمترین قیمت مزایده کالا یا خدمات).

۳-۱. هم‌پیمایی در سفر

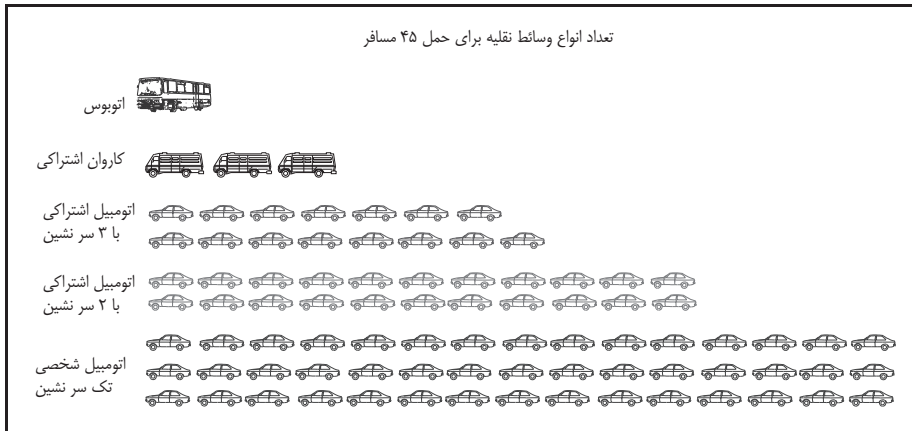
هر روز در سطح ملی صدها هزار نفر به تنهایی سفر می‌کنند. اگر درصد قابل توجهی از این افراد با هم سفر کنند، نتیجه آن خودرو و ترافیک کمتر خواهد بود. هم‌پیمایی^۱ عبارت است از استفاده چند نفر از یک خودرو که می‌تواند متعلق به خود آن‌ها باشد، یا توسط نهادی که در آن کار می‌کنند در اختیارشان قرار گیرد. وسیله هم‌پیمایی سفر می‌تواند سواری، سرویس تاکسی، ون یا سرویس اتوبوس باشد. هم‌پیمایی چند نفر همراه با خودروی یک نفر دیگر، مخصوصاً در سفرهای خانه به محل کار و برعکس صورت می‌پذیرد. تعداد افرادی که با هم هم‌پیمایی می‌کنند، دو تا چهار نفر است. گاهی این کار اشتراکی به صورت گردشی (نوبتی) صورت می‌گیرد.

سرویس اتوبوس معمولاً از طرف یک شرکت حمل‌ونقل برای گروهی ۳۰ تا ۴۰ نفری که هر روز از منطقه‌ای خاص بر سر کار خود می‌روند و قبلاً ثبت نام کرده‌اند، ترتیب داده می‌شود. موفقیت این روش‌ها به این بستگی دارد که تا چه اندازه راهبرد (استراتژی) انتخاب شده در مقایسه با استفاده از خودروی شخصی به لحاظ زمان سفر، هزینه و راحتی، مناسب‌تر است. هم‌پیمایی با خودروی سواری روشی است که بیشترین تأثیر را دارد زیرا به راحتی قابل انجام و اجراست و نیاز به کمترین سعی در راه ساماندهی و یا تهیه خودروی جدید دارد. این کار از طریق سرویس‌های همگانی (آژانس‌ها) نیز قابل انجام است.

در شکل (۱-۲) مقایسه‌ای کلاسیک بین اتوبوس، ون (کاروان)، سواری اشتراکی و خودروی شخصی تک‌سرنشین برای حمل ۴۵ مسافر، صورت گرفته است. همان‌طور که

^۱. Ride Sharing

مشاهده می‌شود، تبدیل بخشی از سفرهای صورت گرفته با خودروی شخصی به اتوبوس و یا هم‌سواری، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش ترافیک معابر دارد [۹].



شکل شماره ۱-۲: تعداد ناوگان مورد نیاز برای حمل ۴۵ مسافر

این سیستم حمل‌ونقل، به خصوص در مناطقی که حمل‌ونقل عمومی پوشش خوبی در آن منطقه ندارد بسیار مناسب است. در مباحث مربوط به هم‌پیمایی، آنچه که از همه مهم‌تر است تطابق سفر^۱ افراد جامعه است. تعیین این که کدام دسته از افراد جامعه، شامل چند نفر، چه تعداد سفر را در چه مسیری از شهر به صورت مشترک در یک زمان انجام می‌دهند، تعیین تطابق سفر نامیده می‌شود. این امر خود نیازمند مطالعه، آمارگیری و احتمالاً مدل‌سازی است. در جوامع توسعه یافته مخصوصاً در کشور آمریکا، سیستم‌های ون اشتراکی معمولاً خود-پشتیبان^۲ هستند یعنی هزینه‌های آن‌ها بین افراد استفاده کننده تقسیم می‌شود.

1. Ride-Matching

2. Self-Supported

به طور کلی، برنامه و سیاست‌های اعمال روش مدیریت تقاضا از طریق هم‌پیمایی عبارتند از:

- تدارک و یا تشخیص تطابق سفر در خودروی اشتراکی،
- حمایت و پشتیبانی از رایبه سرویس ون اشتراکی توسط ادارات و نهادهای و حتی شرکت‌های خصوصی،
- تشویق و تبلیغ برای کاهش تعداد رانندگان و افزایش تعداد سرنشینان از طریق رسانه‌ها،
- کمک مالی مستقیم و معمولاً غیرمستقیم از طریق یارانه، وام، بخشودگی عوارض و مالیات و تخفیف بیمه‌ای برای هم‌پیمایی،
- تشویق‌های غیرمستقیم شامل استفاده از خطوط ویژه‌ی خودروهای پرسرنشین^۱،
- ایجاد موانع غیرمستقیم شامل تحمیل هزینه اضافی در صورت عدم استفاده از این سیستم،
- ایجاد تسهیلات پارک بسیار مناسب، سریع و آسان برای استفاده کنندگان از این سیستم یا پارک مجانی برای آن‌ها،

۱-۴. تغییر ساعات کاری^۲

تغییر ساعت کاری، یکی دیگر از روش‌های مدیریت تقاضای سفر است که بر سفرهای روزمره در ساعت اوج تأثیر می‌گذارد. در این روش با اعمال سیاست‌هایی مانند جابجا نمودن زمان شروع یا اتمام فعالیت‌های روزانه یا اضافه نمودن ساعت کاری در بعضی از روزهای

^۱. High Occupancy Vehicle (HOV) Lanes

^۲. Alternative Work Schedules

- هفته و در نتیجه حذف یک روز کاری، زمان سفر افراد به ساعتی غیر از ساعت اوج منتقل و یا سفر تعدادی از آن‌ها (در اثر حذف یک روز کاری) حذف می‌شود [۳]. مدیریت تقاضا به کمک تغییر ساعات کاری در شرایط زیر از بازدهی بیشتری برخوردار است:
- تراکم ترافیک در دوره‌های اوج سفرهای روزانه در داخل و یا مجاورت مراکز کارمندی و کارگری به طور پیوسته‌ای در حال افزایش باشد،
 - انتظار می‌رود برخی طرح‌ها یا برنامه‌های شهری باعث افزایش تراکم ترافیک شود،
 - تعداد سرنشین خودروهای حمل و نقل همگانی که به مراکز کارمندی- کارگری سرویس می‌دهند، در تمام یا قسمتی از دوره‌ی اوج بیش از ظرفیت سیستم است.

۱-۴-۱. زمان کاری انعطاف‌پذیر^۱

در این روش به کارمندان اجازه داده می‌شود تا برنامه کاری روزانه خود به صورت انعطاف‌پذیر اجرا نمایند. به عنوان مثال در حالت عادی، کارمندان یک اداره از ساعت ۸ صبح تا ۱۶/۳۰ کار می‌کنند. اما با اجرای این طرح، برخی از آن‌ها در ساعات ۷/۳۰ صبح تا ۱۶ و برخی دیگر از ۹ صبح تا ۱۷/۳۰ مشغول به کار خواهند بود. در این روش دو نکته در مورد بازدهی کاری و نظم عمومی اداره، شرکت و یا سازمانی که طرح ساعت کاری انعطاف‌پذیر در آن اجرا می‌شود، قابل ملاحظه است که در ادامه اشاره می‌شود [۳].

^۱. Flexi-time

• پیوستگی یا ناپیوستگی ساعات کاری

ساعات کار فعالیت‌های مختلف در شهر ممکن تک نوبتی یا دو نوبتی باشد. دو نوبته بودن ساعات کاری گاهی باعث بی‌نظمی در محیط کاری، عدم تمرکز کارمندان بر کار و کاهش بازدهی آن‌ها به علت ایجاد ناپیوستگی شده و گاهی باعث بالارفتن بازدهی افراد به علت استراحت آن‌ها در فاصله زمانی بین دو نوبت کاری خواهد بود (به عنوان مثال در کارهای اجرایی و در هوای گرم). انتخاب پیوستگی و یا ناپیوستگی ساعت کاری می‌تواند بر تعداد و الگوی سفرهای روزانه تأثیر بگذارد. به عنوان مثال، در صورت نزدیک بودن فاصله محل کار تا منزل و طولانی بودن زمان استراحت بین دو نوبت کاری، افراد تمایل پیدا می‌کنند برای استراحت نیمروزی به خانه بروند که این خود منجر به ایجاد سفرهای مضاعف خواهد شد. لذا به منظور اتخاذ هر یک از سیاست‌های مذکور باید مطالعات عارضه‌سنجی آن‌ها بر میزان سفرهای درون‌شهری صورت گیرد.

• محدودیت یا عدم محدودیت بازه زمان کار

منطقی است که در روش ساعت کاری انعطاف‌پذیر به منظور اجتناب از هرگونه بی‌نظمی، محدوده زمانی مشخصی برای اجرای این برنامه در نظر گرفته شود تا افراد به اجبار در این محدوده زمانی مجاز به انتخاب ساعت کاری خویش باشند. به عنوان مثال افراد موظف هستند ۸ ساعت در روز کار کنند و بازه‌ی زمانی ساعات کارشان بین ساعت ۷ تا ۲۱ خواهد بود.

۱-۴-۲. هفته کاری فشرده^۱

در این روش که به کوتاه‌سازی هفته کاری نیز معروف است، تلاش می‌شود کارمندان در روزهای کمتری از هفته ولی با ساعت کاری بیشتر در هر روز کار کنند. به عنوان مثال به جای ۶ روز کاری ۷ ساعته، ۵ روز کاری ۸ ساعته و یا ۹ ساعت کار در روز با یک روز تعطیلی در هر دو هفته وجود داشته باشد. برای حفظ بازدهی، لازم است مشاغل مختلف با رعایت وابستگی و ارتباطشان، به صورت دسته‌ای در روزهای مختلف تعطیل شوند، مثلاً شنبه‌ها بانک‌ها، یکشنبه‌ها شهرداری‌ها و ادارات دولتی، دوشنبه‌ها مدارس و مانند آن. حذف حجم زیادی از مشاغل از سفرهای روزانه، باعث ارتقای کیفیت تردد در شهر در آن روز خواهد شد، اما در حالت کلی، معایب زیر نیز برای این روش قابل ذکر است:

- با توجه به آن‌که تنها یک روز در هفته و یا یک روز در دو هفته از ساعات کاری کارمندان این سیستم کم می‌شود، لذا اگر این سیستم در سطح وسیعی اجرا نگردد، تأثیر قابل توجهی نخواهد داشت،

- اگر یک روز خاص در هفته برای کلیه مشاغل حذف شود، و همه کارمندان تحت پوشش این طرح، یک روز حذف شده مشترک داشته باشند، میزان ترافیک ساعت اوج در روزهای دیگر به قوت خود باقی خواهد بود. به عبارت دیگر این طرح فقط مشکل یک روز از هفته را حل کرده است،

- کار کردن بیش از ۸ ساعت، به طور معمول، باعث کاهش بازدهی کارکنان می‌شود،

^۱. Compressed Work Week

- کارکنان در روزهای کاری حذف شده ممکن است سفرهای غیرکاری انجام دهند که خود باعث شلوغی مجدد معابر می‌گردد [۳].

۱-۴-۳. جابه‌جایی ساعت کاری^۱

در این روش زمان حضور گروهی از کارمندان در ادارات و نیز زمان خروج آن‌ها از ادارات تغییر می‌کند. این تغییر ثابت بوده و از طریق نهادها و سازمان‌های ذیربط به کارکنان ابلاغ می‌شود و کارمندان مجبورند مانند روزهای گذشته ولی با تغییر در ساعت ورود و خروج خود بر سرکار حاضر شوند. به عنوان مثال زمان حضور کارمندان در ادارات به‌جای $۷/۳۰$ صبح تا ۱۶ از ۸ صبح تا $۱۶/۳۰$ و یا ۹ تا $۱۷/۳۰$ و... باشد. این روش در واقع دارای خصوصیتی مشابه روش زمان کاری انعطاف‌پذیر است، با این فرق که ساعت کاری برخلاف آن حالت با تغییری ثابت جابجا شده و در نتیجه با تعداد کارمند مساوی تحت هر دو روش، روش ساعت کاری انعطاف‌پذیر بازدهی بیشتر دارد [۳].

۱-۵. اولویت‌دهی به خودروهای پرسرنشین^۲

یکی از راه‌های پاسخگویی به تقاضای سفر، بهینه‌سازی استفاده از تسهیلات موجود (عرضه) است. به این منظور، می‌توان تعداد نفر-سفر عبوری از یک مسیر را افزایش داد، بدون اینکه تعداد خودرو-سفر عبوری افزایش یابد. اولویت‌دهی به خودروهای پرسرنشین (HOV) راهکاری در همین راستاست. خودروی پرسرنشین، خودرویی است که تعداد سرنشین آن

^۱. Staggerd shift

^۲. High Occupancy Vehicles (HOV)

بیش از دو یا سه نفر باشد. در این بخش، خطوط ویژه خودروی پرسرنشین و خطوط مشترک خودروی پرسرنشین با اتوبوس مورد بررسی قرار می‌گیرد [۱۰].

۱-۵-۱. هدف از ایجاد خطوط پرسرنشین

این راهبرد از مدیریت سیستم حمل‌ونقل بر اساس این ایده است که اگر یک یا چند خط ترافیک برای خودروی پرسرنشین در نظر گرفته شود، آنگاه ظرفیت جابه‌جایی مسافر (نفر-سفر) در هر خط افزایش خواهد یافت، انرژی بیشتری صرفه‌جویی شده، استفاده از حمل‌ونقل همگانی با انگیزه‌تر و کیفیت و میزان اتکا به آن بهبود خواهد یافت.

هدف ایجاد خطوط پرسرنشین، فراهم کردن امکان حرکت سریع برای اتوبوس‌ها، هم‌پیمایی شخصی^۱، هم‌پیمایی عمومی^۲، و خودروهای پرسرنشین برای کاهش زمان سفر و در نتیجه ایجاد انگیزه و جذابیت برای افراد به سمت افزایش تعداد سرنشینان یک خودرو است. به این ترتیب، ظرفیت حمل مسافر در یک مسیر هم‌زمان با کاهش تعداد خودروها افزایش می‌یابد. خطوط پرسرنشین معمولاً در کریدورهای بسیار پرتراکم شهری که حجم عظیمی از اتوبوس‌ها نیز در آن‌ها در حال تردد هستند و از طرفی منابع برای توسعه مسیر و افزایش تعداد خطوط محدود است، احداث می‌شوند. خطوط پرسرنشین برای دستیابی به یکی از اهداف زیر اجرا می‌شوند.

الف) افزایش ضریب سرنشین خودروها و کاهش زمان سفر

ب) حفظ و افزایش ظرفیت معابر

^۱. Carpool

^۲. Vanpod

پ) افزایش عملکرد عبوری اتوبوس

۱-۵-۲. انواع خطوط پرسرنشین

الف) خط ویژه‌ی اتوبوس و خودروی پرسرنشین

این نوع از خطوط پرسرنشین، یک مسیر مجزا^۱ (جدا شده) است که به طور ویژه برای استفاده‌ی مشترک خودروهای پرسرنشین و اتوبوس‌ها ایجاد شده است. در این حالت معمولاً وجه اتوبوس‌رو غالب است اما خودروهای پرسرنشین نیز می‌توانند از آن استفاده نمایند. شکل شماره (۱-۳) نمونه‌ای از این خطوط را نشان می‌دهد. مسیر مشخص شده در این شکل خط پرسرنشین به صورت خلاف جهت^۲ احداث شده است. یکی از دلایل استفاده از خطوط خلاف جهت، وجود تقاضای (روزانه) زیاد در یک جهت نسبت به جهت دیگر است که برای استفاده بهتر از تسهیلات، یکی از خطوط عبوری جهت کم تردد به جهت پر تردد اختصاص می‌یابد [۹].

^۱. Segregated

^۲. Contra-flow



شکل شماره ۱-۳: مسیر ویژه مشترک خودروی پرسرنشین و اتوبوس در هوستون آمریکا

(ب) خط ویژه در آزادراه

خطوط ویژه آزادراهی دارای مسیر کاملاً جدا هستند که توسط موانع و یا فضایی با عرض کم از خطوط معمولی آزادراه جدا شده‌اند و ورود به آن‌ها از طریق رمپ‌هایی^۱ امکان‌پذیر است. خطوط پرسرنشین ویژه در آزادراه شامل دو خط است که به صورت دوطرفه عمل می‌کند. گاهی نیز یک خط به خودروهای پرسرنشین اختصاص می‌یابد که جهت حرکت در آن در ساعات مختلف روز متناسب به جهت غالب تقاضا (برای تشویق افزایش تعداد سرنشین خودروها) تغییر می‌کند. به عنوان مثال، خط ویژه‌ی شکل شماره (۱-۴) در ساعات اوج صبح از شمال به جنوب و در ساعات اوج عصر از جنوب به شمال به صورت یک طرفه عمل می‌کند تا پاسخگوی تقاضای صبحگاهی برای سفر به مرکز تجاری شهر و سپس تقاضای عصرگاهی برای بازگشت به خانه باشد [۹].

^۱. Ramp



شکل شماره ۱-۴: خطوط ویژه‌ی یک طرفه در آزادراهی در مینیاپولیس

پ) خطوط هم‌جهت^۱

این نوع خطوط، با سایر خطوط حرکت در آزادراه هم‌جهت بوده و توسط هاشورهای رنگی و یا نوارهای طولی رنگ شده بر سطح معبر مجزا شده‌اند. خطوط هم‌جهت مطابق شکل (۱-۵) معمولاً پس از خط تندرو و در سمت چپ قرار می‌گیرند [۹].

^۱. Concurrent HOV Lanes



شکل شماره ۱-۵: خطوط هم‌جهت با تردد در آزادراهی در ویرجینیای آمریکا

ت) خطوط خلاف جهت^۱

این نوع خطوط برخلاف جهت حرکت در خطوط آزادراه و معمولاً در زمان اوج ترافیک به کار می‌روند. بدین صورت که یک خط از جهتی که ترافیک کمتری را نسبت به جهت دیگر از خود عبور می‌دهد، به عنوان خط پرسرنشین مجزا می‌شود. جهت حرکت خودروها در این خط برخلاف جهت حرکت در سایر خطوط آزادراه است. خطوط خلاف جهت، معمولاً از خطوط میانی بزرگراه هستند و برای جدا کردن آن‌ها از سایر خطوط آزادراه نمی‌توان از رنگ زدن سطح معبر استفاده نمود زیرا امکان انحراف خودروها و ورود آن‌ها از خطوط معمول آزادراه به خطوط خلاف جهت و یا برعکس وجود خواهد داشت. به همین دلیل معمولاً از جداکننده‌های فیزیکی مانند استوانه‌های لاستیکی و یا موانع بتنی قابل جابه‌جایی و یا حتی موانع پلاستیکی قابل انتقال استفاده می‌شود. بدین ترتیب در ساعات اوج، خط پرسرنشین با استفاده از موانع مذکور از یکی از خطوط آزادراه در یک جهت و یا دو خط در

^۱. Contra flow HOV lanes

دو جهت مجزا می‌شود و در ساعات غیراوج با برداشتن موانع، تمام خطوط به صورت معمولی خود عمل می‌کنند [۹].

۱-۶. مدیریت پارکینگ^۱

میزان دسترسی به پارکینگ (توقفگاه) یکی از ابزارهای تنظیم جریان ترافیک است. هنگامی که پارکینگ در یک منطقه محدودتر و گران‌تر شود، تعداد خودروهایی که به منطقه وارد می‌شوند، کاهش می‌یابد. برخی مردم به سیستم حمل‌ونقل همگانی روی آورده، برخی از آن‌ها خودروی خود را در حاشیه منطقه پارک کرده و گروهی نیز از هم‌پیمایی استفاده خواهند کرد. مدیریت پارکینگ برای افزایش بازدهی پارکینگ‌های موجود و بهبود سطح سرویس آن‌ها به کار می‌رود. به‌این ترتیب، مدیریت پارکینگ عبارت است از اعمال سیاستهایی که طی آن الگوی استفاده از پارکینگ به منظور نیل به هدفی خاص تغییر کند. این هدف می‌تواند کاهش تقاضای سفر، کاهش ترافیک معابر، ارتقاء سطح سرویس معابر و پارکینگ‌ها، پشتیبانی از افرادی که سفرهای هر روزه^۲ را در برنامه خود دارند و غیره باشد. این سیاست‌ها انواع مختلف پارکینگ از جمله پارکینگ‌های طبقاتی^۳، همگانی، کنار خیابانی^۴، پارکینگ ادارات و سازمان‌های دولتی و حتی در بعضی موارد پارکینگ‌های خصوصی را نیز شامل می‌شود. در جدول (۱-۱)، انواع سیاست‌های مدیریت پارکینگ که به خصوص در کشورهای توسعه یافته مورد توجه و گرایش مدیران حمل‌ونقل شهری است، مشاهده می‌شود. برخی از این سیاست‌ها نقاط مشترکی با هم دارند اما چون در امر مدیریت

1. Parking Management
2. Commuter Trips
3. Multi-Story Parking
4. Curbside Parking

پارکینگ باید برنامه‌های ویژه و جداگانه‌ای برای اعمال هر یک از آنها تدارک دیده شود، جداگانه ارایه شده‌اند [۱۱].

جدول شماره ۱-۱: راهبردهای مدیریت پارکینگ

راهبردهای افزایش بازدهی تسهیلات پارکینگ	
پارکینگ اشتراکی ^۱	نوعی از پارکینگ خصوصی که قابل استفاده برای بیش از یک فرد است.
تنظیم استفاده از پارکینگ	استفاده از پارکینگ به نوعی تنظیم گردد که اولویت استفاده برای سفرهای با ارزش‌تر مثل هم‌پیمایی یا سفرهای صرفاً کاری و... باشد.
بهبود استانداردهای پارکینگ	افزایش استانداردهای پارکینگ و تعریف سطح سرویس مناسب‌تری برای آن و یا تعریف استانداردهای جدید در کنار استانداردهای موجود به منظور کاهش عرضه فضای پارک به خصوص در منطقه تجاری شهر (مرکز شهر) و در نتیجه اجبار غیرمستقیم افراد برای عدم حضور در این مناطق.
پارک دورتر از محل ^۲	تشویق کاربرانی که مدت زیادی پارک می‌کنند به استفاده از پارکینگ‌های حاشیه مرکز شهرها و یا سیستم‌های پارک‌سوار، از طریق کاهش هزینه‌ی این پارکینگ‌ها و نیز توسعه حمل‌ونقل همگانی در خدمت سیستم پارک‌سوار. با این سیاست از اشغال معابر توسط پارک‌های حاشیه‌ای در مرکز شهر کاسته می‌شود.
بهبود اطلاع‌رسانی به کاربران	فراهم آوردن تسهیلات پیشرفته الکترونیکی برای اطلاع به رانندگان در مورد ظرفیت پارکینگ‌ها و میزان جایگاه‌های خالی آن‌ها در هر ساعت روز، ارایه موقعیت آن‌ها، نقشه‌ها و مسیرهای منتهی به هر پارکینگ، استفاده از علائم، بروشورها و ارتباطات الکترونیکی (تلفن، فاکس، ایمیل) و...
بهبود شرایط پیاده‌روی	بهبود شرایط پیاده‌روی و افزایش دسترسی‌های پیاده مخصوصاً در مرکز تجاری شهر منجر به عملکرد مشترک پارکینگ‌های یک محله در عرضه جایگاه پارک می‌شود. بدین ترتیب فرد با پارک در هر کدام از پارکینگ‌های محله با پیاده‌روی خود را به محل کار خویش می‌رساند.
افزایش ظرفیت پارکینگ‌های موجود	با توجه به آنکه در پارکینگ، فضاهای زیادی بلااستفاده می‌ماند، می‌توان با اعمال روش‌های زیر شرایط بهتری برای استفاده از تمام فضای پارکینگ ایجاد کرد: - حذف موانع برهم‌زننده نظم معماری پارکینگ - ساماندهی نوع چیدمان خودروها در پارکینگ - تعیین بخش‌هایی از پارکینگ برای پارک خودروهای کوچک و موتورسیکلت

1. Shared Parking

2. Remote Parking

راهبردهای افزایش بازدهی تسهیلات پارکینگ	
<p>- تعیین بهینه دسترسی‌ها با رعایت حداقل اشغال فضا - استفاده از بالابر خودرو^۱ برای استفاده بهینه از فضای پارکینگ</p>	
<p>تنظیم استانداردهای موجود با توجه به موقعیت جغرافیایی، جمعیتی، شاخصهای اقتصادی و سایر آمار و اطلاعات هر منطقه به منظور ایجاد استانداردهای متنوع برای کنترل و هدایت تقاضای مناطق مختلف.</p>	استانداردهای دقیق‌تر و انعطاف‌پذیرتر
<p>راهبردها و برنامه‌های گوناگونی که قادر به تشویق افراد به تغییر الگوی سفر و کاهش استفاده از خودروی شخصی و یا کاهش تقاضای پارکینگ است.</p>	برنامه‌های مدیریت تقاضای حمل‌ونقل
<p>اعمال هزینه مستقیم به استفاده‌کنندگان از تسهیلات پارکینگ، به منظور تنظیم و کاهش تقاضای استفاده از پارکینگ</p>	قیمت‌گذاری بر پارکینگ ^۲
<p>اعمال تشویق‌های مالی برای سفرهای هر روزه افراد به گونه‌ای که باعث تغییر وسیله سفر یا کاهش تقاضای پارکینگ شود.</p>	تشویق مالی برای سفرهای هر روزه ^۳

جدول شماره ۱-۱: راهبردهای مدیریت پارکینگ (ادامه)

راهبردهای افزایش بازدهی تسهیلات پارکینگ	
<p>اجاره و یا فروش محوطه پارکینگ ساختمان‌ها به گونه‌ای که مستاجران یا مالکان این پارکینگ‌ها برای فضای متعلق به پارک خودروی خود پول پرداخت می‌کنند و با سایر قسمت‌های ساختمان ارتباطی ندارند (ویا خرید قسمتی از پارکینگ‌های مجتمع). این سیاست به علت تحمیل هزینه‌های گزاف، باعث کاهش تقاضای پارک می‌شود.</p>	پارکینگ‌های غیرمجتمع ^۴
<p>تحمیل مالیات‌های اختصاصی بر پارکینگ و نیز بر معاملات پارکینگ‌ها که بر تقاضای پارک تأثیرگذار است.</p>	مالیات بر پارکینگ
<p>اجرا و ایجاد سیستم پارکینگ باید با ضمانت اجرایی قوی و با رعایت عدالت باشد. سیستم‌های پارکینگ باید دارای مقررات و محدودیت‌های کامل، آشکار، تعریف شده و مکتوب درباره موقعیت، زمان و کاربران پارکینگ باشند و این محدودیت‌ها لازم الاجرا هستند.</p>	بهبود کنترل و اعمال مقررات

1. Car Stackers

2. Parking Pricing

3. Commuter Financial Incentives

4. Unbundled Parking

راهبردهای افزایش بازدهی تسهیلات پارکینگ	
ایجاد محوطه پارک دوچرخه با تغییر بعضی از محوطه‌های داخلی پارکینگ به نفع دوچرخه سواران	تسهیلات مربوط به دوچرخه
راهبردهای کاهش اثرات منفی ترافیک	
ترویج استفاده از پارکینگ‌های دورتر از مراکز تجاری شهر و نیز استفاده از سایر وسایل سفر در ساعات اوج	تهیه طرح برای سرریز پارکینگ
بهبود طرح و مدیریت تسهیلات پارکینگ برای دستیابی به ایمنی، راحتی کاربران، زیباسازی و رعایت اصول معماری	طرح و مدیریت تسهیلات پارکینگ

۷-۱. محدوده طرح ترافیک^۲

مشکلاتی که تراکم ترافیک بیش از حد خودروها در مناطق مرکزی و پرفعالیت شهرها به وجود آورده است، همراه با ازدحام عابران پیاده به علت کاربری‌های موجود در این مناطق، از مهم‌ترین مشکلات کنونی در غالب شهرها به خصوص شهرهای بزرگ به شمار می‌آید. در بسیاری شهرها، حجم قابل توجهی از ترافیک که باعث شلوغی مرکز شهر می‌شود، ترافیک عبوری^۳ است یعنی عملاً کاری با مرکز شهر ندارد، بلکه از مبدأ در یک طرف مرکز شهر به مقصد در سوی دیگر آن در حرکت است. در صورتی که معابری با ظرفیت مناسب در اطراف محدوده مرکزی شهر وجود داشته باشد و اطلاع‌رسانی درستی صورت پذیرد، این دسته از خودروها نیازی به ورود به محدوده مرکزی شهر ندارند. در اولین اقدام برای انحراف و یا دور کردن ترافیک از مناطق مرکزی شهرها باید ترافیک عبوری را در نظر گرفت. ایجاد معابری با ظرفیت مناسب در اطراف محدوده تجاری شهر به شکلی که نقش انتقال خودروهای شخصی

1. Develop Overflow Parking Plans

2. Traffic Restricted Area

3. Through Traffic

را بر عهده داشته باشند و محدوده مرکزی شهر تنها برای ورود خودروهای همگانی، خودروهای شخصی پرسرنشین و سایر خودروهای مجاز در نظر گرفته شود، می‌تواند اثر مهمی در کاهش شلوغی ترافیک در معابر مرکزی شهرها داشته باشد. بدین منظور در کنار فراهم نمودن تسهیلاتی برای استفاده خودروهای همگانی و پرسرنشین از محدوده طرح ترافیک، می‌توان با صدور مجوزهایی به صورت روزانه، هفتگی، ماهیانه و سالیانه، اجازه استفاده از محدوده ممنوعه ترافیک را فقط برای گروهی از کاربران که قصد استفاده از محدوده مرکزی شهر دارند، فراهم نمود. جذب بیشتر مسافر به حمل‌ونقل همگانی در مناطق مرکزی و شلوغ از اثرات روش مذکور به شمار می‌آید [۱۲].

ایجاد یا در نظر گرفتن معابری با ظرفیت مناسب در اطراف محدوده‌ی طرح ممنوعه ترافیک به موفقیت بیشتر طرح کمک می‌کند. به طوری که همواره لازم است در شهرها، محدوده طرح ترافیک به شکلی تعیین شود که معابر مرکزی محدوده از ظرفیت پارک حاشیه‌ای مناسبی برای عبور خودروهایی که اجازه ورود به محدوده طرح را ندارند، برخوردار باشد. در اجرای محدوده طرح ترافیک لازم است به موارد زیر توجه شود:

۱. در انتخاب معابر و محدوده ممنوعیت تردد برای خودروهای شخصی، این نکته باید مورد توجه قرار گیرد که معابر اطراف محدوده، معابر مناسب و با ظرفیت کافی برای انتقال خودروهای شخصی باشند. همچنین در محدوده ممنوعیت تردد حتی‌الامکان باید مناطق مسکونی کمی وجود داشته باشد.

۲. پیشنهاد می‌شود در مرز محدوده ممنوعه، تسهیلات لازم برای پارک خودروها ایجاد شود.

۳. لازم است اطلاع‌رسانی کافی به منظور هدایت خودروها و مسیرهای جایگزین برای عبور خودروهای شخصی در اطراف محدوده ممنوعه تردد در نظر گرفته شود.

۴. ضروری است کنترل مناسب محدوده ممنوعه به منظور شناسایی خودروهای متخلف در دستور کار قرار گیرد.

۵. ساماندهی و توسعه حمل‌ونقل همگانی در محدوده طرح ترافیک، عامل مهمی است که باید در ایجاد و اجرای موفق محدوده، مدنظر قرار گیرد.

۸-۱. طرح زوج و فرد^۱

یکی از روش‌های موقت برای محدود کردن استفاده از خودروهای شخصی، سهمیه‌بندی استفاده از مناطق شهری است. به عنوان مثال بر مبنای زوج و فرد بودن شماره پلاک خودرو، استفاده از این مناطق فقط در روزهای مشخصی مجاز خواهد بود. این طرح، مشابه طرح محدوده ممنوعه ترافیک است، با این تفاوت که کلیه خودروهای دارای پلاک زوج در روزهای زوج و کلیه خودروهای دارای پلاک فرد در روزهای فرد مجاز به ورود به محدوده خواهند بود. لازم به ذکر است که این اقدامات باید به صورت کوتاه‌مدت و مقطعی و تنها برای ایجاد فرصت کافی به منظور اجرای روش‌های دیگر مدیریت ترافیک صورت گیرد، زیرا در درازمدت اثرات نامطلوبی از قبیل افزایش ضریب مالکیت خودرو (تمایل افراد به داشتن دو خودرو، یکی با پلاک زوج و یکی با پلاک فرد) به وجود خواهد آمد. در اجرای این طرح، موارد زیر باید مدنظر قرار گیرد:

۱. مطالعات ترافیکی کافی در خصوص انتخاب محدوده طرح زوج و فرد صورت پذیرد. بدین منظور معابر حاشیه محدوده طرح باید از ظرفیت کافی برای عبور و پارک حاشیه‌ای خودروها برخوردار باشند.

^۱. Odd/Even License Plate Restricted Area

۲. مهم‌ترین عاملی که در موفقیت طرح مذکور تأثیر دارد، انتخاب روش مناسب کنترل محدوده طرح ترافیک است. به همین منظور کنترل خودروها در ورودی‌ها و داخل محدوده طرح ترافیک به منظور شناسایی خودروهای غیرمجاز ضروری است. همچنین در انتخاب محدوده طرح ترافیک، هر چه ورودی‌های محدوده کمتر باشد، موفقیت طرح بیشتر و کنترل آسان‌تر خواهد بود.

۳. با توجه به مشکلات ترافیکی در محدوده مرکزی کلان‌شهرها، انتخاب محدوده طرح ترافیک مطابق با روش مدیریتی مذکور، می‌تواند در کاهش تراکم ترافیک در مناطق تجاری شهر به صورت کوتاه‌مدت مؤثر باشد.

۴. در این طرح اجازه عبور خودروهای همگانی در کلیه روزهای هفته در محدوده طرح ترافیک داده می‌شود، افزون بر این برای تشویق هم‌پیمایی می‌توان به خودروهای پرسرنشین نیز در کلیه روزهای هفته اجازه عبور داد [۱۳].

۹-۱. قیمت‌گذاری^۱

یکی از روش‌های محدود کردن استفاده از خودروهای شخصی، قیمت‌گذاری تسهیلات ایجاد شده در شبکه معابر شهری است. قیمت‌گذاری از مهم‌ترین عواملی است که عادات حمل‌ونقلی در یک شهر را شکل می‌دهد. در نظر نگرفتن این عامل سبب می‌شود، وسایل سفری که کارآیی اقتصادی پایینی دارند در شهر مورد استفاده قرار گیرند. قیمت‌گذاری را می‌توان از جنبه‌های زیر مورد بررسی قرار داد که در ادامه تشریح خواهد شد:

- قیمت‌گذاری معابر

^۱. Pricing

- قیمت‌گذاری پارکینگ
- مالیات بر مالکیت خودرو
- تعیین کرایه‌ها
- تعیین یارانه‌ها

به طور کلی در این بخش هدف آن است که با افزایش قیمت استفاده از حمل‌ونقل شخصی، مطلوبیت آن در مقابل حمل‌ونقل همگانی کاهش یافته و تقاضا برای استفاده از سیستم حمل‌ونقل همگانی در شهرها به ویژه در مراکز شهر افزایش یابد.

۱-۹-۱. قیمت‌گذاری استفاده از معابر

قیمت‌گذاری استفاده از معابر در واقع اعمال سیاستی است که در آن رانندگان خودروهای شخصی باید هزینه‌ای مستقیم را در قبال رانندگی در خیابان و یا ناحیه‌ای خاص پردازند. اگرچه در نگاه اول به نظر می‌رسد این هزینه به ضرر رانندگان باشد، اما در نهایت مشاهده می‌شود که سودی عمومی در اثر کاهش تردد خودروهای شخصی در نواحی تحت پوشش این سیاست عاید جامعه خواهد شد. انواع مختلف قیمت‌گذاری بر استفاده از معابر عبارتند از:

- ۱- عوارض راه^۱: هزینه‌ای که رانندگان بابت استفاده از مسیر می‌پردازند.
- ۲- قیمت‌گذاری استفاده در شلوغی^۱: هزینه‌ای که رانندگان بابت استفاده از معابر مناطق پرازدحام و شلوغ می‌پردازند. در ساعات غیراوج که این مناطق شلوغ نباشند، می‌توان از دریافت هزینه صرف نظر کرد.

^۱. Road Toll

۳- هزینه طرح ترافیک^۲: هزینه‌ای که بابت استفاده از یک ناحیه از خودروها دریافت می‌شود.

۴- هزینه تردد در خطوط پرسرنشین^۳: در این حالت، خطوط ویژه خودروهای پرسرنشین (HOV) برای خودروهای با تعداد سرنشین کمتر و در قبال پرداخت هزینه، قابل استفاده خواهد بود.

۵- سهمیه‌بندی فضای معابر^۴: به ازای دریافت هزینه معین، اجازه داده می‌شود هر فرد به میزان مشخصی از خودرو- کیلومتر در ساعت اوج در مرکز شهر تردد کند.

۶- عوارض مسافت-مبنا^۵: در بعضی از سیاست‌های قیمت‌گذاری، هزینه‌ای برای مسافت طی شده توسط خودرو تعیین می‌شود که به آن عوارض میزان استفاده از خودرو نیز می‌گویند [۱۴].

۱-۹-۲. قیمت‌گذاری پارکینگ

قیمت‌گذاری پارکینگ روشی است که در آن به منظور ایجاد محدودیت استفاده از پارکینگ، هزینه‌ای به رانندگانی که خودروی خویش را پارک نموده‌اند، تحمیل می‌شود. به این راهبردها در بخش مدیریت پارکینگ اشاره شد [۱۴].

1. Congestion Pricing
2. Cordon Area Toll/ Cordon Pricing
3. High Occupancy Toll Lanes
4. Road Space Rationing
5. Distanec-Based Fees

۱-۹-۳. دریافت مالیات بر مالکیت خودرو

یکی از موارد مهمی که امروزه در بسیاری از کشورهای جهان برای افزایش هزینه استفاده از خودروی شخصی و متعاقباً کاهش مطلوبیت استفاده از آن در نظر گرفته می‌شود، عوارض دریافتی از صاحبان آن‌ها است. با دریافت عوارض از صاحبان خودروها، می‌توان بخشی از هزینه‌های ساخت و توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقلی (به ویژه در رابطه با شبکه معابر که عمدتاً مورد استفاده خودروهای شخصی قرار می‌گیرند) را تأمین نمود. در عین حال، باید به این موضوع توجه نمود که دریافت عوارض ثابت و یکسان از تمامی خودروها، تأثیر زیادی بر الگوی استفاده از خودروی شخصی (کاهش تقاضای استفاده از خودروی شخصی)، نمی‌گذارد. بلکه لازم است مالیات بر مالکیت خودرو برای خودروهای مختلف، بسته به نوع، سن و میزان پیمایش در سال متفاوت باشد. به عنوان مثال خودروهای زیر دو سال سن، معاف از عوارض باشند ولی عوارض خودروهای ۱۰ ساله، ۳ برابر خودروهای ۵ ساله باشد.

۱-۹-۴. تعیین یارانه‌ها

یکی از مسایل بسیار با اهمیت در میزان استفاده از انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی درون‌شهری و افزایش جذابیت آن‌ها، تعیین کرایه و تخصیص یارانه مناسب آن‌ها است که باید توسط مدیران شهری در نظر گرفته شود.

قیمت‌گذاری نامناسب انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی باعث می‌شود که کارکرد و ارتباط آن‌ها با هم در سطح شهر تأمین نشده و نقشی که هر سیستم در سطح شهر دارد، به شکل مناسبی برآورده نگردد. یکی از مشکلات مهمی که در اغلب شهرهای کشور وجود دارد، عدم استفاده مناسب از اتوبوس در سطح شهر به علت نزدیکی قیمت کرایه آن با

تاکسی است. تعیین قیمت کرایه و در نظر گرفتن اختلاف قیمت برای انواع سیستم حمل و نقل همگانی و تخصیص یارانه به آن‌ها باید به گونه‌ای صورت پذیرد که پایه و اساس جابجایی مسافر در شهرها بر عهده سیستم حمل و نقل همگانی انبوه‌بر (قطار شهری و اتوبوس) باشد [۱۴].

۱-۱۰. پارک‌سوار^۱

پارک‌سوار در واقع پارکینگی است که در مجاورت ایستگاه‌های سیستم‌های حمل و نقل همگانی مانند اتوبوس و مترو و یا در بعضی از نقاط پرتراکم آزادراهی و به خصوص در حاشیه مرکز شهر به منظور ارایه تسهیلات لازم به خودروهایی شخصی و جذب آن‌ها به استفاده از حمل و نقل همگانی برای ادامه سفر بنا شده است. این پارکینگ در بعضی از مواقع شامل پارکینگ دوچرخه نیز هست. پارک‌سوار معمولاً رایگان و یا کم‌هزینه‌تر از پارکینگ‌های مرکز شهر است. شکل شماره (۱-۷) نمونه‌ای از پارک‌سوار را در کنار ایستگاه سیستم قطار سبک شهری در کشور فرانسه نشان می‌دهد [۱۵].

^۱. Park & Ride



شکل شماره ۱-۷: پارک‌سوار در کنار ایستگاه قطار سبک شهری با ظرفیت بیش از ۷۰۰۰ خودرو در روز

پارک‌سوار از جمله سیستم‌های کاهنده تقاضاست. بدین صورت که با تشویق مسافران به پارک خودروی شخصی خویش در پارکینگ‌های بیرون مرکز شهرها، یا پارکینگ‌های مجاور ایستگاه‌های خطوط حمل‌ونقل همگانی، باعث کاهش خودرو-کیلومتر طی شده و نیز حجم ورودی به مرکز شهر می‌شود. از سوی دیگر، هر چند پارک‌سوار باعث کاهش میزان خودرو-کیلومتر است، اما مسافر-کیلومتر طی شده را افزایش می‌دهد، که البته درصد زیادی از آن با حمل‌ونقل همگانی یا هم‌پیمایی جابجا می‌گردد. علت آن است که به‌جای یک سفر مستقیم از مبدا تا مقصد، یک انحراف برای دسترسی به پارک‌سوار و تغییر وسیله سفر از خودروی شخصی به همگانی بوجود می‌آید [۱۵].

اصلی‌ترین اثر احداث پارک‌سوار بر سفرهای هر روزه در قسمت مرکزی شهر و متمایل نمودن این سفرها به سمت حمل‌ونقل همگانی و هم‌پیمایی است. طی تحقیقات به عمل آمده بر روی نمونه‌های اجرا شده در سطح جهان مشاهده شده که با اجرای طرح پارک‌سوار، تعداد سفر خودروهای شخصی به منطقه مرکزی شهر به علت روی آوردن مردم به استفاده

از سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی کاهش می‌یابد. اما در اطراف پارک‌سوار، تردد افزایش خواهد یافت. همچنین منحرف نمودن رانندگان خودروهای شخصی از سفرهای درون‌شهری به سفرهای ختم شده به نقاط پارک‌سوار حتی در مواردی ممکن است خود باعث تولید سفرهای اضافی شود. تأثیرات عمده اجرای پارک‌سوار بستگی به کیفیت حمل‌ونقل همگانی و سیستم هم‌پیمایی (در صورت وجود) دارد. جدول شماره (۱-۲) به طور خلاصه اثرات احداث پارک‌سوار را بر ترافیک در شهر ارایه می‌دهد.

جدول شماره ۱-۲: تاثیر احداث پارک‌سوار بر ترافیک شهر

تأثیر	شاخص	ردیف
کم	کاهش ترافیک خودروی شخصی	۱
متوسط	کاهش ترافیک خودروها در دوره اوج	۲
بی‌تأثیر	انتقال ترافیک از دوره اوج به غیراوج	۳
بسیار مفید	تغییر وسیله سفر از خودرو شخصی به سایر وسایل سفر	۴
بی‌تأثیر	بهبود دسترسی و کاهش نیاز به سفر	۵
بسیار مفید	افزایش هم‌پیمایی	۶
بسیار مفید	افزایش سفر با حمل‌ونقل همگانی	۷
کم	افزایش سفر با دوچرخه	۸
بی‌تأثیر	افزایش سفرهای پیاده‌روی	۹
بی‌تأثیر	افزایش استفاده از ارتباطات به‌جای ترابری	۱۰
بی‌تأثیر	کاهش ترافیک حمل کالا	۱۱

خلاصه

مدیریت تقاضای سفر، یعنی اجبار یا تشویق شهروندان به تغییر در الگوی انجام سفرهای روزانه. این تغییر الگو شامل برنامه‌ریزی‌هایی است که منجر به تغییر در زمان انجام سفر، وسیله سفر، مسیر سفر یا ترکیبی از آن‌ها می‌شود. راهبردهای مختلفی در مدیریت تقاضا مطرح شده که از جمله مهم‌ترین آن‌ها ایجاد خطوط ویژه برای خودروهای پرسرنشین، ایجاد محدودیت تردد در منطقه مرکزی شهر، محدودیت پارک در معابر، و اخذ عوارض تردد است. این راهبردها، طرح‌هایی کوتاه‌مدت، زودبازده و نسبتاً کم‌هزینه هستند که با اعمال محدودیت بر سفرهای روزانه شهروندان، باعث بازتوزیع سفرها در طول روز می‌شوند. به این ترتیب، بازه زمانی شروع سفرها افزایش یافته و نقطه‌ی اوج آن پایین می‌آید. البته مطالعات عارضه‌سنجی برای شناسایی و ارزیابی اثرات منفی احتمالی این طرح‌ها و میزان

پذیرش اجتماعی نیز نباید فراموش شود. ضمن آن که فرهنگ‌سازی و آگاه کردن مردم از اثرات مثبت و منافع راهبردهای مدیریت تقاضا در موفقیت آن‌ها بسیار موثر خواهد بود.

خودآزمایی

- ۱- علل رویکرد کارشناسان شهری به توسعه حمل‌ونقل غیرموتوری چیست؟
- ۲- اثرات تغییر ساعات کاری و طرح زوج و فرد بر هم‌پیمایی سفر چیست؟
- ۳- به نظر شما، اثرات طرح زوج و فرد و سهمیه‌بندی مصرف بنزین بر مالکیت خودرو چیست؟
- ۴- محدوده طرح ترافیک چه اثراتی بر ارزش زمین‌های داخل، مجاور و خارج محدوده دارد؟ بر اساس نوع کاربری توضیح دهید.
- ۵- تفاوت سیستم park-and-ride و kiss-and-ride را تشریح کنید.
- ۶- علل عدم رغبت مردم کشور به دوچرخه سواری چیست؟
- ۷- کدام یک از روش‌های تغییر ساعات کاری در شهر شما مناسب است؟ با ارایه دلایل بحث کنید.
- ۸- به نظر شما آیا تاکسی به عنوان حمل‌ونقل شبه همگانی می‌تواند جایگزین خودروهای شخصی باشد؟
- ۹- نمونه‌ای از اجرای انواع روش‌های دورکاری را در کشورهای مختلف و تجربیات حاصل از آن را بیان کنید.



فصل دوم

مدیریت عرضه حمل و نقل

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. شناخت مفهوم مدیریت عرضه
۲. آشنایی با جایگاه حمل و نقل همگانی
۳. معرفی مفهوم اولویت‌دهی به اتوبوس در تقاطع
۴. آشنایی با انواع خط ویژه اتوبوس
۵. شناخت روش‌های افزایش جذابیت سفر با اتوبوس
۶. آشنایی با کاربرد چراغ راهنمایی هوشمند و غیرهوشمند
۷. شناخت مفهوم هماهنگ‌سازی چراغ‌های راهنمایی
۸. آشنایی با مزایا و معایب یک طرفه کردن معابر

۲. مدیریت عرضه حمل و نقل

مجموعه فعالیت هایی که به نحوی در مدیریت شهری باعث استفاده بهینه از تسهیلات موجود می گردد، مدیریت عرضه نامیده می شود. با توجه به عدم وجود منابع مالی برای توسعه نامحدود زیرساخت های سیستم حمل و نقل شهری لازم است مدیریت عرضه به منظور استفاده بهینه از تسهیلات موجود در اولویت قرار گیرد. در این فصل مدیریت عرضه حمل و نقل در دو بخش همگانی و شخصی ارایه خواهد شد. البته از آنجا که روش های مدیریت عرضه حمل و نقل شخصی (بهبود شبکه معابر) شناخته شده تر هستند، توضیحات کمتری در مورد آن ها ارایه شده است.

۲-۱. توسعه حمل و نقل همگانی

یکی از مهم ترین راه های کاهش اثرات منفی انجام سفرها، تشویق کاربران به استفاده از حمل و نقل همگانی است. حمل و نقل همگانی می تواند با هزینه تمام شده کمتری نسبت به حمل و نقل شخصی سفرها را پوشش دهد. برخی از اقداماتی که باعث افزایش استفاده از سیستم حمل و نقل همگانی می شود، عبارتند از: اطلاع رسانی، بالا بردن جذابیت عمومی سیستم حمل و نقل همگانی، و ایجاد خطوط ویژه. تمام اقداماتی که به نحوی سبب بالا رفتن کیفیت خدمات حمل و نقل همگانی و افزایش استفاده از این سیستم می گردد، در مدیریت عرضه حمل و نقل همگانی جای خواهند گرفت. در ادامه، به بررسی و توضیح تمهیداتی در این خصوص می پردازیم.

۲-۱-۱. سامانه اتوبوس تندرو^۱

۲-۱-۱-۱. تاریخچه سامانه اتوبوس تندرو در جهان و ایران

اولین بار مفهوم سامانه اتوبوس تندرو در شهر شیکاگو در سال ۱۹۳۷ برای تبدیل سه خط حمل و نقل سریع ریلی به خطوط سریع اتوبوسرانی در مراکز و شهرک‌های اطراف مطرح گردید. پس از آن، این سیستم به سرعت در شهرهای آمریکا و جهان گسترش یافت. به طوری که امروزه این خطوط یکی از سیستم‌های بسیار مهم در گسترش خطوط حمل و نقل عمومی در سراسر جهان به شمار می‌رود.

در ایران، سامانه اتوبوس‌های تندرو در پی سیاست‌های کلان شهرداری تهران و به منظور گسترش و بهسازی سیستم حمل و نقل همگانی شهر تهران پس از انجام مطالعات اولیه در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۶ به صورت آزمایشی راه اندازی شد و سپس در شهریور ماه ۱۳۸۷ با تعداد ۷۰ دستگاه اتوبوس دوکابین با مشخصات فنی و کیفیت ویژه در یک خط توسعه یافت. به تدریج خطوط دیگری نیز در حال اضافه شدن به آن هستند. شکل شماره (۲-۱) نمونه ایستگاه این سیستم را در تهران نشان می‌دهد.

^۱. Bus Rapid Transit (BRT)



شکل شماره ۲-۱: نمونه‌ای از سامانه اتوبوسرانی سریع (BRT) در تهران

هدف از راه‌اندازی سامانه اتوبوس‌های تندرو در شهر تهران عبارت است از:

۱. کاهش زمان انتظار مسافران در ایستگاه‌ها،
 ۲. کاهش زمان سفر در کریدور شرقی- غربی شهر،
 ۳. آرایه الگوی حرکت سریع در خط ویژه،
 ۴. کنترل هوشمند جهت افزایش کارایی ناوگان،
 ۵. اعزام اتوبوس‌ها بر اساس زمان‌بندی،
 ۶. بومی‌سازی تکنولوژی BRT با فضای خیابان‌های تهران،
- نتایجی که انتظار بر اساس مطالعات می‌رفت از اجرای خط یک سامانه اتوبوس‌های تندرو حاصل شود، عبارتند از:

۱. افزایش حجم جابه‌جایی مسافر به میزان ۴۰٪،
۲. کاهش تعداد اتوبوس شاغل به میزان ۴۰٪،

۳. کاهش ۳۰ دقیقه‌ای زمان سفر،
 ۴. کاهش مدت زمان انتظار در ایستگاه از حداقل ۱۰ دقیقه به ۱ دقیقه،
 ۵. افزایش سرانه جابه‌جایی هر اتوبوس از ۸۷۰ نفر به بیش از ۱۳۰۰ نفر در روز،
 ۶. صرفه‌جویی در مصرف سوخت به میزان ۳۵٪ در هر یک‌صد کیلومتر و به تناسب آن کاهش میزان آلاینده‌گی‌های ناشی از مصرف سوخت،
 ۷. افزایش میانگین سرعت متوسط اتوبوس‌ها از ۱۱ به ۱۴/۵ کیلومتر در ساعت،
- در ادامه مشخصات استاندارد سامانه اتوبوس تندرو و نحوه کنترل هوشمند آن بر اساس تجربیات سایر کشورها به صورت اجمالی ارائه می‌شود.

۲-۱-۱-۲. مسیر حرکت

سامانه اتوبوس تندرو (BRT) دارای خط ویژه است. خطوط انحصاری^۱، سرعت را افزایش داده و زمان سفر را کاهش می‌دهد. نمونه‌ای از خط سامانه اتوبوس تندرو در شکل شماره (۲-۲) مشاهده می‌شود. خطوط ویژه، معمولاً در بزرگراه‌ها، وسط خیابان‌های شریانی و یا در کریدورهای از کار افتاده ریلی ساخته می‌شود. این خطوط می‌توانند بیش از ۱۰۰۰۰ مسافر در ساعت اوج را در یک جهت انتقال دهند.

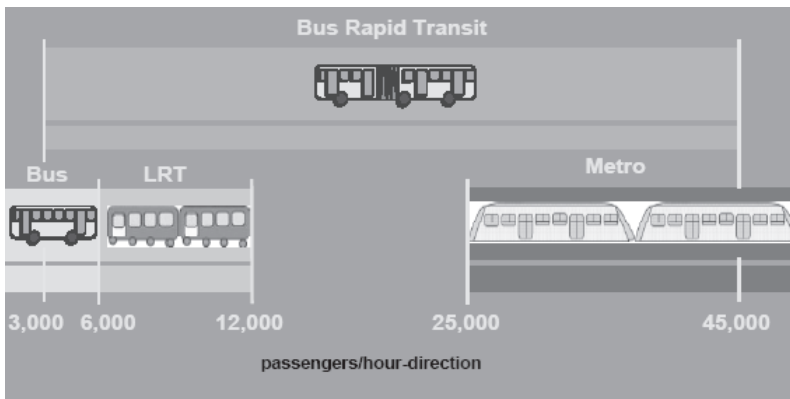
برای مقایسه سامانه اتوبوس تندرو با سایر سیستم‌های انبوه‌بر حمل‌ونقلی می‌توان نفر-سفر در هر جهت را برای این سیستم‌ها با هم مقایسه کرد. به همین منظور محدوده مقادیر ظرفیت انواع سیستم‌های انبوه‌بر حمل‌ونقل همگانی در شکل (۲-۳) شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود ظرفیت تعداد مسافر سیستم اتوبوس تندرو (BRT) بیش از ۳۰۰۰ نفر

^۱. Exclusive Lane

در نظر گرفته شده است که پیش از اجرای مترو و قطار سبک شهری (LRT) اقتصادی ترین شیوه انتقال مسافر در حجم های بالا است. منظور از LRT در شکل شماره (۲-۳)، مجموعه ای تراموا، قطار سبک شهری و مونوریل است. ضمن آن که با افزایش تعداد واگن ها و کاهش سرفاصله حرکت، قطار سبک شهری قادر به جابه جایی بیش از ۲۰۰۰۰ مسافر نیز خواهد بود.



شکل شماره ۲-۲: خطوط ویژه سامانه اتوبوسران تندرو



شکل شماره ۲-۳: ظرفیت مسافر در هر جهت سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل همگانی

۲-۱-۱-۳. ایستگاه‌ها

ایستگاه‌های سیستم BRT در اندازه‌ها و شکل‌های مختلف به صورت زیرزمینی و روزمینی اجرا می‌شوند. کف ایستگاه‌ها معمولاً هم‌تراز کف اتوبوس است و این خود باعث کاهش زمان سوار و پیاده شدن مسافر می‌شود. پرداخت هزینه سفر معمولاً قبل از ورود به ایستگاه‌ها انجام می‌پذیرد. جانمایی ایستگاه‌ها معمولاً در نزدیکی تقاطع‌ها بوده و فاصله بین ایستگاه‌ها بسته به طول ایستگاه و اتوبوس، متغیر بوده و بین ۶۰۰ تا ۲۲۰۰ متر است.

به این ترتیب، ایستگاه‌های BRT به نحوی طراحی می‌شوند که مسافران قبل از رسیدن اتوبوس، بلیت خود را تحویل داده و به محض رسیدن اتوبوس - که کف آن هم‌تراز کف ایستگاه است - سوار (و پیاده) شوند. سرفاصله زمانی حرکت در این سیستم حدود یک دقیقه در نظر گرفته می‌شود. نمونه‌هایی از سامانه اتوبوس تندرو در سایر شهرها و کشورهای جهان در شکل (۲-۴) ارائه شده است.





شکل شماره ۲-۴: نمونه‌هایی از مسیر و ایستگاه‌های BRT

۲-۱-۱-۴. ناوگان

بهتر است طراحی سامانه اتوبوسرانی سریع به گونه‌ای صورت گیرد که درهای ورودی و خروجی به صورت مجزا باشند تا زمان تأخیر و توقف کاهش یابد. نیروی جلوبرنده این سیستم توسط سوخت‌های هیبریدی و CNG تأمین می‌شود. برخی از این اتوبوس‌ها بدون نیاز به راننده نیز هدایت می‌شوند. ظرفیت این اتوبوس‌ها بنا به اندازه و طراحی آن‌ها متغیر است. به توجه به اینکه ایستگاه‌ها اغلب در سمت چپ مسیر حرکت اتوبوس قرار می‌گیرند (برای اینکه هم به مسیر رفت و هم به مسیر برگشت سرویس بدهند)، در اتوبوس‌ها سمت چپ قرار دارد و به اصطلاح چپ‌در هستند.

۲-۱-۱-۵. سیستم‌های هوشمند کنترل مسیر حرکت BRT

اجزای سیستم‌های هوشمند کنترل سامانه اتوبوس تندرو در اغلب کشورها مشابه است. تنها تفاوت‌هایی در فناوری‌های مورد استفاده در این سیستم‌ها مشاهده می‌شود. برای اطمینان

از کارآیی سیستم، نظارت بر مسیر، ایستگاه‌ها و اتوبوس‌ها ضروری است. به همین علت یک مرکز مدیریت و کنترل خط که مجهز به سیستم‌ها و امکانات زیر باشد، برای سیستم BRT طراحی و اجرا می‌شود:

۱. سیستم نظارت تصویری: برای آن که اپراتورهای مرکز به صورت لحظه‌ای از وضعیت کلیه نقاط در طول مسیر اتوبوس‌های تندرو و پایانه‌های موجود در مسیر آگاه شوند، لازم است دوربین‌های نظارت تصویری در طول مسیر و در داخل ایستگاه‌ها نصب شوند و سپس این تصاویر به کمک فناوری‌های موجود، به مرکز کنترل مخابره شود. به عنوان مثال لازم است در صورت خرابی یک اتوبوس در مسیر، اقدامات فوری برای خروج آن از خط ویژه صورت گیرد، تا مسیر برای حرکت سایر اتوبوس‌ها باز بماند.

ایستگاه‌ها نیز به منظور تشخیص ازدحام مسافران در ایستگاه، حراست از امنیت آن‌ها و نظارت بر صحت و سلامت تجهیزات، به دوربین‌های نظارت تصویری مجهز شده‌اند. تصاویر برداشت شده هم بر روی نمایشگر داخل ایستگاه نشان داده می‌شود و هم از طریق فیبر نوری برای مرکز کنترل سامانه ارسال می‌گردد.

۲. سیستم ثبت وقایع ترافیکی: شناسایی سریع و ثبت وقایع مهم ترافیکی، کنترل و مدیریت خط و ناوگان به وسیله دوربین و بیسیم، تشخیص سریع خرابی تجهیزات اتوبوسرانی، اعزام آتش‌نشانی، اورژانس و پلیس در زمان وقوع حوادث و سوانح از کارکردهای این سیستم است.

۳. سیستم ردیابی ناوگان: برای حصول اطمینان از حضور به موقع و به‌جای اتوبوس‌ها در طول مسیر و ایستگاه‌ها و پاسخ‌گویی لازم به تقاضای سفر شهروندان و رعایت زمان‌بندی

یک دقیقه‌ای میان اتوبوس‌ها، کلیه اتوبوس‌ها به سیستم موقعیت‌یاب جهانی^۱ (GPS) مجهز شده‌اند تا امکان ردگیری لحظه‌ای آن‌ها و هدایت راننده از طریق بیسیم فراهم شود.

۴. نقشه راهنمای مسیر: کلیه اتوبوس‌ها دارای نقشه کامل مسیر حرکت و ایستگاه‌های موجود در طول مسیر هستند که با مقیاس دقیق جغرافیایی تهیه شده‌اند و در آن‌ها توالی ایستگاه‌ها، خیابان‌های اصلی مجاور هر ایستگاه و ایستگاه‌های ویژه‌ای که در آن‌ها امکان تغییر و ادامه مسیرهای دیگر (غیر از مسیر سامانه تندرو) با استفاده از سرویس‌های اتوبوسرانی وجود دارد، نشان داده شده است.

۵. سیستم اطلاع‌رسانی صوتی: این سیستم با استفاده از اطلاعات مکانی اتوبوس که از سیستم GPS دریافت می‌شود، قادر است در فاصله ۲۰۰ متر مانده به ایستگاه و نیز در محل ایستگاه، نام ایستگاه را به اطلاع مسافران برساند تا آن‌ها بتوانند زودتر راجع به پیاده شدن و یا ادامه مسیر تصمیم بگیرند و از این طریق وقت کمتری در ایستگاه تلف شود.

کلیه ایستگاه‌ها در طول مسیر به سیستم صوتی مجهز هستند تا از طریق آن لحظاتی پیش از بسته شدن درهای اتوبوس و حرکت آن به مسافران هشدار داده شود تا از اتوبوس فاصله بگیرند. این سیستم به صورت خودکار و با استفاده از اطلاعات سیستم تعیین وضعیت اتوبوس پیام هشدار را ارسال می‌نماید.

۶. سیستم تخصیص اولویت حرکت به اتوبوس‌ها در تقاطع هوشمند: کلیه تقاطع‌های چراغ‌دار در طول مسیر به سیستم کنترل هوشمند چراغ راهنمایی مجهز شده‌اند و برای جلوگیری از تأخیر در

^۱. Global Positioning System

حرکت اتوبوس‌ها در پشت چراغ قرمز از روشی تحت عنوان شروع دیر^۱ استفاده شده است که طی آن حرکت خودروهایی که در وضعیت چراغ سبز مسیر اتوبوس را قطع می‌کنند باندکی تأخیر صورت می‌پذیرد تا اتوبوس به راحتی از تقاطع رد شود و دچار تأخیر بی‌مورد در حرکت خود نشود.

۷. سیستم تعیین وضعیت اتوبوس: چراغ‌هایی در کنار ایستگاه نصب می‌شود که با تغییر وضعیت خود، فرمان خاصی را به راننده ارسال نماید. رنگ قرمز به معنای توقف، رنگ زرد به معنای آمادگی برای حرکت و رنگ سبز به معنای دستور حرکت است، در ضمن شناسه‌گر نصب شده در کنار ایستگاه، حضور و یا عدم حضور اتوبوس را تشخیص داده و مرکز کنترل سامانه را از موقعیت موجود باخبر می‌کند.

۲-۱-۲. خطوط ویژه اتوبوس

در صورتی که تقاضای سفر و ملاحظات اقتصادی، اجرای سیستم BRT را توجیه نکند، می‌توان از خطوط ویژه برای تسریع در حرکت اتوبوس‌های معمولی استفاده کرد. به این ترتیب، فقط با جدا کردن خط عبور و بدون تحمیل هزینه‌ی اضافی، می‌توان ظرفیت سیستم اتوبوسرانی موجود را تا دو برابر افزایش داد.

۲-۱-۲-۱. میزان و چگونگی تفکیک مسیر حرکت

چگونگی تفکیک مسیر حرکت از ترافیک سایر خودروها اصلی‌ترین متغیر در طراحی مسیر حرکت است. مسیرهای حرکت می‌توانند بر اساس میزان دسترسی (نحوه تفکیک مسیر) و یا

^۱. Late Start

نوع تسهیلات طبقه بندی شوند. در جدول (۱-۲) طبقه بندی مسیرهای حرکت، از نظر میزان دسترسی ارایه شده است. در این طبقه بندی مسیرها به ۵ گروه طبقه بندی شده اند. در حالت پنج، خطوط حرکتی موجود در خیابان های شریانی با سواری ها به صورت مختلط حرکت می کنند. هر چه شماره نوع مسیر کمتر می شود، کیفیت و تفکیک مسیر حرکت افزایش می یابد.

اتوبوس می تواند بدون تفکیک از سایر خودروها در هر خیابان شریانی یا بزرگراه حرکت نمایند. افزایش میزان تفکیک مسیر مانند مسیرهای ویژه در شریانی ها، مسیرهای ویژه غیرهمسطح و یا خطوط ویژه دارای اولویت عبور، باعث صرفه جویی در زمان سفر و افزایش قابلیت اطمینان در خدمات سیستم اتوبوسرانی می شود.

جدول شماره ۱-۲: طبقه بندی مسیرهای حرکت بر اساس نحوه و میزان تفکیک

نوع تسهیلات	کنترل دسترسی	رده دسترسی
تونل های ویژه اتوبوس تقاطع غیرهمسطح خطوط ویژه آزادراهی	جریان غیرمنقطع - کنترل کامل دسترسی	۱
مسیر ویژه همسطح	کنترل منقطع دسترسی	۲
مسیر ویژه میانی اتوبوس	خطوط جدا شده فیزیکی در حریم خیابان	۳
خطوط ویژه همسو یا خلاف جهت ترافیک	خطوط ویژه / نیمه ویژه	۴
-	ترافیک مختلط	۵

۲-۲-۱-۲. موقعیت خطوط ویژه اتوبوس

برای ایجاد خطوط ویژه، یکی از خطوط کناری یا میانی خیابان را به اتوبوس اختصاص می دهند. از نظر اجرایی (نظیر تفکیک مسیر حرکت، احداث ایستگاه) اختصاص خط کناری

خیابان به اتوبوس راحت‌تر است، ولی چند اشکال نیز ممکن است داشته باشد از جمله اینکه خودروهایی که قصد گردش به سمت راست را دارند، در محل تقاطع‌ها، خط ویژه را به اجبار قطع خواهند کرد و باعث ایجاد تداخل می‌شوند. اگر خط کناری به پارک حاشیه‌ای، تخلیه و بارگیری اختصاص یافته باشد، استفاده از آن به عنوان مسیر ویژه اتوبوس، به مفهوم حذف پارک حاشیه‌ای خواهد بود که ممکن است از نظر اجرایی دشواری‌هایی به همراه داشته باشد. از سوی دیگر، اگر یکی از اهداف طرح، حذف پارک حاشیه‌ای برای افزایش سطح عرضه و افزایش تعداد خطوط عبور معبر باشد، با اختصاص آن به مسیر ویژه اتوبوس، دیگر ضرورتی به نظارت دائم پلیس و حتی نصب تابلوی پارک ممنوع وجود نخواهد داشت، ضمن آن که تعداد مسافر بیشتری نیز جابه‌جا خواهد شد.

اختصاص خطوط میانی خیابان به اتوبوس، فقط در معابر عریضی که در هر جهت بیش از دو خط دارند، مقدور است، زیرا لزوم در نظر گرفتن محل‌هایی به منظور ایستگاه، امکان اجرای طرح را در خیابان‌هایی که عرضشان کم است، دشوار می‌سازد. در این حالت، پارک حاشیه‌ای، تخلیه و بارگیری سایر خودروهای نسبتاً به راحتی صورت می‌گیرد و به همین علت اختصاص خطوط ویژه به اتوبوس حتی در تمام طول روز از این لحاظ اشکالی نخواهد داشت. اما عیب بزرگ این روش آن است که مسافران اتوبوس به منظور رسیدن از پیاده‌رو به ایستگاه و برعکس، باید جریان ترافیک در معبر را قطع کنند و این عمل باعث کاهش ایمنی و افزایش تأخیر خودروها می‌شود.

تردد خودروهای همگانی در خطوط ویژه ممکن است هم‌جهت با جریان ترافیک و یا در جهت عکس آن باشد. در حالت اول آن را خط ویژه هم‌جهت^۱ و در حالت دوم آن را خط ویژه خلاف جهت^۲ می‌نامند.

در خیابان‌های یک‌طرفه با حجم تردد زیاد اتوبوس، می‌توان دو خط از خطوط خیابان را به تردد اتوبوس اختصاص داد. این دو خط را در یک سمت خیابان و در مجاورت هم در نظر می‌گیرند. در خیابان‌های یک‌طرفه‌ای که تعداد خطوط عبوری و حجم اتوبوس زیاد نیست، می‌توان تنها یک خط از خیابان را به عبور اتوبوس اختصاص داد. معمولاً در خیابان‌های یک‌طرفه برای این‌که مسیر رفت و برگشت اتوبوس در کنار هم باشند، از خط ویژه خلاف جهت استفاده می‌شود.

افزون بر این می‌توان تمام یا قسمتی از طول یک معبر راه، برای تمام یا ساعاتی از روز، فقط به عبور اتوبوس اختصاص داد. اعمال این روش معمولاً در معابری که عبور عابران پیاده زیاد است مانند مراکز خرید، مؤثر و مفید خواهد بود.

۲-۱-۳. اولویت‌دهی به اتوبوس در تقاطع

برای استفاده بهتر از ظرفیت تقاطع‌ها، که از نقاط حساس و پراهمیت شبکه معابر شهری هستند، اغلب مقررات ویژه‌ای نظیر ممنوع کردن بعضی از گردش‌ها اعمال می‌شود. در این موارد گاهی برای اتوبوس امتیازاتی نظیر اجازه عبور یا گردش به سمتی که برای دیگر خودروهای ممنوع شده است، ایجاد می‌شود. در تقاطع‌های مراکز تجاری شهر که با

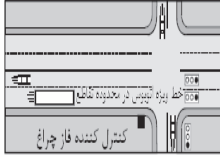
^۱. Concurrent Bus Lane

^۲. Contra-Flow Bus Lane

چراغ‌های راهنمایی کنترل می‌شود، اگر اتوبوس امتیازی نداشته باشد، اولویت عبور تمام خودروهای (از جمله اتوبوس) برای عبور از تقاطع یکسان است. با توجه به تعداد زیاد سرنشین‌های اتوبوس نسبت به خودروهای شخصی، منطقی به نظر می‌آید که در این نقاط حساس به اتوبوس اولویت داده شود.

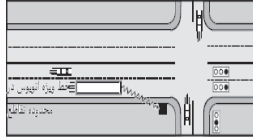
یکی از روش‌های تحقق این امر، ایجاد تسهیلاتی است که به کمک آن زمان توقف و تأخیر وسایل حمل‌ونقل همگانی در تقاطع کوتاه‌تر از دیگر خودروها گردد. این سیستم را طوری برقرار می‌کنند که پس از رسیدن اتوبوس به تقاطع، چنانچه فاز چراغ راهنمایی قرمز باشد به سبز تبدیل شود، و اگر فاز آن سبز باشد، زمان سبز را به اندازه‌ای افزایش دهد که فرصت کافی برای عبور اتوبوس از تقاطع وجود داشته باشد. این کار با نصب دستگاه مخصوصی در اتوبوس و در سیستم چراغ‌های راهنمایی به صورت هماهنگ انجام می‌گیرد. در کنار این اقدام در صورتی که امکان احداث خطوط ویژه برای عبور اتوبوس در معبر مورد نظر وجود نداشته باشد، با ایجاد خطوط اضافی در تقاطع، قبل از محل پس‌زدگی صف در رویکرد ورودی تقاطع و ادامه آن در رویکرد خروجی تقاطع تا فاصله‌ای که اتوبوس قادر باشد به شکل ایمن به تردد سایر خودروهای بپیوندد، تسهیلات ویژه‌ای برای کاهش تأخیر وسیله نقلیه همگانی در تقاطع ایجاد می‌نمایند. ایجاد خط اضافی برای اتوبوس در تقاطع می‌تواند با اولویت‌دهی حق تقدم به آن در تقاطع توسط چراغ راهنمایی کامل شود. در شکل (۲-۵) چگونگی ایجاد اولویت برای عبور اتوبوس‌ها در تقاطع‌های شهری نشان داده شده است.

اتوبوس به چراغ قرمز می‌رسد



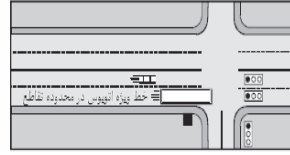
(۱)

کنترل کننده فاز چراغ، اتوبوس را تشخیص می‌دهد و زمان سبز خیابان مجاور را قطع می‌کند



(۲)

اتوبوس از چراغ سبز عبور می‌کند



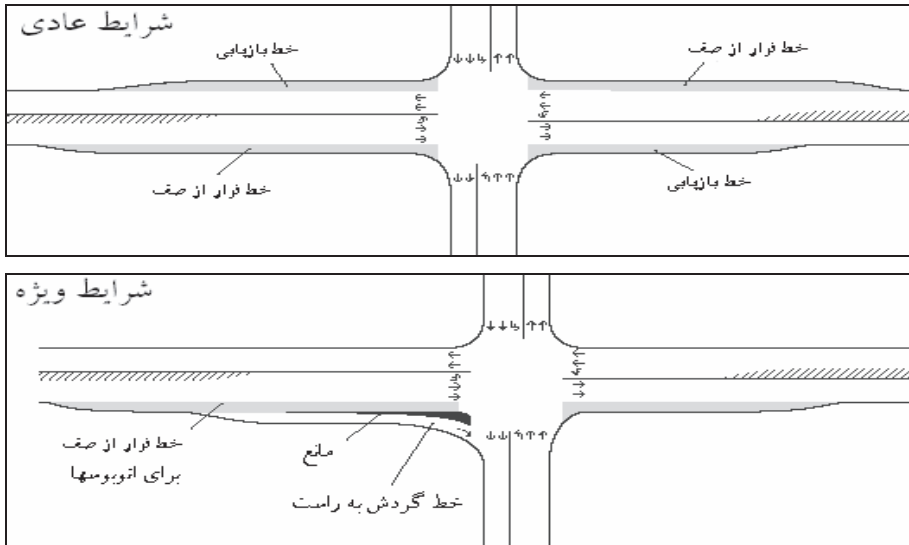
(۳)

شکل شماره ۲-۵: ایجاد اولویت عبور برای اتوبوس در تقاطع چراغ‌دار

۲-۱-۴. مسیرهای فرار از صف

اگر خط حرکت اتوبوس با سایر خودروها مشترک باشد، با استفاده از خطوط فرار از صف^۱ می‌توان بازده آن را افزایش داد. خطوط فرار از صف معمولاً در تقاطع‌های چراغ‌دار و یا سایر مکان‌هایی که ازدحام ترافیک در زمان اوج وجود دارد (مانند مکان‌هایی که عرض خطوط کاهش پیدا می‌کند یا در پل‌ها و...)، ایجاد می‌شوند. این خطوط می‌توانند به صورت مشترک با گردش به راست مورد استفاده قرار گیرند. با این حال زمانی که حجم گردش به راست زیاد باشد خطوط گردش به راست و فرار از صف باید به صورت جداگانه فراهم شوند. به منظور ورود راحت اتوبوس‌ها به خط فرار از صف، ورودی آن باید به حد کافی از تقاطع دور باشند. نمای کلی خط فرار از صف در دو حالت وجود یا عدم وجود خط راست‌گرد در شکل (۲-۶) نشان داده شده است.

1. Queue Jumper



شکل شماره ۲-۶: خط فرار از صف در تقاطع چراغ‌دار

۲-۱-۵. اطلاع‌رسانی در سیستم حمل‌ونقل همگانی

اطلاع‌رسانی در خصوص سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی باید جزء اولویت‌های مدیران شهری قرار گیرد. اطلاع‌رسانی در خصوص سیستم حمل‌ونقل همگانی می‌تواند شامل اطلاعات مبدأ و مقصد خطوط سیستم حمل‌ونقل همگانی، ایستگاه‌ها، مسیر حرکت، زمان حرکت، سرفاصله‌های زمانی حرکت و غیره باشد. این اطلاعات می‌تواند به شیوه‌های مختلف به شکل استفاده از سیستم‌های کاملاً هوشمند که اطلاعات لحظه به لحظه در خصوص سیستم حمل‌ونقل همگانی را به کاربران اعلام می‌نماید، تا مجهز نمودن ایستگاه‌ها به تابلوهایی ثابت که وضعیت ایستگاه را از لحاظ مسیر حرکت اتوبوس‌ها، خطوط عبوری، سرفاصله زمانی میان اتوبوس‌ها و غیره نشان می‌دهد، انجام شود. مدیران سیستم حمل‌ونقل همگانی نیز باید سعی کنند تا سرویس‌دهی خودروهای همگانی مطابق شرایط اعلام شده تنظیم گردد. در

شکل (۷-۲) نمونه‌ای از شیوه اطلاع‌رسانی در خصوص سیستم حمل‌ونقل همگانی نشان داده شده است.



شکل شماره ۷-۲: اطلاع‌رسانی در ایستگاه‌های اتوبوس

۶-۱-۲. بالا بردن جذابیت عمومی سیستم حمل‌ونقل همگانی

جذابیت عمومی سیستم حمل‌ونقل تصویری است که کاربران از آن دارند. مسافری که در ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی مجبور است برای سفر خود از اتوبوس‌های کهنه با ویژگی‌های عملیاتی بسیار ضعیف، از قبیل سرفاصله زیاد، زمان سفر طولانی، سرعت پایین استفاده کند، تصور مطلوبی از کل سیستم حمل‌ونقل همگانی نخواهد داشت. به طور کلی عواملی که می‌توانند در جذابیت سیستم حمل‌ونقل همگانی نزد مردم نقش مهمی داشته باشند، شامل موارد زیر است:

۱. خصوصیات مسیر حرکت (نوع مسیرهای حرکت)،

۲. مشخصات ایستگاه‌ها،

۳. مشخصات ظاهری و معیارهای ناوگان،

۴. روش اخذ کرایه،

۵. روش‌های اطلاع‌رسانی،

به همین منظور پیشنهاد می‌شود موارد زیر برای بالا بردن جذابیت عمومی سیستم

حمل‌ونقل همگانی مد نظر مدیران و کارشناسان امر قرار گیرد:

۱. استفاده از خطوط ویژه و مسیرهای جدا شده برای سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی در

معابر شهری به ویژه در مناطق مرکزی شهرها،

۲. طراحی مناسب ایستگاه‌های سیستم حمل‌ونقل همگانی در شهرهای کشور با لحاظ

نمودن مواردی از قبیل داشتن تجهیزات مناسب برای مسافران در حال انتظار، داشتن

سکوی مناسب برای سوار و پیاده شدن مسافر، ارتباط مناسب با گذرگاه‌های عابر پیاده،

فاصله‌بندی و مکان‌یابی مناسب ایستگاه‌ها و طراحی زیبای ایستگاه،

۳. استفاده از خودروهای مناسب در سیستم حمل‌ونقل همگانی با در نظر گرفتن مواردی از

قبیل ظرفیت و ابعاد خارجی وسیله، نمای داخلی، موقعیت قرارگیری درها، ارتفاع طبقه و

سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی با توجه به شرایط اقلیمی شهر، برای افزایش راحتی

مسافران،

۴. استفاده از روش‌های مشخص، ساده و آسان در پرداخت کرایه که باعث کاهش زمان تلف

شده مسافران می‌شود،

۵. استفاده از سیستم‌های هوشمند به منظور اطلاع‌رسانی در خصوص مکان و موقعیت

وسيله حمل‌ونقل عمومی، زمان ورود به ایستگاه و مسیر حرکت.

۲-۲. حمل و نقل شخصی

هر چند رویکرد عمومی مدیریت شهری، افزایش سهم سفر با حمل و نقل همگانی و کاهش تقاضای سفر با خودروی شخصی است، اما جذابیت‌های ذاتی این سیستم از قبیل سهولت استفاده و حرکت از مبدا تا مقصد، همواره آن را در کانون توجه افراد قرار می‌دهد. بنابراین لازم است تمهیداتی برای مدیریت استفاده از سیستم حمل و نقل شخصی اندیشیده شود تا حداکثر بازده را در استفاده از آن ایجاد کند.

۲-۲-۱. کنترل تقاطع‌های چراغ‌دار

چراغ راهنمایی بدون شک از آشناترین و مهم‌ترین وسایل کنترل و تنظیم عبور و مرور خودروها و افزایش ایمنی در تقاطع‌هاست. البته چراغ راهنمایی از حرکت دائمی خودروها در مسیرهای مختلف یک تقاطع جلوگیری می‌کند، ولی به طور کلی در صورتی که تقاطع بر اساس محاسبات نیازمند چراغ باشد و زمان‌بندی آن به درستی محاسبه شود، متوسط تأخیر خودروها کمتر از زمانی خواهد بود که تقاطع بدون چراغ راهنمایی باشد. ممکن است چراغ راهنمایی به طور مستقل و جداگانه برای کنترل یک تقاطع به کار رود، یا این‌که برحسب ضرورت چراغ‌های راهنمایی چند تقاطع یا کلیه تقاطع‌های یک مسیر به طریقی به هم مرتبط و هماهنگ شوند. در سال‌های اخیر به کمک روش‌های کامپیوتری می‌توان چراغ‌های راهنمایی تقاطع‌های قسمتی از شهر یا تمام شبکه ترافیک شهر را به هم ارتباط

داد و هماهنگ کرد. این روش که کنترل منطقه‌ای ترافیک^۱ نامیده می‌شود، نیاز به مطالعات وسیع، دسترسی به نرم‌افزارها و فناوری پیشرفته و صرف هزینه‌ی قابل توجهی دارد. هم‌اکنون در کشور ما چراغ‌های راهنمایی عموماً با زمان‌بندی ثابت عمل می‌کنند (مگر در برخی کلان‌شهرها). فازبندی و زمان‌بندی نامناسب این چراغ‌ها در اکثر تقاطع‌ها منجر به بروز تأخیرها و صف‌های طولانی می‌شود. چراغ‌های راهنمایی به دو روش مستقل و هماهنگ عمل می‌کنند که در ادامه فوق تشریح می‌شود.

۲-۲-۱. کنترل مستقل^۲

کنترل مستقل به حالتی اطلاق می‌شود که هر تقاطع فقط بر مبنای متغیرهای اندازه‌گیری شده در همان تقاطع و بدون توجه به نحوه عملکرد تقاطع‌های مجاور کنترل می‌شود. استفاده از این شیوه کنترل، زمانی منطقی خواهد بود که عملکرد یک تقاطع تا حدود زیادی مستقل از تقاطع‌های مجاور آن باشد، یعنی یا فاصله تقاطع از تقاطع‌های مجاور به حد کافی زیاد باشد و یا عوامل ایجاد پراکندگی در جریان ترافیک آن قدر قوی باشند که عملکرد چراغ راهنمایی تقاطع‌های مجاور تأثیر محسوسی بر عملکرد تقاطع مورد نظر نداشته باشد. چراغ‌های راهنمایی از نظر نحوه زمان‌بندی به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: پیش‌زمان‌بندی شده^۳ و هوشمند^۱ (القایی). در ادامه برخی مفاهیم مرتبط با چراغ‌های راهنمایی تشریح شده‌اند.

1. Area Traffic Control
2. Uncoordinated Signals
3. Pretimed Signal

۱. چراغ راهنمایی پیش‌زمان‌بندی شده

چراغی هستند که زمان‌بندی از پیش تعیین شده و معلومی را در زمان معین و بدون توجه به تغییرات شرایط واقعی ترافیک تقاطع به اجرا می‌گذارد. استفاده از روش‌های کنترل مجزا و پیش‌زمان‌بندی شده در شرایطی مناسب است که نوسانات حجم ترافیک در دوره‌های مختلف طرح زیاد نباشد. زمان‌بندی این چراغ‌ها ممکن است به صورت ثابت و یا متغیر^۲ باشد. در چراغ‌های پیش‌زمان‌بندی شده‌ی ثابت، زمان‌بندی یکسانی برای کلیه ساعات شبانه روز اعمال می‌شود. این چراغ‌ها به هیچ‌وجه نمی‌توانند با توجه به تغییرات اساسی حجم ترافیک در ساعات مختلف شبانه‌روز و روزهای مختلف جوابگوی نیازهای ترافیک بوده و کنترل مناسبی بر روی تقاطع اعمال نمایند.

با پیشرفت دانش الکترونیک، روش‌های کنترل پیش‌زمان‌بندی شده‌ی متغیر جایگزین روش‌های کنترل با زمان‌بندی ثابت شده است. در این روش امکان تعریف زمان‌بندی‌های متفاوت برای دوره‌های زمانی مختلف روز، روزهای مختلف هفته و هفته‌های مختلف سال وجود دارد و سیستم دارای حافظه‌ای است که این زمان‌بندی‌ها را در خود ذخیره می‌نمایند.

۲. چراغ هوشمند

در شرایطی که نوسانات ترافیک، نامنظم و غیرقابل پیش‌بینی بوده و یا حجم تقاضای تقاطع کم‌تر از شرایط اشباع باشد (حجم ورودی به تقاطع کمتر از ظرفیت آن باشد)، چراغ‌های پیش‌زمان‌بندی شده ثابت و یا متغیر نمی‌توانند سطح خدمت مناسبی را در تمام اوقات

¹. Actuated Signal

². Fixed/ Variable Signal Plan

شبانه‌روز در تقاطع تأمین نمایند و راه‌حل مناسب‌تر، استفاده از چراغ‌های سازگار با حجم ترافیک است. موارد اصلی کاربرد این نوع چراغ‌ها عبارت است از:

- در تقاطع‌هایی که تغییرات جریان ترافیک زیاد و پیش‌بینی نشده باشد،
- در تقاطع‌های پیچیده که تغییرات حجم ترافیک در بعضی از حرکات نامنظم است.

۳. شناسه‌گر^۱

چراغ‌های راهنمایی سازگار با ترافیک، دارای شناسه‌گرهایی هستند که به وسیله آن‌ها برخی متغیرهای ترافیکی در محل اندازه‌گیری می‌شوند. کنترل‌کننده‌ی چراغ^۲، دارای پردازنده‌ای است که بر مبنای مقادیر این شاخص‌ها و با توجه به روش عملکردی تعیین شده، در مورد مدت زمان هر فاز چراغ راهنمایی و یا شکل فازبندی تصمیم‌گیری می‌کند. شناسه‌گرها در حکم چشم‌های سیستم کنترل عمل می‌کنند و عملکرد مناسب چراغ عمدتاً بستگی به کیفیت طراحی و عملکرد آن‌ها دارد و از آن‌ها هم برای تشخیص خودروها و هم برای تشخیص عابران پیاده استفاده می‌شود. برخی از انواع شناسه‌گرها که کاربرد بیشتری دارند، عبارتند از: حلقه القایی^۳ و شناسه‌گر مغناطیسی^۴.

1. Detector
2. Controller
3. Actuated Loop Detector
4. Magnetic Detector

۴. شاخص‌های ترافیکی

شاخص‌های ترافیکی، مقادیر اندازه‌گیری یا برآورد شده‌ای هستند که به عنوان مبنای تصمیم‌گیری در روش‌های کنترل هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرند. متغیرهایی که معمولاً به عنوان شاخص ترافیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

۱. حضور خودرو،

۲. حجم تردد،

۳. نرخ اشغال و چگالی،

۴. سرعت،

۵. سرفاصله زمانی،

۶. طول صف.

به عنوان مثال، شناسه‌گرهای سیستم هوشمند این قابلیت را دارند که در صورتی که سرفاصله خودروها از مقدار مشخصی افزایش یابد عبور خودروها را برای فاز دیگری از تقاطع مجاز نمایند و یا در صورتی که طول صف در یک رویکرد تقاطع به مقدار مشخصی برسد عبور برای آن رویکرد مجاز شود. در این حالت لازم است از دو شناسه‌گر به فاصله‌ای مشخص از یکدیگر به منظور شناسایی طول صف استفاده شود. از این شناسه‌گرها به منظور اندازه‌گیری حجم تردد، سرعت و چگالی نیز می‌توان استفاده نمود.

۵. انواع چراغ‌های راهنمایی هوشمند

به طور کلی چراغ‌های هوشمند ممکن است به صورت نیمه هوشمند^۱ و یا تمام هوشمند باشند. چراغ‌های نیمه هوشمند در تقاطع مسیرهای فرعی با مسیرهای اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این چراغ‌ها می‌توانند با استفاده از یک یا چند شناسه‌گر که در مسیر فرعی نصب می‌شوند، عمل نمایند. عملکرد آن‌ها به این ترتیب است که در حالت عادی، چراغ مسیر اصلی سبز و چراغ مسیر فرعی قرمز است. با حضور یک یا چند خودرو در ورودی فرعی و در حوزه تشخیص شناسه‌گر، به مسیر فرعی چراغ سبز داده می‌شود. از این نوع کنترل هنگامی استفاده می‌شود که حجم ترافیک در رویکرد فرعی تقاطع بسیار کم باشد و تقاطع تنها به علت مشکلات ایمنی توسط چراغ راهنمایی زمان‌دار کنترل می‌شود.

شناسه‌گرها در کلیه ورودی‌هایی که نقش تعیین کننده‌ای در زمان‌بندی تقاطع دارند نصب می‌شوند. به این ترتیب، برای هر فاز، یک حداقل زمان سبز، یک حداکثر زمان سبز، یک حداکثر فاصله مجاز بین خودروها یا فرجه تمدید تعریف می‌شود. از این نوع کنترل تنها زمانی که حجم ورودی به تقاطع از ظرفیت تقاطع کمتر باشد، استفاده می‌شود. هدف از تعریف مقادیر حداقل و حداکثر زمان سبز، حفظ ایمنی در تقاطع است تا در صورت بروز اشکال در عملکرد شناسه‌گر، عملکرد تقاطع مختل نگردد.

در این نوع چراغ‌های راهنمایی، ابتدا حداقل زمان سبز به هر فاز اختصاص می‌یابد و در صورت حضور خودرو در پایان زمان سبز حداقل، در صورتی که سرفاصله میان خودروهای عبوری کمتر از سرفاصله مجاز تنظیم شده در چراغ راهنمایی باشد، زمان سبز در آن فاز تمدید شده و این عمل تا هنگامی که زمان سبز فاز به حداکثر زمان سبز برسد قابل تمدید

1. Semi-Actuated

است. اگر در این بین، سرفاصله بین خودروها بیشتر از سر فاصله مجاز شود، زمان سبز آن فاز (در صورتی که بیشتر از زمان سبز حداقل باشد)، خاتمه می یابد.

۲-۲-۱-۲. چراغ های هماهنگ

حداکثر کارایی جریان ترافیک در شبکه صرفاً با ایجاد بهترین نوع فازبندی، زمان بندی و طول چرخه بهینه برای هر یک از تقاطع ها به دست نمی آید، بلکه تأثیر متقابل تقاطع ها بر روی یکدیگر نیز تأثیر قابل توجهی بر عملکرد شبکه دارد. در شبکه حمل و نقل شهری معمولاً فاصله تقاطع های مجاور به اندازه ای است که عملکرد آن ها بر یکدیگر تأثیر می گذارد. با سبز شدن چراغ در تقاطع بالا دست^۱، دسته ای^۲ از خودروها با یکدیگر به حرکت درآمده و تقریباً به صورت گروهی به تقاطع بعدی می رسند. اگر همزمان با رسیدن این گروه خودروها به تقاطع، چراغ سبز باشد، مجموع تأخیرها و توقف های خودروها کاهش چشمگیری یافته و کارایی تقاطع افزایش می یابد. برای دستیابی به این هدف، به جای کنترل مجزا و منفرد^۳ تقاطع ها، از کنترل هماهنگ استفاده می شود. مزایای هماهنگ نمودن چراغ های راهنمایی به شرح زیر است:

- بهبود ظرفیت در تقاطع های چراغ دار نزدیک به هم،
- کاهش زمان سفر و تأخیر،
- کاهش تعداد توقف ها،
- کاهش میزان تصادفات تقاطع ها،

1. Upstream
2. Platoon
3. Isolated Control

- کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و نیز صرفه‌جویی در مصرف سوخت عوامل اصلی مؤثر در روش کنترل هماهنگ تقاطع‌ها عبارتند از: نحوه رفتار رانندگان و میزان رعایت نظم، فاصله تقاطع‌ها، میزان پراکندگی ورود خودروها و در برخی موارد حجم تردد بین تقاطع‌های مجاور. انطباق زمان‌بندی چراغ هر تقاطع با تغییرات جریان ترافیک ممکن است توسط کنترل کننده آن تقاطع و یا کامپیوتر مرکزی انجام شود. اما تصمیم‌گیری‌های مهم‌تر در رابطه با تنظیم روند کلی جریان ترافیک در شبکه فقط توسط کامپیوتر مرکزی صورت می‌گیرد. به عنوان مثال، تعیین چرخه کل سیستم یا فاصله زمانی چراغ سبز بین تقاطع‌های مجاور بر عهده کامپیوتر مرکزی است. تعیین این متغیرها از طریق اعمال طرح‌های زمان‌بندی در شبکه میسر می‌شود. این طرح‌ها توسط نرم‌افزارهای شبیه‌سازی جریان ترافیک شبکه ایجاد شده و در فواصل زمانی مختلف روی شبکه اعمال می‌شوند. به طور کلی بهترین شرایط برای هماهنگ کردن تقاطع‌های چراغ‌دار زمانی است که فاصله بین آن‌ها ۴۰۰ تا ۹۰۰ متر باشد ولی تا فاصله ۱۵۰۰ متر نیز قابل هماهنگ‌سازی است. زمانی که فاصله بین تقاطع‌ها بیش از ۱۵۰۰ متر می‌شود، جریان ترافیک در بین دو تقاطع به صورت متفرق در می‌آید و در این شرایط هماهنگ‌سازی بین تقاطع‌ها عملکرد مناسبی ندارد. به طور کلی هماهنگ‌سازی چراغ‌های راهنمایی در معابر یک‌طرفه مناسب‌تر و راحت‌تر است. بهترین حالت برای هماهنگ‌سازی تقاطع‌های چراغ‌دار زمانی است که تعداد دسترسی‌ها بین دو تقاطع حداقل بوده و عواملی که باعث اختلال در حرکت خودروها شود، وجود نداشته باشد.

امروزه با پیشرفت فناوری ارتباطات و ریزپردازنده‌ها، ایجاد طرح‌های زمان‌بندی در فواصل کوتاه (چند ثانیه) و اجرای آن‌ها امکان‌پذیر شده است. اطلاعات ورودی این مرحله از طریق شناسه‌گرهایی که در نقاط حساس شبکه نصب شده‌اند، جمع‌آوری می‌شود. کنترل

هماهنگ به دو دسته کنترل در معبر شریانی و کنترل در شبکه تقسیم‌بندی می‌شود که در ادامه به اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۸. کنترل هماهنگ در معبر شریانی

ساده‌ترین حالت کنترل هماهنگ تقاطع‌ها، کنترل هماهنگ در یک معبر شریانی است. در این نوع هماهنگی، تنها به پیشروی ترافیک در یک مسیر اصلی (شریانی) توجه می‌شود و در حالت ایده‌آل هدف سیستم، ایجاد موج سبز در این مسیر است. موج سبز به حالتی اطلاق می‌شود که خودروها به شکل دسته‌ای حرکت کنند و با رسیدن آن‌ها به هر تقاطع، چراغ برایشان سبز شود. از آنجا که طول چرخه همه تقاطع‌های مسیر باید یکسان باشد، محاسبه طول چرخه با در نظر گرفتن نیازهای تمامی تقاطع‌ها انجام شده و طول چرخه کلی، معادل طول چرخه مورد نیاز برای بحرانی‌ترین تقاطع مسیر انتخاب می‌شود. چون در این نوع هماهنگی اولویت بیشتری به مسیر شریانی داده می‌شود، به رویکردهای متقاطع با مسیر شریانی، حداقل زمان ممکن تخصیص داده شده و بقیه زمان چرخه به مسیر اصلی تعلق گیرد.

۹. کنترل هماهنگ در شبکه

در بهترین حالت، هدف از ایجاد هماهنگی بین تقاطع‌ها تأمین موج سبز برای کلیه مسیرها است، اما دستیابی به این هدف در بسیاری از حالات امکان‌پذیر نیست. دستیابی به موج سبز در هر دو جهت یک شریانی دوطرفه فقط در شرایط خاصی میسر می‌شود. تأمین این هدف در مورد دو شریانی متقاطع دشوارتر بوده و در مورد یک شبکه که مجموعه‌ای از چند مسیر یا معبر شریانی متقاطع است، تقریباً غیرممکن می‌شود. بنابراین هدف از اجرای کنترل

هماهنگ در شبکه، بیشینه کردن کارایی کل شبکه با در نظر گرفتن نوسانات جریان ورودی تقاطع‌ها است. برای دستیابی به این هدف و به منظور برنامه‌ریزی مناسب سیستم‌های کنترل هماهنگ، طول چرخه، فاصله زمان سبز در دو تقاطع مجاور در یک معبر و درصد زمان سبز فازها باید طوری محاسبه شود که علاوه بر تأمین ظرفیت مناسب در کلیه تقاطعها، مجموع تأخیرها و توقف‌های خودروها در تقاطع‌های شبکه به کمترین مقدار ممکن برسد.

در سال‌های اخیر با پیشرفت گسترده کامپیوترهای دیجیتال و امکانات مخابراتی و ارتباطی، تمایل به ایجاد مراکز کنترل و نظارت ترافیک شهری به طور فزاینده‌ای جنبه عملی و اقتصادی به خود گرفته است و تعداد شهرهای مجهز به مرکز کنترل ترافیک^۱ نیز مرتباً افزایش می‌یابد. هدف از ایجاد مرکز کنترل ترافیک دستیابی به سه هدف عمده زیر است:

۱. نظارت کلی بر ترافیک سطح شهر و اتخاذ سیاست‌های یکنواخت و همگون
۲. کسب اطلاع از خرابی در سیستم‌های کنترل ترافیک در سطح شهر به صورت لحظه‌ای
۳. یکنواخت و استاندارد شدن تجهیزات کنترل ترافیک در سطح شهر و در نتیجه کاهش مشکلات تعمیر و نگهداری سیستم‌ها.

در این حالت لازم است تقاطع‌های چراغ‌دار شبکه به صورت هوشمند توسط مرکز کنترل ترافیک کنترل و زمان‌بندی تقاطع‌ها در این شبکه طوری تنظیم و هماهنگ شود تا حداقل تأخیر به خودروها عبوری وارد شود.

^۱. Traffic Control Center

۲-۲-۲. اصلاح هندسی تقاطع های شهری

اجرای طرح های هندسی مناسب در تقاطع ها و میادین شهری، باعث کاهش زمان تأخیر و افزایش ایمنی می شود و لازم است مورد توجه مدیران شهری قرار گیرد. طراحی اغلب تقاطع ها و میادین در شهرهای کشور با در نظر گرفتن آیین نامه های طرح هندسی و لحاظ نمودن مسایل ترافیکی صورت نگرفته است و به همین دلیل تقاطع ها و میادین تبدیل به گره های ترافیکی در سطح شهرهای کشور شده اند که بیشترین تأخیر را به خودروها وارد می کنند. بنابراین لازم است اصلاح طرح هندسی معابر و تقاطع ها در اولویت مطالعات ترافیکی شهرهای کشور قرار گیرد.

۲-۲-۳. مدیریت جهت حرکت معابر

انجام مطالعات ترافیکی در خصوص یک طرفه کردن معابر شهری، یکی از راه های افزایش ظرفیت آن ها به شمار می آید. به طور کلی با یک طرفه نمودن معابر شهری، تعداد برخوردها بین خودروها در تقاطع ها و معابر کاهش یافته، هماهنگ سازی چراغ های راهنمایی در تقاطع های معابر یک طرفه، با سهولت بیشتری صورت می پذیرد. ایجاد خطوط ویژه برای خودروهای همگانی و ایستگاه های استاندارد برای آن ها در معابر یک طرفه آسان تر است. همچنین امکان تصادفات شاخ به شاخ میان خودروهای در معابر یک طرفه کاهش پیدا می نماید.

در کنار مزایای عنوان شده، اجرای طرح های یک طرفه معایبی نیز به همراه دارد که عبارتند از: افزایش طول و احتمالاً زمان سفرها، اضافه شدن حجم ترافیک در قسمت هایی از معابر که منجر به کاهش سطح سرویس در بعضی مقاطع خواهد شد، افزایش احتمالی

مصرف سوخت در ساعات غیر اوج و سردرگمی رانندگان برای دسترسی به مقصد. با یک‌طرفه کردن معابر لازم است مسیر انحرافی و جایگزین برای انتقال ترافیک جهت مخالف در نظر گرفته شود، که این امر منجر به انتقال حجم ترافیک به معابر جمع و پخش کننده و محلی می‌شود. با افزایش سرعت خودروهای در معابر یک‌طرفه، ایمنی عابران پیاده در عبور از عرض معابر کاهش یافته و لازم است برای حل مشکل مذکور از وسایل آرام سازی ترافیک در طول معبر استفاده گردد. ایجاد معابر یک‌طرفه باعث تغییر محل ایستگاه‌ها و مسیر خطوط سیستم حمل‌ونقل همگانی گشته و می‌تواند تأثیرات نامناسبی در برنامه زمان‌بندی شده و پوشش منطقه‌ای به وجود آورد. مسافت پیاده‌روی برای دسترسی مسافران به سیستم حمل‌ونقل عمومی افزایش می‌یابد. همچنین در اوایل اجرای این طرح ناهماهنگی‌هایی در نتیجه عدم آشنایی رانندگان و عابران پیاده نسبت به شبکه معابر شهری به وجود خواهد آمد که لازم است اطلاع‌رسانی در این خصوص صورت پذیرد. با توجه به کاهش دسترسی به مراکز تجاری اطراف معابر یک‌طرفه، نارضایتی‌هایی در طول معبر با اجرای طرح مذکور توسط صاحبان کاربری‌های تجاری به وجود می‌آید.

در هر حال انتخاب هر طرحی در زمینه‌ی ساماندهی ترافیک، باید بر اساس مطالعات تفصیلی و دقیقی صورت پذیرد و اثرات مرتبط با اجرای آن به کمک مدل‌های شبیه سازی بررسی شود.

خلاصه

مدیریت عرضه، شامل مجموعه اقداماتی است که با توسعه‌ی زیرساخت‌های موجود، باعث بهبود کیفیت تردد در شهر می‌شود. این اقدامات، در بخش حمل‌ونقل همگانی شامل

افزایش تعداد ناوگان، استفاده از سیستم‌های جدید، اصلاح هندسی معابر و تعریض آن‌هاست. در واقع، مدیریت عرضه معمولاً با هدف افزایش ظرفیت شبکه‌ی حمل‌ونقل انجام می‌شود. گاهی ظرفیت سیستم حمل‌ونقل بسیار بیشتر از تقاضاست. در این شرایط، معمولاً سیستم به صورتی غیراقتصادی عمل خواهد نمود. در این فصل، انواع چراغ‌های راهنمایی و عملکرد هوشمند آن‌ها مورد بحث قرار گرفت. این سیستم، نوعی از برنامه‌ریزی انعطاف‌پذیر برای تغییرات تقاضا را نشان می‌دهد که طی آن، میزان عرضه نیز به طور هماهنگ با تقاضا در ساعات مختلف روز تغییر می‌کند.

خودآزمایی

۱. نحوه قرارگیری انواع خطوط سامانه اتوبوس تندرو در معابر چگونه است؟
۲. سرعت و ظرفیت خطوط سامانه اتوبوس تندرو در چه بازه‌ای تغییر می‌کند؟
۳. علل استفاده از اتوبوس‌های کم ارتفاع (شاسی کوتاه) در خطوط سامانه اتوبوس تندرو چیست؟
۴. نحوه عملکرد تقاطع‌های هوشمند چگونه است؟
۵. حداقل زمان فرجه قرمز و زرد در تقاطعات چراغ‌دار بر اساس چه عواملی تعیین می‌شود؟
۶. چه نوع معابری (یا شبکه معابری) برای یک‌طرفه‌سازی مناسب هستند و مزایا و معایب این اقدام چیست؟



فصل سوم

یکپارچه‌سازی حمل و نقل همگانی

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. مفهوم یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل با کاربری زمین
۲. یکپارچه‌سازی عملکردی زیرسیستم‌های حمل‌ونقل
۳. بررسی یکپارچه‌سازی سازمانی در حمل‌ونقل
۴. یکپارچه‌سازی در کرایه‌ها
۵. یکپارچه‌سازی در پوشش تقاضاهای موجود در شبکه

۳. یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل همگانی

به طور کلی، سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی مختلفی در یک شهر به مسافران خدمت‌دهی می‌کنند که ضروری است هر یک در جایگاه مناسب خود قرار گیرد و به‌نحو مناسبی انجام وظیفه نماید، تا کارایی کل سیستم بهینه شود. افزون بر این به دلیل محدودیت منابع مالی، سیستم‌های مختلف باید در عین حال که نیازهای جابجایی مسافران را تأمین می‌نمایند، از نظر اقتصادی نیز قابل توجیه و مقرون به صرفه^۱ باشند. در نتیجه با ایجاد ارتباط و هماهنگی مناسب در جنبه‌های مختلف سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی و در نظر گرفتن نیازهای موجود می‌توان سیستم حمل‌ونقل یکپارچه‌ای^۲ ایجاد نمود تا با افزایش مطلوبیت حمل‌ونقل همگانی در جامعه، باعث بهبود وضعیت ترافیک شود.

در این بخش، روش‌های مرسوم یکپارچه‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی به اختصار مورد بررسی قرار گرفته است. یکپارچه‌سازی را می‌توان به موارد زیر تقسیم‌بندی نمود:

- یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل با کاربری زمین
- یکپارچه‌سازی عملکردی زیرسیستم‌های حمل‌ونقل
- یکپارچه‌سازی وجهه عمومی سیستم حمل‌ونقل
- یکپارچه‌سازی سازمانی
- یکپارچه‌سازی در کرایه‌ها

^۱. Cost-Effective

^۲. Integrated Transportation System

- یکپارچه‌سازی در پوشش تقاضاهای موجود در شبکه
- یکپارچه‌سازی در سرمایه‌گذاری

چندین دهه است که در کشورهای مختلف به مسأله هماهنگ‌سازی حمل‌ونقل توجه شده است. اولین سیستم یکپارچه حمل‌ونقل شهری در هامبورگ آلمان در سال ۱۹۶۵ تحت عنوان فدراسیون سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی هامبورگ راه‌اندازی شد. یکپارچه‌سازی باعث می‌شود که در مناطق مختلف شهر، سیستم حمل‌ونقل همگانی مناسبی فعالیت نماید و ارتباط و همپوشانی سیستم‌های مختلف، مسافران را در کل شهر پوشش داده و از ظرفیت سیستم حمل‌ونقل همگانی موجود به بهترین شکل استفاده شود. به این ترتیب، مطلوبیت و جذابیت سفر با مجموعه سیستم حمل‌ونقل همگانی حداکثر خواهد شد.

۳-۱. یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل با کاربری زمین

سیستم حمل‌ونقل و کاربری زمین^۱ به طور متقابل بر هم تاثیر می‌گذارند. به همین دلیل مفهوم توسعه با محوریت حمل‌ونقل^۲ (TOD) در طراحی‌های نوین سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی مورد توجه ویژه قرار گرفته است. بدین منظور، دو رویکرد مطرح شده است:

۱. طراحی سیستم حمل‌ونقل همگانی نباید صرفاً بر اساس تقاضا و نیاز موجود صورت پذیرد، بلکه بر اساس طرح‌های جامع و تفصیلی شهری، هر کجا که مقرر شده از لحاظ کاربری زمین تبدیل به قطب شهری شود، دسترسی حمل‌ونقل همگانی نیز باید افزایش یابد.

1 Landuse

2 Transit Oriented Development (TOD)

۲. در مناطقی از شهر که کم‌تر توسعه یافته ولی ظرفیت رشد و توسعه آتی برای آن متصور است، ابتدا شبکه سیستم حمل‌ونقل همگانی طراحی و توسعه یافته و سپس در محدوده دسترسی آن، اقدام به تعریف کاربری‌های مناسب شود. به این ترتیب، با ایجاد دسترسی مناسب، آن مناطق به تدریج رشد خواهند کرد و جمعیت‌پذیر خواهند شد.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، توسعه با محوریت حمل‌ونقل به این مفهوم خلاصه می‌شود که هر جا دسترسی مناسب به حمل‌ونقل فراهم شود، رشد و توسعه نیز به دنبال آن شکل خواهد گرفت. با توجه به اینکه مناطق مرکزی شهرها اغلب با تراکم ترافیک مواجه هستند، به منظور انتقال کاربری‌های تجاری به مناطق حومه شهر و جلوگیری از رشد بی‌رویه مناطق مرکزی، لازم است برنامه‌ریزی مناسب در زمینه ایجاد دسترسی توسط سیستم حمل‌ونقل همگانی به مناطقی که انتقال مراکز تجاری به آن‌ها مد نظر است صورت پذیرد. همچنین برای توسعه مناطق مسکونی در حومه شهرها لازم است دسترسی مناسبی توسط سیستم حمل‌ونقل همگانی با حداقل زمان سفر تأمین شود.

۳-۲. یکپارچه‌سازی عملکردی زیر سیستم‌های حمل‌ونقل

طراحی سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل همگانی باید به گونه‌ای باشد که مجموع زمان سفر و زمان تأخیر مسافر در شبکه کمینه شود. بدین منظور اقدامات زیر به منظور یکپارچه‌سازی عملکردی زیرسیستم‌های^۱ حمل‌ونقل پیشنهاد می‌شود:

^۱. Sub-systems

- احداث ایستگاه‌های مشترک بین وسایل سفر مختلف^۱ (مانند پارک‌سوارها و پایانه‌های مسافری درون شهری)، باعث تسهیل انتقال مسافران بین این وسایل می‌شود و می‌تواند باعث کاهش زمان تأخیر کاربران سیستم حمل‌ونقل همگانی شود.
- مسیر سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی مختلف باید طوری طراحی شود که به منظور دسترسی به مراکز و قطب‌های اصلی شهر دارای همپوشانی و ایستگاه‌های مشترک باشند و دسترسی از یک سیستم به سیستم دیگر در حداقل زمان صورت پذیرد.
- برنامه زمان‌بندی سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل همگانی طوری طراحی شود که زمان‌های تبادل و انتظار مسافران در ایستگاه‌های تبدیلی^۲ کمینه شود.
- مکان‌یابی ایستگاه‌ها طوری انجام شود که مناطق مختلف شهر از پوشش سیستم حمل‌ونقل همگانی به شکل مناسبی برخوردار شوند و در هر منطقه با توجه به شرایط و تقاضای موجود از سیستم حمل‌ونقل عمومی مناسب استفاده شود.

۳-۳. یکپارچه‌سازی وجهه عمومی سیستم حمل‌ونقل

وجهه عمومی سیستم حمل‌ونقل تصویری است که کاربران از سیستم حمل‌ونقل دارند. به طور کلی سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی که دارای مسیر اختصاصی، ایستگاه‌های مجهز و خودروهای با عملکرد بالا باشند، از وجهه عمومی بالاتری نزد مردم برخوردار هستند. برای افزایش وجهه عمومی سیستم حمل‌ونقل همگانی که منجر به افزایش جذابیت و میزان استفاده از آن خواهد شد، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

^۱. Multi Modal Stations

^۲. Transfer Points

- تا حد امکان سعی شود، با برنامه‌ریزی و طراحی مناسب در مناطق مرکزی و متراکم شهرها، از مسیرهای اختصاصی و ویژه برای تردد خودروهای همگانی استفاده شود.
- ایستگاه سیستم حمل‌ونقل همگانی طوری طراحی شود تا راحتی کاربران را افزایش دهد. بدین منظور پیشنهاد می‌شود ایستگاه‌ها مجهز به سایبان، سکو، نیمکت، تابلوهای اطلاع‌رسانی و غیره باشند.
- سیستم‌های هوشمند به منظور اطلاع‌رسانی به کاربران در خصوص وضعیت عملکرد سیستم، سرفاصله زمانی، خطوط، زمان ورود وسیله به ایستگاه، مدت زمان سفر و غیره مورد استفاده قرار گیرند.
- خودروهایی در سیستم حمل‌ونقل همگانی به کار گرفته شوند که راحتی مسافران را در طول سفر و در هنگام سوار و پیاده شدن افزایش دهند. همچنین افراد کم‌توان نیز به راحتی بتوانند از آن‌ها استفاده نمایند.
- به طور کلی طراحی و پوشش^۱ سیستم حمل‌ونقل همگانی بدون در نظر گرفتن توان عملیاتی سیستم و برنامه‌ریزی برای حفظ کیفیت آن، باعث کاهش وجهه و مطلوبیت سیستم خواهد شد.

۳-۴. یکپارچه‌سازی سازمانی

یکپارچگی سازمانی^۲ تعریف کننده شرح وظایف هر یک از متولیان حمل‌ونقل شهری است. از آنجا که سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی به هم مرتبط و با یکدیگر در ارتباط هستند، می-

^۱. System Coverage

^۲. Institutional Integration

توان همپوشانی‌های زیادی در عملکرد و مدیریت آن‌ها تعریف کرد. هدف از یکپارچه‌سازی سازمانی ایجاد هماهنگی در مدیریت و عملکرد سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل همگانی است. به منظور ایجاد یک هماهنگی مناسب توصیه می‌شود که سازمانی با قدرت و اختیارات کامل به منظور سازماندهی حمل‌ونقل بین بهره‌برداران مختلف ایجاد شود. سازمان‌های مختلف متولی در حمل‌ونقل همگانی باید با هماهنگی و ارتباط با یکدیگر، تسهیلات سیستم را طوری ایجاد نمایند که باعث یکپارچگی کل سیستم و افزایش راندمان و بهره‌برداری از اجزای مختلف آن در سطح شهر شود.

۳-۵. یکپارچگی در کرایه‌ها

یکپارچگی در کرایه‌ها^۱ را برای سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی شهری در دو مفهوم جداگانه می‌توان مورد بررسی قرار داد:

- اول یکپارچگی تعرفه‌ها^۲، شامل ارایه تسهیلاتی است که از طریق آن در دو یا چند سیستم حمل‌ونقلی بتوان از یک کرایه ترکیبی استفاده کرد. این موضوع را می‌توان با کارتهای الکترونیکی هوشمند به بهترین شکل اجرایی نمود به‌نحوی که مسافر با یک کارت بتواند از مبدا تا مقصد سفر کند. همچنین می‌توان از بلیت‌های یکسره استفاده کرد که کاربر با یک بلیت از دو یا چند وسیله سفر استفاده کند. استفاده از این شیوه‌ها باعث حذف زمان خرید بلیت و ارایه کرایه در سیستم‌های مختلف می‌شود و در مجموع مطلوبیت کل سیستم حمل‌ونقل همگانی را بالا می‌برد.

¹. Fare Integration
². Tarrif Integration

- دومین مطلب درباره یکپارچگی کرایه‌ها که از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، نحوه تعیین مقدار کرایه هر سیستم حمل‌ونقل همگانی است. عدم توجه به این مسأله ممکن است باعث شود بعضی از سیستم‌ها به طور غیراقتصادی فعالیت کنند. عدم در نظرگیری یارانه‌هایی که بعضی از سیستم‌ها به صورت مستقیم یا غیرمستقیم دریافت می‌کنند (مانند قیمت سوخت در تاکسی‌ها) سبب می‌شود کرایه آن‌ها کمتر از مقدار واقعی شود. بنابراین قیمت کرایه انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی باید طوری تعیین شود تا اولویت و مطلوبیت استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی انبوه بر افزایش یابد. در اغلب شهرهای کشور به علت نزدیکی قیمت کرایه اتوبوس با تاکسی‌ها، استفاده از اتوبوس بسیار کمتر از ظرفیت موجود آن و از نظر کاربران غیراقتصادی است. بنابراین لازم است کرایه انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی در شهرها در ارتباط با یکدیگر طوری تعیین شود تا سفرهای اصلی در شهر توسط سیستم حمل‌ونقل انبوه مانند اتوبوس صورت پذیرد و سیستم‌های کوچک‌تر مانند تاکسی به عنوان مکمل آن فعالیت کنند.

به طور خلاصه، سیستم اخذ کرایه و مبلغ آن، باید به صورت یکپارچه در مورد تمام سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی موجود در شهر و با مطالعه کافی انتخاب و تعیین شود. از سوی دیگر، هزینه‌ی نهایی این سیستم‌ها باید با توجه به هزینه استفاده از خودروی شخصی، در حد قابل قبولی بوده و باعث جذب افراد از خودروی شخصی به سیستم همگانی شود.

۳-۶. یکپارچگی در پوشش تقاضاهای موجود در شبکه

از نظر اقتصادی امکان ارائه خدمات در تمام شبکه توسط یک سیستم حمل‌ونقل وجود ندارد. در بعضی قسمت‌های شبکه لازم است سیستمی با عملکرد و کارایی بالاتر فعالیت

نماید، در حالی که در بعضی قسمت‌ها سیستمی با عملکرد متوسط یا پایین‌تر نیز برای خدمت‌دهی کافی خواهد بود. پراکنده بودن جمعیت در مناطق حومه شهری، باعث می‌شود امکان ارایه خدمت با حمل‌ونقل همگانی فراهم نشود و حمل‌ونقل صرفاً با خودروهای شخصی صورت گیرد. در این حالت، خودروهای شخصی تا پایانه‌هایی در نزدیکی مرکز شهر می‌آیند و از آن‌جا به بعد سفر خود را با حمل‌ونقل همگانی می‌دهند. مسأله اساسی در طراحی سیستم حمل‌ونقل درون‌شهری، قرارگیری هر کدام از سیستم‌های حمل‌ونقل در جایگاهی است که به لحاظ اقتصادی توجیه پذیر باشد و در عین حال تمام تقاضای شبکه را پوشش دهد.

مثالی در این خصوص، به درک بهتر مسأله کمک می‌کند. مسافران، از مناطق کم تراکم (به لحاظ جمعیتی) توسط خودروی شخصی یا تاکسی به پارک‌سوار یا ایستگاه‌های اتوبوس می‌روند. تجمع آن‌ها در ایستگاه، استفاده از یک سیستم بزرگ‌تر مانند اتوبوس را توجیه پذیر می‌کند. از آن‌جا نیز به ایستگاه یک سیستم اتوبوس تندرو یا مترو منتقل می‌شوند تا به مقصد نهایی خود برسند. این مثال، حرکت از چشمه به نهر به رودخانه به دریا را ترسیم می‌کند که هر چه حجم مسافران بیشتر شود، استفاده از سیستم‌های انبوه‌بر بزرگ‌تر را توجیه پذیر می‌کند. در عین حال، سیستم حمل‌ونقل به گونه‌ای در شهر گسترده شده است که تقاضای مسافران در کل شبکه را پوشش می‌دهد.

۳-۷. یکپارچه‌سازی در سرمایه‌گذاری

ایجاد حمل‌ونقل همگانی کارآمد در شهرهای بزرگ، نیازمند سرمایه‌گذاری زیادی است زیرا تعرفه‌های سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی جبران هزینه‌های بهره‌برداری آن‌ها را نمی‌نماید و کرایه‌ها تنها بخشی از هزینه‌های بهره‌برداری را پوشش می‌دهد. بنابراین لازم است سیاستی

برای هماهنگی و یکپارچه‌سازی سرمایه‌گذاری‌ها^۱ صورت گیرد. به عنوان مثال ممکن است در شرکت‌های مختلفی بهره‌برداری از زیربخش‌های حمل‌ونقل همگانی مانند اتوبوس، قطار سبک شهری و مترو را بر عهده باشند. در این حالت دولت می‌تواند به منظور متناسب و هماهنگ کردن مخارج و هزینه‌ها، صندوق مشترکی به منظور تامین سرمایه‌گذاری‌ها و هزینه‌های بهره‌برداری ایجاد نماید. لازم به ذکر است که این امر باید مورد اتفاق نظر کلیه بهره‌برداران باشد و سهم انواع مختلف حمل‌ونقل انبوه به علت هزینه‌های مختلف آن‌ها، جداگانه تعیین شود. یکی از مزایای قابل توجه این طرح، ایجاد زمینه‌های مناسب برای هماهنگ‌سازی توسعه انواع مختلف حمل‌ونقل همگانی است، به گونه‌ای که سیستم‌ها در راستای هم رشد می‌کنند و از به وجود آمدن شکاف کمی و کیفی در سیستم حمل‌ونقل همگانی جلوگیری می‌شود. با یکپارچه‌سازی در سرمایه‌گذاری می‌توان مدیریت بهتری بر منابع مالی داشت.

به طور خلاصه، امکان نگهداری سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی شهری بدون وجود مدیریتی قوی و کانال‌های مالی مشخص و با ثبات وجود نخواهد داشت. بنابراین هرچه سیاست‌های یکپارچه‌سازی مؤثرتری برای سرمایه‌گذاری اتخاذ شود، امکان داشتن یک سیستم حمل‌ونقل همگانی پویاتر و کارآتر بیشتر می‌شود.

خلاصه

در این فصل، مفهوم یکپارچه کردن اجزای مختلف سیستم حمل‌ونقل مورد بحث قرار گرفت. هماهنگی و سازگاری بین بخش‌های مختلف سفرهای روزانه شهروندان و تسریع و

^۱. Investment Intergration

تسهیل جابه‌جایی آن‌ها بین وسایل سفر مختلف، جزء اهداف اصلی یکپارچه‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل است. البته این مفهوم در مورد حمل‌ونقل همگانی کاربرد بیشتری دارد. کامل بودن زنجیره سفر از مبدا تا مقصد و وجود گزینه‌های مختلف برای انتخاب وسیله سفر، از نتایج یکپارچه‌سازی است. به این ترتیب، مسافران به جای احساس اجبار در انتخاب وسیله سفر، با فراغ‌بال و آسایش بیشتری این کار را انجام خواهند داد. ضمن آن‌که سردرگمی آنان در هنگام تغییر مسیر یا تعویض وسیله سفر نیز کاهش چشمگیری می‌یابد. یکپارچه‌سازی، منافع مستقیمی هم برای سیستم حمل‌ونقل دارد. کاهش زمان تاخیر، افزایش بهره‌وری، ارتقای مطلوبیت و وجهه عمومی سیستم از جمله این منافع است.

خودآزمایی

۱. علل یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل همگانی چیست؟
۲. یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل با کاربری زمین را توضیح دهید.
۳. با توجه به اینکه سازمان‌های اتوبوسرانی، تاکسیرانی، مترو، مینی‌بوسرانی و ... مستقل از هم ولی زیر نظر شهرداری فعالیت می‌کنند، چگونه می‌توان یکپارچه‌سازی سازمانی را برای این سازمان‌ها انجام داد. مشکلات احتمالی پیش‌روی این کار چیست؟
۴. بلیت (کارت) الکترونیک چه تاثیری بر یکپارچه‌سازی کرایه‌ها دارد؟
۵. آیا از بلیت‌های الکترونیک می‌توان برای برداشت اطلاعات خصوصیات سفر استفاده کرد و آن را به صورت کامل با آمارگیری مبدا- مقصد یا شمارش حجم مسافر جایگزین کرد؟ بر اساس شرایط متروی تهران، امکان‌پذیری این امر را بررسی کنید.



فصل چہارم

ایمنی حمل و نقل

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. معرفی رابطه ایمنی ترافیک با کاربری زمین
۲. شیوه توجه به ایمنی تردد در طراحی شبکه و زیرساخت‌ها
۳. تشریح مفهوم آرامسازی ترافیک
۴. روش‌های اعمال مقررات برای افزایش ایمنی
۵. شناخت نقش آموزش و تبلیغات در بهبود ایمنی ترافیک

۴. ایمنی حمل و نقل

در کشورهای در حال توسعه، حدود ۵/۰ میلیون نفر در اثر تصادفات در شهرها جان خود را از دست داده و حدود ۱۵ میلیون نفر مجروح می‌شوند. خسارات مستقیم ناشی از این صدمات بین ۱ تا ۲ درصد کل تولید ناخالص ملی^۱ در سطح جهان است که در کشور ما به حدود ۷ درصد می‌رسد [۴]. بیشتر جان باختگان تصادفات را عابران پیاده و دوچرخه‌سواران تشکیل می‌دهند. ترس مردم از به خطر افتادن ایمنی و امنیت هنگام استفاده از این سیستم‌ها باعث شده است که استفاده از حمل و نقل غیرموتوری بسیار کاهش یابد. حل این مشکل نیازمند یک برنامه و کار جامع در راستای عزم عمومی همراه با آموزش درست و منظم و سرمایه‌گذاری مناسب است. علیرغم اهمیت بسیار زیاد مساله‌ی ایمنی ترافیک و برنامه‌های کاهش تصادفات، متأسفانه توجه بسیار کمی به این مساله شده است. به همین دلیل، این بخش انواع روش‌های مدیریت ایمنی در شهرها را معرفی می‌کند.

۴-۱. ایمنی حمل و نقل و کاربری زمین

یکی از راهبردهای کلان در مدیریت ایمنی ترافیک، کاهش خطر تصادفات در راه‌ها به کمک مدیریت کاربری زمین است. هر چند مطالعه درباره این راهبردها هنوز در مراحل مقدماتی است و به دلیل گستردگی دامنه اجرای طرح‌های تغییر و اصلاح کاربری زمین، عمدتاً مغفول مانده است، اما می‌توان به برخی از آن‌ها به طور خلاصه اشاره کرد:

^۱. Gross Domestic Product (GDP)

- کاهش حجم ترافیک خودروها با تعریف کاربری زمین مناسب‌تر،
 - طراحی یک شبکه حمل‌ونقل کارآمد که در آن سریع‌ترین و کوتاه‌ترین مسیرها، ایمن‌ترین آن‌هاست،
 - تشویق کاربران برای استفاده از وسایل سفر کم خطر و ایمن در حمل‌ونقل شهری،
 - اعمال محدودیت و نظارت بیشتر بر خودروها،
 - تفکیک حرکت و دسترسی در معابر و تقاطع‌ها برای ایجاد یک شبکه ایمن،
 - همخوانی برنامه‌های ترافیکی با معیارهای ایمنی،
 - اعمال کنترل‌های سخت‌گیرانه در دادن دسترسی از کاربری‌ها به معابر،
 - آموزش مهندسان و برنامه‌ریزان درباره ویژگی‌های شبکه راه‌ها و کاربری‌ها ایمن،
 - انجام مطالعه عارضه‌سنجی ایمنی در کنار مطالعه ترافیکی ساختمان‌های بزرگ [۱۶].
- در ادامه، برخی از مهم‌ترین موارد بالا به اختصار مورد بحث قرار گرفته است.

۴-۱-۱. کاهش ترافیک حمل‌ونقل موتوری

۴-۱-۱-۱. کاربری زمین مناسب و کارآمد

- ساختار کاربری زمین بر تعداد سفرهای ایجاد شده، وسیله سفر و طول مسافتی که در سفر طی می‌شود تأثیر می‌گذارد. به عبارت بهتر، الگوی سفرها متأثر از کاربری زمین است. جنبه‌های مختلف کاربری زمین که بر ایمنی ترافیک تأثیرگذار است عبارتند از:
- سازگاری نوع کاربری و دسترسی‌های آن با معابر اطراف،
 - چگونگی پراکندگی جمعیت در شهر و الگوی رشد شهری،
 - شکل و فرم شبکه معابر به لحاظ درجه بندی،

- بزرگی نواحی مسکونی.

۴-۱-۱-۲. تأمین مسیرهای کوتاه و ایمن تر

در یک شبکه حمل و نقلی درون شهری می توان خطر تصادفات را با طراحی مسیرهای کوتاه و مستقیم کاهش داد به گونه ای که کوتاه ترین مسیرها بین مبدا و مقصد، ایمن تر شوند. برای رسیدن به این هدف، می توان زمان سفر را در مسیرهای مناسب و دلخواه کاهش و در سایر مسیرها افزایش داد.

۴-۱-۱-۳. کاهش تعداد سفرها

مطالعات مختلف انجام شده در کشورهای توسعه یافته نشان می دهند که در شرایط معین، به ازای هر یک درصد کاهش در مسافت پیموده شده توسط خودرو، حوادث و تصادفات به طور متوسط در حدود $1/4$ تا $1/8$ کاهش می یابد. کاهش مسافت طی شده به کمک روش های مدیریت تقاضای سفر امکان پذیر است که برخی از آنها عبارتند از:

- استفاده بیشتر از ارتباطات الکترونیکی به جای سفر،
- تشویق مردم به کار در منزل و انتقال و ارتباط کاری با محل کار از طریق پست الکترونیکی،

- مدیریت بهتر سفرهای روزانه،

- مدیریت حمل و نقل کالا،

- محدودیت پارک خودروها و استفاده از معابر به کمک وضع عوارض.

۴-۱-۲. تشویق به استفاده از حمل و نقل همگانی

استفاده از حمل و نقل همگانی، منجر به کاهش تعداد خودروها در شبکه معابر می‌شود. در نتیجه خطر وقوع تصادف با کاهش خودرو-کیلومتر طی شده کاهش خواهد یافت. راهبردهایی که در راستای افزایش استفاده از سیستم‌های حمل و نقل همگانی به کار گرفته می‌شوند عبارتند از:

- بهبود عملکرد حمل و نقل همگانی انبوه‌بر (شامل بهبود مسیرهای تحت پوشش، تسهیل در ارایه بلیت، کوتاه کردن فاصله بین ایستگاه‌ها، افزایش راحتی و ایمنی خودروها و محل‌های توقف و انتظار)،
- یکپارچه‌سازی سیستم حمل و نقل شهری،
- ایجاد تسهیلات به منظور استفاده از دوچرخه،
- تسهیلات پارک‌سوار به گونه‌ای که امکان پارک خودروی شخصی در نزدیکی ایستگاه‌های سیستم‌های حمل و نقل همگانی فراهم شود،
- واقعی کردن قیمت سوخت و تغییر و بازبینی در دیگر قیمت‌ها به گونه‌ای که مردم به استفاده از حمل و نقل همگانی تشویق شوند و استفاده از خودروی شخصی مقرون به صرفه نباشد. سیاست‌گذاری در قیمت‌ها در کشورهایی که استفاده از خودروی شخصی در آن‌ها زیاد است، بسیار موثر بوده است. برای مثال حمل و نقل همگانی رایگان برای دانش‌آموزان در هلند، استفاده از خودروی شخصی را کاهش داده است.
- برگزاری دوره‌های مخصوص آموزش رانندگی برای راننده‌ها،
- کنترل ایمنی ایستگاه‌های اتوبوس و همچنین مسیرهای دسترسی به ایستگاه‌ها،
- اعمال قوانین محدودیت ساعات کاری رانندگان حمل و نقل همگانی،

- کنترل تداخل تردد خودروها با دوچرخه و عابران پیاده،
- دادن اولویت تردد به خودروهای پرسرنشین،
- اعمال محدودیت بر سرعت و عملکرد موتورسیکلت‌ها،
- افزایش سن قانونی برای استفاده از موتورسیکلت [۱۷].

۴-۲. طراحی مناسب شبکه و زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری

طراح صحیح و استاندارد زیرساخت‌های شبکه حمل‌ونقل، نقش به‌سزایی در ایمنی ترافیک دارد. بهبود مشخصات هندسی و رویه‌ی معبر در نقاط تصادف‌خیز منجر به افزایش ایمنی خواهد شد. تعریف روشن و واضح اولویت حرکت و دسترسی در معابر باعث کنترل سرعت مجاز و حق تقدم عبور توسط رانندگان می‌شود. راهبردهای بهبود زیرساخت‌ها را می‌توان در سه بخش زیر مورد بررسی قرار داد:

- بازبینی شبکه معابر موجود برای تشخیص کمبودها و خطرات بالقوه،
 - بازرسی ایمنی^۱ شبکه به منظور ارتقای ایمنی تمام کاربران شبکه،
 - تأسیس واحد (دفتر) ایمنی با وظیفه تشخیص و بهبود نقاط خطرناک شبکه.
- برای ایجاد شبکه معابر ایمن، لازم است اقدامات مختلفی در زمینه‌های مختلف صورت گیرد. مثلاً «افق صفر تصادف»^۲ در کشور سوئد، سه زمینه عمده زیر را معرفی می‌کند:
- جلوگیری از وقوع تصادفات منجر به جراحات شدید،

^۱. Road Safety Audit (RSA)

^۲. Zero Vision

- کاهش شدت برخورد ضربه هنگام وقوع تصادف،
- اطمینان از نقش موثر امداد رسانی در کاهش اثرات منفی تصادف.

۴-۲-۱. رعایت ضوابط ایمنی در توسعه شبکه معابر

ایمنی راه با رعایت درجه بندی و سلسله مراتب معابر تا حد زیادی تامین می‌شود. درجه راه بر اساس کاربری‌های اطراف آن تعیین می‌شود. هرچه کاربری‌های متراکم‌تر و مسکونی باشد، درجه راه کمتر (دسترسی یا جمع و پخش کننده) بوده و سرعت مجاز تردد خودروها کمتر خواهد بود. افزون بر این، اولویت تردد با معابری است که درجه بالاتری دارند. به این ترتیب، ورود از اصلی به فرعی کنترل شده و تردد عبوری از دسترسی تفکیک می‌شود. با در نظر داشتن اصول کلی مذکور، مهندسی ایمنی و مدیریت ترافیک اهداف زیر را دنبال می‌کند:

- طبقه‌بندی شبکه مطابق با عملکرد و درجه راه‌ها،
- تنظیم محدودیت سرعت مناسب مطابق با عملکرد راه،
- بهبود طرح راه برای تشویق مردم در استفاده بهتر از آن،
- جلوگیری از تغییر کاربری‌های اطراف راه که با آن سازگار نباشد،
- جداسازی کاربران راه به گونه‌ای که تداخل حرکتی نداشته باشند مگر در سرعت‌های پایین،
- جلوگیری از گیج شدن کاربران در انتخاب مسیر مناسب.

۴-۲-۲. بازرسی ایمنی راه

هنگامی که پروژه‌های جدیدی در زمینه حمل‌ونقل شهر پیشنهاد می‌شوند، باید تاثیر آن‌ها بر ایمنی با دقت مورد بررسی قرار گیرد. برای تأیید همخوانی طرح‌های اجرایی پیشنهاد شده با اصول ایمنی و نیز برای امتحان این‌که آیا تغییرات بیشتری در طرح‌ها برای کاهش تصادفات لازم است یا نه، طرح مورد بازرسی ایمنی قرار می‌گیرد. فرآیند بازرسی ایمنی معمولاً در مراحل مختلف پروژه‌های جدید، انجام می‌گیرد:

الف) مطالعات امکان‌سنجی و توجیه اولیه پروژه

ب) طرح اولیه

پ) طراحی تفصیلی

ت) بازرسی ایمنی پس از احداث و قبل از بهره‌برداری

ث) بازرسی ایمنی پس از بهره‌برداری پروژه [۱۸]

۴-۲-۳. ایمن‌سازی حاشیه راه‌ها

برخورد خودروهایی که از مسیر منحرف می‌شوند با اشیاء اطراف راه مانند درختان، پایه‌ی روشنایی و علائم راه و غیره در سراسر جهان یکی از مشکل‌ج‌ترین در زمینه ایمنی راه است. در تحقیقی که توسط سازمان توسعه و همکاری اقتصادی^۱ در سال ۱۹۷۵ صورت گرفت، راهبردهای کلان زیر برای کاهش شدت این نوع تصادفات پیشنهاد شد:

۱. طراحی راه‌ها بدون خطر اشیاء کنار راه،

^۱. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

۲. طراحی اشیاء کنار راه به گونه‌ای که در هنگام برخورد منعطف‌تر باشند،
۳. حمایت اشیاء کنار راه توسط موانعی که قسمتی از انرژی برخورد را مستهلک می‌کنند،
۴. طراحی خودرو به گونه‌ای که سرنشینان آن در برخورد با اشیاء کنار راه آسیب کم‌تری ببینند.

۴-۲-۴. ایمن‌سازی نقاط حادثه‌خیز^۱

مهندسين ایمنی در بزرگراه‌ها و معابر شهری، تلاش خود را به مناطق و معابری که در آنجا خطری آشکار و مشهود وجود دارد، معطوف می‌نمایند. این نقاط، که تعداد یا نرخ وقوع تصادف در آن‌ها بیش از حد معمول است، نقاط حادثه‌خیز یا پرتصادف نامیده می‌شوند. گاهی، کاهش خطر در یک نقطه می‌تواند تعداد تصادفات را به طور محسوسی کاهش دهد، اما گاهی هم ضروری است مهندسين ایمنی با اجرای برنامه‌های ایمنی گسترده در سراسر منطقه به‌جای تمرکز بر مکان‌های انتخابی مجزا، تأثیر بیشتری بر کاهش سوانح داشته باشند. باید توجه داشت که همواره مناسب‌ترین راه‌حل مهندسی را نمی‌توان با صرف هزینه کم به دست آورد و در برخی مواقع، یک اصلاح اساسی در معبر ضرورت پیدا می‌کند. البته باید هر گونه اقدام مهندسی از نظر هزینه-فایده با سایر طرح‌های اصلاحی مقایسه شده و برتری آن ثابت شود. چهار روش عمده ممکن است برای ایمن‌سازی نقاط حادثه‌خیز مورد استفاده قرار گیرد:

۱. اقدام در یک نقطه منفرد یا بخش‌های کوتاهی از راه، که تعداد تصادفات زیادتر از حد معمول باشد،

^۱. Black-Spot Remedial Measures

۲. مجموعه‌ای از اقدامات اصلاحی^۱ در مکان‌هایی که تصادفات به دلایل مشابه رخ می‌دهد،
۳. اقدامات اصلاحی در بخش‌هایی از بزرگراه که میزان تصادفات در آن‌ها زیادتر از حد
توسط باشد،

۴. اقدام اصلاحی در سطح منطقه‌ای که میزان تصادفات معابر آن بسیار زیاد است.
اقدامات اصلاحی کم هزینه و زودبازده در مهندسی راه و ترافیک عمدتاً اقدامات فیزیکی
هستند که برای افزایش سطح ایمنی سیستم راه به کار می‌روند. برخی از این اقدامات
عبارتند از:

- تغییرات فیزیکی در راه برای بهبود وضع ایمنی آن (مانند مقاومت در برابر سرخوردن^۲،
 - نصب و اجرای جان‌پناه و جزیره‌های میانی^۳،
 - بهبود وضع نور، علائم و خط‌کشی‌ها
- (ت) تغییر عملکرد تقاطع‌ها، مثلاً اجرای میدان‌های کوچک، تغییر در زمان‌بندی چراغ‌های
راهنمایی، بهبود علائم و خط‌کشی‌ها،
جدول شماره (۴-۱) برخی اقدامات کم‌هزینه را که در کشور نروژ اجرا شده به همراه
نتایج آن نمایش می‌دهد. مشاهده می‌شود که انتخاب مناسب اقدامات اصلاحی، با نسبت
سود به هزینه‌ی^۴ بسیار خوبی هم همراه بوده است [۱۸].

جدول شماره ۴-۱: نمونه‌های اقدامات کم هزینه انجام شده در کشور نروژ

نسبت سود	میانگین روزانه	متوسط هزینه	اقدامات ایمنی راه
----------	----------------	-------------	-------------------

1. Remedial Measures
2. Skid Resistance
3. Central Island/ Refuge
4. Benefit – Cost Ratio

به هزینه	ترافیک سالانه	(کرون نروژ)		
۲/۵	۸.۷۶۵	۵.۹۹۰.۰۰۰	پل‌ها و زیرگذرهای عابر پیاده	۱
۱۹/۳	۲۰.۱۳۳	۳۱۰.۰۰۰	حذف موانع اطراف راه	۲
۱۰/۴	۱۰.۹۴۷	۸۶۰.۰۰۰	نرده‌های کنار راه	۳
۱۰/۳	۴۲.۷۵۳	۱.۸۸۰.۰۰۰	نرده‌های میانه راه	۴
۳/۵	۱.۱۶۹	۶۰.۰۰۰	بهبود علامت گذاری در پیچ‌های خطرناک	۵
۱۰/۷	۸.۱۷۹	۶۵۰.۰۰۰	بهبود روشنایی راه	۶
۱۴/۰	۱۰.۴۸۴	۳۹۰.۰۰۰	خط‌کشی‌های برجسته برای عابر پیاده	۷
۱/۵	۳.۲۶۹	۵.۶۴۰.۰۰۰	اقدامات متفرقه جزئی	۸

۴-۲-۵. تناسب و هماهنگی ایمنی با طراحی راه

یکی از مسائلی که در حفظ ایمنی تردد بسیار مهم است، حفظ یکنواختی و هماهنگی در طراحی اجزای معبر است. پرهیز از ایجاد تغییرات ناگهانی در شعاع قوس‌ها، کاربری‌های اطراف، فاصله دسترسی‌ها و غیره همگی اقداماتی است که باید مورد توجه تیم طراحی باشد. به عنوان مثال، در معابر فرعی، افزون بر محدودیت سرعت، اقدامات مهندسی دیگری از جمله موارد زیر لازم است تا رانندگان با سرعتی مناسب تردد کنند:

- آماده کردن مسیر برای ترافیک با سرعت پایین و کاربران آسیب‌پذیر
- تعیین عرض کافی برای سبقت
- جزیره‌های میانی برای جلوگیری از سبقت در خطوط حرکت جهت مخالف و جلوگیری از تصادفات شاخ به شاخ
- روشنایی مناسب در تقاطع‌ها و میادین
- بهبود طرح مسیر راه در راستای قائم برای حفظ فاصله دید
- کاهش سرعت مجاز در مناطق پر پیچ و خم
- کاربرد منظم علائم محدودیت سرعت

- استفاده مناسب از خط‌کشی پر و خالی
- پاک‌سازی موانع صلب مثل درختان، تیرهای برق و غیره از حاشیه معبر یا حفاظت آن‌ها
- تجربه‌های بیشتر و بهتری در این زمینه در کشورهای توسعه یافته به دست آمده که عبارتند از:
 - راه‌های دسترسی به مناطق مسکونی می‌باید برای سرعت‌های بسیار کم (۳۰ کیلومتر در ساعت و کمتر) طراحی شوند و در این راستا می‌توان از موانع فیزیکی برای کنترل سرعت استفاده کرد.
 - مدیریت ایمنی در سطح کل شهر و ایجاد شرایط ایمن‌تر برای عابران پیاده و دوچرخه‌سواران از طریق اولویت دهی و احداث مسیرهای ویژه [۱۹].

۴-۳. مدیریت حمل و نقل در راستای ایمنی تردد

مدیریت جامع ایمنی درون‌شهری باعث می‌شود که طرح‌های ایمنی در سطح شهرها با موفقیت همراه شوند. به موازات تلاش برای افزایش آگاهی‌های عمومی و درک اهمیت ایمنی، پیشرفت در سطوح حرفه‌ای کار نیز ضروری است. نباید این‌گونه پنداشت که مهندسی ایمنی همان مهندسی ترافیک است. با اینکه هر دو مهندسی از یک ریشه و در یک زمینه‌اند اما گاهی افزایش ایمنی کاربران راه با افزایش ظرفیت راه برای تردد خودروها متناظر نیست. از جمله اقدامات راهبردی که در زمینه مدیریت ایمنی ترافیک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- رعایت حق تقدم و اولویت‌بندی راه‌ها برای کاهش تداخل دسترسی‌ها و حرکت‌های گردشگری،

- ایجاد شبکه و مسیرهای ایمن برای عابران پیاده، دوچرخه‌ها و سایر وسایل غیرموتوری،
- ارایه راه‌حل‌های پیشگیری از تصادفات،
- استفاده از فناوری‌های جدید، مانند دوربین سرعت‌سنج^۱ و دوربین کنترل عبور از چراغ قرمز.

تا هنگامی که یک واحد مستقل ایمنی ترافیک^۲ وجود نداشته باشد، اقدامات ایمنی سازمان حمل‌ونقل و ترافیک^۳ معمولاً کار خود را با اطلاعات تصادفات که از پلیس گرفته، شروع می‌کند. معمولاً انتقال داده‌ها از پلیس به مدیریت ترافیک به صورت منظم و دوره‌ای صورت نمی‌پذیرد، در نتیجه ممکن است در فرآیند شناسایی و حل مشکل تصادفات اختلال ایجاد شود. با یک نگاه دقیق می‌توان دریافت که اگر سازمان حمل‌ونقل و ترافیک، آمار تصادفات را به صورت منظم به دست آورد و اجازه بررسی و تحلیل اطلاعات تصادفات را فراهم نماید، می‌توان از بسیاری تصادفات جلوگیری کرد. برای تحلیل آمار تصادفات نرم‌افزارهای مخصوصی وجود دارد ولی هر نرم‌افزار ساده تحلیل پایگاه اطلاعاتی نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

سیاست‌گذاری را می‌توان بر اساس عوامل اصلی بروز تصادفات انجام داد. به عنوان مثال، سرعت، عامل بسیار مهمی در وقوع تصادفات است. در نتیجه محدود کردن سرعت و کنترل آن ابزار بسیار مفیدی برای کاهش شدت تصادفات تلقی می‌شود. اعمال سیاست‌های مشابه در مورد سایر علت‌های بروز تصادفات باعث پیشگیری از وقوع تصادفات مشابه در یک منطقه خواهد شد [۲۰].

1. Speed Camera

2. Traffic Safety Department

3. Transportation and Traffic Organization

۴-۴. آرامسازی ترافیک

آرامسازی ترافیک^۱ بدان معناست که طراحی شبکه و اقدامات مهندسی به گونه‌ای گرد هم آیند که ایمنی راه و دیگر جنبه‌های محیطی زندگی مردم بهبود یابد. برنامه‌های آرامسازی ترافیک، که سرعت ترافیک را کاهش داده و عموماً امکان عبور و مرور بهتر را برای عابران پیاده و سایر کاربران آسیب‌پذیر پدید می‌آورند، در بسیاری از کشورهای صنعتی توانسته است تعداد تصادفات را به طور مؤثری کاهش دهد.

با وجود آنکه آرامسازی ترافیک معمولاً در شبکه‌های محلی و برای کنترل ترافیک عبوری استفاده می‌شود، می‌توان از آن‌ها در شبکه راه‌های اصلی نیز استفاده نمود. در چنین وضعیتی بایستی عواملی از قبیل جریان تردد خودروها، ظرفیت شبکه و سطح سرویس معابر به دقت مورد بررسی قرار گیرد. در راه‌های اصلی، علایم و خط‌کشی‌هایی که بر حد مجاز سرعت تاکید دارند، ابزارهای ایجاد صدا در سطح راه، خط‌کشی و رنگ‌آمیزی نرده‌های اطراف راه، بافت و رنگ رویه‌ی راه در نزدیکی محل‌های حساس و خطرناک (مانند گذرگاه‌های عابران پیاده)، وسایل مناسبی برای آرامسازی ترافیک در راه‌های اصلی خواهند بود. اصلی‌ترین عاملی که در صورت اعمال اقدامات آرامسازی ترافیک در کل شبکه باید مورد بررسی قرار گیرد، توجه به سرعت متوسط حرکت خودروها در کل شبکه است. به طور کلی آرامسازی ترافیک باعث جابه‌جایی ترافیک عبوری از شبکه محلی به شبکه معابر اصلی می‌شود. این اقدام در صورتی برای کل شبکه مفید خواهد بود که کریدورها و معابر اصلی دارای ظرفیت کافی برای ارایه سرویس به ترافیک اضافی تحمیل شده، باشند. ضمناً باید

^۱. Traffic Calming

توجه داشت که ممکن است بعضی وسایل آرام‌سازی ترافیک که در معابر دسترسی و خیابان‌های محلی استفاده می‌شوند، در خیابان‌های اصلی باعث افزایش خطر تصادف شوند. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اجرای کامل و صحیح برنامه‌های آرام‌سازی ترافیک باید همراه با مطالعه دقیق و حساب شده توسط یک تیم باتجربه باشد و صرف تقلید از طرح‌های مشابه ممکن است حتی باعث افزایش تعداد تصادفات نیز بشود [۲۱].

اقدامات فیزیکی مؤثری برای کنترل سرعت و آرام‌سازی ترافیک در معابر وجود دارد که

عبارتند از:

- احداث جان‌پناه برای عابران به منظور کاهش عرض مؤثر خیابان
- کنترل سبقت خودروها و سرعت آن‌ها
- ایجاد برجستگی عرضی در سطح راه برای کنترل سرعت
- باریک کردن راه برای جلوگیری از عبور خودروها سنگین و یا محدود کردن حرکت خودروها در یک جهت به طور همزمان
- ایجاد برون‌زدگی^۱ برای اجبار خودروها به کاهش سرعت از طریق طی یک پیچ مجازی^۲
- ایجاد اختلاف سطح در تقاطع (به‌گونه‌ای که سطح محدوده داخل تقاطع، از سطح خیابان‌های منتهی به آن بالاتر باشد)
- خط‌کشی خیابان (به‌گونه‌ای که رانندگان احساس کنند عرض خیابان تغییر کرده و در نتیجه سرعت خود را کاهش دهند)

1. Chicane

2. Dummy Curve

در راه‌های اصلی (آزادراه و بزرگراه) کنترل محدودیت سرعت با وسایل مختلف توسط پلیس انجام می‌شود. محدودیت سرعت را می‌توان از طریق تفنگ‌های کنترل سرعت^۱ که با رادار کار می‌کنند، دوربین‌های ثابت و متحرک، تعقیب خودرو و امثال آن کنترل کرد. آرام‌سازی ترافیک نیز روش مناسب دیگری برای اعمال محدودیت سرعت است که البته لازم است در این راستا توالی و تقدم اجرای خیابان‌ها و جاده‌ها را در نظر داشت.

به طور کلی، پیشنهاد می‌شود طرح‌های آرام‌سازی در معابری اجرا شود که حداکثر سرعت مجاز تردد در آن‌ها کمتر از ۵۰ کیلومتر در ساعت باشد. در سرعت‌های کمتر از ۳۰ کیلومتر در ساعت، می‌توان اجازه داده خودروها و عابران پیاده به طور مشترک از معبر استفاده کنند. توجه به آرام‌سازی به کمک استفاده از میدان، باریک کردن عرض راه، ایجاد گلوگاه مجازی، نصب سرعت‌گیر^۲ یا سرعت‌کاه^۳ برای اطمینان از رعایت حداکثر سرعت در چنین معابری ضروری است [۲۲].

جدول شماره (۴-۲) خلاصه‌ای از فواید اقدامات صورت گرفته در راستای آرام‌سازی ترافیک را در شهرهای کشور انگلستان نشان می‌دهد.

جدول شماره ۴-۲: هزینه و منافع کاهش سرعت توسط اقدامات آرام‌سازی در سطح ناحیه‌ای در انگلیس

مناطق مسکونی	مرکز شهر	-
۱۴۵	۵۳	تعداد جراحات جلوگیری شده ناشی از تصادفات
۹۱.۲۶۰.۰۰۰	۳۳.۳۵۰.۰۰۰	هزینه‌های صرفه‌جویی شده در اثر کاهش تصادفات (پوند)
۹.۳۰۰.۰۰۰	۲.۴۱۵.۰۰۰	کاهش سفرهای اضافی مسافران
۲۸.۷۱۰.۰۰۰	۹.۰۳۵.۰۰۰	سود کل (پوند)
۲.۹۵۵.۰۰۰	۴.۹۱۰.۰۰۰	هزینه اقدامات اجرایی (پوند)

۱. Speed Gun
۲. Speed Bump
۳. Speed Hump

۹/۷۲	۱/۸۴	نسبت سود به هزینه
------	------	-------------------

۴-۵. تعیین قوانین ایمنی و روش اعمال آن

شکل‌گیری قوانین و مقررات صحیح ترافیکی نیازمند مشارکت گروه‌های مختلف علمی در شاخه‌های مختلف مهندسی، پزشکی، اجتماعی و انسانی است. برای مثال در تعیین سرعت مجاز یک قطعه از راه، عوامل طراحی و عملکردی معبر دخیل هستند، و یا تعیین مقدار مجاز داروهای مصرف شده توسط راننده برای بروز عکس‌العمل مناسب و به موقع، باید بررسی و تحقیق دقیق پزشکی صورت گیرد. برخی از قوانین ایمنی جنبه موضعی و محلی داشته و باید توسط مدیران در سطح شهر تعیین شود. اما تعیین استانداردها و قوانین و مقررات کلی ایمنی در مورد راه، خودرو، کاربران و غیره باید در سطح کلان کشوری تنظیم شود. رویکردهای موجود برای اعمال قوانین شامل موارد زیر است:

- اجبار و اعمال قانون
 - ارتقای سطح ایمنی به کمک اقدامات مهندسی
 - بررسی و تحقیق در زمینه تصادفات
 - گشت‌زنی و کنترل بیشتر
- هم‌اکنون با پیشرفت فن‌آوری‌های به کار رفته در خودروها، برخی از اقدامات مهندسی را می‌توان جایگزین اعمال مقررات کرد. نگاهی به شیوه اجرای قوانین ترافیکی، یافته‌های زیر را نشان می‌دهد:
- برای اجرای موفقیت‌آمیز قوانین ترافیکی جلوگیری از تخلفات امری است بسیار ضروری،
 - تشدید نظارت و منترل در دوره‌های زمانی متناوب باعث می‌شود متخلفین احساس کنند خطر جریمه شدن همواره وجود دارد،

- جریمه متخلف باید به گونه‌ای اجرا شود که هم سریع باشد و هم بر او تأثیر بگذارد،
- روش‌های خودکار اعمال قوانین، مانند دوربین‌های کنترل سرعت، از لحاظ هزینه مقرون به صرفه بوده و استفاده گسترده از آن‌ها اکیدا مورد توصیه است [۲۳].

۴-۵-۱. تعیین و اجرای محدودیت‌های سرعت

بین سرعت تردد و شدت جراحت ناشی از تصادف رابطه‌ی مستقیم وجود دارد. از این رو اعمال محدودیت سرعت در سطح منطقه در کاهش تصادفات به ویژه تصادفات مربوط به عابران پیاده بسیار موثر خواهد بود. در بعضی کشورها علاوه بر محدودیت سرعت، قوانین مخصوصی برای کاهش حق تقدم خودروها نسبت به سایر کاربران در مناطق مسکونی تعیین شده است.

تعیین محدودیت سرعت در راه‌ها، ارتباط تنگاتنگی با طراحی راه دارد. در اجرای قوانین ترافیکی، اقدامات فیزیکی در ارتباط با خودرو و راه به همان اندازه که پلیس مهم است، تأثیر گذارند. بسیاری از تحقیقات بین‌المللی نشان می‌دهند که اعمال محدودیت سرعت در کاهش شدت و تعداد تصادفات بسیار مؤثر است. به علاوه استفاده از محدودیت سرعت متغیر در زمان‌های مختلف و در قسمت‌های مختلف راه می‌تواند در مدیریت سرعت تأثیر به‌سزایی داشته باشد. کنترل سرعت را می‌توان با محدودکننده‌های درون خودرو^۱ مانند GPS و کنترل‌کننده‌های سرعت^۲ اعمال کرد. این وسایل در حال حاضر در بسیاری از کشورها برای کنترل سرعت خودروهای سنگین و وسایل حمل‌ونقل عمومی استفاده می‌شوند [۲۳].

^۱. Vehicle Speed Limiters

^۲. Speed Governors

۴-۵-۲. به کارگیری دوربین در تقاطع‌های چراغ‌دار

تقاطع‌ها یکی از عوامل مهم در بروز تصادفات هستند. تحقیقات نشان داده که علاوه بر طرح‌های پیشرفته تقاطع‌ها و یا جایگزین کردن آن‌ها با میدان در مواقع مورد نیاز، دوربین‌های کنترل نیز می‌توانند در کاهش تصادفات در تقاطع‌ها عاملی مؤثر و کم‌هزینه باشند. این دوربین‌ها از خودروهایی که از چراغ قرمز عبور می‌کنند، عکس‌برداری می‌کنند [۲۳].

۴-۵-۳. استفاده از تجهیزات ایمنی در درون خودرو

در کشورهای توسعه یافته، تلاش برای حمایت از افراد در هنگام وقوع تصادف، بیشتر به نصب و استفاده از کمربند ایمنی^۱ و کیسه‌های هوا^۲ متمرکز شده و در کشورهای در حال توسعه با درآمد متوسط نیز بیشتر بر استفاده از کلاه ایمنی توسط موتورسواران و دوچرخه‌سواران تاکید می‌شود. به طور کلی برای اطمینان از استفاده از کمربند و کلاه ایمنی شرایط زیر باید فراهم شود:

- وضع قوانینی مبنی بر الزامی بودن استفاده از آن‌ها
- اطلاع رسانی و تبلیغات عمومی برای آگاه کردن مردم از فواید این تجهیزات
- اعمال مقررات و جریمه‌های متناسب در صورت تخلف از قانون

^۱. Seatbelt
^۲. Airbags

۴-۵-۳-۱. قوانین الزام استفاده از کمربند ایمنی

همواره استفاده اجباری از کمربند ایمنی یکی از راه‌های اصلی موفقیت در کاهش صدمات ناشی از تصادفات بوده و توانسته زندگی بسیاری را نجات بدهد. محدود کردن دامنه حرکت سرنشینان در خودرو برای اولین بار در دهه ۱۹۶۰ آغاز و اولین قانون اجباری در این راستا در ویکتوریای استرالیا در سال ۱۹۷۱ اجرا شد. در پایان این سال تعداد کشته شدگان در تصادفات ۱۸ درصد و تا پایان سال ۱۹۷۵، ۲۶ درصد کاهش یافت. پیرو این اقدام در ویکتوریا بسیاری از کشورها قانون الزام کمربند ایمنی را به کار بردند تا جان هزاران نفر در سراسر جهان از مرگ نجات یابد.

۴-۵-۳-۲. اعمال قانون و تبلیغات

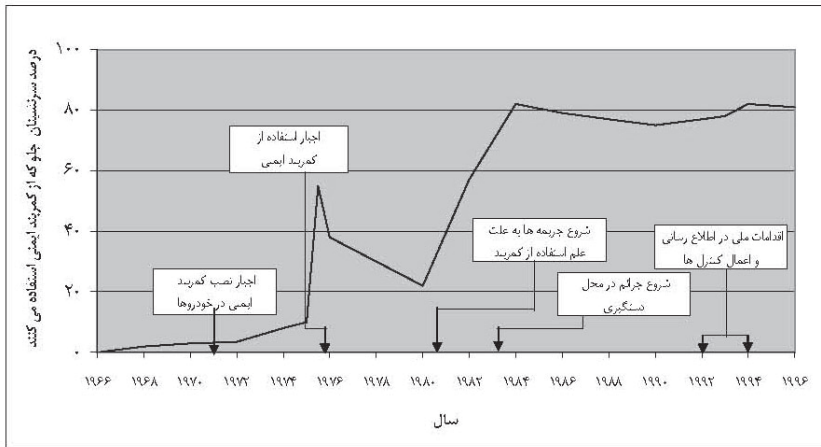
تجربه نشان داده که اعمال قانون اولیه^۱ توسط پلیس (نگه داشتن خودرو به دلیل نبستن کمربند ایمنی) به مراتب مؤثرتر از اعمال قانون ثانویه^۲ (کنترل کمربند پس از نگاه داشتن خودرو به علت تخلفات دیگر) خواهد بود. کنترل اولیه می‌تواند استفاده از کمربند ایمنی را حتی در مواقعی که میزان استفاده از آن بالاست، افزایش دهد. کنترل‌ها باید به صورت تصادفی^۳ صورت گرفته و برای همگان کاملاً ملموس باشد. از طرفی دوره اعمال کنترل بایستی به اندازه کافی بلندمدت بوده و در بازه‌های مختلف سال تکرار شود. مطالعات نشان داده که نسبت سود به هزینه در برنامه‌های اعمال کنترل در حدود ۳ و یا بیشتر است.

1. Primary Enforcement

2. Secondary Enforcement

3. Random Selection

در ایالت ساسکاتچوان^۱ کانادا، اجرای قانون استفاده از کمر بند از سال ۱۹۸۸ آغاز شده است. سری‌های زمانی در شکل شماره (۴-۱) تجربه ۳۰ ساله استفاده از کمر بند ایمنی را در این ایالت نمایش می‌دهد. این شکل رشد افزایشنده استفاده از کمر بند ایمنی را نشان می‌دهد که از ۱۰ درصد به ۹۰ درصد در مورد سرنشینان جلوی خودروها رسیده است. تجربیات نشان می‌دهد که اجباری کردن استفاده از کمر بند ایمنی بدون اینکه با جرایم، کنترل پلیس و تبلیغات همراه باشد، تنها تأثیری آنی و زودگذر بر تعداد استفاده‌کنندگان دارد.



شکل شماره ۴-۱: استفاده از کمر بند ایمنی در سرنشینان جلو در ایالت ساسکاتچوان کانادا

۴-۵-۳-۳. محدود کردن کودکان روی صندلی خودرو

برای حمایت مناسب از کودکان باید وسیله محدود کننده، شامل کمر بند، صندلی ویژه کودک و غیره با سن و وزن آنها متناسب باشد. استانداردهای مختلفی در مورد محدود

^۱. Saskatchewan

کننده‌ها در سطح بین‌المللی وجود دارد که برای سن و وزن‌های مختلف به کار گرفته می‌شوند. راهبردهای مؤثر برای افزایش استفاده از این محدود کننده عبارتند از:

- قوانین مناسب برای الزام به استفاده از محدودکننده،
 - اطلاع‌رسانی عمومی و اقدامات گسترده برای اعمال مقررات،
 - پشتیبانی اعمال قانون با برنامه‌های تشویقی و آموزشی.
- در آمریکای شمالی کودکان زیر ۱۲ سال تشویق می‌شوند که روی صندلی عقب بنشینند و در اروپا استفاده از صندلی مخصوص کودکان روز به روز در حال افزایش است. این صندلی به گونه‌ای طراحی شده که صورت کودکان به سمت عقب وسیله نقلیه باشد و پشت آن‌ها از برخورد با قسمت جلویی خودرو محافظت شود. مطالعات نشان می‌دهد با الزام استفاده از صندلی، به طور متوسط ۳۵ درصد از تعداد کشته‌ها و ۱۷ درصد از کل مجروحان کاهش می‌یابد [۲۴].

۴-۵-۴. تنظیم و اعمال قوانین الزام استفاده از کلاه ایمنی

راهبردهای متنوع و مؤثری برای رفع مشکل جراحت سر موتورسیکلت سواران وجود دارد که از آن جمله می‌توان به معرفی استانداردهای مناسب برای کلاه ایمنی موتورسیکلت، قانون‌گذاری برای استفاده اجباری از کلاه ایمنی، وضع جریمه برای متخلفان، اطلاع‌رسانی هدفمند و اعمال قانون اشاره کرد.

در کشورهای کم‌درآمد، ساخت و ارایه کلاه‌های ایمنی مؤثر، راحت و ارزان و نیز افزایش ظرفیت کارخانه‌های محلی تولید کلاه‌ها بسیار مطلوب به نظر می‌رسد. به عنوان مثال بنیاد

پیشگیری از صدمات آسیا^۱ کلاه‌های کم وزن مخصوص گرما را برای شرایط گرمای زیاد ویتنام تولید کرد و سطح استاندارد آن را بالا برد. در آسیا اولین استاندارد کلاه ایمنی موتورسیکلت در این کشور در سال ۱۹۶۹ تهیه و در سال ۱۹۹۶ به روز شد و هم اکنون این کشور در حال تولید کلاه‌هایی مخصوص کودکان است.

افزایش استفاده از کلاه ایمنی از طریق ایجاد قوانین و مقررات بسیار با اهمیت است، به خصوص در کشورهای در حال توسعه و کم درآمد که تعداد کاربران موتورسیکلت بسیار زیاد است. در مالزی مقررات مربوط به کلاه ایمنی در سال ۱۹۷۳ به اجرا درآمده، و تخمین زده شد که تلفات ناشی از موتورسیکلت ۳۰ درصد کاهش یابد. در تایلند پس از گذشت یک سال از اعمال قوانین مربوط به استفاده از کلاه ایمنی، تعداد کاربران پنج برابر افزایش یافت و در نتیجه صدمات سر و آمار فوت به ترتیب ۴/۴۱ و ۸/۲۰ درصد کاهش یافتند.

۴-۶. آموزش، یادگیری و تبلیغات

آموزش، یادگیری و تبلیغات^۲، نقش اساسی در افزایش آگاهی‌های عمومی در راستای کاهش تصادفات دارد. سال‌هاست که کیفیت راه‌ها و ایمنی خودروها در حال ارتقا و بهبود است، اما هنوز هم روزانه تصادفات بسیاری گزارش می‌شوند. تقریباً در هر دقیقه و ساعت از شبانه‌روز افرادی در این سوانح کشته و یا مجروح می‌شوند. خطاهای انسانی بخش عظیمی (حدود ۸۰٪) از این سوانح را باعث می‌شوند. بنابراین تغییر رفتار رانندگان ضروری است.

^۱. Asia Injury Prevention Foundation (AIPF)

^۲. Education, Training and Publicity (ETP)

رانندگان و سایر افراد باید نحوه استفاده خود را از معابر و خودروها تغییر دهند و متخصصین امر نیز باید با همکاری سایر افراد کمک کنند تا این هدف به خوبی حاصل آید.

۴-۶-۱. آموزش و یادگیری

یکی از مهم‌ترین اولویت‌های اصل آموزش و تبلیغات، پیشبرد آموزش ایمنی برای کودکان، آگاهی دادن به والدین، مربیان مهدکودک‌ها و معلمان است. باید معلمان و مربیان را به گنجاندن آموزش‌های ایمنی در برنامه عادی کلاسی کودکان تشویق نمود. ارایه مراجع و منابعی که توسط کارشناسان ایمنی تهیه شده و آموزش نحوه استفاده از این منابع، در این راستا موثر خواهد بود. برای پیاده‌سازی آموزش و تبلیغات ایمنی، باید در صورت امکان با دانشکده‌های تربیت معلم همکاری نمود تا کلاس‌های آموزشی برای دانشجویان تربیت معلم برپا شود تا اهمیت ایمنی حمل‌ونقل شهری و اینکه چگونه می‌توان آن را در برنامه‌های آموزشی گنجانده، به آن‌ها آموزش داد. آموزش رانندگان و بزرگسالان نیز از جمله مواردی هستند که باید مورد توجه ویژه قرار گیرد.

۴-۶-۲. تبلیغات

روش‌های گوناگونی برای تبلیغاتی که از طریق آن‌ها می‌توان بر گروه‌های آسیب‌پذیر و در معرض خطر و یا رفتارهای ضدا اجتماعی اثر گذاشت، وجود دارد. بیشترین تأثیر از طریق ارایه اطلاعات صحیح و هدفمند که بر گروه‌های هدف اثر بگذارند، حاصل می‌شود. تبلیغات باید موضوعات محلی و ملی را مورد توجه قرار دهد. چند نمونه از مکان‌های هدف برای توزیع اقلام تبلیغاتی عبارتند از:

- مراکز بهداشتی،

- بازارها و مراکز تجاری منطقه،
- اماکن فرهنگی موجود در مناطق شهری.
- محل‌های خاصی را می‌توان با اطلاعات خاص مورد هدف قرار داد، مثلاً پیام‌های مربوط به رانندگی در حال مستی^۱ در مکان‌هایی که نوشیدنی‌های الکلی در آنجا مصرف می‌شود.

خلاصه

این فصل به بررسی جایگاه ایمنی در حمل‌ونقل شهری پرداخت تا مدیران و برنامه‌ریزان در زمینه حمل‌ونقل شهری، با درک اهمیت ایمنی، اقدام به ارایه راهکارهایی در جهت کاهش تصادفات نمایند. در این خصوص، تناسب درجه و عملکرد معابر با کاربری زمین، رعایت استانداردهای طراحی و انجام مطالعات ویژه ارتقای ایمنی ترافیک، از ابزارهای فیزیکی و مقدماتی توجه به مساله تصادفات عنوان شد. آرام سازی ترافیک، اعمال مقررات و آموزش‌های عمومی برای درک ابعاد مساله توسط شهروندان نیز از مجموعه اقدامات ضروری در افزایش ایمنی معابر در شهرهاست. استفاده از کلاه و کمربند ایمنی برای کاهش اثرات منفی تصادف و مدیریت سرعت برای پیشگیری از وقوع تصادف مورد بحث قرار گرفت.

^۱. Driving Under Intoxication (DUI)

خودآزمایی

۱. ۸۵٪ علل وقوع تصادفات را خطاهای انسانی تشکیل می‌دهد. منظور از خطاهای انسانی، عواملی نظیر عدم رعایت قانون، حواس پرتی، خواب‌آلودگی و ... است که تا حد زیادی خارج از کنترل مهندسين ایمنی است. آیا کاهش تصادفات با تمرکز بر تنها ۱۵٪ علل بروز تصادفات، کاری منطقی و اقتصادی است؟
۲. اقشار آسیب‌پذیر از لحاظ ایمنی در حمل‌ونقل چه گروه‌هایی هستند؟
۳. چرا تجهیزات ایمنی درون خودرو برای کودکان و بزرگسالان یکسان نیست؟ با ذکر تجهیزات ایمنی خودرو، به صورت موردی دلیل ارایه کنید.
۴. دو روش عمده که در آرام‌سازی ترافیک به کار می‌روند، کدام هستند؟
۵. نقش بازرسی ایمنی راه در ایمنی چیست؟
۶. نحوه گروه‌بندی نقاط حادثه‌خیز به منظور ایمن‌سازی آن چگونه است؟
۷. چه راهکارهایی برای تغییر وسیله سفر^۱ از وسایل غیر ایمن به ایمن وجود دارد؟
۸. کلاه ایمنی موتورسواری چه شرایطی برای کارکرد موثر و راحتی موتورسوار (یا ترک‌نشین) باید داشته باشد؟

^۱. Modal Shift



فصل پنجم

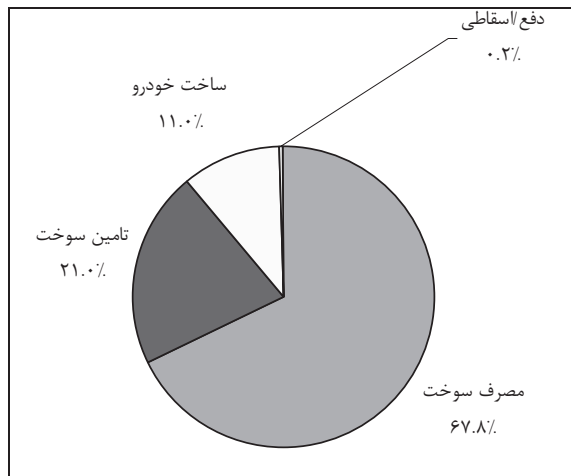
حمل و نقل و محیط زیست

اهداف

- هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:
۱. آشنایی آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از حمل‌ونقل
 ۲. آشنایی با روش‌های کنترل آلاینده‌ها
 ۳. توجه به منظر شهری و آثار تاریخی در مطالعات حمل‌ونقل

۵. حمل و نقل و محیط زیست

خودروها به اشکال گوناگونی بر محیط زیست اثر دارند. شروع اثرات از هنگامی است که خودرو ساخته می‌شود و تا دفع یا بازیافت قطعات پس از طی عمر خودرو، ادامه دارد. در طول عمر یک خودرو، بیشترین زیان زیست‌محیطی، طی زمان رانندگی است و عمدتاً با مصرف سوخت همراه است. شکل (۵-۱) تقسیم چرخه عمر یک خودروی معمولی را (از پدید آمدن تا نابودی) با میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در هر دوره نشان می‌دهد، که رابطه نزدیکی با مصرف انرژی دارد.



شکل شماره ۵-۱: میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در چرخه عمر یک خودرو

البته خودروهای امروزی به طور متوسط، تا ۷۵٪ قابل بازیافت هستند و با استفاده از فولاد بازیافتی، از مصرف انرژی و آلودگی کاسته می‌شود. اجزای فلزی دیگر مانند آلومینیوم (در بعضی قسمت‌های موتور یا چرخ) و مس (در سیم‌کشی) نیز تا حد زیادی قابل بازیافت هستند. سرب و اسید موجود در باتری، سمی و خطرناک است، اما باتری نیز اگر به ایستگاه

سرویس، فروشگاه قطعات یا تأسیسات ضایعات زیان‌بار شهرداری منتقل شود، قابل بازیافت است. بازیافت پلاستیک‌ها که بیشتر از نفت ساخته می‌شود، دشوارتر است. در هر حال، تا درجه‌ای از آلودگی مربوط به این اجزاست. اما بیشتر آلودگی مربوط به مصرف انرژی، آلودگی هوا و رها شدن مواد سمی است که هنگام ساخت و بهره‌برداری از خودروها، روی می‌دهد.

بیشتر اثرات زیست‌محیطی خودروها هنگامی روی می‌دهد که از آن‌ها استفاده می‌شود، و ناشی از آلودگی گازهای خروجی اگزوز و نیز آلودگی همراه با تأمین سوخت است. در ایالات متحده آمریکا تقریباً تمام خودروهای امروزی بنزین مصرف کرده و تعداد اندکی نیز با گازوییل کار می‌کنند. در بعضی مناطق سوخت‌های جایگزین مختلفی عرضه می‌شود اما برای همه رانندگان قابل دسترسی نیست. هنگامی که بنزین، گازوییل یا سوخت‌های دیگر در موتور خودرو می‌سوزد، هیچ‌گاه عمل احتراق کامل نیست، و بنابراین مخلوطی از آلاینده‌های زیان‌بار از اگزوز خارج می‌شود.

در این بخش، ابتدا عوارض و اثرات حمل‌ونقل بر محیط زیست برشمرده می‌شود. سپس، راهکارهای کاهش آلودگی هوا بیان می‌شود، زیرا آلودگی هوا مهم‌ترین عارضه زیست‌محیطی حمل‌ونقل است.

۵-۱. عوارض زیست‌محیطی حمل‌ونقل

ارزیابی پروژه‌های حمل‌ونقلی به شدت به فرآیند ارزیابی عوارض زیست‌محیطی^۱ (EIA) متکی است. این موضوع به ویژه در مواردی مانند مطالعات امکان‌سنجی^۲ پروژه‌ها،

اولویت‌بندی آن‌ها برای بودجه و یا انتخاب بین گزینه‌های مستقل، اهمیت می‌یابد.

کاهش عوارض زیست‌محیطی، یکی از اجزای مهم برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری تسهیلات حمل‌ونقل به شمار می‌آید. عوارض را می‌توان به دو گروه طبقه‌بندی کرد: نخست، آن‌هایی که عمدتاً در سطح شبکه و سیستم^۳ بروز می‌کنند، و دوم آن‌هایی که عمدتاً به تسهیلات منفرد^۴ مربوط می‌شوند. کاهش عوارض در سطح سیستم مانند کیفیت هوا، مصرف انرژی و کاربری زمین، یکی از مسایل اساسی در فرآیند برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و مطالعات ترافیک است. دامنه‌سنجش این عوارض بسیار وسیع است و می‌تواند کلیه مسایل محیط زیست انسانی شامل اجتماعی، اقتصادی و زیبایی‌شناختی، و نیز عوارض وارد بر محیط زیست طبیعی را در بر گیرد. تهیه فهرست کاملی از این عوارض امکان‌پذیر نیست، ولی عمده‌ترین آن‌ها، موارد زیر را تحت تأثیر قرار خواهد داد:

- کیفیت هوا
- کیفیت صوت (سر و صدا) در فضای شهرها
- مصرف سوخت

1. Environmental Impact Assessment (EIA)

2. Feasibility Study

3. System-Level

4. Facility-Level

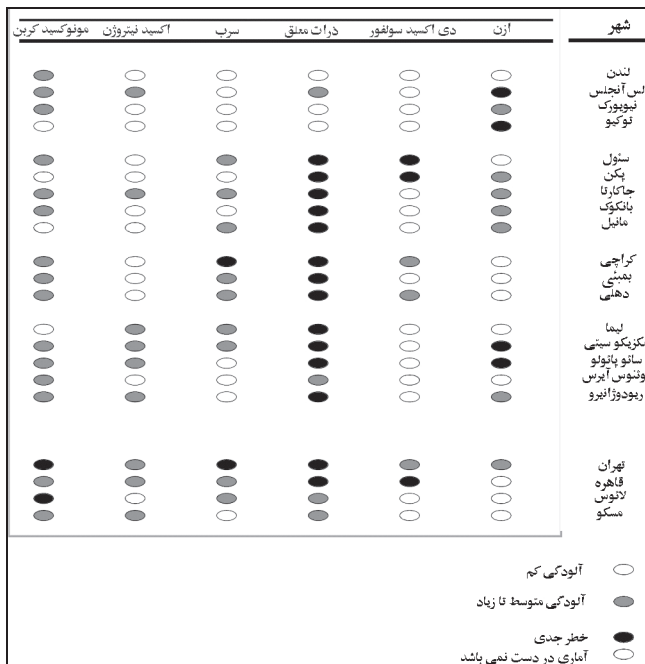
- کاربری زمین
- اجتماع و اقتصاد
- نقل مکان و جدایی جمعیت
- نواحی حساس زیست محیطی
- آثار تاریخی و باستانی
- ساخت و ساز
- چشم انداز شهری

۵-۱-۱. کیفیت هوا

تأمین انرژی حرکت در حمل و نقل، مستلزم احتراق سوخت‌های فسیلی است. آلودگی هوا از سوختن ناقص کربن، هیدروکربن‌ها یا دیگر اجزای ترکیبی موجود در سوخت یا هوا در هنگام احتراق ایجاد می‌شود. این روند آلاینده‌های خاصی شامل مونوکسید کربن (CO)، دود، ذرات جامد معلق (PM)، گازهای مختلف، بخار هیدروکربن‌ها (HC)، اکسید گوگرد و نیتروژن، گوگرد (سولفات) و نیترات تفکیک شده (NO_x)، خاکستر و سرب تولید می‌کند. این آلاینده‌ها می‌توانند با اتمسفر واکنش نشان دهند. تجزیه‌های ثانویه و دیگر آلاینده‌های ثانوی نیز به صدمات می‌افزاید. احتراق، دی‌اکسید کربن (CO_2) تولید می‌کند که اصلی‌ترین گاز گلخانه‌ای است. شکل (۵-۲) میزان وجود این آلاینده‌ها را در برخی شهرهای بزرگ نشان می‌دهد. ارتباط میان آلودگی ناشی از تردد خودرو و سلامتی در سیاست‌های حمل و نقل و سلامت جوامع، روز به روز بیشتر مورد توجه قرار گرفته و در این

راستا نیاز به سیستم حمل و نقل دوستدار محیط زیست یا حمل و نقل سبز^۱ بیشتر احساس می شود.

جدول (۵-۱) مقدار آلاینده های اصلی که توسط خودروهای سواری متوسط و خودروهای باری سبک در یک سال تولید می شود را نشان می دهد. باید به این نکته توجه شود که میزان آلودگی ناشی از خودروها با توجه به استانداردهای آلودگی خودرو، کارکرد تجهیزات کنترل آلاینده، تعمیر و نگهداری خودروها، مقدار و کیفیت سوختی که مصرف می کنند، متفاوت است. همان طور که دیده می شود خودروی باری سبک به طور متوسط ۴۰ درصد بیشتر از سواری، آلودگی ایجاد می کند [۵].



شکل شماره ۵-۲: وضعیت آلودگی هوا در برخی شهرهای جهان

¹. Green Transportation System

جدول شماره ۵-۱: میزان آلاینده‌گی (کیلوگرم در سال) خودروهای سواری و باری با فرض ۲۴۰۰۰ کیلومتر در سال رانندگی (۲۰۰۳)

خودرو	CO	CO ₂	NO _x	HC	PM
سواری سبک	۹۰	۹۸۶۰	۱۵	۱۳	۱/۵
باری سبک	۱۰۰	۱۳۶۷۰	۲۲	۱۹	۲

۵-۱-۲. کیفیت صدای فضای شهری

کلیه پروژه‌های حمل‌ونقلی در شهر ایجاد سر و صدا می‌کنند. چنانچه ارزیابی عوارض سر و صدا مد نظر باشد، باید دامنه عوارض مشخص و شاخص‌های پیشنهادی کاهش سر و صدا برای پروژه تعریف شود. در کشورهای در حال توسعه در مقایسه با کشورهای توسعه یافته، سر و صدای ناشی از خودروها کمتر جدی گرفته می‌شود. سطوح خیابان‌ها در کشورهای در حال توسعه آزمایش شده و نشان می‌دهد میزان آزار دهنده بودن سر و صدا ناشی از آن‌ها قابل توجه است. البته مطالعات نشان داده است که سر و صدای حمل‌ونقل شهری خطری جدی محسوب نمی‌شود. روند کاستن عوارض سر و صدا شامل کنترل صدا در منبع، مکان‌یابی و طراحی تسهیلات برای حداقل‌سازی عوارض سر و صدا، احداث موانع صدا است. برای مثال، نصب دیوارهای بتنی در حاشیه‌ی بزرگراه، مانع مناسبی برای جلوگیری از رسیدن صدا به کاربری‌های مجاور خواهد بود [۶].

۵-۱-۳. مصرف سوخت

مصرف انرژی نیز مانند کیفیت هوا، از عوارض مهم کل سیستم حمل و نقل به شمار می آید که برقرار کردن ارتباط آن با پروژه‌های منفرد دشوار است. در این مورد، معمولاً ارزیابی شامل بحثی کلی درباره میزان مصرف انرژی در گزینه‌های مختلف خواهد بود.

۵-۱-۴. کاربری زمین

تاثیر پروژه‌های بزرگ حمل و نقل بر کاربری زمین معمولاً چشم‌گیر است. در این صورت باید روندهای موجود کاربری زمین بررسی شده، سازگاری پروژه پیشنهادی با طرح‌ها و سیاست‌های کاربری زمین، شناسایی و هر گزینه‌ای که گرایش به ترویج الگوهای نامطلوب کاربری زمین دارد، حذف شود.

۵-۱-۵. اجتماع و اقتصاد

این عوارض شامل تغییر در محله‌ها و پیوستگی نواحی شهری، تغییر در الگوی سفرها و دسترسی‌ها، تاثیر بر مناطق آموزشی، نواحی تفریحی، مراکز تجاری، خدمات اضطراری، عوارض ایمنی و عوارض بر اقتصاد محلی و منطقه‌ای، و مانند آن‌هاست. این گونه عوارض می‌توانند بسته به شرایط، سازنده یا مخرب باشند. در مورد راه‌ها و معابر شهری ضوابط زیست‌محیطی ایجاب می‌کند که گروه‌های اجتماعی ذینفع و آسیب‌پذیر مشخص شوند.

۵-۱-۶. نقل مکان

در صورتی که سکونت‌گاه موجود به عنوان بخشی از پروژه حمل‌ونقل تخریب شود، باید سکونت‌گاه جایگزین ایمن، شایسته و سالم در اختیار گذارده شود. در صورتی که نقل مکان لازم باشد، باید برآوردی از تعداد خانوارهای جابجا شونده انجام شود. به عنوان مثال می‌توان به تخریب منازل مسکونی برای ساخت یک بزرگراه شهری یا تعریض معابر اشاره کرد.

۵-۱-۷. نواحی حساس زیست‌محیطی

انواع مختلفی از نواحی آسیب‌پذیر در محیط زیست وجود دارند. بسیاری از این‌ها در قوانین و مقررات حفاظت محیط زیست شناسایی شده‌اند. در صورت وجود چنین نواحی، باید ارزیابی عوارض زیست‌محیطی صورت گرفته و هرگونه اقدامات کاهش اثرات مخرب طرح پیشنهادی بررسی و مستند شود [۶].

۵-۱-۸. آثار تاریخی و باستانی

در بسیاری موارد، ممکن است پروژه‌های حمل‌ونقلی در محیط‌های تاریخی و باستانی عوارضی برجای گذارند. این عوارض ممکن است منفی یا مثبت باشد، مثلاً هنگامی که محوطه بر اثر ساخت‌وساز تخریب می‌شود و یا از این جهت که ممکن است دسترسی بهتری را برای بازدیدکنندگان فراهم آورد. در ارزیابی عوارض زیست‌محیطی باید بررسی شود که آیا محوطه‌های باستانی یا تاریخی تحت تأثیر قرار خواهند گرفت یا نه و سازگاری با سایر الزامات قانونی و از جمله هماهنگی با سازمان میراث فرهنگی مورد توجه قرار گیرد.

۵-۱-۹. ساخت و ساز

احداث پروژه‌های حمل و نقلی می‌تواند عوارض اجرایی شامل گرد و غبار، آلودگی هوا، آب، فرسایش شیب‌های حفاظت نشده در حین عملیات خاکی، عوارض نواحی قرضه و دپو کردن مصالح برای کارهای خاکی، ایجاد سر و صدا، اختلال در الگوی سفر و ملاحظات ایمنی ترافیک در مناطق کارگاهی دربر داشته باشد. در ارزیابی عوارض زیست‌محیطی باید عوارض احتمالی ساخت و ساز مورد بررسی قرار گرفته و طرح‌هایی برای کنترل یا کاهش آن‌ها ارائه کند.

۵-۱-۱۰. عوارض وارد بر چشم‌انداز

پروژه‌های حمل و نقلی غالباً به تغییرات شدید در نمای محیط منجر می‌شوند. در ارزیابی عوارض زیست‌محیطی، باید مباحث زیباشناختی، جنبه‌های معماری، هرگونه کارهای هنری لازم در پروژه، منظرسازی و مانند آن‌ها، هم از دیدگاه کاربران و هم غیر کاربران مورد توجه قرار گیرد. برای کاهش عوارض زیست‌محیطی، می‌توان طراحی تسهیلات را به روش‌های مختلف اصلاح کرد. یکی از اهداف مطالعات امکان‌سنجی اولیه، تعیین نواحی آسیب‌پذیر و حساس از لحاظ زیست‌محیطی است. تا حد ممکن باید از دست‌اندازی بر این نواحی پرهیز شود.

۵-۲. کنترل آلاینده‌گی زیست‌محیطی حمل و نقل شهری

حمل و نقل یکی از بخش‌هایی است که نقش عمده‌ای در آلاینده‌گی محیط زیست شهری دارد و درصد قابل توجهی از آلودگی هوا در شهرها به دلیل سوختن بنزین در خودروهاست.

بخش اعظم آلاینده‌های مونواکسیدکربن و تخریب لایه ازن از آلودگی‌های ناشی از حمل‌ونقل شهری بوجود می‌آید. لازم به ذکر است که منابع غیرمتحرک آلاینده هوا (مانند کارخانه‌ها)، اغلب در فواصل دور از مرکز شهر هستند و عناصر آلاینده منتشر شده از این منابع، تا رسیدن به مراکز مسکونی پراکنده می‌شود. در نتیجه آلاینده‌های ناشی از خودروها نسبت به آن‌ها، خطر بیشتری برای سلامتی دارد. هر راهبرد و سیاستی برای کاهش آلاینده‌های بخش حمل‌ونقل شهری، مستلزم در نظر گرفتن جوانب گسترده این موضوع است. برخی از این سیاست‌ها که برای پیشگیری از رشد آلودگی ناشی از حمل‌ونقل در شهرها دارای اهمیت است، در ادامه بررسی می‌شود.

۵-۲-۱. بهبود کیفیت سوخت^۱

نحوه تأمین سوخت بر میزان آلودگی هوا، انتخاب نوع سوخت و میزان مصرف آن تأثیرگذار است. در کشورهای عضو بانک جهانی، اولین گام در بهبود کیفیت سوخت، حذف سرب از بنزین است. در گذشته، افزودن سرب به بنزین برای افزودن عدد اکتان معمول بوده است. از آنجا که سرب سمی است امروزه یک تشکل جهانی برای ممنوعیت افزودن سرب به بنزین شکل گرفته و در حال فعالیت است. بیش از ۷۵٪ بنزینی که امروزه در دنیا خرید و فروش می‌شود، بدون سرب است. در حقیقت همه کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی (OECD)، و بسیاری دیگر از کشورها نظیر بنگلادش، برزیل، هندوراس، مجارستان، مالزی و تایلند امروزه از بنزین بدون سرب استفاده می‌کنند. برخی دیگر از

^۱. Fuel Policy

کشورها نظیر اندونزی، ونزوئلا و اکثر کشورهای آفریقای جنوبی در حال پاکسازی بنزین از سرب هستند [۲۵].

۵-۲-۲. بهبود عملکرد خودروها^۱

بحث زیست‌محیطی در ارتباط با ساخت خودروهای جدید به دو بخش قابل تقسیم است:

- به کارگیری فناوری‌های جدید در خودروها،
- جایگزینی سوخت‌های موجود با سوخت‌هایی که با محیط زیست سازگاری بیشتری دارند.

۵-۲-۳. تعمیر و بازسازی خودروهای موجود

مسلم است که سهم تمام خودروها در تولید آلودگی یکسان نیست. معمولاً کارکرد ناصحیح خودروهای قدیمی و نیازمند تعمیر، باعث افزایش آلودگی در بخش حمل‌ونقل است. اگر بتوان این منابع تولید آلودگی را تعمیر، و یا به طور کامل از سیستم حمل‌ونقل حذف نمود، با هزینه نسبتاً کمی امکان کاهش میزان آلودگی تا حد زیادی وجود خواهد داشت.

واضح است که تصمیم‌گیری در مورد حذف یا تعمیر خودروهای آلاینده کار ساده‌ای نیست. پیش از هر اقدامی باید دانست که این خودروها سالانه چقدر در مناطق شلوغ رفت و آمد می‌کنند. خودروهای قدیمی که در شرایط نامناسبی قرار دارند نخستین نامزد برای خارج شدن از ناوگان حمل‌ونقل هستند. خودروهایی که آلودگی زیادی تولید می‌کنند ولی شرایط بهتری دارند ممکن است برای تعمیر در نظر گرفته شوند [۷].

^۱. Vehicle Policy

۵-۲-۴. وضع استانداردهای زیست محیطی

برای اعمال استانداردهای زیست محیطی، لازم است قوانینی برای بازرسی و معاینه فنی خودروها تنظیم شود. ضمن آن که برای تشویق رانندگان برای توجه به وضعیت خودروها باید تدابیری در مورد مالیات‌ها و هزینه‌های استفاده از خودروها اندیشید.

۵-۲-۵. بازرسی و معاینه فنی خودرو

بدون معاینه فنی و بازرسی خودرو استفاده از فناوری‌های کاهش آلودگی هیچ سودی نخواهد داشت. خودروهای معیوب معمولاً به شدت تولید آلودگی می‌کنند و باعث عدم توازن در مقدار کل آلودگی تولید شده توسط خودروها می‌شوند. طبق اطلاعات جمع‌آوری شده در هند، معاینه‌های یک ماه یکبار خودروهای دوچرخ نشان داد که تنها تعمیر جزئی خودروها باعث صرفه جویی ۱۷ درصدی اقتصادی و کاهش ۴۴ درصدی میزان CO شده است. واضح است که اگر سطح انجام تعمیرات بالاتر رود، رسیدن به استانداردهای وضعیت آلودگی ساده‌تر خواهد شد [۲۶].

به کارگیری یک روش مناسب برای کنترل و جریمه رانندگان متخلف می‌تواند باعث شود تا راه‌اندازی و نگهداری تاسیسات معاینه فنی هزینه‌بردار نباشد. معمولاً دلیل عدم رسیدگی صحیح به خودروها اجتناب از پرداخت پول است ولیکن رسیدگی به خودروها و رفع عیب آن‌ها همیشه هم هزینه‌بردار نیست و ممکن است نهایتاً به صرف صاحب خودرو باشد [۷].

۵-۲-۶. از رده خارج کردن خودروهای فرسوده

وقتی که استانداردهای کاهش آلودگی هوا به موقع به اجرا گذارده می‌شوند، قیمت خودروهای قدیمی کاهش یافته و مردم به سمت خرید خودروهای جدید جذب می‌شوند. بدیهی است که در چنین شرایطی اختصاص تسهیلاتی به مالکان خودروهای قدیمی و فرسوده برای تعویض خودروهایی که در طی سال در مناطق شلوغ شهر هنوز رفت و آمد چشمگیری دارند می‌تواند کمک بزرگی باشد. در انجام این کار به چند نکته می‌بایست توجه کرد:

- ۱- قدیمی‌تر بودن یک خودرو لزوماً به معنی فرسوده‌تر بودن آن نیست،
 - ۲- در تحویل خودروهای جدید باید دقت کرد تا مالکان خودروهایی که در حومه شهر رفت و آمد دارند برای دریافت تسهیلات مراجعه نکنند،
 - ۳- بهتر است ارایه تسهیلات به مالکان برای تعویض خودرو باشد نه تعمیر آن [۷].
- در بسیاری از کشورهای در حال توسعه به ویژه کشورهایی که در آنها آلودگی ناشی از ذرات معلق بسیار پراهمیت است، خودروهای تجاری نظیر اتوبوس، کامیون و تاکسی، از مهم‌ترین منابع تولید آلودگی در مناطق شهری محسوب می‌شوند. برخی کشورها در جایگزینی زود هنگام این خودروها بسیار موفق بوده‌اند. به عنوان مثال مجارستان با صرف هزینه‌های زیادی اقدام به تعویض اتوبوس‌ها و کامیون‌های قدیمی با انواع بسیار مدرن و استاندارد نمود [۲۷].

۵-۲-۷. اولویت سیستم حمل و نقل عمومی

در کشورهای در حال توسعه اتوبوس‌ها معمولاً وسیله‌ی سفر منتخب قشر کم‌درآمد هستند که به دلیل توقف زیاد در ایستگاه‌ها و روشن بودن موتور و کارکرد بیهوده در ترافیک سنگین، به شدت تولید آلودگی می‌کنند. توجه و رسیدگی به سیستم اتوبوسرانی نه تنها در کاهش آلودگی هوا بسیار مؤثر خواهد بود بلکه باعث ترجیح اتوبوس به خودروی شخصی خواهد شد. با جذب بیشتر مسافران به سیستم اتوبوسرانی، درآمد این بخش نیز افزایش خواهد یافت. در نظر گرفتن مسیر ویژه برای اتوبوس‌ها و همچنین طراحی یک شبکه منظم و فراگیر برای انتقال مسافران، می‌تواند باعث کاهش تقاضای استفاده از خودروی شخصی برای سفر به مناطق مرکزی شهر باشد [۸].

۵-۲-۸. مدیریت ترافیک

ازدحام و شلوغی^۱ ترافیک باعث کاهش سرعت حرکت خودروها و افزایش اکثر عوامل تولید آلودگی غیر از NO_x می‌شود. افزایش سرعت متوسط ترافیک شهری از 10 km/h به 1 km/h می‌تواند باعث کاهش ۴۰ درصدی تولید CO_2 شود. اگرچه امکان کاهش شلوغی ترافیک برای کوتاه مدت وجود دارد، ولی چنین کاهشی باعث تشویق به استفاده بیشتر از خودروها شده و در نتیجه در درازمدت شهر مجدداً با مساله شلوغی، روبرو خواهد گردید. تحقیقات نشان داده که راه‌حل این معضل افزایش ظرفیت و سرعت معابر است. برای کاهش

^۱. Congestion

میزان آلودگی بدون افزودن بر حجم ترافیک راه‌ها، هماهنگ‌سازی چراغ‌های راهنمایی و آرام‌سازی سرعت خودروها بدون متوقف کردن آن‌ها راهکارهای بهتری هستند [۸].

۵-۲-۹. مدیریت تقاضای سفر

سیاست‌گذاران در برخی از پرتراфик‌ترین شهرهای دنیا، به تازگی به فکر راه‌حل‌های جدید و مستقیمی برای کنترل وضعیت آلودگی به کمک روش‌هایی نظیر ممنعت از تردد برخی خودروها طبق شماره پلاک آن‌ها در روزهای خاصی از هفته افتاده‌اند (طرح تردد زوج و فرد^۱). چنین رویه‌ای ابتدا در مکزیکوسیتی به کار گرفته شد و سپس در بسیاری شهرهای دیگر مورد تقلید قرار گرفت. این سیاست ممکن است در ماه‌های اولیه اعمال ممنوعیت، باعث کاهش چشمگیر حجم ترافیک شود ولی در درازمدت اثربخشی آن کاهش خواهد یافت. چرا که برخی خانواده‌ها اقدام به خرید خودروی دیگری با شماره پلاک متفاوت خواهند کرد که بتوانند همیشه با آن‌ها تردد کنند و یا اینکه از خودروهای قدیمی که در خانه موجود بوده و در شرایط عادی از آن استفاده نمی‌شود، استفاده خواهند کرد. یکی دیگر از این تدابیر که در برخی شهرها مورد استفاده است ایجاد ممنوعیت تردد در ساعات اوج ترافیک است که برای هر گروه از خودروها اعمال می‌شود [۲۸].

از سیاست‌های دیگری که در این زمینه به کار گرفته شده است می‌توان به انحصاری کردن برخی مناطق تجاری شهرها پرداخت. به این معنی که در مناطق انحصاری، فقط عابران پیاده حق تردد دارند. وقتی اولین بار تئوری چنین اقدامی مطرح شد انتظار کاهش

¹ . Odd/ Even License Plate Number Restriction

فروش مراکز تجاری و در نتیجه اعتراض آن‌ها به این قضیه می‌رفت، ولی پس از اجرای این طرح، با توجه به آرامش ایجاد شده در محیط خرید و ضرورت حرکت پیاده‌ها در امتدادی از مسیر بازار، وضعیت تجاری در این مناطق بهبود نیز یافت. در این موارد تقویت سیستم حمل‌ونقل همگانی نیز ضروری خواهد بود.

تحقیقات در برخی کشورهای صنعتی نشان داده که در درازمدت، نوسان قیمت^۱ بنزین به حدی خواهد رسید که اعمال مالیات بر سوخت، سیاستی در راستای کاهش استفاده از خودروها و حجم سفر خواهد بود. تحقیقات بانک جهانی نشان داده که گرفتن مالیات بر مصرف بنزین، در مقایسه با طراحی یک برنامه جامع کنترل پلاک خودروها (بدون در نظر گرفتن مالیات) بسیار مفیدتر است. با در نظر گرفتن هزینه‌های جانبی مالکیت خودرو نظیر بیمه، پارکینگ و غیره این رقم بالاتر هم خواهد رفت [۲۹].

خلاصه

در این فصل، ارتباط متقابل حمل‌ونقل و محیط زیست مورد توجه قرار گرفت. به این منظور ابتدا عوامل مرتبط با ایجاد آلودگی هوا، آلودگی صوتی، تخریب دید و منظر، جدایی جمعیتی و غیره معرفی شده و سپس راهبردهایی برای کاهش عوارض کیفی و کمی منفی حمل‌ونقل بر محیط زیست عنوان شد. استفاده بیشتر از حمل‌ونقل همگانی، ایجاد محدودیت تردد برای خودروهای شخصی، مدیریت قیمت سوخت و اخذ عوارض و مالیات مصرف سوخت، راهکارهای موثری برای کاهش تردد خودروها و کاهش آلودگی‌های ناشی از آن‌هاست.

^۱. Price Elasticity

خودآزمایی

۱. انواع عوارض حمل و نقل بر محیط زیست را نام ببرید.
۲. نقش مدیریت تقاضای سفر در کاهش آلودگی هوا چیست؟ با توجه به سرفصل‌های فصل اول، موارد مرتبط با آلودگی هوا را بررسی کنید.
۳. برخی از سیاست‌های کشورهای مختلف در خروج ناوگان فرسوده را بررسی کنید.
۴. انواع گازهایی که از خودروهای سبک و سنگین متصاعد می‌شوند را نام ببرید. میزان اثرات مخرب کدام گاز بیشتر است؟ اولویت‌بندی کنید.
۵. راهکارهای کاهش آلودگی صوتی حمل و نقل درون شهری چیست؟
۶. رابطه مصرف سوخت، آلاینده‌گی و سرعت خودرو برای آلاینده‌های مختلف چگونه است؟
۷. چه سوخت‌هایی را می‌توان به عنوان جایگزین سوخت‌های فسیلی رایج استفاده کرد؟ مزایا و معایب هر سوخت را بررسی کنید.



فصل هشتم

سیستم‌های هوشمند حمل و نقل

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. مفهوم حمل‌ونقل هوشمند
۲. مزایای سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل
۳. شناخت کاربردهای سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل

۶. سیستم‌های هوشمند حمل و نقل

سیستم‌های هوشمند حمل و نقل^۱ (ITS)، طیف وسیعی از ابزارهای مدرن را برای مدیریت شبکه حمل و نقل و خدمت‌رسانی به مسافران شامل می‌شود. اساس ابزارهای ITS شامل سه شاخص است: اطلاعات^۲، ارتباطات^۳ و یکپارچگی^۴. جمع‌آوری، پردازش، هماهنگی و ارائه اطلاعات، قلب ITS را تشکیل می‌دهد.

همانند سایر قسمت‌های تجارت و حکومت در سراسر جهان، ساختار و عملکرد سیستم حمل و نقل به وسیله رایانه و فناوری‌های ارتباطی که مجموعاً فناوری اطلاعات^۵ (IT) نامیده می‌شود، متحول و دگرگون شده است. کاربرد فن‌آوری اطلاعات (IT) در حمل و نقل، سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS) نامیده می‌شود که توانایی جمع‌آوری، سازمان‌دهی، تحلیل، استفاده و انتشار اطلاعات در مورد سیستم‌های حمل و نقل را فراهم می‌کند. بر اساس تعاریف ITS می‌توان نتیجه گرفت که:

- ITS یک پشتیبانی قوی از عملکرد سیستم حمل و نقل نظیر مدیریت ترافیک، بررسی مکرر روسازی راه، مدیریت حمل و نقل همگانی و غیره فراهم می‌کند.
- ITS می‌تواند داده‌های به دست آمده از سیستم حمل و نقل همگانی را ذخیره و ارزیابی کند که این اطلاعات برای طراحی که بهبود سیستم حمل و نقل را ارزیابی می‌کنند یا برای دیگران که وضع ایمنی جاده را ارزیابی می‌کنند، مفید است.

1. Intelligent Transportation Systems (ITS)
 2. Information
 3. Communication
 4. Integration
 5. Information Technology

- ITS با ایجاد فناوری‌ها در داخل خودرو موجب بهبود ایمنی، بهره‌وری و راحتی می‌شود.

۶-۱. مزایای استفاده از ITS

اداره کنندگان شبکه حمل‌ونقل، کاربران خودروها، مسافران، برنامه‌ریزان شهری و به طور کلی تمامی کسانی که از طریق حمل‌ونقل امرار معاش می‌کنند، جزء کسانی هستند که از ITS سود می‌برند. مهم‌ترین فواید استفاده از ITS را می‌توان به شرح زیر عنوان نمود:

- کاهش تصادفات،
- کاهش ازدحام و شلوغی ترافیک،
- نظارت و حفظ محیط زیست،
- افزایش بهره‌وری و کارایی،
- افزایش راحتی.

۶-۱-۱. کاهش تصادفات

ITS با کاهش تعداد و شدت تصادفات و نیز کاهش زمان ارایه خدمات اورژانسی، کمک شایانی به افزایش ایمنی می‌کند. در این مورد مدیریت سرعت (هشدار، عکس‌العمل راننده، کنترل) و نظارت بر خودرو بیشترین کاربرد را دارد. برخی ابزارهای ITS در این زمینه عبارتند از:

- کنترل سرعت خودرو^۱،
- سیستم‌های شناسایی تصادف و هشدار^۱،

^۱. Adaptive Speed Control

- ارائه خدمات اورژانسی سریع‌تر^۲،
- دوربین‌های کنترل تصویری به منظور اعمال مقررات سرعت و توقف در چراغ قرمز^۳،
- کنترل خودکار ترافیک برای عابرین پیاده و دوچرخه سواران^۴،
- نظارت آب‌وهوایی و اقلیمی^۵،
- سیستم‌های پیشگیری از برخورد^۶،
- سیستم‌های تسهیل و افزایش قدرت دید^۷، [۳۰]

۶-۱-۲. کمک به کاهش شلوغی

شلوغی و ازدحام ترافیک مشکل اصلی بسیاری از کاربران سیستم‌های حمل‌ونقل شهری است و یکی از اهداف اصلی برنامه‌های ITS در سراسر جهان، افزایش کارایی سیستم‌های حمل‌ونقل موجود است. تعدادی از خدمات ITS که به رفع شلوغی کمک می‌کنند، عبارتند از:

- مدیریت تقاضا
- پرداخت الکترونیکی
- کنترل دسترسی
- کارایی شبکه

1. Incident Detection and Warning Systems
2. Faster Emergency Response Times
3. Camera Systems for Speed and Traffic Signal Enforcement
4. Automatic Traffic Control for Pedestrians and Cyclists
5. Weather and Micro-Climature Monitoring
6. Anti-Collision System
7. Enhanced Vision System

- کنترل منطقه‌ای ترافیک^۱
- کنترل رمپ^۲
- شناسایی و مدیریت سوانح^۳
- اطلاع‌رسانی به راننده^۴
- تشویق به تغییر وسیله سفر
- برنامه‌ریزی پیش از سفر^۵
- سیستم‌های اطلاع‌رسانی به مسافر^۶
- اولویت عبور اتوبوس^۷ [۳۰]

۶-۱-۳. نظارت و حفظ محیط زیست

بدون حفاظت از محیط زیست و بهبود بخشیدن به آن، نمی‌توان به حمل‌ونقل پایدار^۸ دست یافت. برای کنترل آلودگی هوا در مرکز بسیاری شهرها از ITS استفاده می‌شود. از آنجا که در شرایط ترافیکی سنگین و متراکم، وضعیت آلودگی هوا بدتر می‌شود، بنابراین هر سیستم ITS که جریان ترافیک را بهبود می‌بخشد، احتمالاً باعث کاهش آلودگی نیز خواهد شد. سایر خدمات ITS در این بخش شامل موارد زیر است:

- پایش آلودگی^۹

1. Area Traffic Control
2. Ramp Metering
3. Incident Detection and Management
4. Driver Information
5. Pre-trip Planning
6. Passenger Information Systems
7. Bus Priority
8. Sustainable Transportation
9. Pollution Monitoring

- اطلاعات کیفیت هوا^۱،
- راهبردهای مدیریت تقاضا^۲،
- کنترل دسترسی به مناطق بسیار آلوده^۳،

۶-۱-۴. افزایش بهره‌وری و کارایی عملکردی

اغلب خدمات ITS باعث کاهش هزینه‌های عملکردی و بهبود بهره‌وری می‌شوند. برخی از این خدمات عبارتند از:

- مکان‌یابی خودکار خودروها^۴ (AVL)،
- رهگیری خودکار کالا و بار^۵،
- اعزام رایانه‌ای نیروهای امداد^۶ (CAD)،
- مدیریت ناوگان^۷،
- پایش عملکرد راننده (برای کاهش خسارت)^۸،
- اخذ الکترونیکی عوارض^۹.

1. Air-Quality Information
2. Demand Management Strategies
3. Access Control to High-Pollution Areas
4. Automatic Vehicle Locationing
5. Automatic Cargo Tracking
6. Computer-Aided Dispatch
7. Fleet Management
8. Driver Monitoring (reducing damage)
9. Electronic Toll Collection

۶-۱-۵. افزایش راحتی سفر

راحتی ناوگان، قابلیت اطمینان و ایمنی شبکه حمل‌ونقل برای کاربران سیستم حمل‌ونقل مهم است. با استفاده از خدمات ITS، کاربران می‌توانند پیش از آغاز سفر اطلاعات بهتری در مورد شرایط سفر، شلوغی ترافیک و شرایط آب‌وهوایی داشته باشند و در نتیجه، فشار روانی وارد به راننده کاهش می‌یابد. از طرفی ITS برای کاربران حمل‌ونقل همگانی، اطلاعاتی مانند زمان رسیدن اتوبوس، تأخیر آن و اطلاعات دقیق و لحظه‌ای سرویس‌های مختلف را ارائه می‌کند. در نتیجه مسافران می‌توانند با راحتی بیشتری برنامه سفر و مقصد خود را انتخاب کنند. خدمات تعریف شده در این بخش عبارتند از:

- اطلاعات لحظه‌ای ترافیکی^۱
- راهنمای پویای مسیریابی^۲
- رهگیری خودرو^۳ (به عنوان مثال برای امدادسانی)
- اطلاعات لحظه‌ای حمل‌ونقل همگانی
- سیستم پرداخت با کارت هوشمند^۴ برای حمل‌ونقل همگانی

۶-۲. خدمات کاربر

کشورهایی که برنامه‌های ITS را اجرا کرده‌اند، در سال‌های اخیر به یک اجماع در مورد طیف کاربردهای ممکن برای ITS دست پیدا کرده‌اند، که با مفهوم خدمات کاربر^۱ معرفی

1. Real-time Traffic Information
2. Dynamic Route Guidance
3. Vehicle Tracking
4. Smart Card

شده‌اند. یک طبقه‌بندی ترکیبی از خدمات کاربر به عنوان طبقه‌بندی استاندارد ایزو^۲ در جدول (۱-۶) ارائه شده است. با داشتن فهرستی از خدمات کاربر ITS، تصمیم‌گیرندگان، گزینه‌های مختلفی از اقدامات برای حل مشکلات حمل‌ونقل را در اختیار دارند و قادر خواهند بود برای حل مسایل حمل‌ونقلی از قبیل تصادفات، آلودگی محیط زیست و شلوغی، این سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل را اجرا کنند [۳۰].

¹. User Services

². International Organization for Standardization (ISO)

جدول شماره ۶-۱: خدمات کاربر

ردیف	خدمات کاربر	کاربردها
۱	سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک ^۱ ATMS	۱- پشتیبانی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، ۲- کنترل ترافیک، ۳- مدیریت سوانح ۴- مدیریت تقاضا، ۵- سیاست‌گذاری و اجرای قوانین ترافیکی ۶- مدیریت نگهداری تأسیسات زیربنایی
۲	سیستم‌های پیشرفته اطلاعات مسافر ^۲ ATIS	۱- اطلاع‌رسانی پیش از سفر، ۲- اطلاع‌رسانی به راننده در حین سفر، ۳- اطلاع‌رسانی حمل‌ونقل عمومی در حین سفر، ۴- سرویس‌های اطلاع‌رسانی شخصی، ۵- راهنمایی و هدایت مسیر
۳	سیستم‌های پیشرفته کنترل خودرو ^۳ AVCS	۱- افزایش دید، ۲- عملکرد خودروها خودکار، ۳- اجتناب از برخورد طولی، ۴- اجتناب از برخورد جانبی، ۵- بهبود ایمنی، ۶- به کارگیری عوامل پیشگیری قبل از برخورد
۴	عملکرد خودروهای تجاری ^۴ CVO	۱- ترخیص خودروی تجاری، ۲- فرآیندهای اداری خودروی تجاری، ۳- بازرسی خودکار ایمنی حاشیه راه، ۴- کنترل ایمنی خودروی تجاری با تابلو الکترونیکی، ۵- مدیریت ناوگان تجاری،
۵	سیستم‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی ^۵ (APTS)	۱- مدیریت حمل‌ونقل همگانی، ۲- مدیریت پاسخ به تقاضای حمل‌ونقل، ۳- مدیریت حمل‌ونقل اشتراکی
۶	سیستم‌های مدیریت اضطراری ^۶ (EMS)	۱- اعلام خطر و امنیت شخصی، ۲- مدیریت خودروهای اضطراری و اورژانس، ۳- اعلام خطر حادثه و مواد خطرناک
۷	پرداخت الکترونیکی ^۷ (EP)	۱- معاملات مالی الکترونیکی
۸	ایمنی	۱- امنیت سفرها، ۲- تقاطع‌های هوشمند،

1. Advanced Traffic Management Systems
2. Advanced Traveler Information Systems
3. Advanced Vehicle Control Systems
4. Commercial Vehicle Operations
5. Advanced Public Transportation Systems
6. Emergency Management Systems
7. Electronic Payment

کاربردها	خدمات کاربر	ردیف
	۳- بهبود ایمنی برای کاربران آسیب‌پذیر	

۶-۲-۱. سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک

سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک^۱ این اطمینان را ایجاد می‌کند که شبکه معابر با حداکثر ظرفیت خود کار می‌کند. بخشی از خدمات این سیستم عبارتند از:

- هماهنگی چراغ‌های راهنمایی برای حداقل کردن زمان تأخیر و کنترل صف‌ها،
- کنترل رمپ‌ها به طوری که چگالی خودروها در بزرگراه کمتر از حد اشباع باشد،
- شناسایی سوانح شامل تصادفات و خرابی خودروها و مدیریت آن،

۶-۲-۱-۱. کنترل ترافیک شهری

سیستم‌های کنترل ترافیک شهری^۲ (UTC) جزء اولین خدمات ITS محسوب می‌شوند. عملکرد اساسی این سیستم‌ها شامل موارد زیر است:

- جمع‌آوری خودکار اطلاعات ترافیکی نظیر حجم و چگالی تردد با استفاده از شناسه‌گرهای تردد،
- کنترل چراغ‌های راهنمایی بر اساس اطلاعات میدانی،
- اطلاع‌رسانی به رانندگان (نظیر اطلاعات وضعیت تردد از طریق تابلوهای پیام متغیر و دیگر وسایل اطلاع‌رسانی،
- ابلاغ دستورات از مرکز کنترل ترافیک به پلیس محلی.

^۱. Advanced Transportation Management Systems

^۲. Urban Traffic Control

سیستم‌های کنترل ترافیک اهداف زیر را تعقیب می‌کند:

- کاهش ازدحام ترافیک: سیستم کنترل ترافیک اساساً شلوغی و ازدحام ترافیک را کاهش می‌دهد. این کار به وسیله هماهنگ کردن مناسب چراغ‌های راهنمایی با شرایط ترافیکی و اطلاع‌رسانی به رانندگان از طریق تابلوهای پیام متغیر انجام می‌شود.
- کاهش آلودگی ناشی از ترافیک: سیستم کنترل ترافیک از طریق کاهش شلوغی ترافیک موجب کاهش تأخیرات وارده می‌شود و در نتیجه میزان آلودگی هوا کاهش می‌یابد.
- کاهش تصادفات ترافیکی: سیستم کنترل ترافیک باعث کاهش تصادفات رانندگی می‌شود. این کار از طریق آرام‌سازی ترافیک با استفاده از تابلوهای پیام متغیر انجام می‌شود. این تابلوها، رانندگان را از زمان سفر برای مقاصد خاص و بروز تصادف در پایین دست مطلع می‌کنند.
- صرفه جویی در انرژی: سیستم کنترل ترافیک به وسیله آرام‌سازی جریان ترافیک و کاهش زمان سفر موجب صرفه‌جویی در انرژی می‌شود.

۶-۲-۱-۲. سیستم‌های مدیریت بزرگراه و کنترل رمپ

سیستم مدیریت بزرگراه و کنترل رمپ^۱، وضعیت ترافیک را رصد نموده و سپس به رانندگان خودروها مسیر جایگزین و یا کاهش سرعت را توصیه می‌کند. کنترل رمپ از طریق اصلاح چراغ‌راهنمایی انجام می‌شود و هدف از آن، کنترل نرخ ورودی ترافیک از رمپ به بزرگراه است که می‌تواند چگالی خودروها در بزرگراه را زیر حد اشباع نگه دارد و بنابراین موجب بهبود جریان ترافیک در بزرگراه می‌شود.

^۱. Ramp Metering

۶-۲-۱-۳. مدیریت تقاضا

یکی از راه‌های کاهش شلوغی ترافیک، مدیریت تقاضای حمل و نقل است. این راهکار ممکن است شامل فناوری‌های ساده‌ای باشد، مثل تغییر زمان چراغ‌های راهنمایی برای کنترل حجم خودروهای ورودی به یک محدوده خاص. راهکار دیگر شامل کنترل دسترسی خودروهای خاص است. از این نوع راهکارها می‌توان به طرح زوج و فرد اشاره نمود. از جمله راهکارهای دیگر در مدیریت تقاضا، قیمت‌گذاری بر روی جاده‌ها در دوره اوج است، یعنی در دوره اوج برای عبور خودروها عوارض دریافت می‌شود. ابزارهای خاصی برای اجرای هر یک از این راهکارها وجود دارد که زیر نظر مرکز کنترل ترافیک^۱ قابل نصب هستند [۳۱].

۶-۲-۲. سیستم‌های پیشرفته اطلاعات مسافر

مسافران با استفاده از اطلاعات مناسب درباره مقصد، می‌توانند تصمیم‌های بهتر و آگاهانه‌تری اتخاذ نمایند. هدف سیستم اطلاعات مسافر، ارائه اطلاعات به مسافر برای رفع سردرگمی و تردید در انتخاب زمان، وسیله یا مسیر سفر است.

۶-۲-۱. ترافیک و اطلاعات مسافران

سیستم اطلاعات برای مسافران، اطلاعاتی را در مورد وضعیت ترافیک در اختیار مسافران قرار می‌دهد تا مسافران بتوانند تصمیم بهتری برای سفرشان بگیرند. به طور مثال، این

^۱. Traffic Control Center (TCC)

اطلاعات باعث اجتناب رانندگان از مسیرهای شلوغ می‌شود. یا رانندگان را به پارک کردن در پارکینگ و استفاده از حمل و نقل همگانی تشویق می‌کند. اطلاع‌رسانی به مسافران نقش زیادی در خدمت‌دهی و عملکرد ITS دارد. این اطلاعات می‌تواند شامل وضعیت ترافیک، پیشگویی زمان سفر، وضعیت آب‌وهوا، پارکینگ و اطلاعات پارک‌سوار باشد و از طریق رسانه‌های مختلف، مثل تابلوهای پیام متغیر¹ (VMS)، سیستم‌های اطلاعاتی درون خودرو، کیوسک‌های الکترونیکی، تلویزیون‌های کابلی گزارش‌دهنده وضعیت ترافیکی و رادیو پیام ترافیک منتشر شود. تابلوهای پیام متغیر، وجود مه و یخ‌زدگی، تعمیر جاده و هر نوع خطر دیگری را که در مسیر باشد، اخطار می‌دهد.

۶-۲-۲-۲. هدایت و راهنمای مسیر

برای پیدا کردن مسیر در شهر ناآشنا، استفاده تنها از نقشه‌های چاپ شده بسیار دشوار است. در این سیستم، هدایت خودرو از طریق سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS) و نقشه‌های دیجیتالی به این صورت انجام می‌شود که رانندگان مقصد را به سیستم وارد می‌کنند، آنگاه بهترین مسیر برای رسیدن به مقصد تعیین شده و راننده به آن مسیر هدایت می‌شود و یا وضعیت ترافیک مسیرهای مختلف مشخص شده و راننده خودش با توجه به وضعیت ترافیک مسیرهای مختلف، کوتاه‌ترین مسیر را انتخاب می‌کند.

¹. Variable Message Signs

۶-۲-۳. سیستم‌های پیشرفته کنترل خودرو

سیستم پیشرفته کنترل خودرو باعث افزایش ایمنی می‌شود و نقش کنترل خودرو و راننده را برعهده دارد. این سیستم می‌تواند بر روی خودروهای مختلف نظیر سواری، کامیون، اتوبوس و غیره نصب شود. این فن‌آوری در ابتدا شامل کنترل موتور و کنترل ترمز دینامیکی و غیره بود، اما امروزه فناوری‌های دیگری مانند تشخیص‌دهنده‌ی خواب آلودگی راننده، سیستم مادون‌قرمز دید در شب و حس‌گرهای هشداردهنده موقعیت خودرو نسبت به خطوط عبوری و غیره وارد بازار شده‌اند. در آینده با پیشرفت فناوری نیز سیستم‌های جلوگیری کننده از برخورد خودروها وارد بازار می‌شوند و رانندگان را از کنترل بخش یا کل خودرو خلاص می‌کنند.

۶-۲-۳-۱. سیستم جلوگیری از برخورد طولی خودروها

این سیستم قادر است با هشدار به راننده مانع از برخورد خودرو با مانع یا خودروی جلویی شود. این هشدار باعث کنترل سرعت و در نتیجه افزایش ایمنی در بزرگراه می‌شود. در ابتدا این سیستم به طور منفرد در یک خودرو و با استفاده از رادار، مادون قرمز یا لیزر با مشخص کردن فاصله بین دو خودرو و نزدیک شدن به خودروی جلویی عمل می‌کرد، اما امروزه این سیستم‌ها از طریق اطلاعات به دست آمده از تاسیسات جاده‌ای و یا بر اساس سرعت و مسافت نسبی خودروهای پشت‌سرهم، از طریق کاهش شتاب و ترمزگیری خودکار عمل می‌کنند.

۶-۲-۴. سیستم عملکرد خودروهای تجاری

مقررات مربوط به کنترل خودروها تجاری، شامل کنترل وزن، گواهینامه و مدارک و جواز عبور، موجب تأخیر بر خودروهای تجاری و افزایش هزینه جابه‌جایی کالا و بار می‌شود. کاربرد ITS برای خودروهای تجاری، در راستای کاهش تعداد توقف‌های غیرضروری و بهبود در عملکرد حمل‌ونقل تجاری است. سیستم عملکرد خودروهای تجاری (CVO)، شامل فناوری‌هایی مانند شناسایی خودکار خودروها، تایید مدارک مورد نیاز برای عبور از نقاط چک‌کننده و ایستگاه‌های کنترلی در محدوده‌های مرزی، توزین وسیله نقلیه در حین حرکت^۱، صدور بارنامه‌ها و قبض‌های الکترونیکی برای جابه‌جایی مواد خطرناک و جمع‌آوری خودکار عوارض در جاده‌های عوارضی است.

خودروهای تجاری ممکن است که به سیستم‌های موقعیت‌یابی خودکار خودروها (AVL) مجهز باشند، که این سیستم ردیابی خودروها را تسهیل می‌کند. این فناوری می‌تواند برای حمل بارهای خطرناک و یا با ارزش بسیار مهم باشد. این سیستم می‌تواند در بهبود مدیریت ناوگان در حمل‌ونقل بین وسایل مختلف نیز بسیار مفید باشد.

۶-۲-۵. سیستم‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی

سیستم‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی به منظور بهبود کارایی و استفاده هرچه بیشتر کاربران از خدمات حمل‌ونقل همگانی به کار گرفته می‌شوند. در این سیستم اطلاعاتی چون ساعات کار، کرایه مسافران و اطلاعات سایر سیستم‌های حمل‌ونقل از طریق اینترنت یا

^۱. Weigh-In-Motion

رسانه‌های دیگر در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. سیستم جمع‌آوری خودکار کرایه، که نیاز به پول خرد را برطرف می‌کند، از جمله این سیستم‌ها است [۳۱].

۶-۲-۵-۱. اطلاعات حمل‌ونقل همگانی

یک راه ارتقای استفاده از حمل‌ونقل همگانی، فراهم کردن اطلاعات بهتری درباره آن‌هاست، در بسیاری از موارد، نبود اطلاعات مانع از تغییر وسیله سفر از خودروی شخصی به حمل‌ونقل همگانی می‌شود. اطلاعات درباره برنامه زمانی، کرایه، مسیرهای ارتباطی و غیره می‌تواند در خانه، دفتر کار و یا در حین سفر، توسط رسانه‌های مختلف مانند اینترنت، کیوسک‌ها اطلاع رسانی، تلفن و ایستگاه‌های «از من بپرس» در اختیار کاربران قرار گیرد. این سیستم‌ها می‌توانند بهترین راه را به سمت مقصد از میان شبکه‌های پیچیده به مسافران توصیه نمایند.

۶-۲-۵-۲. پشتیبانی و مدیریت ناوگان حمل‌ونقل همگانی

مدیریت عملکرد ناوگان حمل‌ونقل همگانی می‌تواند توسط سیستم‌های ITS پشتیبانی شود. نمونه‌ای از این سیستم‌ها، مکان‌یابی خودکار خودرو است که این امکان را به مرکز کنترل می‌دهد تا خودرو را ردگیری کند. این کار موجب می‌شود تا اگر سرویسی خارج از برنامه زمان‌بندی عمل کرد، مرکز کنترل وارد عمل شده و زمان واقعی ورود سرویس بعدی را، در ایستگاه‌ها و یا کیوسک‌ها در اختیار مسافران قرار دهد. به این ترتیب، ITS می‌تواند با فراهم کردن اطلاعات ترافیکی مهم و گوناگون، شامل اطلاعات تعداد مسافر سوار شده به اتوبوس، جمع‌آوری کرایه و غیره، به پشتیبانی و مدیریت ناوگان حمل‌ونقل همگانی کمک کند.

۶-۲-۳. اولویت عبور برای خودروهای حمل‌ونقل همگانی

سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی از طریق هماهنگی بین سیستم مدیریت اجرا با سیستم کنترل ترافیک، حق تقدم عبور پیدا می‌کنند. با افزودن ITS، اتوبوس‌ها و ترموهای در حال نزدیک‌شدن به تقاطع شناسایی شده و با ارسال پیام به چراغ‌های راهنمایی، به طور لحظه‌ای فاز سبز تمدید می‌شود یا اگر چراغ قرمز باشد، مجدداً سبز می‌شود، به طوری که عبور وسایل حمل‌ونقل همگانی از تقاطع با حداقل تأخیر انجام شود. در این سیستم، خودروها از طریق حلقه‌های القایی زیرسطح جاده و امواج رادیویی یا سیستم GPS که با یک فرستنده و گیرنده در داخل خودرو در ارتباط است، شناسایی می‌شوند.

۶-۲-۶. سیستم‌های مدیریت اضطراری^۱

سرویس‌های اضطراری و اورژانس، شامل اعلام خطر خودکار، هدایت مسیر برای خودروها اورژانسی و پشتیبانی فعالیت‌های امدادی است. مدیریت بارها و کالاهای پرخطر و ردیابی آن‌ها، دارای جنبه مهم‌تری در این محدوده از خدمات است. سیستم اعلان خطر خودکار در مواقع ضروری، به طور خودکار با استفاده از روش‌های موقعیت‌یابی خودرو، وقوع سوانح، تصادفات، خرابی خودروها و موقعیت آن‌ها را به مسئولین اعلام می‌کند. خودروهای اورژانس نیز به سیستم مدیریت نیاز دارند. استفاده از مکان‌یابی خودکار خودرو (AVL) و دیگر روش‌های ارتباطی در ITS، کمک بزرگی به این امر می‌کند. کاربردهای مهم دیگر

^۱. Emergency Management Systems

سیستم‌های مدیریت اضطراری (EMS)، شامل مدیریت کالاهای خطرناک و ردیابی کالاهای با ارزش است، که باعث افزایش ایمنی می‌شود.

۶-۲-۷. سیستم‌های پرداخت الکترونیکی

سیستم پرداخت الکترونیکی در مقایسه با پرداخت پول نقد مزایای زیادی دارد. از جمله این موارد پرداخت الکترونیکی عوارض است که به خوبی در سراسر جهان گسترش یافته و باعث شده تا رانندگان بدون توقف، عوارض را پرداخت کنند. از جمله موارد دیگر، کارت‌های هوشمند برای پرداخت کرایه در سیستم حمل‌ونقل همگانی است که باعث انعطاف‌پذیری بیشتر این سیستم و کاهش هزینه‌های اجرایی و صرفه‌جویی در زمان مسافران می‌شود.

خلاصه

در این فصل، ابزارهای نوین مدیریت شهری به عنوان کلی سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل مورد اشاره قرار گرفتند. این سیستم‌ها دامنه کاربرد بسیار وسیعی داشته و روز به روز هم به کاربرد آن‌ها افزوده می‌شود. سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل، با هدف تسهیل در مدیریت اطلاعات، بخشی از گستره فناوری اطلاعات هستند که راحتی و آسایش را در سفرهای روزانه به ارمغان می‌آورند. نتایج جمع‌آوری شده توسط این سیستم‌ها، کمک شایان توجهی به برنامه‌ریزی برای تحلیل عملکرد سیستم خواهد نمود.

خودآزمایی

۱. انواع خدمات کاربر ITS را توضیح دهید.
۲. چنانچه سیستم GPS در همه خودروهای کشور نصب شوند، چه استفاده‌هایی از آن می‌توان در مدیریت حمل‌ونقل شهری انجام داد؟
۳. برخی تجهیزات ITS را که در خودرو به منظور افزایش ایمنی می‌توان به کار برد را نام ببرید و نحوه کارکرد آن‌ها را توضیح دهید.
۴. ITS چه کمکی در مکان‌یابی پارکینگ‌های موجود در شهر (یا منطقه) می‌تواند انجام دهد؟ چه سرویس‌هایی از ITS بدین منظور باید پیاده‌سازی شوند؟
۵. به منظور اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی، از چه سیستم‌هایی می‌توان استفاده کرد؟
۶. ITS چگونه می‌تواند در کاهش آلودگی هوا و ایمنی حمل‌ونقل کارساز باشد؟

فهرست منابع و مراجع

- ۱- خیستی، سی. جوتین، لال، بی کنت. مترجم محمود صفارزاده. مهندسی ترابری و ترافیک، جلد اول: ترابری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۱.
- ۲- امینی، بهنام. مبانی مهندسی ترابری. انتشارات موسسه علمی دانش پژوهان برین؛ ۱۳۸۳.
- ۳- شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران: برنامه‌ریزی مدیریت تقاضای سفر، گزارش شماره ۱۲۱، شهریورماه ۱۳۷۴.
- ۴- وزارت راه و ترابری، مطالعات طرح جامع ایمنی حمل و نقل جاده‌ای کشور، ۱۳۸۳.
- ۵- سبزواری، شادن، بی‌همتا طوسی، علی. بررسی اثرات زیست‌محیطی مربوط به ساخت و کاهش مصرف سوخت خودروها و مقایسه آن با معیارها و استانداردهای جامعه اروپایی سازمان ملل ECE.
- ۶- کمیته ملی توسعه پایدار، برنامه عزم ملی برای حفاظت از محیط زیست، ۱۳۷۸.
- ۷- گزارش پیشرفت کار برنامه‌های جامع کاهش آلودگی هوای تهران و شهرهای آلوده کشور، ۱۳۸۳.
- ۸- چکیده گزارش طرح جامع کنترل آلودگی تهران بزرگ، ۱۳۷۳-۱۳۷۶.
- 9- Traveler Response to Transportation System Changes, TCRP Project B-12, 2000.
- 10- Victoria Transport Policy Institute. www.vtpi.org/tdm.
- 11- Employee Transportation Coordinator; Washington State Department of Transportation, 1999.

- 12- Van Hattum, David. Expanding Commuter Options in the Twin Cities, Practical and cost-effective, steps, to reduce congestion by optimizing Travel Demand Management strategies.
- 13- Transportation Management Program Handbook, General Services Administration National Capital Region, Washington, D.C., May 2002.
- 14- “World Bank Urban Transport Strategy Review, Background Paper, Experiences in Urban Traffic Management and Demand Management in Developing Countries”, Department for International Development, UK, October 2000.
- 15- The Park and Ride Program would leverage resources, expand capacity, and increase safety; Washington State Department of Transportation, February 2003.
- 16- World report on road traffic injury prevention, World Health Organization, 2004.
- 17- “Cities on the Move: A World Bank Urban Transport Strategy Review”, the International Bank for Reconstruction and Development, 2002.
- 18- Strategic Guidance for Road Safety Professionals. RoSPA, UK, 2001.
- 19- Road Safety Strategy 2010, National Road Safety Committee, October 2000.
- 20- Barker, Judith, Baguley, Chris, Road Safety Good Practice Guide, 2002.
- 21- FHWA, Pedestrian Safety in Australia, US Department of Transportation: Federal Highway Administration.
- 22- “Review of Road Safety in Urban Areas”, Department for International Development (DFID).
- 23- Ekman, Lars, Hyden, Crister, Pedestrian Safety in Sweden, Department of Traffic Planning and Engineering, 1999.

- 24- “National Strategies for Advancing Child pedestrian Safety”, National Center for Injury Prevention and Control.
- 25- Faiz, Asif, Weaver, Christopher S., Walsh, Michael P., Air Pollution from Motor Vehicles Standards and Technologies for Controlling Emissions. The World Bank, Washington D.C., 1996.
- 26- Gorham, Roger, Air Pollution from Ground Transportation, United Nations, 2002.
- 27- Dora, Carlos, Phillips, Margaret, Transport, Environment and health, 2000.
- 28- Safonov, Paul, Favrel, Vincent, Hecq, Walter, Environmental Impacts of Mobility and Urban Development: A Case Study of the Brussels-Capital Region, 1999.
- 29- Gwilliam, Ken, Kojima, Masami, Johnson, Todd, Reducing Air Pollution from Urban Transport, World Bank, 2004.
- 30- PIARC, ITS Handbook, PIARC, 2002.
- 31- Toshiyuki, Yokota, ITS Technical Note for Developing Countries: ITS Application Around the World, World Bank, 2004.



استاذاری مرکزی
معاونت امور عمرانی
دفتر امور شهری و شوراه



وزارت کشور
سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور
پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

دانشگاه شهید بهشتی

پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی
تهران - بلوار کشاورز
ابتدای خیابان نادری
پلاک ۱۷

تلفن: ۸۸۹۸۶۳۹۸

نماینده: ۸۸۹۷۷۹۱۸

www.imo.org.ir

قیمت: ۳۳۰۰۰ ریال